

Landschaftspflegekonzept Bayern



Band II. 18
Lebensraumtyp
Kies-, Sand- und Tongruben



Bayerisches
Staatsministerium
für Landesentwicklung
und Umweltfragen

ANL Bayerische Akademie
für Naturschutz und
Landschaftspflege

Inhaltsverzeichnis

	Einführung	13
1	Grundinformationen	15
1.1	Charakterisierung	15
1.1.1	Allgemeine Erscheinung und Typenspektrum der Lockergesteinsabbaustellen in Bayern	15
1.1.1.1	Gewerbliche Kiesgruben der Auen- und Terrassengebiete ("Terrassengruben")	16
1.1.1.2	Gewerbliche Kiesgruben der Moränengebiete ("Große Moränenkiesgruben")	17
1.1.1.3	Sporadisch genutzte Kleinkiesgruben	17
1.1.1.4	Sand- und Quarzkiesgruben der Hügelländer und Riedellandschaften ("Hügellandsandgruben")	18
1.1.1.5	Terrassen- und Flugsandgruben	18
1.1.1.6	Kleingruben im Kristallinersatz	19
1.1.1.7	Kleinabbau im Buntsandstein, Keuper und Lias	19
1.1.1.8	Ton- und Lehmgruben	20
1.1.1.9	Regionale Sonderabbauformen	20
1.1.2	Typische Strukturelemente	21
1.1.2.1	Dauergewässer	21
1.1.2.2	Pfützen, Tümpel, ephemere Wasserstellen	23
1.1.2.3	Fließende Kleingewässer, sekundäre Sickerfluren	23
1.1.2.4	Sand-/Kiesflächen und -rücken	25
1.1.2.5	Steilwände	25
1.1.2.6	Geröllhaufen, Blockansammlungen	25
1.1.2.7	Abraumhaufen, Ruderalstandorte, allochthone Zwischendeponien	26
1.1.2.8	Totholz	27
1.1.2.9	Grubenrandzone	27
1.1.3	Abgrenzung zu anderen Lebensraumtypen	29
1.2	Wirkungsbereich	30
1.3	Abiotische, abbau- und standortkundliche sowie limnologische Grundlagen	31
1.3.1	Material- und standortkundliche Kenngrößen	31
1.3.2	Abbaumaterialien und -formen	32
1.3.2.1	Zersatzsande des Kristallinen Grundgebirges	33
1.3.2.2	Sande und Mürbsandsteine des Mesozoikums	33
1.3.2.3	Kiese und Sande des Tertiärs	34
1.3.2.4	Glaziale und fluvioglaziale Kiese und Sande	36
1.3.2.5	Kiese und Sande des periglazialen Bereichs	37
1.3.2.6	Tone, Lehme, Mergel und sonstige	37
1.3.3	Abbautechnik	40
1.3.4	Verwendung der abgebauten Materialien	40
1.3.5	Mikro- und Lokalklima	41
1.3.6	Limnologische, hydraulische und hydrologische Grundlagen (Naßbaggerungen) 41	
1.3.6.1	Wieviele Naßbaggerungen gibt es ?	42
1.3.6.2	Das limnische System der Baggerseen	42
1.3.6.3	Das Wechselwirkungssystem Baggersee - Grundwasser	43
1.3.6.4	Wechselwirkungen im Chemismus	44

1.4	Pflanzenwelt	44
1.4.1	Der pflanzliche Besiedlungsprozeß von Abbaustellen, den Arteneintrag bestimmende Faktoren	45
1.4.2	Vegetation	46
1.4.2.1	Allgemein in Abbaugruben verbreitete Vegetation	46
1.4.2.2	Wasser- und Ufervegetation in Terrassengruben	47
1.4.2.3	Terrestrische Vegetation von Terrassen-, Moränen- und Kleinkiesgruben	48
1.4.2.4	Terrestrische Vegetation der Hügelland- sowie der Terrassen- und Flugsandgruben	49
1.4.2.5	Amphibische und aquatische Vegetation von Sandgruben	49
1.4.2.6	Vegetation von Gruben im Kristallinzersatz	50
1.4.3	Flora	50
1.4.3.1	Gefährdete Arten im amphibischen und aquatischen Bereich von Terrassengruben	50
1.4.3.2	Seltene Arten des terrestrischen Bereichs von Terrassen-, Moränen- und Kleinkiesgruben	51
1.4.3.3	Flora des terrestrischen Bereichs von Sandgruben	51
1.4.3.4	Vegetation des amphibischen und aquatischen Bereichs von Sand- und Tongruben	52
1.5	Tierwelt	52
1.5.1	Lebensraumfunktion verschiedener Strukturelemente in Abbaustellen	52
1.5.2	Wege der Einwanderung und Ausbreitung, tierökologisches Besiedlungspotential	53
1.5.3	Ausgewählte Tierartengruppen	54
1.5.3.1	Vögel	55
1.5.3.2	Amphibien	57
1.5.3.2.1	Arten mit Hauptvorkommen in Abbaustellen	57
1.5.3.2.2	Sonstige Amphibienarten	59
1.5.3.3	Reptilien	60
1.5.3.4	Insekten	61
1.5.3.4.1	Libellen (ODONATA)	61
1.5.3.4.2	Stechimmen	61
1.5.3.4.3	Schmetterlinge (LEPIDOPTERA)	63
1.5.3.4.4	Laufkäfer (CARABIDAE)	64
1.5.3.4.5	Heuschrecken (SALTATORIA)	65
1.5.3.4.6	Wasserkäfer (COLEOPTERA: HYDRADEPHAGA et PALPICORNIA)	66
1.5.3.4.7	Sonstige Insektengruppen	67
1.6	Verbreitung in Bayern	67
1.7	Bedeutung von Abgrabungsbiotopen für Naturschutz und Landschaftspflege	68
1.7.1	Botanischer Artenschutz	68
1.7.2	Zoologischer Artenschutz	75
1.7.3	Lebensgemeinschaften	82
1.7.4	Erd- und Heimatgeschichte	84
1.8	Traditionelle Bewirtschaftung von Abbaubiotopen	84
1.9	Bewertung einzelner Abbaustellen für den Naturschutz	86
1.10	Gefährdungssituation	89
1.10.1	Gefährdung wertvoller Biotope durch Lockergesteinsabbau	89
1.10.2	Gefährdung von wertvollen Abbaubiotopen durch konkurrierende Nutzungsansprüche und exogene Einflüsse	91

1.10.3	Gefährdung durch Einträge aus der Umgebung	94
2	Möglichkeiten für Gestaltung, Pflege und Entwicklung	95
2.1	Optimierung der Abbau-Standortplanung und der Verbundfunktion	95
2.1.1	Relative Belebung "ausgeräumter" Landschaften	95
2.1.2	Gruben in biotischen Ergänzungs- und Interaktionsräumen zu Primärstandorten	96
2.2	Verzicht auf naturschutzbezogene Folgegestaltung, natürliche Entwicklung (Liegenlassen, derzeitige Nutzung gewähren lassen)	98
2.2.1	Sukzession von Gewässern und wechsellässigen Uferzonen	98
2.2.2	Sukzession auf nicht-grundwasserbeeinflussten Standorten	100
2.2.2.1	Kiesige, karbonatreiche Rohböden	100
2.2.2.2	Sandige, basenarme Rohböden	103
2.2.2.3	Humoses, nährstoffreiches Substrat	103
2.2.3	Sukzession der Tierwelt	104
2.3	Technisch-morphologische Gestaltung	107
2.3.1	Herrichtung unterschiedlicher Standorte	107
2.3.1.1	Ausformung von Grundwasseraufschlüssen	107
2.3.1.2	Anlage von Spülflächen bzw. Schlammteichen	108
2.3.1.3	Unterschiedliche Böschungsneigungen und Uferausformungen	110
2.3.1.4	Anlage von Inseln	114
2.3.1.5	Herstellung von Tümpeln, Lachen, Pfützen und Verdichtungsstellen	114
2.3.1.6	Gestaltung von Sand- und Kiesflächen und Kiesrücken	114
2.3.1.7	Umgang mit humushaltigem Substrat	115
2.3.1.8	Bereitstellung von Totholz	115
2.3.1.9	Standortvorbereitung für Aufforstungsflächen	115
2.3.2	Landschaftliche Einbindung	116
2.3.2.1	Geländegestaltung	116
2.3.2.2	Grüngestaltung	118
2.4	Ingenieurbologisch-vegetationstechnische Möglichkeiten	119
2.4.1	Spezielle Habitatgestaltungen für einzelne Artengruppen	119
2.4.2	Künstliche Herstellung bzw. Stabilisierung artenschutzrelevanter Strukturelemente	120
2.4.2.1	Pflanzungen	121
2.4.2.2	Transplantationen	122
2.4.2.3	Ansaaten von Landpflanzen	122
2.4.2.4	Einbringen von Wasserpflanzen	123
2.4.2.5	Gewinnung von standortheimischen Pflanzen und Saatgut	123
2.5	Besatzmaßnahmen	123
2.6	Anschlußpflege	124
2.6.1	Mögliche Pflegemaßnahmen einzelner Habitate	124
2.6.1.1	Gewässer- und Gewässerrandpflege	124
2.6.1.2	Pflegemöglichkeiten terrestrischer Lebensräume	125
2.6.2	Maßnahmen zur Zurückdrängung unerwünschter Pflanzenarten	126
2.7	Flankierende Maßnahmen, Pufferung, Abschirmung von Konfliktnutzungen	127

2.7.1	Maßnahmen gegen unerwünschte Nutzungen	127
2.7.2	Maßnahmen gegen Stoffeinträge aus der Luft	128
2.7.3	Maßnahmen gegen Einträge aus Zuflüssen	130
2.7.4	Maßnahmen gegen Gewässerverunreinigungen	131
2.7.5	Entwicklung eines "Proto-Biotops" am Grubenrand	131
3	Situation und Problematik der Gestaltung, Pflege und Entwicklung	133
3.1	Praxis der Gestaltung, Pflege und Entwicklung	133
3.1.1	Private Initiativen	133
3.1.2	Maßnahmen des behördlichen Naturschutzes	134
3.1.3	Kommunale Maßnahmen	134
3.1.4	Rechts- und Genehmigungspraxis	135
3.2	Meinungsbild	135
3.3	Durchführungsprobleme	137
3.3.1	Konflikte zwischen Gestaltungs- bzw. Pflegeansprüchen und rechtlichen Vorgaben	137
3.3.2	Probleme in der alltäglichen Pflegepraxis	138
4	Pflege- und Entwicklungskonzept	141
4.1	Grundsätze	141
4.2	Handlungs- und Maßnahmenkonzept	146
4.2.1	Leitbilder und Pflegeziele	146
4.2.2	Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen	149
4.2.2.1	Festlegungen vor Abbaubeginn, Planungsphase	150
4.2.2.1.1	Frühzeitige Reservierung von Naturschutz-Folgeflächen, Wege zur Konfliktbewältigung in Abbaustellen	151
4.2.2.1.1.1	Behandlung der (künftig) freiwerdenden und bereits jetzt naturschutz-wirksamen Abbaustellen als in sich geschlossenes Flächen(verbund)-system (disponible Flächenkulisse)	152
4.2.2.1.1.2	Frühzeitige Verständigung mit konkurrierenden Folgenutzungen	152
4.2.2.1.1.3	Kein Ausgrenzen, sondern ökologisch verträgliche Standortreservierung für "humanökologischer Zufluchtsfunktionen"	153
4.2.2.1.1.4	Lankreisbezogene Leitkonzepte zur Sicherung von Biotop-Potentialen und zur Entmischung unverträglicher Folgenutzungen in den Abbauflächen	153
4.2.2.1.1.5	Große durch kleine Lösungen ergänzen: Sicherung und Entwicklung von Naturschutzrestflächen bei anderweitiger Hauptnutzung vormaliger Abbaustellen	156
4.2.2.1.2	Präventive Bestandsbewertung im geplanten Abbaubereich	159
4.2.2.1.3	Prognose der Eingriffswirkung in das Landschaftsbild und ihrer Minderungs-möglichkeiten, Grundregeln zur landschaftlichen Einbindung	160
4.2.2.1.4	Umgang mit dem Oberboden und der ursprünglichen Vegetation; Gestaltung zwischen aktueller Abbaukante und rechtlicher Abbaugrenze	164
4.2.3	Aufgaben einzelner Landkreise bei der Umsetzung	165
4.3	Beispiele für Gestaltungs-, Pflege- und Entwicklungsmodelle	166
4.3.1	Renaturierung einer Sandgrube im Bereich der Abensberger Binnendünen/KEH	166
4.3.2	Rekultivierung der Gemeindekiesgrube Bernbeuren/WM	170

4.3.3	Pflege- und Entwicklungsplan der Tongrube Jedenhofen/DAH	171
4.3.4	Gestaltungsvorschläge für das Tonwerksgelände Kolbermoor/RO	175
5	Technische und organisatorische Hinweise	177
5.1	Technik der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen	177
5.1.1	Pflegegeräte	177
5.1.2	Durchführung vegetationstechnischer Maßnahmen	177
5.1.3	Technische Durchführung von Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen	177
5.2	Organisation und Förderung	178
5.3	Fachliche und wissenschaftliche Betreuung	178
6	Anhang	181
6.1	Literaturverzeichnis	181
6.2	Mündliche und schriftliche Mitteilungen	190
6.3	Gesetze, Verordnungen, Vorschriften	190
6.4	Abkürzungsverzeichnis	191
6.5	Verzeichnis der Autokennzeichen Bayerns	192
6.6	Anlagen	194
6.7	Bildteil	199

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1/1 :	Schema-Profil einer naßbaggerten Terrassengrube.	16
Abb. 1/2 :	Typischer Aufbau einer Moränenkiesgrube im Querprofil.	17
Abb. 1/3 :	Schematischer Aufbau einer Terrassen- bzw. Flugsandgrube im Querprofil.	19
Abb. 1/4 :	Naßbaggerung mit Tiefwasserbereich, Uferzone und Insel.	22
Abb. 1/5 :	Ephemere Wasserstellen, in einer Fahrspur bzw. durch Tieferschürfen entstanden.	24
Abb. 1/6 :	Sand-/Kiesrücken und -flächen in Abbaugruben.	24
Abb. 1/7 :	Steilwand mit Schuttkegel.	26
Abb. 1/8 :	Geröllhaufen bzw. Blockansammlung in Abbaugruben.	27
Abb. 1/9 :	Abraumhaufen in Abbaugruben.	28
Abb. 1/10 :	Abgelagertes Totholz in einer Abbaustelle.	28
Abb. 1/11 :	Grubenrandzone um Abbaustellen.	29
Abb. 1/12 :	Vegetationszonierung am Ufer einer Naßbaggerung auf reinem Kies bei Oberstimm/PAF (aus JÜRGING & KAULE 1977: 31).	48
Abb. 1/13 :	Verbreitung der Abbaustellen in Nordbayern, gegliedert nach Grubentypen, mit Angabe der geologischen Einheiten (verändert nach GLA 1984)	71
Abb. 1/14 :	Verbreitung der Abbaustellen in Westbayern, gegliedert nach Grubentypen, mit Angabe der geologischen Einheiten (verändert nach GLA 1984)	72
Abb. 1/15 :	Verbreitung der Abbaustellen in Ostbayern, gegliedert nach Grubentypen, mit Angabe der geologischen Einheiten (verändert nach GLA 1984)	73
Abb. 1/16 :	Legende zu den drei Verbreitungskarten	74
Abb. 1/17 :	Änderung des Grundwasserspiegels bei Anlage eines Baggersees (veränderte Darstellung, aus DINGETHAL et al. 1985:64).	90
Abb. 1/18 :	Anteile der verschiedenen Folgenutzungen in Kies- und Sandgruben Bayerns, (nach Angaben des BAYERISCHEN INDUSTRIEVERBANDES STEINE UND ERDEN e.V. 1982).	92
Abb. 2/1 :	Natürliche Sukzession einer ehemaligen Kiesentnahmestelle im Donaumoos/ND (DINGETHAL et al. 1985: 173).	101
Abb. 2/2 :	Sukzessionsschema für kiesige Rohböden (häufige Entwicklungsrichtungen der Vegetation).	102
Abb. 2/3 :	Sukzessionsschema für sandige, basenarme Rohböden (häufige Entwicklungsrichtungen der Vegetation).	104
Abb. 2/4 :	Sommerliche Temperaturschichtung in einem Baggersee (DINGETHAL et al. 1985: 71).	107
Abb. 2/5 :	Einspülungszonen für Schlämmkorn bei Grundwasserdurchfluß (eigener Entwurf nach verschiedenen Quellen)	109
Abb. 2/6 :	Schemaabfolge der Schlammfeldsukzession in obermainischen Kieswerken/BA, LIF (aus FRANZ 1989)	110
Abb. 2/7 :	Blaukehlchenverbreitung im Maintal 1975-1986 in Abhängigkeit von der Verteilung betriebener Kieswerke (aus FRANZ 1989).	111
Abb. 2/8 :	Bestandsentwicklung des Blaukehlchens im Kieswerk Staffelstein und Vegetationsphasen-Entwicklung der Schlammteiche (aus FRANZ 1989)	112
Abb. 2/9 :	Verteilung der Blaukehlchen im Oberen Maintal auf verschiedene Biotoptypen von 1971 bis 1986 (aus FRANZ 1989).	112
Abb. 2/10 :	Variationsmöglichkeiten von Uferbermen an Baggerseen	113
Abb. 2/11 :	Schema für die Anlage und landschaftliche Einbindung von Abbaustellen an einer Leite.	117
Abb. 2/12 :	Schema für die Gestaltung von in Flußtälern gelegenen Naßbaggerungen als Altwasserarm.	118
Abb. 2/13 :	Änderung der vertikalen Wind- Strömungsverhältnisse durch ein Hindernis (Luv-Lee-Effekt, verändert nach NAEGELI 1946).	129
Abb. 2/14 :	Veränderung von standortrelevanten Klima-Faktoren durch eine Windschutzpflanzung (verändert nach HÄCKEL 1989).	130
Abb. 2/15 :	Änderung der horizontalen Wind-Strömungsverhältnisse durch verschiedene Hindernisse (verändert nach NAEGELI 1946).	131
Abb. 4/1:	Leitbild 1: Förderung der Lachenbildung durch netzartiges Aufschütten der Fahrsohle (Querschnitt)	146

Abb. 4/2:	Leitbild 1: Förderung der Lachenbildung durch netzartiges Aufschütten der Fahrsohle (perspektivische Ansicht)	147
Abb. 4/3:	Leitbild 2: im Kontaktbereich zu einem begradigten Flußlauf angelegte Abbaustellen, hydrologische Anbindung an das Hauptfließgewässer	148
Abb. 4/4:	Leitbild 3: in ehemaliger Flußschlinge gelegene Abbaustellen	149
Abb. 4/5 :	Leitbild 4: Abbaustelle im hydrologischen Verflechtungsbereich zu einem Grundwassermoor	150
Abb. 4/6:	Leitbild 5: Trockenabbau an einer Hangkante bzw. Leite	151
Abb. 4/7:	Verteilungsmöglichkeiten konkurrierender Folgenutzungen	154
Abb. 4/8:	Funktion von Randflächen intensiv folgegenutzter Abbaue in Bezug auf "Naturschutzgruben" und andere Biotope	158
Abb. 4/9:	Morphologisch rücksichtslose und -volle Abbauplanung in einer schönen Hügellandschaft	161
Abb. 4/10:	Vertretbare und unvertretbare Abbaustandorte im Bereich markanter Flußaltterrassen	162
Abb. 4/11:	Morphologische Strukturierung einförmiger Landschaften durch bestimmte Abbaufornen	163
Abb. 4/12:	Rücksichtsvolle und -lose Abbaustandorte im Weichbild eines wertvollen Kulturrensembles	164
Abb. 4/13 :	Dünentyp A - reine Flugsand-Düne	168
Abb. 4/14 :	Dünentyp B - mit Kern aus Abraumkies	169
Abb. 4/15 :	Dünentyp C - mit Kern aus Wurzelstock-Geäst	169
Abb. 4/16 :	Dünentyp D - aus Quarzsand geschürft	169
Abb. 4/17 :	Kegelförmige Aufschüttungen auf der Abbausohle oder auf verfestigter Kiesaufschüttung	170
Abb. 4/18:	Sukzessions-Zielbestände auf verschiedenen Standort- und Strukturtypen des Abbaugeländes	171
Abb. 4/19 :	Geplante Verfüllung (schraffiert) und Biotoptypen-Abfolge in der Gemeindekiesgrube Bernbeuren/WM nach der Rekultivierung (GfL 1988)	172
Abb. 4/20 :	Vorgesehene Pflegemaßnahmen für die Tongrube Jedenhofen/DAH (HAASE & SÖHMISCH 1991: 13-14)	173
Abb. 4/21 :	Gestaltungsvorschläge für das Tonwerksgelände Kolbermoor (verändert nach MEIDINGER 1993, briefl.)	174

Tabellenverzeichnis

Tab. 1/1 :	Bodenkundliche Korngrößenklassifizierung (DIN 4188 von 1957)	31
Tab. 1/2 :	Übersicht über die Erdzeitalter	33
Tab. 1/3 :	In Abbaustellen des nördlichen Alpenvorlands und im Regnitzbecken nachgewiesene, seltene Laufkäfer-Arten mit Angaben zu ihren Biotoppräferenzen (verändert aus PLACHTER 1983: 39ff und SACHTELEBEN 1989).	65
Tab. 1/4 :	Abbau von verschiedenen Lockermaterialien, nach Landkreisen (Quelle: GLA 1984, aktualisiert).	69
Tab. 1/5 :	Abbaustellenbiotope in Relation zur Gesamtheit der kartierten Biotope Bayerns (Datenbasis: Biotop-Erstkartierung Bayern 1974-1976)	74
Tab. 1/6 :	Auswahl seltener und überwiegend gefährdeter Pflanzenarten in (alten) Abbaustellen.	76
Tab. 1/7 :	Auswahl (auch) in Abbaustellen vorkommender, bemerkenswerter Vogelarten (Gefährdungsgrade nach der Roten Liste Bayern, LfU 1992).	80
Tab. 1/8 :	Übersicht der in Abbaustellen vorkommenden Amphibien der RL Bayern	82
Tab. 1/9 :	Übersicht der in Abbaustellen vorkommenden Libellen der RL Bayern	83
Tab. 1/10 :	Übersicht der in Abbaustellen vorkommenden Heuschrecken der Roten Liste Bayern (LfU 1992).	84
Tab. 1/11 :	Verdunstungszahlen unterschiedlicher Oberflächen in % der Niederschlags-Menge im Jahresdurchschnitt für mitteleuropäische Verhältnisse (vgl. DINGETHAL et al. 1985: 77)	89
Tab. 1/12 :	Folgenutzung der Abbaustellen im Lkr. FO (SACHTELEBEN 1989, Stand: 1988).	93

Tab. 2/1 :	In sechs, wenige Jahrzehnte alten bäuerlichen Kiesentnahmestellen des Landkreises STA (bei Erling, Maising, Pöcking und Machtlfing) angesiedelte Kalkmagerrasenpflanzen (WIEDMANN 1954);	103
Tab. 2/2 :	Beispiel für die Sukzession einiger Käfergruppen bzw. -familien in Sand- und Kiesgruben des östlichen Tertiärhügellands und Unteren Isartals (verändert und vereinfacht nach RIEDERER 1979).	105
Tab. 4/1 :	Bestandssituationen gefährdeter, naturbetonter Vegetations- bzw. Biototypen in den einzelnen Landkreisen als Maßgabe für die Biotopentwicklung in Abbaustellen . . .	167

Einführung

Bodenabbau ist zweifellos ein Eingriff in den Naturhaushalt, der stets sorgfältig erwogen werden muß. In biologisch verarmten Landschaften können entsprechend renaturierte Abbaustellen aber auch zu einer ökologischen Bereicherung werden. Ohne Sand- und Kiesgruben gäbe es in manchen Naturräumen praktisch keine nährstoffarmen Lebensräume mehr. Einige der selteneren Amphibienarten sind gebietsweise überwiegend oder fast ausschließlich auf Ersatzlaichgewässer in Abbaustellen angewiesen. Große, von Folgenutzungen freigebundene Abbaustellen vereinigen ganz verschiedenartige Habitatelemente zu hochkomplexen Lebensraumgefügen, wie sie in vielen Gebieten andernorts nirgends mehr existieren.

Andererseits: In Bayern steht einem Abbaufächenzuwachs von mehr als 600 ha/Jahr (INDUSTRIEVERBAND STEINE UND ERDEN e.V. 1992, mdl.) eine "Renaturierungsleistung" von lediglich 7% der abgeschlossenen Abbaue gegenüber. Davon ist ein erheblicher Teil von vornherein durch kleinteilige Zuordnung zu Erholungsseen, Anglerbereichen u. dgl. beeinträchtigt.

Daß immer noch viele Gruben ihren potentiellen Funktionen und Aufgaben im Artenschutz nicht gerecht werden können, liegt an der Rekultivierungsverpflichtung an vielen Abbaustellen, aber auch an einer immer noch weitverbreiteten Unkenntnis des erstaunlichen, regional sogar unentbehrlichen Artenschutzpotentials von Abbau-Folgebiotopen. Nicht mangelnder guter Wille der Unternehmer, sondern betrüblicher Weise auch nicht mehr zeitgemäße Gestaltungsvorstellungen seitens mancher Planer und eine ungenügende Einbeziehung von Artenschutzfachleuten verursachen dieses Defizit.

An diesem Punkt übernimmt es der LPK-Band "Kies-, Sand- und Tongruben",

- das Arten- und Lebensraumpotential von Grubenbiotopen, auch innerhalb großräumiger Populationssysteme, zusammenfassend zu beschreiben;
- übergreifende und naturraumbezogene Gestaltungs- und Entwicklungsmöglichkeiten sowie Leitbilder aufzuzeigen;
- regionale Handlungsschwerpunkte in Abstimmung mit den im ABSP erarbeiteten Grundlagen

im Bereich bereits bestehender Abbaufächen zu bezeichnen;

- der kommunalen und planungsregionalen Abbaustellen-Standortfindung und -Planung räumliche Orientierungshilfen an die Hand zu geben;
- Vorschläge für ein naturschutz-effizienteres Procedere und Zusammenspiel der Beteiligten bei der Umsetzung ökologischer Entwicklungsziele zu machen.

Die detaillierte Darstellung des biotischen Potentials in Grubenlebensräumen darf zwar Abbauiinteressenten und Rahmenplaner nicht dazu verführen, Abbaueingriffe an optisch oder lebensräumlich empfänglichen Stellen zu rechtfertigen, erlaubt aber durchaus Rückschlüsse auf konfliktarme, ja konvergente Zonen im Spannungsfeld Naturschutz/Materialgewinnung - falls man sich dazu durchringen kann, der Natur künftig wesentlich mehr zurückzugeben als derzeit üblich.

Dieser LPK-Band widmet sich ausschließlich den fachlichen Fragen. Rechts- und Genehmigungsfragen wird die derzeit in Bearbeitung befindliche gemeinsame Bekanntmachung der Staatsministerien des Innern sowie für Landesentwicklung und Umweltfragen über Anlagen zur Gewinnung von Kies, Sand und Erden regeln.

Die Verschiedenheit dieses Lebensraumtyps von der Mehrzahl der übrigen, im LPK behandelten Bände machte eine Abweichung von der Mustergliederung notwendig.

Für freundliche Unterstützung und großzügige Überlassung von Arbeitsunterlagen gilt sämtlichen Fachleuten der besondere Dank. Stellvertretend seien hervorgehoben: Herr Dr. DINGETHAL, Bayerischer Industrieverband Steine und Erden, Herr HEUSINGER, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Außenstelle Kulmbach, Herr Dr. JÜRGING, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, Herr Dr. HIEMEYER, Augsburg, Herr UFFINGER, BN-Kreisgruppe Augsburg, Herr GUMPLINGER, BN-Ortsgruppe Rottenburg und Herr Dr. WARNCKE, Vierkirchen/DAH.

Herr M. GRAUVOGL, Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, gestaltete die Endfassung durch vielfältige Hinweise und Ergänzungen mit. Herrn Dr. BRAUNHOFER, Regierung von Oberbayern, danken wir für seine engagierte Beratung beim "Durchkneten" der Bandgliederung.

1 Grundinformationen

Der Diagnose (Kap. 2 und 3) und der Konzeption (Kap. 4) muß eine Analyse vorhergehen. Diese Aufgabe übernehmen die "Grundinformationen", in denen die lebensraumbestimmenden abiotischen und biotischen Gegebenheiten in Abbaustellen, allerdings ohne Anspruch auf Vollständigkeit, umrissen werden.

1.1 Charakterisierung

Zunächst wird das äußere Erscheinungsbild der Abbaubiotope skizziert und die große gesteins- und nutzungsbedingte Vielfalt der Baggerungen durch einige wiederkehrende Grundtypen umrissen (Kap. 1.1.1). Kap. 1.1.2 (S. 21) stellt die in vielen Gruben und Naturräumen charakteristischen Biotopbausteine oder Strukturelemente innerhalb des technogenen Gesamtkomplexes vor. Schließlich klärt Kap. 1.1.3 (S. 29) die für diesen Band maßgeblichen Abgrenzungen zu anderen Lebensraumtypen.

1.1.1 Allgemeine Erscheinung und Typenspektrum der Lockergesteinsabbaustellen in Bayern

Das Wesen der Abbaustellen und ihrer potentiellen Lebensraumqualität liegt in ihrer **eigentümlichen Übergangstellung zwischen Epigäis** (Erdoberfläche, Biosphäre, Pedosphäre) **und Hypogäis** (geologischer Untergrund, Lithosphäre). Die Verwitterungsrinde der Erde wird bei der Materialgewinnung durchstoßen; Horizonte ganz verschiedener Altersstufen werden eröffnet und ergeben jeweils unterschiedliche Substrate für biogene und atmogene Folgeprozesse:

- bis zu 10 Millionen Jahre alte Boden- und Verwitterungshorizonte am Abbaurand (tertiäre "Roterden", Reliktböden der randlichen Grundgebirgszersatzgebiete, Tertiärhügelland!);
- in der Abbauwand in der Regel sohlenwärts immer ältere, zwischen verschiedenen Korngrößen schwankende Horizonte;
- jüngste Abraum- und Abtragsmassen im Sohlenbereich.

Außer Lockersedimenten (z.B. fluviale Kiese, Sande und Tone) werden auch sekundär verfestigte Bänke (z.B. Nagelfluh, ortsteinartige Sandverfestigungen) angeschnitten. Andere Grubenbereiche sind von anthropogen umgelagerten "chaotischen Massen" sowie mechanisch verdichteten und verschlammten Fahrsohlen geprägt. Fließ- und sickerwassergeprägte, staunasse und limnische Bereiche (Grundwasseraufschlüsse) können in derselben Kiesgrube auftreten.

Fast jede Abbaustelle drängt die Kontaktnutzungen etwas hinter die Abbauränder zurück (Sicherheitszone, Rücknahme der Waldgrenze, Vorbereitung für einen späteren Abbau), so daß auch hier spezifische Entwicklungsspielräume entstehen (Brache, Pio-

nierrasen, stark austrocknende und aushagernde Oberkantenbereiche).

Wohl nirgendwo sonst ist der Mensch - allerdings meist unbeabsichtigt - als "Biotopbaumeister" so erfolgreich gewesen wie in den Abbaubereichen, wo er meist eine außerordentliche Vielfalt unterschiedlicher abiotischer Milieus, Oberflächenformen und Ausgangssubstrate hinterlassen bzw. aufgeschlossen hat. Wohl nirgendwo anders hat er aber auch so viele ökologische Entwicklungschancen durch Zufüllung und Rekultivierung wieder vertan.

Dabei ähnelt keine Grube der anderen. Zwar gibt es einige fast in allen Abgrabungen wiederkehrende obligatorische Strukturelemente (siehe Kap. 1.1.2, S. 21). Deren Komplexgefüge nimmt aber immer wieder eine andere Gestalt an. "Akzessorische", für bestimmte Abbauformen und -substrate kennzeichnende Elemente treten hinzu.

Folgende Variablen bestimmen vor allem die Erscheinung und biotischen Entwicklungsmöglichkeiten einzelner Gruben:

- Abbau- bzw. Aufschüttungsrelief;
- Abbaustellengröße, Exposition und Öffnung zur Umgebung; damit auch mikroklimatische Eigenschaften;
- Substrateigenschaften der anstehenden und aufgeschütteten Grubenteile;
- Feuchtegrad bzw. Grundwassererschließung;
- Mesoklima, naturräumliche Lage;
- Artenpool der Umgebung (Diasporeneintrag, Artenzuwanderung);
- Vegetationsformationen der Kontaktzonen (kleinklimatisches Milieu);
- Nutzungsumgebung (Stoffeinträge, Erholungsdruck).

Diese Faktoren bestimmen in unterschiedlichen Ausprägungen und Kombinationen das Gesamtbild der Abbaubereiche und sind von überragender Bedeutung für das Pflege- und Entwicklungskonzept.

Es ergibt sich ein Kontinuum der unterschiedlichsten Substrat-, Relief- und Biotopstrukturtypen. Für die Zwecke der Landschaftspflege seien einige der verbreitetsten Grundtypen mit jeweils spezifischen Entwicklungsvoraussetzungen und Biotoppotentialen herausgehoben. Diese Struktureinheiten erleichtern die Differenzierung der Kapitel Pflanzen- (Kap. 1.4, S. 44) und Tierwelt (Kap. 1.5, S. 52) sowie des Gestaltungskonzeptes (Kap. 4). Eine geologische und abbautechnische Detaillierung hierzu liefert Kap. 1.3 (S. 31).

Die einzelnen Typen werden zunächst kurz beschrieben und anschließend mit ausgewählten topographischen, standortkundlichen und naturschutzfachlichen Merkmalen steckbrieflich gekennzeichnet. Zur Vermeidung einer "Typen-inflation" wird auf eine Zwischengruppierung in Kies-, Sand-, Tongruben etc. verzichtet. Das Attribut "gewerblich" wird bewußt eingeführt, weil die industrielle Nutzung einen entscheidenden Einfluß auf das Erscheinungs-

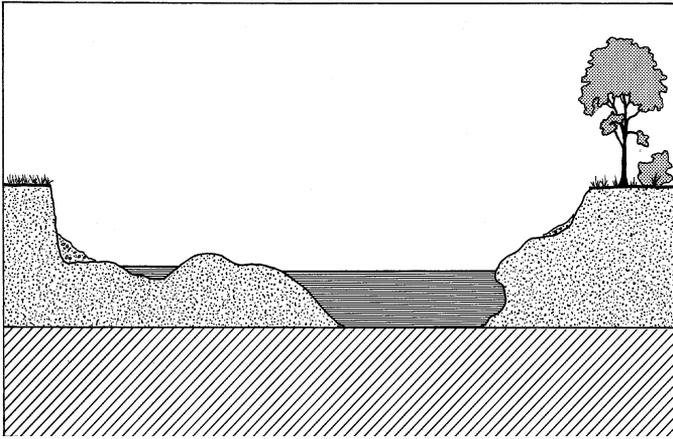


Abbildung 1/1

Schema-Profil einer naßbaggerten Terrassengrube.

bild, die Dynamik und die potentiellen Biotopeigenschaften des Abbaubereiches hat. Heute weitgehend historische Abbauförmungen werden nur beiläufig erwähnt (Kap. 1.1.1.9, S. 20).

1.1.1.1 Gewerbliche Kiesgruben der Auen- und Terrassengebiete ("Terrassengruben")

Hierunter fallen die flächenmäßig größten und in der Gesamtfördermenge führenden Kiesabbaue Bayerns. Sie beuten die würmglazialen und nacheiszeitlichen, meist mächtigen und sehr homogenen fluviolen Schotter der Flußtäler (v.a. der Alpenflüsse) und der Donau, die ausgedehnten Niederterrassen der großen Beckenlandschaften vor der Vereisungsgrenze und die kleineren Schmelzschotterbereiche innerhalb des Jungmoränengebietes aus. Grundwasseraufschlüsse und damit Eingriffe in den Wasserhaushalt sind die Regel. Verfüllungen unterbleiben häufiger als anderswo, und zwar mit Rücksicht auf die Grundwasserqualität, aber auch im Hinblick auf wassergebundene Folgenutzungen und wegen der relativ geringen Abraumvorräte.

Biotopabträgliche Umwidmungen der terrestrischen Grubenbereiche erfolgen hier im Durchschnitt rascher als in anderen Abbaukategorien (Berasung, Uferpflege, Regattastrecken usw.).

Für den Naturschutz ist die oft enge Zuordnung zu Auwäldern (z.B. Donauauen zwischen Ulm und Ingolstadt, Innauen bei Raubling/RO und Markt/ÄÖ), Feuchtlebensräumen (z.B. Erdinger und Dachauer Moos, Ilmaue, Rotmaintal, Itz-Baunach-Mündungsbereich), national bedeutsamen Heiden (z.B. Rosenau/DGF, Sammern/DEG, Langwieder und Fröttmaninger Heide/M, Lechfeldheiden/A, AIC, LL) eine wichtige Vorgabe für die Folgeentwicklung und die Sanierung bereits etablierter Konfliktnutzungen.

Zentrale Voraussetzungen für die naturschutzbezogene Folgeverwendung seien wie folgt zusammengefaßt (vgl. Abb. 1/1, S. 16):

- Abbaukanten ringsum meist niveaugleich (ebene Landschaften);
- Zuschnitt oft parzellenkonform (+/- rechteckig);

- wegen der meist bedeutenden Lagermächtigkeit häufig große Abbautiefen und (Über- und Unterwasser-) Wandhöhen;
- Naßbaggerungen überwiegen; meist steilwandige Baggerseen und -weiher;
- geringe Uferhöhen in Auen (z.B. Main, Donau) und Flußaufstau-Einflußbereichen (z.B. Inn, Lech), große Uferhöhen in Niederterrassen (z.B. Lechfeld, Münchner Ebene, Unteres Inntal);
- vorherrschend karbonatreiche Mittel- und Feinkiese (Ausnahmen: Oberer Main, Itz, Regen, Naab) und hydrogencarbonatreiche Grundwasser;
- starke räumliche Konzentration der Abbaubereiche (z.T. "Baggerseenplatten");
- teilweise eine für die Anschlußgestaltung wichtige Kontaktsituation zu Auen-, Niedermoor-, Feuchtwiesen- und Trockenrasenlebensräumen;
- sehr starke Einengung ökologischer Entwicklungsmöglichkeiten durch Erholungsseen und fischereiliche Intensivnutzung.

Die Variabilität dieses Abbaustellentyps sei am Beispiel der Donauebene zwischen Ulm und Pleinting/PA (OTTO 1992) illustriert:

- Ca. 80 % der Naßbaggerungen in der Donauebene gehen über eine gestreckte, den Grundstücksgrenzen angepaßte Form in der Gestaltung nicht hinaus; größere Abbaustellen weisen dabei eine stärkere Ufergliederung auf als kleine.
- Ca. 75 % der Gruben sind kleiner als 5 ha; (gleichwohl befinden sich in den Flußtälern und Schotterterrassen die ausgedehntesten Kiesgruben Bayerns).
- Ca. 60 % der entstandenen Gewässer haben keine breitere Flachwasserzone.
- Der Großteil der Abbaugewässer wird zu Fischweihern (v.a. kleinere Abbaue unter 5 ha) und Erholungsseen (v.a. größere Abbaue über 5 ha) umgewidmet, was dazu führt, daß ca. 25 % der Abbaustellen am Ufer dicht mit Gehölzen bestanden sind; es handelt sich meist um Pflanzungen, die wenigsten (höchstens 15 %) werden der natürlichen Sukzession überlassen.
- Ca. 60 % der Gruben wurden zwischen 1960 und 1970 eröffnet; derzeit sind noch ca. 10 % in Betrieb. Offene, sehr nährstoffarme Pionierle-

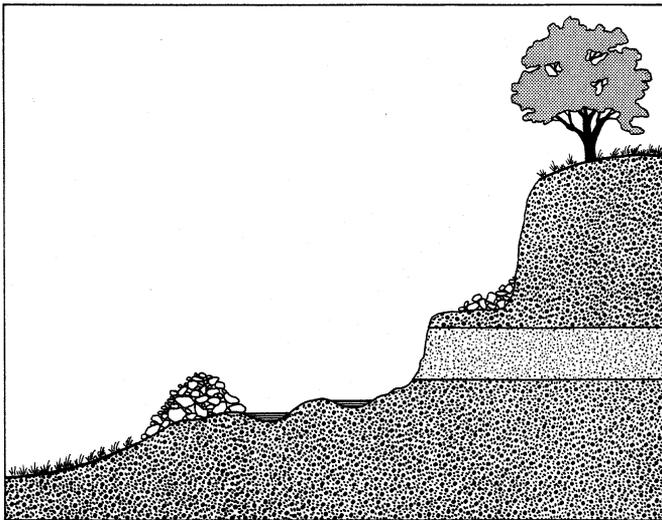


Abbildung 1/2

Typischer Aufbau einer Moränenkiesgrube im Querprofil.

bensräume bestehen also bei über 80 % der Abbaue weniger als zwei bis drei Jahrzehnte.

- Etwa die Hälfte der heute noch betriebenen, in den sechziger Jahren begonnenen Abbaustellen ist größer als 10 ha. Dies deutet auf eine allgemeine Tendenz zur Konzentration auf wenige große Schwerpunkte und zur Flächenausdehnung der einzelnen Abbaustellen hin.

1.1.1.2 Gewerbliche Kiesgruben der Moränengebiete ("Große Moränenkiesgruben")

Wo in den Endmoränen-, Grundmoränen- und Eiszerfallslandschaften abbauwürdige Schotter (Vorstoßschotter, Eisrandschüttungen usw.) größere Mächtigkeit erlangen, wurden bzw. werden auch hier größere, gewerblich betriebene Kiesgruben angelegt. Die Verschiedenheit der einzelnen Abbaustellen und ihres Biotoppotentials ist hier noch ausgeprägter als bei den Terrassenkiesgruben. Horizontal in den Hang vorgetriebener Abbau erzeugt einen arena-artigen, nach vorne offenen Aufbau. Mit der Abbaudauer steigen im allgemeinen die maximalen Wandhöhen. Zur Erhaltung von Hügelprofilen wurde in jüngerer Zeit der Abbau nicht über die Kulminationslinie hinweg zugelassen. Kiesabbau erfolgt bzw. erfolgte in Drumlins (z.B. Mühlendorf/MÜ, Hörmating/RO, Königsdorf/TÖL, Eberfing/WM), Wallmoränengebieten (z.B. Moosach/EBE, Südrand des Ebersberger Forstes/EBE, Haager Forst und Hochhaus/MÜ, Höhenberg/RO, Piesenkam/MB), Eiszerfallsgebieten (z.B. Iffeldorf-Seeshaupt/WM, Untererkofen/EBE, Buchsee/RO), an Talrändern der Altmoränenplateaus (z.B. Lapachtal/ED, Kagenbachtal/MÜ) und sogar auf Hochplateaus der Altmoränen (z.B. Sollach bei Isen/ED).

Die charakteristischen Ausstattungsmerkmale und Biotopvoraussetzungen lassen sich wie folgt zusammenfassen (vgl. Abb. 1/2, S. 17):

- Abbaukanten meist ansteigend und abfallend (Hügellandschaften), Zuschnitt oft unregelmäßig;
- oft sehr große Wandhöhen, teilweise Bermenabbau; Wände wegen Schichtwechsels oft stark gegliedert;
- vorwiegend Trockenabbau, häufig Stauwasserbildungen und sekundäre Sickerfluren;
- vorherrschend karbonatreiche Kiese, teilweise starker Korngrößenwechsel (Sande bis Grobschotter), eingestreute Findlinge und Eisdriftblöcke, in Endmoränengebieten besonders blockreich;
- in der Regel Grobmaterialansammlungen am Wandfuß; Abraumanfall in der Regel viel größer als in 1.1.1.1 (nicht nutzbare Fraktionen, Blockmoränenaufgaben, Lehmaufgaben im Altmoränengebiet, Nagelfluhe, Löss);
- häufig in Waldkontakt oder im Wald; mitunter für eine naturschutzorientierte Anschlußgestaltung verpflichtende naturnahe Mischwälder und Trockenrasen in der Nachbarschaft;
- große Rekultivierungstendenz, dadurch Verlust der meisten Gruben für die Biotopneuschaffung.

1.1.1.3 Sporadisch genutzte Kleinkiesgruben

Kleinere, in der Regel nur extensiv oder sporadisch von Landwirten, Kommunen, Genossenschaften, Forstämtern und Privatleuten genutzte Kies- und Schottergruben sind zwar in den offiziellen Statistiken nicht enthalten, nichtsdestoweniger aber sehr zahlreich, viel gleichmäßiger verbreitet und im Biotopsystem der Moränengebiete oft prägender als die Großabbaue.

In vielen Merkmalen unterscheiden sie sich von den industriellen Anlagen und besetzen deshalb im LPK eine eigene "Position": Naßabbau kommt in der Regel nicht vor (grundwasserferne Standorte, Maschinenpark der Nutzer). Kleinkiesgruben nagen Talflanken, Böschungen und Hügel nur hohlkehlenartig an. Die orographische Gesamtarchitektur der Landschaft wird nicht entscheidend beeinträchtigt. Die Abbaurichtung ist fast immer horizontal. Typi-

sche Merkmale industrieller Gewinnung, wie fraktionsdifferenzierte Schüttkegel, Bermen, Schlammteiche, fehlen. Das Standortsspektrum ist schmaler. Die diskontinuierliche Entnahme läßt aber der Sukzession einen großen Spielraum. Gehölze finden sich reichlich bereits während der "Abbauphase" ein. Ein Abbauende ist oft nicht fixiert.

Die charakteristischen Ausstattungsmerkmale und Biotopvoraussetzungen dieser Abbaukategorie lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Ausdehnung meist gering, Zuschnitt fast immer unregelmäßig, Abbaukanten ansteigend und abfallend;
- horizontaler Vortrieb, in der Regel niedrige bis maximal mittelhohe Anschnitte, kleine Vollformen und Reliefanstiege werden bevorzugt;
- kaum Grundwasseraufschlüsse, wegen im allgemeinen geringer mechanischer Sohlenverdichtung und -verschlammung nur selten Pfützenbildung (häufig sehr durchlässige, grobkörnige Moränen); Tümpel entstehen aber eher in den lehmigeren Hochterrassen- und Altmoränengebieten;
- geringe Material- und Korngröbenselektivität bei der Wahl des Abbaustandorts, daher sehr heterogene Korngröbenezusammensetzung; in den Jung- und Altendmoränen ist starker Blockanfall charakteristisch, lange Fallschuttchlepen mit ausgeprägten Geröllgröbengradienten verhüllen die Wandfüße, weil zwischen den kurzen Abbaueignissen oft längere ungestörte Verwitterungsperioden liegen;
- relativ gleichmäßige Streuung über das Land (einst hatte jede ländliche Siedlung eigene Abbaustellen);
- häufig enge räumliche Verknüpfung mit wertvollen Biotopen und damit auch zu Spenderpopulationen wertbestimmender Arten (Magerrasen, sonnige Waldsäume, naturnahe Laubmischwälder);
- im allgemeinen geringere Einengung einer ökologisch wertvollen Anschlußentwicklung durch konkurrierende Folgenutzungen wie Rekultivierung, Erholung und Deponien als bei den in [Kap. 1.1.1.1](#) (S. 16) und [1.1.1.2](#) (S. 17) dargestellten Typen.

1.1.1.4 Sand- und Quarzkiesgruben der Hügelländer und Riedellandschaften ("Hügellandsandgruben")

Schwerpunkte dieses Abbaustellentyps sind das Tertiärhügelland, die Tertiärbuchten des Grundgebirgsrandes, die schwäbische Riedellandschaft und die Verwitterungssande des mittelfränkischen Keupergebietes. Die abgebauten tertiären Schichtfolgen enthalten neben Fein- bis Grobsanden häufig auch Tone, Schluffe, Mergel und Quarzkiese meist geringer Korngrößen. Die vorherrschend kiesigen Fazies des Vollschotterbereichs im östlichen Tertiärhügelland und im küstennahen Schüttungsbereich vorm und im Grundgebirge werden wegen vieler standörtlicher Ähnlichkeiten den "Sandgruben" zugeschla-

gen (vgl. auch die bäuerliche Bezeichnung "Sand" für Kies).

Die Abbauwände sind meist viel weniger standfest als im Glazialbereich (Ausnahme: verfestigte Quarzrestschotter), bröckeln also rasch ab und bilden weit hinaufreichende Lockersandkegel. Starkregen tiefen rasch Runsen ein und erzeugen kleine Deltabil-dungen.

Es treten sowohl gewerbliche Großabbauere als auch ungezählte bäuerliche, kommunale und forstliche Kleinaussandungen auf; Letztere sind heute aber häufig aufgelassen und haben sich zu meist gehölzartenreichen und reizvollen Feld- und Hanggehölzen entwickelt.

Für die Biotopentwicklung sind folgende Grundeigenschaften von vorrangiger Bedeutung:

- Abbaukanten auf- und absteigend, Zuschnitt meist unregelmäßig;
- häufig arena-artig und horizontal in die Hänge hineingetrieben, aufgrund der hohen Schichtmächtigkeit z.T. aber auch stark eingetieft; oft beträchtliche Wandhöhen (vgl. [Foto 7](#)); häufig Bermenabbau;
- kaum Grundwasseraufschlüsse, aber häufig Pfützen und Tümpel (tonige Einschaltungen), gelegentlich auch angeschnittene Wasseradern; wegen der Substratporosität und der geringeren Humidität des Klimas trocknen die Sekundär-gewässer im allgemeinen rascher aus als im Alpenvorland;
- überwiegend karbonatarm-feinkörnige Substrate mit hohem Quarzanteil; extrem basenarm v.a. in den küstennahen Schüttungen nahe der Donau und im Lkr. PA;
- Abbaue liegen im allgemeinen weit verstreut;
- häufig rasche Verfüllung und Rekultivierung; Lebensdauer der Grubensekundärbiotope durchschnittlich geringer als bei Kiesgruben;
- spezifische Kontaktbiotope, insbesondere bodensaure Heidekiefernwälder, Kleinginstersäume, Beerstrauch-Kiefernforste, z.T. auch Sandrasen.

1.1.1.5 Terrassen- und Flugsandgruben

Die mitunter sehr ausgedehnten Grubenareale der mittel- und nordbayerischen Terrassen- und Flugsandfelder bieten ein ganz anderes Erscheinungsbild und wiederum hochspezifische Biotopentwicklungsmöglichkeiten. Die äolischen und fluviatilen Sedimente stehen meist in recht homogener Form an. Teilweise nur wenige Meter mächtige Sandüberlagerungen führen zu einem raschen Fortschritt des Flächenabbaus (z.B. Abensberger Sande). Viele Tal-sandgruben tiefen sich aber auch in das Grundwasser ein (z.B. Pegnitztal, Dormitz/FO, Schlierfer Heide/NM) und besitzen hohe Abbauwände. Fast alle Aussandungen erfolgen gewerblich.

Schematisch rechteckige Abgrabungsformen herrschen vor. In vielen mittel- und oberfränkischen Sandgruben bilden sich über stauenden Gesteinsunterlagen ephemere und periodische Kleingewässer dystrophen Charakters ("Pseudo-Heideweiher",

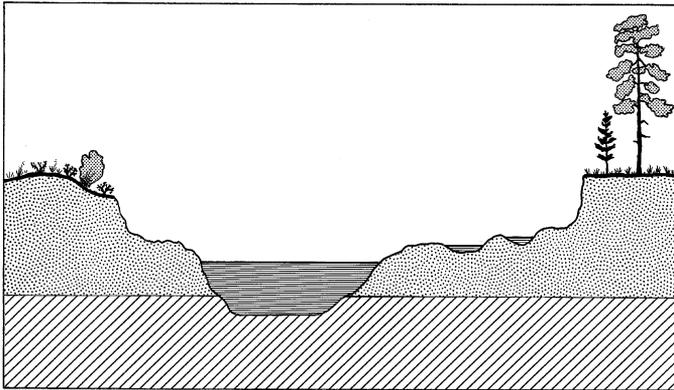


Abbildung 1/3

Schematischer Aufbau einer Terrassen- und Flugsandgrube im Querprofil.

z.B. Bechhöfer Heide/AN, s. [Fotos 9 und 10](#)). Der Kontakt zu Binnendünen, 6d1-Trockenkiefernwäldern, Sandrasen und Talauen bestimmt das Sukzessionspotential vieler Sandabgrabungen. Für gefährdete Lurche, Reptilien, Heuschrecken, Hautflügler und mehrere andere Tiergruppen dieser Räume haben Terrassen- und Flugsandgruben mittlerweile hohe Bedeutung erlangt. Dasselbe gilt mit Einschränkung für Zwergbinsen-, Strandlings-, Zwischenmoor- und Sandrasengesellschaften.

Die lebensräumlichen Voraussetzungen lassen sich wie folgt zusammenfassen (vgl. Abb. 1/3, S. 19, sowie Abbildungen in [Kap. 4.3.1](#)):

- Ausdehnung klein bis sehr groß; Zuschnitt meist rechteckig; Abbaukanten im allgemeinen gleich hoch;
- Anschnitte der meisten Gruben niedrig, gelegentlich auch mittelhoch;
- Baggerseen kommen vor; häufiger Pfützen- und Tümpelbildung (Chemismus von Heideweiher);
- starke Konzentration der gewerblichen Gewinnungsstellen in bestimmten mächtigeren Sandfeldern; dabei werden rasch neue Flächen in Betrieb genommen und ausgesandete verfüllt bzw. rekultiviert; zusätzlich verstreute Kleinabbau;
- Terrassen- und Flugsandgruben stehen in vielen Fällen in engem Kontakt zu gefährdeten Trocken- und Feuchtbiotopen (Sandkiefernwälder, Binnendünen, Sandheiden, dystrophe Weiherlandschaften) und übernehmen für diese Lebensräume auch Ersatz- und Ergänzungsfunktionen;
- meist außerordentlich großer Verfüllungs- und Rekultivierungsdruck; bei Naßbaggerungen sehr hoher Druck durch Freizeitnutzung.

1.1.1.6 Kleingruben im Kristallinersatz

Diese Sonderform der Sandgruben ist auf den Grundgebirgsbereich beschränkt. Abgebaut wird grusiger Granit- oder Gneiszersatz. Die Mehrzahl der Gruben liegt im Wald.

Fast durchweg handelt es sich um unregelmäßige Gewinnung für den örtlichen Bedarf (Forst- und Wirtschaftswegebau). Die tiefgründige, hohe Wasserdurchlässigkeit der bis über 50 m mächtigen Zer-

satzdecken bewirkt sehr trockene Standortverhältnisse.

Die Eigentümlichkeit der Zersatz-Abbaustellen sei wie folgt umrissen:

- Ausdehnung gering; unregelmäßiger Zuschnitt; Abbaukanten ungleich hoch; geringe Abbauintensität; immer wieder längere Ruheperioden;
- Anschnitte niedrig; meist nur halbrund horizontal in den Hangfuß vorgetrieben;
- Substrat grobsandig-grusig, bodensauer;
- kaum Sekundärgewässer;
- in den niedrigen Mittelgebirgslagen Ansiedlung von Arten der Ginsterheiden, der Sand- und Felsrasen; in höheren Lagen im Wald von Fichtenwaldarten kolonisiert;
- unregelmäßig verstreut; nur ausnahmsweise gewerblich betrieben; häufig an Forstwegen.

1.1.1.7 Kleinabbau im Buntsandstein, Keuper und Lias

Leicht verwitternde, tonig-mergelig-sandige Wechselfolgen des Oberen Buntsandsteins, Lias, Letten- und Gipskeupers (z.B. Myophorien- und Estherien-schichten) werden an vielen Stellen für den örtlichen Bedarf meist nur hohlkehlenartig abgebaut. Das veränderlich-feste Gestein wird mit Baggern, manuell oder mit landwirtschaftlichen Geräten gewonnen (vgl. [Foto 11](#)).

Die lebensräumlichen Voraussetzungen gestalten sich wie folgt:

- Ausdehnung meist gering; unregelmäßiger Zuschnitt; Abbaukanten ungleich hoch; Abbau in kleinen Mengen und sehr unregelmäßig;
- Anschnitte niedrig; meist hohlkehlenartig am Hangfuß;
- Substrat meist sehr heterogen: Sandstein-, Ton-schiefer- und Arkosebänke wechseln mit Bröckelschiefern, Tonen, Sanden und Gips- bzw. Anhydritbänken; starke hygroskopische Spannungen der Aufschlußoberflächen erschweren die pflanzliche Besiedlung, dadurch bleiben die Anschnitte über lange Zeit offen; an flacheren Abbauböschungen oft sehr starke Erosion mit Runsen- und Schwemmkegelbildung;
- die Kleinabbau liegen häufig in extensiv genutzten Gemeindeflächen, dadurch Ergän-

zungsfunktion zu Magerrasen-, Gebüsch- und extensiven Streuobstbiotopen;

- sehr unregelmäßig verteilt.

1.1.1.8 Ton- und Lehmgruben

Sie bilden nach Materialverwendung, Abbautechnik, Geländeform, Substrat, Wasserhaushalt und Biotopentwicklung eine ganz eigenständige Kategorie. Während Ziegellemm häufig aus Lößlehm auf Erhebungen oder Plateaus unter trockenen Verhältnissen gewonnen wurde (z.B. Föhringer und Aubinger Lehmzungen bei München, Kempfinger Lohe im Erdinger Moos, bei Kötzing/CHA und Ruhmannsfelden/REG, Alblehmbereiche im Monheimer, Eichstätter und Hemauer Jura), befanden sich viele Industrie- und Keramiktonabbau in Mulden- und Beckenlagen mit wasserstauender und -sammelnder Tendenz (z.B. Kaolin-Keramiktone bei Waldershof, Waldsassen, Steinmühle, Wiesau, Tirschenreuth/TIR, N Fuchsmühl und Kirchenlamitz/WUN, Loizersdorf/PA, große Tongruben des Rosenheimer Beckens bei Kolbermoor).

Kleine Lehm-, Ton-, Mergel- (= "Tegel"-)Gruben sind heute, soweit noch nicht verfüllt, oft kaum mehr als solche identifizierbar (KREUZBERGER 1979, zit. nach KRACH & KRACH 1992). (Halb)verlandete Kleingewässer bzw. Hülsen (auf der Albhochfläche), ja sogar kleine Waldmoore (z.B. südlich Eichstätt) und andere Hohlformenbiotope sind aus manchmal jahrhundert-, häufig aber nur jahrzehntealten Ziegel-, Hafner- sowie Streusand- oder Erzgruben hervorgegangen (vgl. auch WOLF & MATTERN 1984). Unzählige kleinbäuerliche Lehm- und Mergelgruben sprenkelten einst die lehmhaltigen Naturräume wie z.B. die Albvorländer, das Tertiär- und Altmoränengebiet, die Lößlehmüberlagerungen über Kristallin, die Seeton-Niederungen, Geschiebemergel- und Fließerdelehmgebiete des Jungmoränenbereiches (z.B. bei Ziegelhaus, Niklasreuth und Bernloh/MB, N Sameisterweiher/OAL, am Haareckbach bei Bayersoien/WM). Aufgrund ihrer Hauptfunktionen Mergelung von Moorstandorten bzw. armen Sand- und Grusböden und Mistveredlung (mineralische Zwischenschichten in der Dungstätte) waren sie auf dorfnahen Lagen bzw. das Umland zu mergelnder Ackerflächen (z.B. Moosraine NW und NE München, Südrand Donaumoos, Flußalmöser des Unterbayerischen Hügellandes) konzentriert. Die 5-6 m hohe, grasverwachsene "Lange Wand" bei Schwaig am Rand des Erdinger Moores, 1950 noch genutzt und von Uferschwalben befliegen, erinnert heute noch an die riesigen zur Moorverbesserung entnommenen Lehm-Mengen.

Mergelig-tonige, zur Moormelioration auch sandige Horizonte wurden im Jung- und Altmoränengebiet, Tertiärhügelland, in den Tertiärbuchten und Altlehmauflagen der Grundgebirge, in der Albüberdeckung und im Keuper-Stufenland an vielen Stellen für Kleinbedarfszwecke ausgekoffert. Nur sporadische Nutzung in Verbindung mit oft wasserhaltendem Substrat dürfte hier ein für die Ackerbaulandschaften außerordentlich bedeutsames, relativ dichtgeknüpftes Netz an Kleingewässern, Lehmwänden

und jungen Sukzessionsstadien hervorgerufen haben. Leider sind nur noch sehr wenige, heute meist feldgehölzartige Relikte dieser in den 50er Jahren auslaufenden Abbauform der Verfüllung entgangen.

1.1.1.9 Regionale Sonderabbauformen

Die vorstehend kategorisierten Typen spielen heute und in Zukunft in großen Teilen Bayerns eine gewichtige Rolle. Damit erschöpft sich aber die Bandbreite der Lockergesteinsabbaubiotope in Bayerns Kulturlandschaften keineswegs. Regional- und materialspezifischere, großenteils historische, spätestens nach dem Zweiten Weltkrieg allmählich ausgelaufene Gewinnungsstellen werden als "Sonderabbauformen" zusammengefaßt. Sie dürfen nicht unterschlagen werden, weil auch sie - meist längst nach Abbauende - mit interessanten Sekundärbiotopen die Kulturlandschaft bereichern. Aus Platzgründen müssen aber einzelne Streiflichter genügen.

Die z.T. recht großräumigen und morphologisch kleinteiligen, z.Zt. expandierenden Bentonitgruben im Landshuter Tertiärhügelland haben viel mit Tongruben gemein (Potential zur Kleingewässerbildung), durchteufen aber auch Kies- und Sandlagen der Süßwassermolasse. Im kleineren Maßstab ähnlichen Charakter besitzen die Heilerdeabbau des Alpenvorlandes (z.B. bei Gars/MÜ).

Ebenfalls noch teilweise betrieben wird die Kieselkreide- bzw. Kieselgurgewinnung im Neuburger Jura (Raum Neuburg - Hütting - Wellheim; Kleingewässerbildung, sauer-trockene Substrate in einer vorwiegend bodenbasischen Juralandschaft). Nur hier tritt die ansonsten kiesige und häufig verfestigte Mittlere Kreide in einer feinkörnig-abbauwürdigen Form auf.

Quell- und Wiesenalkabbau (locker-krümelig: Alm; fest: Kalktuff, Travertin) wird zwar kaum mehr betrieben, hat aber in Hangmooren an Zweibeckenrändern und Flußtalteilen des Alpenvorlandes (z.B. bei Dießen/LL, Polling-Etting/WM, Ammertal bei Murgnbach/WM, Mangfalltal/MB, Salzachtal/TS), auf den Niederterrassenmooren (Wittslinger Ried/GZ, Donaurieder, Donaumoos, Münchner Quellmoore, Isarmöser, Sempttal bei Wörth), in Altmoränentälern (z.B. Eglinger Tal/LL), an Schichtquellhorizonten der Albtäler und -traufzonen (z.B. bei Lichtenfels, Albrand Neumarkt - Weißenburg, Laabertal, N Siegenhofener Mühle/NM), ja sogar in einigen unterfränkischen Muschelkalktälern Biotopsuren hinterlassen.

Die oft außergewöhnlich reinen CaCO₃-Vorkommen des Alms dienen nicht nur als Scheuersand (Münchner Weißsand), sondern auch zur Branntkalk- und Stuccadorer-Kalkgewinnung, späterhin auch als Düngekalk und für die Bauindustrie (CHRISTMANN 1940; MÜNICHSDORFER 1927).

So bescheiden die Flächenausdehnung der noch unverfüllten Alm- (und Kalktuff-) Gruben, so bemerkenswert für den Arten- und Biotopschutz ist ihr heutiges Vegetationsinventar (vgl. PÖLLINGER 1983; Kap. 1.4, S. 44). Im engen Kontakt zum Alm

wurde in den ehemaligen Beckenquellmooren punktuell auch Eisenocker für Ackerdüngungszwecke gefördert.

Kulturhistorisch denkwürdig, heute aber fast in Vergessenheit geraten sind auch die vielen **Branntkalkabbau**e in den Malm- und Muschelkalk-Zersatzdecken nordbayerischer Traufzonen und Plateauränder. In den meisten Fällen wird es sich aufgrund der natürlichen Gesteinslockerung (zersprengte C_v -Horizonte, tektonische Zermürbung z.B. durch das Riesereignis) um Ausschachtung und Auskoffnung von Lockermassen gehandelt haben, die aufwendigere Technologie des Steinbrechens suchte man zu vermeiden.

Im Unterschied zu den Alm- und Mergelgruben ist das morphologische und biologische Erbe dieser Gewinnungsform noch an vielen Stellen in Gestalt wild bewegter, oft dolinenartiger **Trichtergrubenfelder** (z.B. Wellenkalk-Trauf bei Karlstadt, Dornig/LIF, Gelber Berg und Spielberg/WUG, Göräuer Anger/KU, LIF, Mönchsdeggingen-Hohenaltheim/DON, Oberdollinger Heidkuppen/EI) oder schützengrabenartiger Wälle und Hangrinnen (z.B. Thalmässinger Hut/RH, Sandharlandener Heide/KEH, Sodenberg/KG) erhalten. Entlang der Stufen- und Plateauränder im "Niemandland" zwischen Steilabbruch und lehmiger Ackerlage wandernd, verdichten die band- oder kettenartig angeordneten Branntkalkgruben das Biotopverbundsystem der (Fels-)Heiden an den Schichtstufen und Taloberkanten.

Eine ganz eigenständige Kategorie bilden die meist nur sporadisch genutzten Hangschuttabbau im Auslauf von Schuttreissen, vor allem aus dem Hauptdolomit (z.B. Urschlauer Wand/TS), Schratenkalk (unterhalb des Gottesackers/OA), aus Rätalk-Hangschutt (z.B. am Lackenberg bei Oberwössen/TS).

Den Almgruben eng verwandt, teilweise aber noch heute industriell betrieben, sind die Seekreide-Abbaue des Alpen- und Alpenrandgebietes (z.B. Kaltenbrunn östlich Garmisch, Mittenwald, Klais, Tölz, Nordwestrand des Salzburger Beckens/TS, BGL, Wolfratshausener Becken), wie auch die heute fast durchwegs eingestellten Gewinnungsstellen tertiärer Süßwasserkalke (z.B. bei Treuchtlingen, im Ries).

1.1.2 Typische Strukturelemente

Die folgenden Strukturelemente oder Standorttypen mit ihren Variationsbreiten bilden das Grundraster und die abiotischen Vorgaben der künftigen Biotopausstattung in Abbaustellen. Ihre jeweils enorme Variationsbreite zwischen den oben skizzierten Abbaustellentypen und Naturräumen kann hier nicht ausgelotet werden.

1.1.2.1 Dauergewässer

Dauerhafte Gewässer bilden sich durch Grundwasseraufschluß oder durch Ansammlung von Regenwasser in tiefen Abgrabungen über wasserundurchlässigem Substrat. Im Bereich der Abbaugewässer lassen sich Tiefwasserbereiche, Flachwasser- und Uferzonen sowie stehengebliebene Inseln unterscheiden (s. Abb. 1/4, S. 22).

Im Sprachgebrauch der Kiesindustrie werden Naßbaggerungen über 3 ha mit Tiefwasserbereich als "Baggerseen", kleinere und seichtere Abbaugewässer als "Baggerweiher" bezeichnet (DINGETHAL 1991, mdl.). Bayerns Naßbaggerungen sind etwa 0,1 bis 50 ha groß und bis über 20 m tief.

Der Limnologe O. SIEBECK (1980) definiert den Lebensraumcharakter folgendermaßen: "Baggerseen/-weiher sind von Grundwasser durchströmte Gewässer ohne Verlandungszonen, mit steiler Böschung, ohne Litoral *, ohne oder mit relativ kleinem Hypolimnion, mit tropholytischer Zone (Baggersee) bzw. ohne tropholytische Zone im freien Wasser (Baggerweiher)."

Prinzipielle Unterschiede zu natürlichen Seen und Weihern sind:

- Natürliche Seen sind in jahrtausendelangen morphogenetischen und limnischen Bildungsprozessen als Funktion der umliegenden Landschaft entstanden; Seeuntergrund und (häufig auch) Seeumfeld sind gemeinsam mit dem See entstanden (limnogen). Dies ist in Baggerseen nicht der Fall. Ihr Untergrund- und Umgebungssubstrat ist nicht unmittelbar dem See zugeordnet. Verlandungssedimente sind, wenn überhaupt, nur sehr geringmächtig (Ausnahme: Kalziumkarbonat (= Seekreide-)Ausfällung in älteren Kiesgruben der Niederterrassen.
- Im Regelfall sind die Unterwasser-Böschungswinkel von Naßbaggerungen viel steiler (an geschütteten und durch Vernässung gelockerten Ufern um 45°); die technoforme Beckenform ist im Regelfall nicht harmonisch-schüsselförmig, sondern häufig (verschachtelt) kastenförmig gegliedert.
- Stärkere Anbindung an großflächige Grundwasserströme, kein eigener Gebietswasserhaushalt des Stillgewässers (Kiesseen haben nur unterirdische, aber keine oberirdischen Einzugsgebiete), damit hohe Anfälligkeit für alle möglichen Nähr- und Schadstoffeinsickerungen auf dem Grundwasserpfad;
- andererseits geringere Anfälligkeit für oberflächliche Stoffeinträge aus dem bewirtschafteten Umfeld (meist keine einmündenden Vorfluter und direkten Einhänge aus den Agrar- oder Siedlungsflächen).

Der **Tiefwasserbereich** ist gekennzeichnet durch:

- Wassertiefen von mindestens 4 m;

* Anm. d. Bearb.: gilt allerdings nur für relativ junge bzw. tief ausgekofferte Fälle

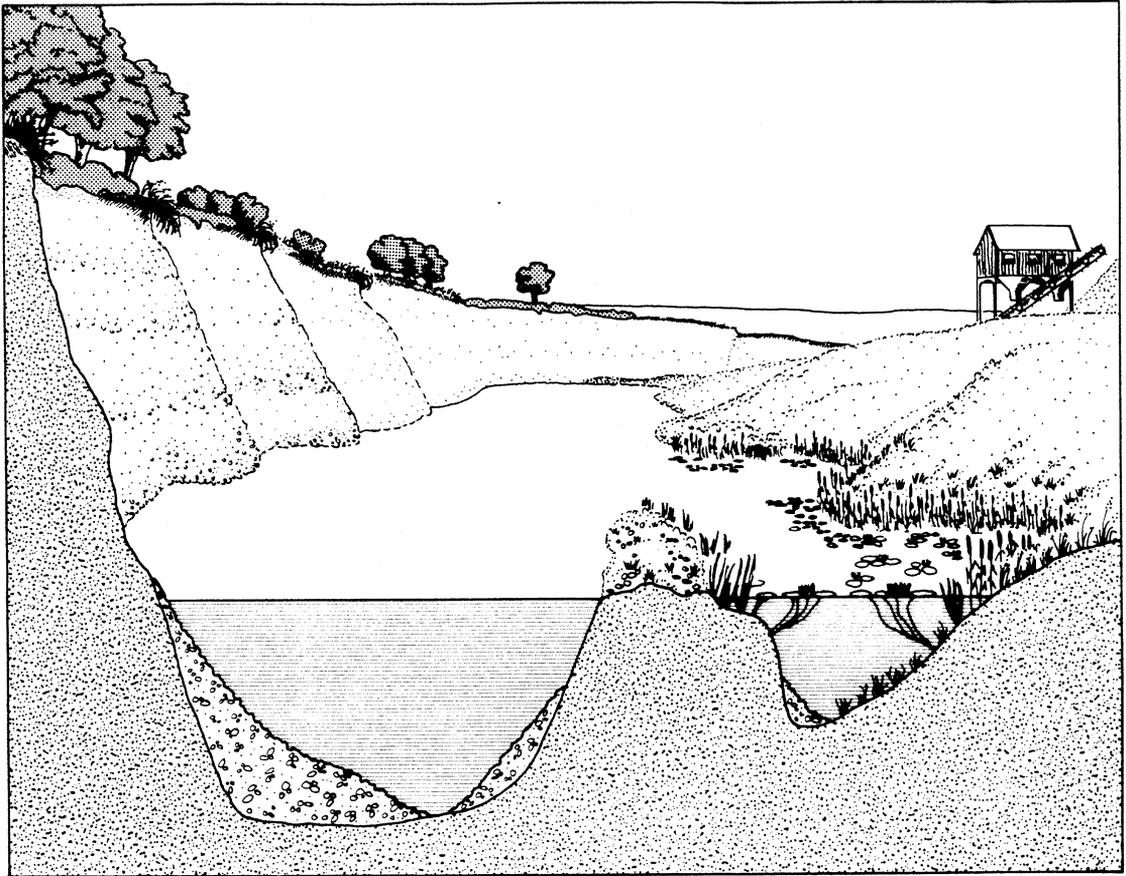


Abbildung 1/4

Naßbaggerung mit Tiefwasserbereich, Uferzone und Insel. Verlandungsvegetation vorne rechts entspricht einem seltenen, weit fortgeschrittenen Entwicklungszustand relativ flacher Auskiesung.

- thermische Schichtung im Sommer und Winter; Frühjahrs- und Herbstumwälzung;
- im Winter kein Zufrieren bis zum Grund (Durchströmung, Thermoschichtung);
- verzögerte Eutrophierung aufgrund der Gewässertiefe (siehe [Kap. 2.1.1](#)) und Grundwasserspeisung (= kaltes, +/- nährstoffarmes Wasser).

Für die Lebensbedingungen am Gewässerboden (Benthos) und im Bodensubstrat (Interstitial) ist die Einströmungsrichtung des Grundwassers von Bedeutung. Die Unterwasseroberflächen lassen sich differenzieren in:

- 1) Gewässer/Kies-Grenzflächen mit Grundwassereinstromung (Abspülung von Schluff- und Tonteilchen);
- 2) Gewässer/Kies-Grenzflächen mit Grundwasserausströmung (Verschlammungstendenz);
- 3) Gewässer/Kies-Grenzflächen ohne Grundwasserdurchtritt ("vergreiste" Baggerweiher; Abbaugrenzen parallel zur Fließrichtung).

Die **Uferzonen** der Naßbaggerungen fallen je nach Abbautechnik, Substratfestigkeit und Verfüllung senkrecht, steil oder flach zum "Profundal" ab. Bei flacher Uferneigung ist eine Wasserstandswechselzone ausgebildet, an der die Schwankungen der

Grundwasseroberflächen ablesbar sind. Von den Überwasserböschungen ausgespülte Feinteile sedimentieren im Flachuferbereich aus. Die Wasserlinie ist daher oftmals eine Sprunggrenze zwischen Kies und schluff- bzw. sandüberschichtetem Kies. Wegen ihrer frühen Durchwärmung und ihrer Anreicherung mit organischer Substanz (antreibende Algenwatzen, Spülsaum an größeren Baggerseen) sind die Flachwasserränder der Kiesseen eine biologisch besonders aktive Zone (Kaulquappenansammlungen, Tubificiden; vgl. [Kap. 1.5.1](#), S. 52).

Abgebagerte und angeschüttete Ufer sind morphologisch und sedimentologisch verschieden: Erstere sind konkav, da sich am Wandfuß allmählich ein Schüttkegel bildet. In den Baggersee vorplanierte Ufer fallen wasserseitig immer steiler ein, sind also im Querschnitt eher konvex. Der höhere Feinerdichtum und die mechanische Umlagerung von Schüttmaterialien werden in vielen Fällen den Grundwasserzustrom hemmen. Mehrere Meter ins Grundwasser hinabreichende Baggerwände schließen ein makrophytenreiches "Litoral" aus.

In seltenen Fällen reicht der abbauwürdige Horizont nur wenig ins Grundwasser hinein (einige Ton- und Sandgruben im mittelfränkischen Becken, Eisentorfer Grube bei Plattling/DEG, Echinger Gru-

ben/FS, Kiesgrube W Niederneuching/ED usw.). Dann kann die gesamte Abbausohle den Charakter einer amphibischen oder Flachwasserzone annehmen.

Das thermische Verhalten vieler Kiesbaggerseen entspricht echten Seen: sommerliche Differenzierung der Wassermassen in Epi-, Meta- und Hypolimnion. Das kalt-homotherme (= saisonal nur gering schwankende Temperatur) Hypolimnion ist jedoch in weniger als 10 m tiefen Baggerseen nur gering oder gar nicht ausgeprägt. Die thermische Sprungschicht endet dann am Seeboden (SCHMITZ 1980).

Schichtung und Temperaturgänge werden auch von den naturräumlichen Rahmenvoraussetzungen beeinflusst: Baggerungen in Ebenen mit hohem Grundwasserstand (Gruben neben hochgestauten Flüssen, Donauebene bei Günzburg, untere Ilm-Niederung, Maintal oberhalb Bamberg, Sandseen der Schlierfer Heide S Neumarkt usw.) sind wenig in das Gelände eingetieft; demzufolge bilden sich keine lokalen Kaltluftseen aus, starke Windwirkung hemmt die Ausbildung einer stabilen Schichtung. Demgegenüber liegen Baggerseen in mächtigen Terrassenkiesen und -sandten mit tieferem Grundwasserstand in 5-20 m tiefen windberuhigten Abbaukuhlen mit Tendenz zur Kaltluftansammlung (z.B. Kiesgruben der südlichen Münchner Ebene, der höheren Isarterassen bei Arzbach/TÖL, des Lechfeldes bei Iging/LL, der Mühldorf-Waldkraiburger Innterrasse oder der Terrassensande bei Dormitz-Tennenlohe/FO, ERH).

Tongruben erschließen zwar kaum Grundwasserstockwerke, sammeln aber Niederschläge und gelegentlich Hochwässer (in Talräumen), so daß sich hier im Regelfall in kurzer Zeit ausgedehnte Flachwasserteiche bilden (Passauer Wald, Rosenheimer Becken, Eiselfinger Becken bei Wasserburg, schwäbische Riedellandschaft usw.). Mangels Grundwasserdurchstroms sind Tongrubengewässer allein dem Rhythmus aus Niederschlag und Verdunstung ausgesetzt. Stärkere Wasserstandsschwankungen sind deshalb hier besonders charakteristisch (z.B. ehemalige Hörlkofener Lehmgrube/ED, große Kolbermoorer Ziegeleigrube/RO). Ausnahmen bilden allerdings Tongruben mit Fließgewässeranschluß (z.B. Pang-Kreuzstraße/RO).

Durch Stehenlassen oder Aufschütten von **ufernen und -parallelen Rücken** oder Wülsten ("Kleinnahrungen") wurden in einigen Kiesgruben Flachwasserzonen vom Tiefwasserbereich abgetrennt (z.B. bei Königsdorf/TÖL).

Inseln entstehen durch:

- einfaches Stehenlassen von Material im Abbaubereich (ergibt sich oft auch aus wirtschaftlicher Sicht, wenn eine weniger profitable Lage erschlossen wird);
- nachträgliches Aufschütten von nicht grundwasserbelastendem Abraum als Gestaltungsmaßnahme.

Sie ragen über die Wasserstandswechselzone hinaus und bieten daher ständig trockene Standorte. Die

Abböschung der Inseln kann ebenso variieren wie die Uferzone (siehe oben). Baggerseeninseln lassen sich in allen Flächengrößen herstellen, sind aber bislang nur selten zu sehen (z.B. an der Autobahn bei Dingolfing).

Ein Sekundärlebensraum ganz eigener Prägung sind die als Absetzbecken für Waschschlämme benutzten Naßbaggerungen (z.B. Pullinger Kiesgrube/FS). Die Grundwasserdurchströmung ist gestört, das Substrat seekreideartig weich, homogen und ungeschichtet, der Temperaturhaushalt des verbleibenden Flachwasserkörpers extrem (rasche und extreme Erwärmung und Abkühlung, vollständiges Durchfrieren). Denkbare Einschlammungen in die angrenzenden Porengrundwasserleiter sind bisher nicht untersucht.

1.1.2.2 Pfützen, Tümpel, ephemere Wasserstellen

Meist kurzlebige, gelegentlich auch monatelange Wasseransammlungen entstehen:

- aus ehemaligen Fahrspuren (mechanische Verdichtung) in Eindellungen der verdichteten Fahrsohlen;
- auf ehemaligen Absetzbecken des Waschschlammes;
- durch zeitweises Ansteigen des Grundwassers über die Abbausohle (im Grundwasser-Schwankungsbereich); besonders ausgeprägte Rhythmik in Talkiesgruben neben nicht aufgestauten Flüssen (z.B. Ammer-Niederung N Weilheim);
- durch stellenweises Tieferschürfen beim oder nach dem Abbau in wasserstauende (tonige) Schichten hinein.

Es handelt sich um Schmelz- oder Regenwasseransammlungen über verdichtetem oder von Natur aus wasserstauendem Untergrund oder Grundwasserüberstauungen bei wasserdurchlässigem Substrat in unruhigem Geländereief (s. Abb. 1/5, S. 24). Meist sind sie 0,5 bis 100 m² groß und nur 0,1 bis ca. 1 m tief. In längeren Trockenphasen können sie vollkommen trockenfallen. Schließlich bleiben Lehm- und Schlammkrusten zurück, die polygonförmig aufspringen und dann sonnengeschützte Mikrohohlräume für Kleintiere bieten. Rasche und starke Erwärmung beschleunigt die darin ablaufenden biologischen Entwicklungsprozesse.

Diese Klein(st)gewässer stellen i.d.R. relativ kurzzeitige Erscheinungen dar, die entweder bei der Reaktivierung der Abbaustelle wieder zerstört werden, rasch austrocknen oder schon durch geringe Nährstoffzufuhr zuwachsen, verschlammten und schließlich verlanden.

1.1.2.3 Fließende Kleingewässer, sekundäre Sickerfluren

Vor allem in Kiesgruben der Moränen, randalpinen Schwemmkegel und periglazialen Talverfüllungen im Alpenraum schneidet der Abbau immer wieder Wasseradern an. Dann bilden sich sekundäre Sicker- und Quellfluren, Rinnsale, teilweise auch Sicker-

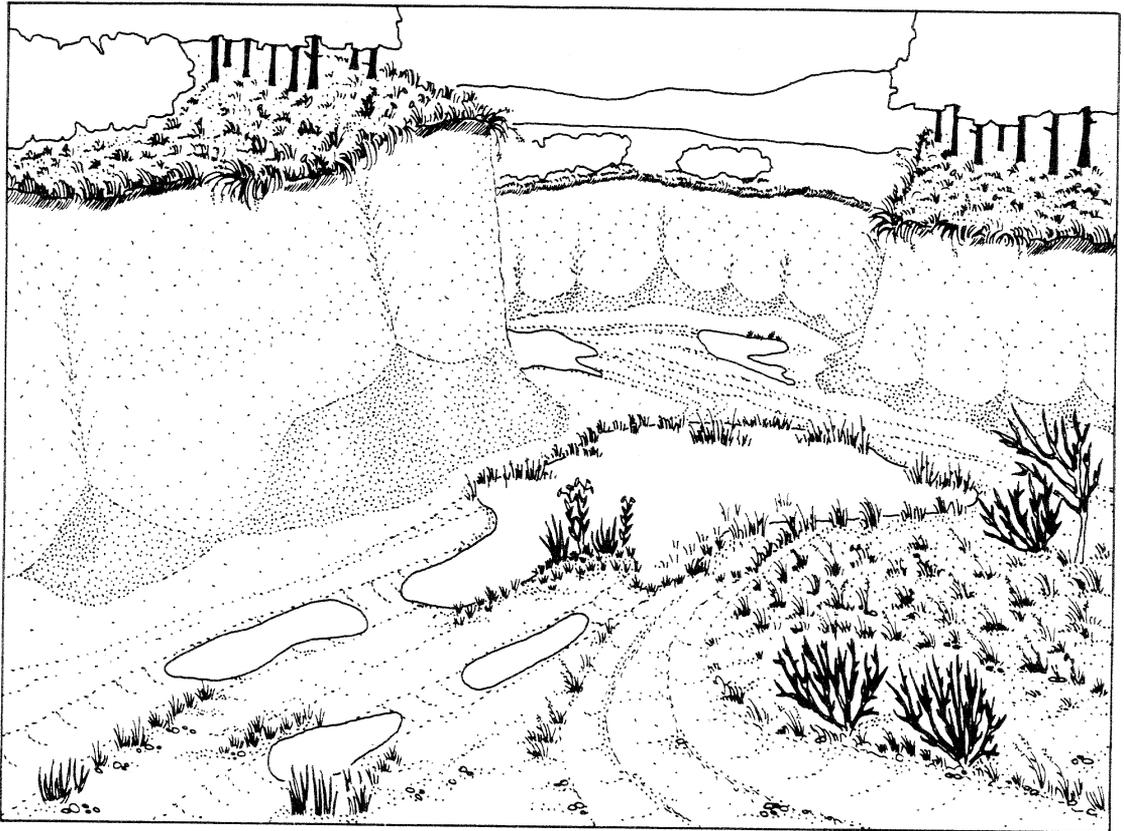


Abbildung 1/5

Ephemere Wasserstellen, in einer Fahrspur bzw. durch Tieferschürfen entstanden.

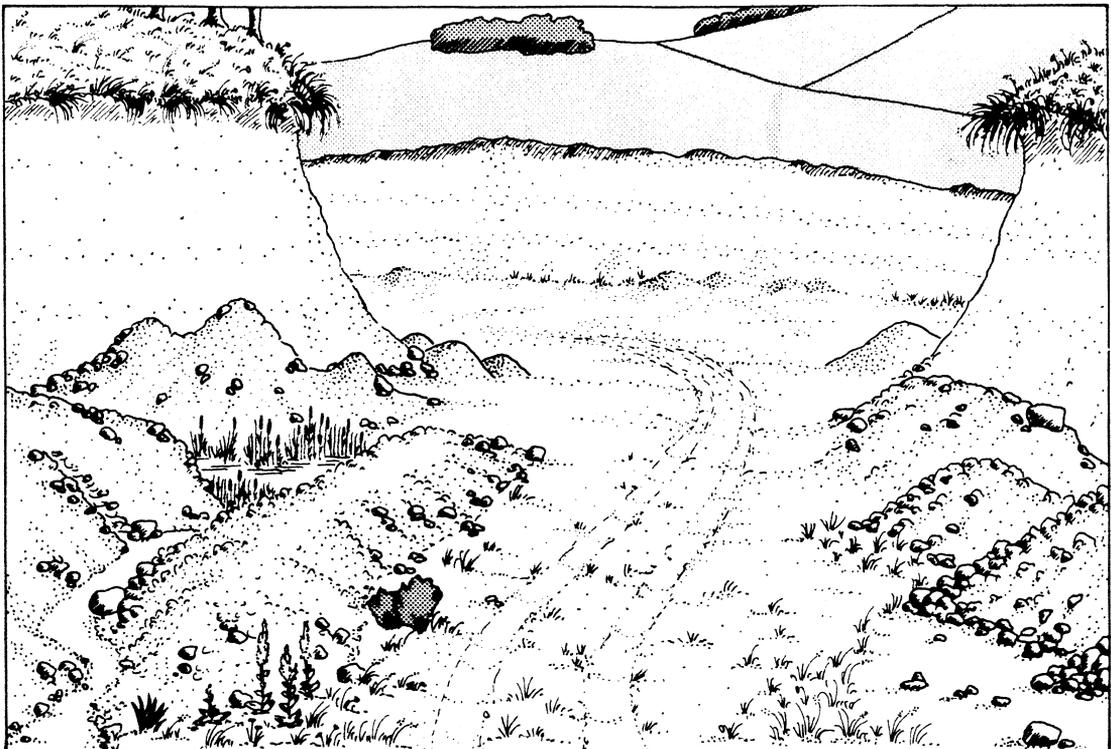


Abbildung 1/6

Sand-/Kiesrücken und -flächen in Abbaugruben.

wassertümpel. Schon nach wenigen Jahren kann das aufgeschlossene Geröll mit Bergmilch (Calcitablüfung) überzogen sein (z.B. in der Altmoränen-grube bei Rabeneck/ED), oder es setzt sogar Quell-tuffbildung ein (z.B. Halblechgebiet/OAL, bei Rot-tau/TS).

Kleingewässer des Abbaubereichs mit starken lokalen Wasserbewegungen können nach Schmelzwasser- oder Niederschlagsperioden versiegen (z.B. im Haager Forst nördlich Helletsgraden/EBE), aber auch ganzjährig rieseln.

Gelegentlich schneiden Abbaustellen, beabsichtigt oder unbeabsichtigt, auch kleine (periodische) Oberflächengewässer an, welche dann Runsen in die Abbauböschung einschneiden und längere Wasseransammlungen am Grubenboden verursachen können (z.B. in einer Keupergrube bei Hahnbach/AS).

1.1.2.4 Sand-/Kiesflächen und -rücken

Sand-/Kiesflächen und -rücken

- bilden die Abbausohle (unruhiges oder planiertes Relief);
- entstehen als oligotropher Abraum bzw. "Schlammkorn", also unbrauchbare Kornfraktion im Abbaubereich während oder vor dem eigentlichen Abbau;
- bilden Zwischendeponien von brauchbarem Material (Schüttkegel unterschiedlicher Fraktionen);
- stellen eine gestalterische Maßnahme zum Abbau dar (z.B. Modellierung des Kleinreliefs zu Sand- bzw. Kiesriffeln; (s. Abb. 1/6, S. 24);
- werden als Lärm-, Sicht- und Staubschutzwälle am Außenrand, besonders zu Siedlungen und Straßen hin, aufgeschüttet.

Lockere, poröse Schüttmaterialien stehen verdichteten und mechanisch verfestigten Oberflächen (Fahrbereich) gegenüber. Entsprechend wechseln sich einsickerfähige und abflußerzeugende bzw. staunasse Bereiche ab. Das Milieu ist in der Regel nährstoffarm. Insbesondere in Kiesgruben wechselt die Korngrößenzusammensetzung sehr stark; lediglich in Terrassensand- und Tongruben findet man weitgehend homogene Bodenarten.

1.1.2.5 Steilwände

Steilwände entstehen vor allem durch horizontalen Abbauvortrieb in den Hang hinein. Festigkeit, Schichtaufbau und Homogenität des anstehenden Materials bestimmen die Steilheit und Reliefierung der Abbauböschung (Abb. 1/7, S. 26).

Verfestigte Deck- und Zwischenschichten (z.B. Nagelfluhen, Eisenoxidverbackungen in Sandgruben, ortsteinartige Deckschichten) können sogar Überhänge, Hohlkehlen und Böschungsgesimse hervorrufen (regengeschützte Kleinsthabitate). Frische Abbauwände sind geologische Aufschlüsse erster Güte, erschließen sie doch die Schichtfolgen vieler Jahrtausende bis Jahrmillionen. Erdgeschichtliche Klima- und Fazieswechsel manifestieren sich im Horizontwechsel der Abbauwände. Für die Bio-

topqualitäten und den erdgeschichtlichen Informationsgehalt der Abbauwände sind folgende Teilelemente von Bedeutung:

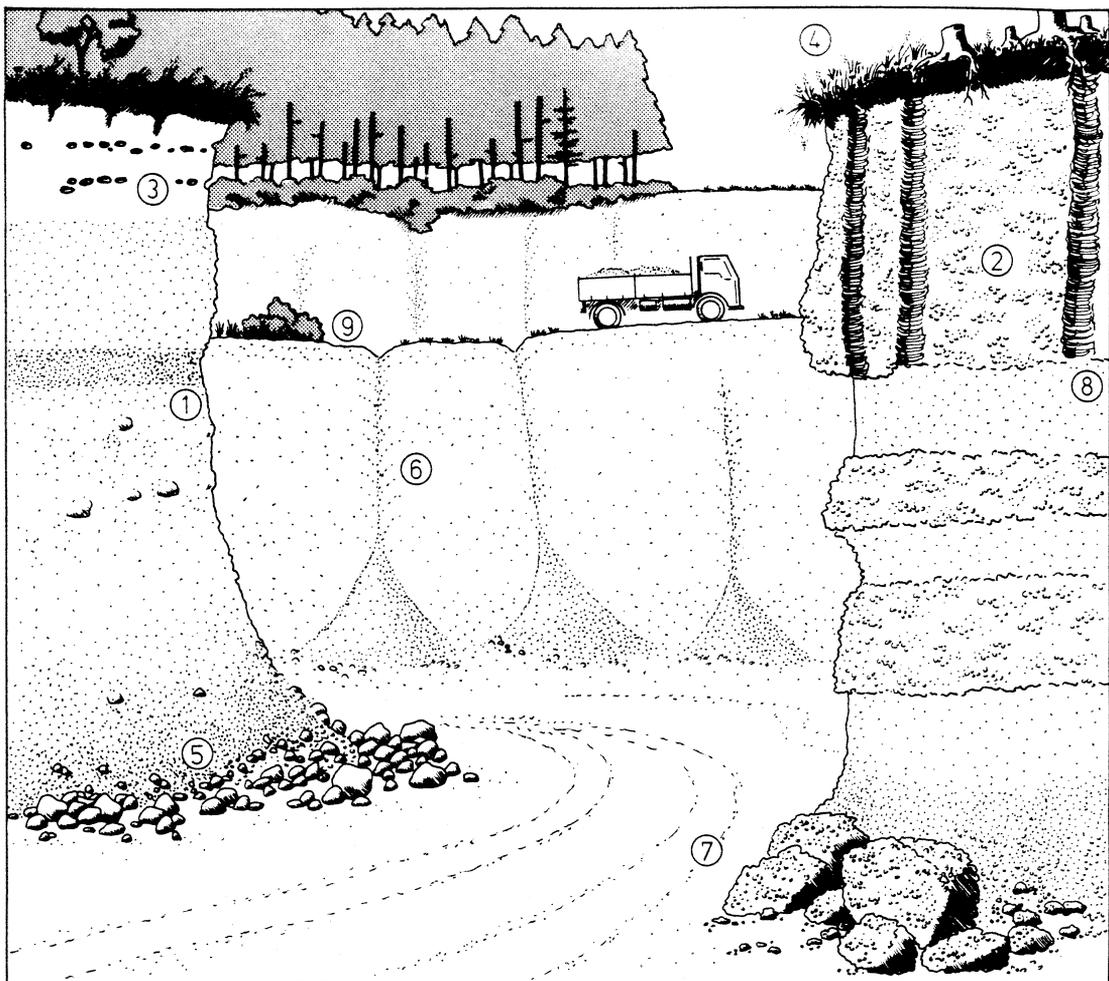
- Vegetations- und Bodenanschnitte an der Oberkante (durch Wasen- und Wurzelüberhänge "überdachte" Hohlkehlen, angeschnittene A- und B-Horizonte);
- Eiskeile, Würgeböden und Auslaugungsschlote ("Geologische Orgeln");
- lehmig-schluffige, oft scharf gegen das Abbaubsubstrat abgesetzte Deckschichten: Fließerden, äolische Ablagerungen (Löß, Flugsande), oft mehrere Meter mächtige Verwitterungslehme; dieser Teil der Abbauwand ist für Höhlenbrüter (z.B. Uferschwalbe, Eisvogel) von besonderer Bedeutung;
- Anschnitt des gewinnbaren Materials (Sande, Kiese, Tone, Lehm usw.) mit Einschaltungen anderer Korngrößen;
- Schuttfächer am Böschungsfuß aus abrieselndem oder nachbrechendem Material.

Abbauwände sind also in sich recht komplex aufgebaut. Ihre lebensräumliche Bandbreite vervielfältigt sich durch die Abfolge verschiedener Expositionen innerhalb einer Abbaustelle, durch Aussickerungsstellen und damit verbundene chemische Ausfällungsprozesse. Ihre natürliche Lebensdauer ist allerdings begrenzt. Lockere, unverfestigte Sandwände erreichen ihren natürlichen stabilen Böschungswinkel durch Nachbrechen, Abspülung, Rutschungen und stetige Abwitterung schon nach wenigen Jahren oder Jahrzehnten; auch die Kleinabbauwände im fränkischen Gipskeuper und Oberen Buntsandstein wittern oft so rasch ab, daß Lehrprofile an geologischen Wanderpfaden schon nach wenigen Jahren von den Bröckelhalden befreit werden müssen (z.B. am östlichen Grabfeldrand). Durch Eisdruck verfestigte Grundmoränenanschnitte können sehr lange standfest bleiben, ebenso nagelfluh-gepanzerte Kiesgrubenwände. Tonwände wiederum neigen zu abrupten Böschungsbrüchen (Rotationsanbrüchen). Abbauwände müssen meist durch Absperrungen gesichert werden (zum Problem der Verkehrssicherungspflicht siehe [Kap. 3.3](#)).

1.1.2.6 Geröllhaufen, Blockansammlungen

Geröllhaufen entstehen durch Aussortierung unbrauchbarer Korngrößen beim Kiesabbau. Im Moränenbereich (Stirnmoränen, Rückzugsmoränen, alpine Lokalmoränen) fallen oft große Mengen an Gletscherblöcken ganz unterschiedlicher Gesteinsherkunft bis Findlingsgröße an.

Zum Abraum von Terrassensand- und Sandgruben gehören zudem calcitverbackene Nagelfluhen und Schotterverfestigungen sowie kieselsäureverbackene Quarznagelfluhen (Oligozänmolasse, niederbayerischer Quarzrestschotter), die in größeren und kleineren Sturzblöcken auf die Seite geräumt werden müssen. Teilweise kolossale Eisdriftblöcke tauchen immer wieder in Niederterrassenschotter- und Seetongruben des Alpenvorlandes bis zum Donau-



- | | | | |
|---|--|---|--------------------------------------|
| ① | stetig bröckelnde Kieswand | ⑤ | Materialansammlung am Wandfuß |
| ② | Wandverfestigung, z.B. Nagelfluh | ⑥ | Tiefenerosionsrinne mit Schwemmkegel |
| ③ | Lehmabbruch | ⑦ | Nagelfluh-Sturzblöcke |
| ④ | Bodenaufschluß, Wurzelhorizont, z.T. Hohlkehle unter überhängenden Wasen | ⑧ | Geologische Orgel, Schlotten |
| | | ⑨ | Abbau-Berme |

Abbildung 1/7

Steilwand mit Schuttkegel.

raum auf. Bleiben Grobgerölle und Sturzblöcke am Wandfuß liegen oder werden sie innerhalb oder außerhalb der Grube zu Haufen getürmt, entstehen Kleinlebensräume mit hochspezifischen mikroklimatischen, bodenphysikalischen und geochemischen Eigenschaften (s. Abb. 1/8, S. 27): Die Haufenoberfläche unterliegt extremen Temperaturschwankungen.

Die inneren Hohlräume sind im Feuchtigkeits- und Temperaturregime ausgezeichnet gegen Außenschwankungen abgepuffert und deshalb bevorzugte Ruhequartiere für Amphibien und Reptilien. Irr-

blöcke aus zentralalpinen Silikatgesteinen und Ultrabasiten bieten silikophilen Organismen mitten im Karbonatbereich eine Ansiedlungsmöglichkeit (z.B. azidophilen Krustenflechten und Moosen).

1.1.2.7 Abraumhaufen, Ruderalstandorte, allochthone Zwischendeponien

Vor Abbaubeginn abgetragener Boden, unbrauchbare Zwischenlagen und zur Zwischenlagerung antransportierte Aushubmaterialien werden vor allem im Randbereich vieler Gruben abgelagert (Abb. 1/9,



Abbildung 1/8

Geröllhaufen bzw. Blockansammlung in Abbaugruben.

S. 28). Humus-, Torf-, Betonschutt-, Granitbruch-, Ziegelbruch-, Lehm- und Grobgeröllhaufen können nebeneinander gelagert sein. Entgegen der Erwartungen der Grubenbesitzer bzw. -pächter bleibt vieles davon liegen.

Durch Humusmineralisierung nährstoffreiche und feinerdearme, locker geschichtete Substrate finden sich in enger Nachbarschaft. Oft wird die Sukzession durch Materialnachschub unterbrochen. Insbesondere bei Abbauende können Abraumhaufen das Erscheinungsbild der Gruben beherrschen. Im Lebensraumgefüge eines Grubenareals bilden diese Ruderalbereiche im allgemeinen die eutrophsten und produktivsten Standorte. Ihr Hochgras- und Hochstauden-Bewuchs mit regelmäßig beigemischten Neophyten und adventiven Vertretern der vorstädtischen Gartenflora sticht von den übrigen Grubenteilen ab.

1.1.2.8 Totholz

Rodungsabfälle aus Nachbargrundstücken, beim Abbau heruntergestürzte Wurzelstöcke, altes Nutzholz aus Betriebseinrichtungen und Holzteile aus antransportiertem Bauabraum sammeln sich insbesondere in ungenutzten randlichen Nischen von Grubenarealen an oder werden als Gestaltungsrequisit bewußt eingebracht (s. Abb. 1/10, S. 28).

Unter Totholzhäufen bilden sich dauerhaft feuchte, modrige Nischen. In Wasserlachen ergänzen sie das Substratangebot für sessile Wasserorganismen. Trockenrisse in entrindeten Stämmen oder Stöcken bilden Schlupflöcher für die Fauna.

1.1.2.9 Grubenrandzone

Im Kontaktbereich zu Nachbargrundstücken und andersartigen Nutzungen bleibt ein Grubenrand- bzw. Sicherheitsstreifen bestehen. Er stellt einen Rest der alten Oberfläche innerhalb der Abbauparzelle dar, ist aber infolge seiner Pufferfunktion für interessante Folgeentwicklungen - zumindest bis zum Nachrücken der Abbaugrenzen - frei geworden (s. Abb. 1/11, S. 29).

Je nach Abbauvorgang, Nutzungsvorgeschichte und aktueller Kontaktnutzung ergeben sich folgende Zustandsvarianten:

- nicht abgebauter Rest des vor Abbaubeginn dehumusierten Bereiches (technogener Pionierstandort, Rohbodensukzessionsfläche);
- besonnte Waldhumus-Aushagerungszone (Sicherungseinschläge zur Schonung der Abbaukante gegen Windwurf; Rodungsfläche ist nicht vollständig in Abbau einbezogen);

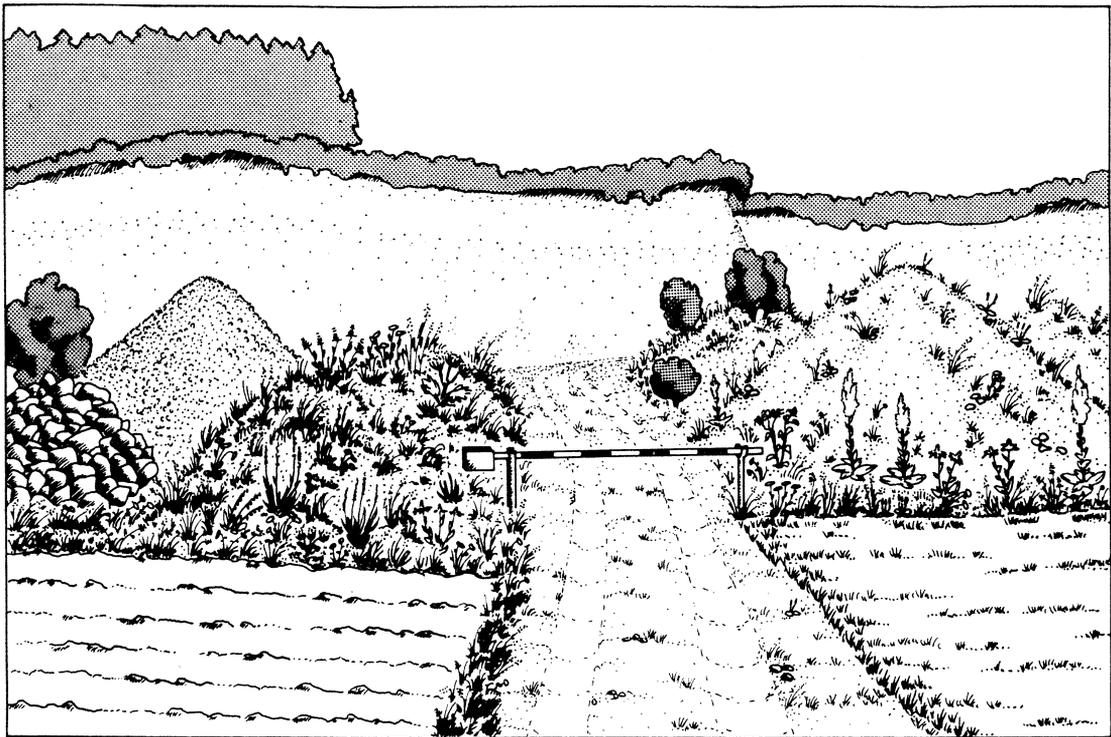


Abbildung 1/9

Abraumhaufen in Abbaugruben.

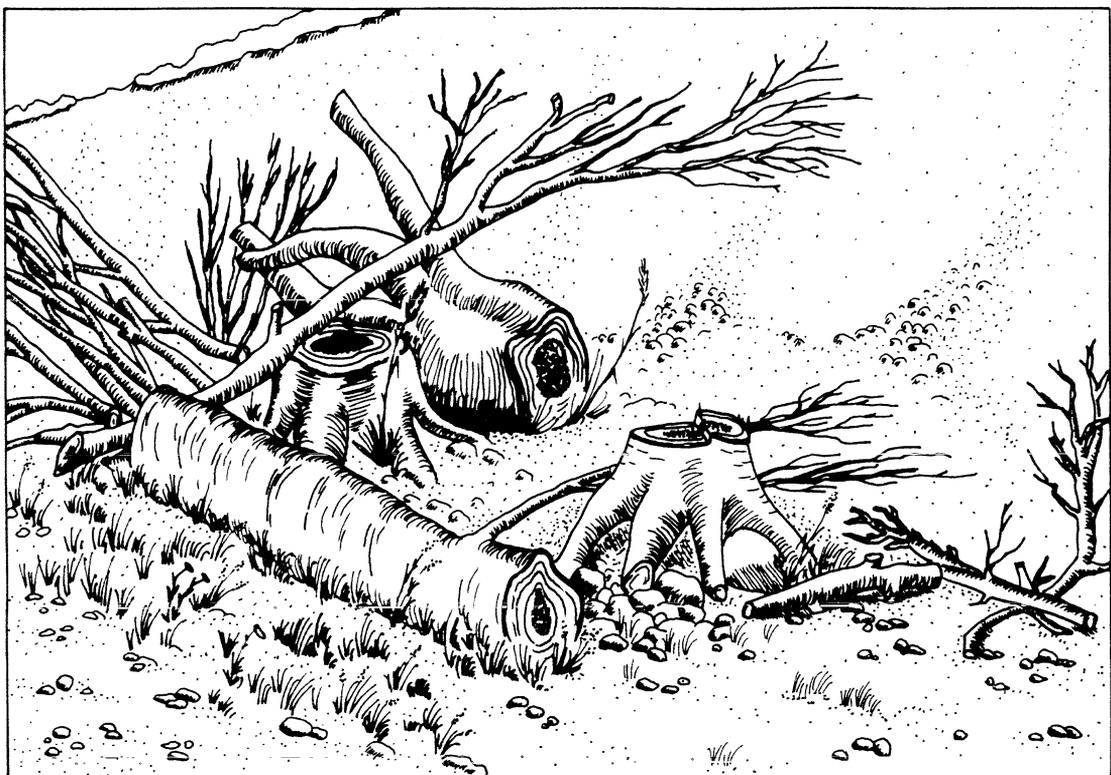
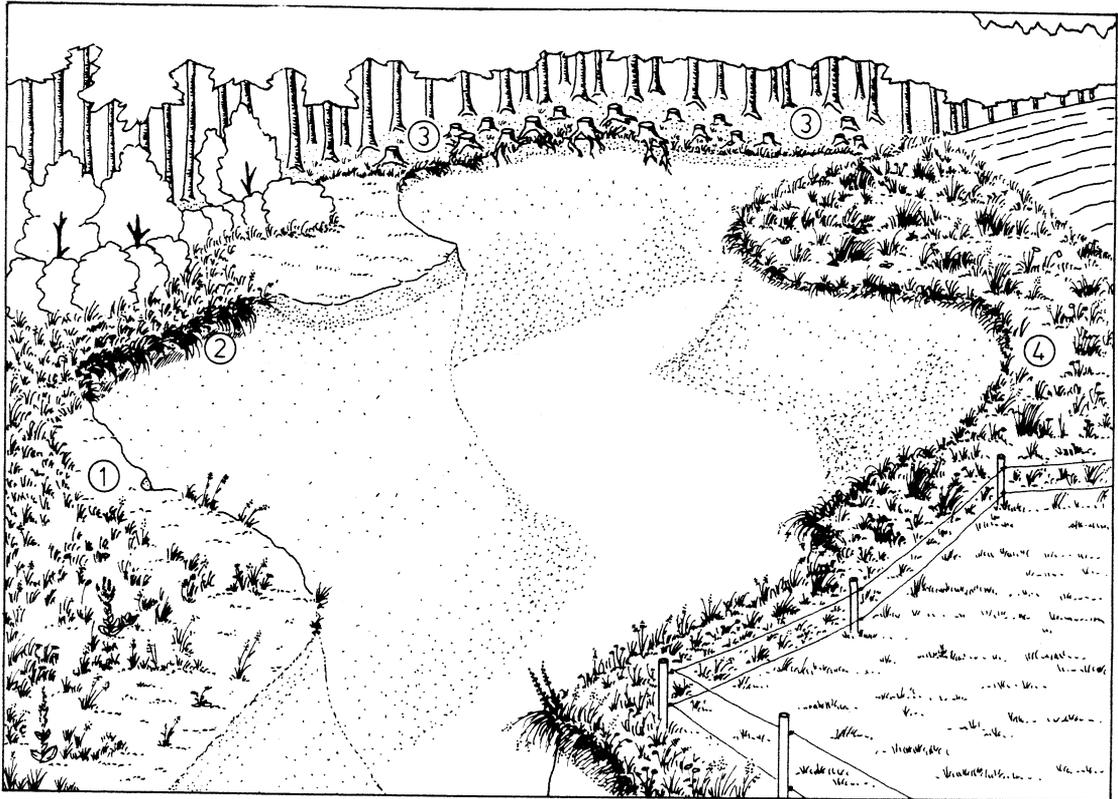


Abbildung 1/10

Abgelagertes Totholz in einer Abbaustelle.



- ① Rohbodenzone (Abschiebebereich)
- ② Hohlkehle, Wasenüberhang
- ③ Randeinschlagsbereich: xerotherme Saumzone
- ④ Sicherheitsbereich zu landwirtschaftlichen Nutzflächen (Brachestreifen)

Abbildung 1/11

Grubenrandzone um Abbaustellen.

- **Brachestreifen:** vorgängige Acker- oder Grünlandnutzung hat sich aus dem Sicherheitsstreifen zurückgezogen;
- **Reliktstreifen wertvoller Biotope:** Wertvolle Trockenlebensräume (Magerwiesen, Schneeheide-Kiefernwälder, Orchideen-Magerrasen, Dünenkiefernwälder, Buchenwald usw.) wurden einerseits durch den Abbau, andererseits durch die Intensivierung des Abbaumfeldes zerstört und blieben rudimentär nur in der Grubenrandzone erhalten. In vielen Fällen hat der Abbau zur Erhaltung dieser Relikte beigetragen, weil sonst der gesamte Hang- oder Kuppenstandort von der Landnutzungsintensivierung erfaßt worden wäre.
- extreme Bodenaustrocknung (ungehemmter Windangriff, Wasserverlust im Bodenschnitt, Frostlockerung, z.T. Überhang);
- außergewöhnlich hohe Frosttrocknis- und Windwurfgefahr, winterliche Schneearmut);
- durch das Abräumen des Vorfeldes verlängerte Besonnungsdauer und erhöhte Windstärke.

Abbauoberkanten sind sekundäre xerotherme Extremstandorte, die mit Fels- und Steppenheiden verglichen werden können. Am ausgeprägtesten ist der subkontinentale Sonderstandortcharakter dort, wo Kiesgrubenoberkanten mit Hügelkulminationspunkten zusammenfallen.

1.1.3 Abgrenzung zu anderen Lebensraumtypen

Folgebiotope des Lockergesteinsabbaues sind Komplexstandorte aus Komponenten mehrerer, im LPK behandelter Lebensraumtypen: Kalkmagerrasen

Die eigentümliche Grenz- und Oberkantensituation bedingt:

- Hitzestau (sonnseitige Waldränder) und starke Aushagerung;

(LPK-Band II.1), Bodensaure Magerrasen und Zwergstrauchheiden (LPK-Band II.3), Sandrasen (LPK-Band II.4), Teiche (LPK-Band II.7), Stehende Kleingewässer (LPK-Band II.8), Hecken und Feldgehölze (LPK-Band II.12). Diese und weitere Biotoptypen entwickeln sich in (ehemaligen) Abbaustellen oder werden durch Bodenabbau gestört oder zerstört, fungieren aber gleichzeitig als Artenlieferanten für Abbaustellensukzessionen und ergänzen die technogenen Abbaupionierstandorte im Hinblick auf Teilsiedler und Komplexlebensraumbediener in der Tierwelt.

Durch enge Lage-, Genese- und Lebensraumbeziehungen sind die Übergänge zu diesen Biotopen also fließend. Die genannten LPK-Bände überlappen sich zwangsläufig mit diesem Band. Entsprechend sind für Spezialfragestellungen immer die einschlägigen Kapitel der "Nachbarbände" mit heranzuziehen.

Liegt ein Abbaubereich inmitten oder am Rand eines wertvollen Wald- oder Offenlandlebensraumes, so ist das Renaturierungskonzept stets auf diese Kontaktsituation abzustimmen. In besonderem Maße gilt dies dort, wo Ersatzstandorte für (regional) extrem bedrohte Arten und Lebensraumtypen fast nur noch im Abbaubereich geschaffen werden können (dystrophe Weiherökosysteme, Sandfluren, nährstoffarme Pionierstandorte, Tümpel u.ä.).

Eine besonders enge Beziehung ergibt sich zum LPK-Band II.17 "Steinbrüche". Bei näherem Hinsehen erweisen sich nicht einmal die Abgrenzungskriterien Festgesteins-/Lockergesteinsabbau oder Baggerabbau/sprengtechnisch unterstützter Abbau überall als brauchbar. Kiesgruben können Festgesteinsbänder enthalten; in manchen "Sandgruben" (z.B. im mürben Sandsteinkeuper) wird Sprengtechnik eingesetzt. In mehreren geologischen Zonen - z.B. im Gipskeuper, Lettenkeuper, Oberen Buntsandstein, mylonitisierten Pfahlbereich, Rieser Griesbuckelbereich, Altmoränenhochterrassen- und Deckenschottergebiet - ist eine definitorische Trennlinie zwischen Hart-, Veränderlich-Fest- und Lockergestein unmöglich. Einige Abbaue gewinnen sogar Hart- und Lockergestein (z.B. im Überlappungsbereich Donau-Flugsande/Malm, Alm- und Kalktuffgruben im Alpenvorland). Diese beiden Bände greifen daher bewußt etwas über ihren eindeutigen Kernbereich hinaus.

So etwa behandelt der "Steinbruchband" noch den Gipsabbau, der zumindest horizontweise den Charakter von Lockergesteinsabbau aufweist.

Enge Verflechtungen bestehen auch zu den Eisenbahnbegleitbiotopen (LPK-Band II.2 "Dämme, Deiche und Eisenbahnstrecken").

Viele Ende des 19. Jahrhunderts entstandene bayrische Bahnseitengruben und -einschnitte gehören zu den im Naturschutzsinne erfolgreichsten Renaturierungen technischer Eingriffsflächen und werden daher auch in diesem Band angesprochen.

1.2 Wirkungsbereich

Wo im Planungs- und Gestaltungsprozeß des Kies-, Sand- und Tonabbaues sind die Erfordernisse und Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege einzubringen? Welchen Beitrag sollte die Landschaftspflege bei der Auswahl von Abbauvorranggebieten, bei der Abbaustandortplanung und der Folgegestaltung leisten? Inwieweit sind abgebaute Flächen in den Wirkungsbereich der Biotoppflege einzubeziehen?

Eine entscheidende Weichenstellung hierzu gibt das Bayerische Landesentwicklungsprogramm (Entwurf 30.07.93), das in seinem Teil B IV 1.1.3 den Abbau einer vorausschauenden Gesamtplanung unterwirft und für die Abbauvorranggebiete nach beendeter Ausbeutung Folgekonzepte verlangt.

Drei Wirkungsbereiche der Landschaftspflege im Bodenabbaubereich sind zu unterscheiden:

- 1) Entwicklung und Durchsetzung von Kriterien zur Standortwahl neuer Abbaugebiete:
 - Ausschlußkriterien: Welche biotischen und abiotischen Ausstattungsmerkmale der Landschaft schließen eine Erweiterung oder Neuausweisung von Abbauflächen aus?
 - Toleranzkriterien: Wo sind neue Abbauflächen bei entsprechender Folgegestaltung unbedenklich?
 - Positivkriterien: Wo können naturnah und artenschutzgerecht hinterlassene Gruben örtlichen Naturschutzzielen entsprechen? Wo sind sie also eher förderlich als schädlich?
- 2) Optimale Realisierung des Lebensraumpotentials von Abbaurealen im Abbauprozeß und nach Abbauende (Anforderungen, Leitlinien und Leitbilder für landschaftspflegerische Begleitpläne, Genehmigungsaufgaben und Eingriffsregelungen).
- 3) Zielfindung und Maßnahmenumsetzung bei der Weiterentwicklung ehemaliger Gewinnungsstellen, die aus Unternehmerhand entlassen sind (Folgepflege).

Damit ist auch der Zweck dieses Bandes umrissen. Das landschaftspflegerische Wirkungsfeld reicht also über eine Nachgestaltung der im Genehmigungsverfahren und von konkurrierenden Nutzern zugestandenen Restspielräume entschieden hinaus.

Insbesondere geht es darum,

- das biologische Entwicklungspotential unterschiedlicher Ausbeutungsbereiche besser als bisher kennenzulernen und für anstehende Vorhaben nutzbar zu machen;
- die Biotopentwicklung in Abbaustellen so zu lenken, daß Artenbeziehungen und Erweiterungseffekte für benachbarte gefährdete Mangelbiotope (z.B. Magerrasen, Trockenwälder) entstehen.

Landschaftspflegerische Impulse dürfen sich nicht auf die Nachbereitung ausgebeuteter Abbaustellen beschränken, sondern sollten bereits in den Abbauprozeß einfließen.

1.3 Abiotische, abbau- und standortkundliche sowie limnologische Grundlagen

Der Lebensraum Kies-/Sand-/Tongrube erhält seine entscheidende Prägung durch die Art des gewonnenen Substrats, durch wirtschaftliche Interessen, abbautechnische Erfordernisse und Abläufe. Diese muß kennen und verstehen, wer das Gestaltungs- und biologische Entwicklungspotential ausschöpfen und realistisch einschätzen will. Deshalb betrachtet dieses Kapitel die Grubenareale zunächst durch die Brille des Geologen und Gewinnungsinteressenten.

Eingangs werden Kenngrößen der Abbausubstrate beleuchtet, die die Abbauwürdigkeit, Abbauform und biologische Folgeentwicklung gleichermaßen bestimmen (Kap. 1.3.1). Darauf folgt ein Überblick der gewinnbaren Substrate und Abbauformen (Kap. 1.3.2, S. 32). Der Abbautechnik ist das Kap. 1.3.3 (S. 40) gewidmet; die Verwendung der gewonnenen Materialien skizziert Kap. 1.3.4 (S. 40).

Auf diesen substratbezogenen Teil folgen einige Streiflichter zum Mikroklima in Abbaustellen (Kap. 1.3.5, S. 41) und zu den gewässerkundlichen Grundlagen (Kap. 1.3.6, S. 41).

1.3.1 Material- und standortkundliche Kenngrößen

Die Korngrößenzusammensetzung des Rohstoffs bestimmt nicht nur die Abbauweise, Grubenform und -benennung ("Kies-", "Sand-", "Lehm-", "Ton-"grube usw.), sondern auch deren Biotopvoraussetzungen (vgl. dazu Tab. 1/1, S. 31).

Lehm ist ein Gemenge der Fraktionen Sand, Schluff und Ton und wird im folgenden dem "Ton" zuge schlagen.

Eine wichtige Steuergröße für die spätere Biotopentwicklung und -gestaltung ist der **pH-Wert des Substrats**. Davon abhängig ist das Angebot der Nährstoffe im Boden und damit auch die Vegetationsausbildung und die Zusammensetzung der Fauna. Saure Verhältnisse sind entweder schon durch das Ausgangsgestein vorgegeben, durch Mangel an basischen Kationen (z.B. silikatreiche Granite und Gneise), oder durch einen langen Verwitterungszeitraum, in dem mit dem Sickerwasser die basisch wirkenden Kationen (Calcium, Magnesium, Kalium etc.) ausgewaschen wurden (z.B. in "Altlandschaften", die seit dem Tertiär nur unwesentlich fluviatil, periglazial oder glazial umgestaltet wurden; Beispiele: Hochflächen der Kristallinzersatzgebiete im äußeren Bayerischen Wald). Eine Bodenversauerung kann vor allem in jüngerer Zeit durch den "sauren Regen" erfolgen (Reaktion von Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden und Fluor mit Regenwasser zu den entsprechenden Säuren). Organische Säuren aus umgebenden Rohhumus- und Nadelstreupolstern können Abbaustellengewässer insbesondere an Hängen der Silikatgebirge zusätzlich ansäuern.

Tabelle 1/1

Bodenkundliche Korngrößenklassifizierung (DIN 4188 von 1957). Da Gesteins- und Mineralpartikel nur selten kugelförmig ausgebildet sind, wird der Äquivalent-Durchmesser angegeben, der dem Durchmesser einer Kugel entspricht, die in Wasser genauso schnell wie ein entsprechendes nicht kugelförmiges Teilchen.

Kornfraktion	Äquivalent-Durchmesser (mm)
Kies	63 - 2
Sand	2 - 0,063
Ton	< 0,002

Der pH-Wert von Sedimenten läßt sich auch grob aus den Herkunftsgebieten ableiten: So brachten Iller-, Lech-, Loisach- und Isargletscher überwiegend Material aus den Kalkalpen (i.d.R. alkalisch). In den Inn- und Salzachgletschermoränen können Kristallingschiebe aus den Zentralalpen dominieren. Ihre Basengehalte sind dementsprechend geringer, das Substrat ist "neutral" bis "sauer". Allerdings verschiebt sich der Karbonatanteil auch innerhalb eines Moränenbogens: Beispielsweise sind die Endmoränen an der Westflanke des Inn-gletschers kalkreicher als die Stirn- und Innmoränen im Raum Wasserburg.

Die Abbauform resultiert aus unterschiedlichen abiotischen und ökonomischen Voraussetzungen:

- Abbaumaterial
- Abbaustellengröße
- Mächtigkeit der Lagerstätte
- Abbaustellendichte
- Abbaufahrten (Naß-/Trockenabbau)
- Betreiber des Abbaus
- Abraumfall
- Rohstoffbedarf
- topographische Lage der Grube
- Nähe zum Absatzmarkt

Eine naturgegebene Steuergröße für die Abbauform ist die **Mächtigkeit der Lagerstätte**. Da der Abbaunternehmer aus wirtschaftlichen und organisatorischen Erwägungen, u.U. auch aufgrund forst-, naturschutz- und agrarfachlicher Auflagen, grundsätzlich immer auf möglichst geringer Fläche ein Maximum herausholen will, werden viele Gruben bis zur Sohle der abbauwürdigen Schicht bzw. bis zur technisch günstigen Fördertiefe abgeteuft: Flugsandgruben (etwa im Offenstetter Forst/KEH über Malm, am Rande des Abenstales/KEH und Regnitztales/N, ERH, FÜ) sind meistens seichter als Abbaustellen in mächtigen Terrassensanden (z.B. in den Rezat-Regnitz- und Pegnitz-Talsanden), Kiesgruben im Südtal der nordwärts auskeilenden Niederterrassenschotter (Münchner Ebene, Lechfeld) durchschnittlich viel tiefer als im Nordtal.

Meist nur wenige Meter mächtig sind Zersatzsande aus Keuper- und Buntsandstein (z.B. Mitwitzer

Buntsandsteingebiet, Burgsandsteingebiet im Reichswald und Spalter Hügelland). Entsprechend der unterschiedlichen Eintiefung schwanken die Höhe des Biotoperelementes Randböschung, die Häufigkeit des Grundwasseraufschlusses, die kleinklimatische und morphologische Abgehobenheit des Grubenareals, die Abtragsenergie der Grubeneinhangen.

Auch das **Abbauverfahren** bestimmt grundlegend die künftigen Biotopentwicklungsmöglichkeiten (Entnahmetechnik, Naß- oder Trockenabbau). Trockenbaggerungen dürfen nur bis maximal einen Meter über den höchsten Grundwasserspiegel reichen. Grundwasser darf, auch vorübergehend, nicht angeschnitten werden. Die jährlich in Bayern abgebaute Fläche für Kies und Sand von ca. 600 ha wurde Mitte der 80er Jahre etwa zur Hälfte trocken ausgebeutet und zur anderen Hälfte "naß" gebaggert (vgl. DINGETHAL et al. 1985). Bei vielen Sand- und Tongruben kann der technisch einfachere Trockenabbau betrieben werden. Für eine möglichst gründliche und rentable Ausbeutung der Kiese bleibt aber oft nur der Naßabbau, da die hochwertigsten Kiese (unter Luftabschluß gelagerte "Blaukiese") in Flußtälern und Schotterebenen mit hoch anstehendem Grundwasser liegen.

Von großer Bedeutung für die spätere Biotopentwicklung ist auch die Reinheit der Lagerstätte, sprich der **Anfall von Abraum** bzw. **Schlammkorn**. Vor allem bei Trockenbaggerungen bringt eine Deponierung und Mitverwendung des nicht verwertbaren Materials (nicht Mutterboden) bei der Renaturierung zusätzliche Gestaltungsmöglichkeiten und eine Bereicherung des Standortspektrums (siehe Kap. 2.1).

Von besonderer Bedeutung für das spätere Erscheinungsbild sind **Grubenform** und **-lage**. Eine naturbedingte Vorgabe stellt die Lage des Rohstoffvorkommens dar (Hang, Kuppe, Niederung, Talsohle). So ergeben sich von vornherein abbautechnisch und lagerungsmäßig bedingt (mit allen unterschiedlichen Varianten in Exposition, Hangsteilheit, Hanglänge, Naß- oder Trockenabbau, Besonnungsdauer etc.) sehr unterschiedliche Ausgangssituationen für die Folgenutzung (vgl. Kap. 1.1.1, S. 15). Die Bedeutung der Abbaustelle als landschaftsbildender Faktor wächst natürlich auch mit der **Abbaustellengröße** und/oder **Abbaustellendichte**. Diese wiederum werden durch die Mächtigkeit der Lagerstätte, die Abbautechnik und durch den wirtschaftlichen Bedarf bestimmt. Die Größe und Dichte der Abbaustellen nahm im Laufe dieses Jahrhunderts durch den gestiegenen Bedarf erheblich zu (siehe Kap. 1.3.3, S. 40). Dem Rückzug ungezählter privater und gemeinschaftlicher Kleinentnahmen steht eine Erweiterung der zentralen Abbaureale gegenüber.

Die räumliche Verteilung der Abbaustellen zeigt große Konzentrationen (siehe auch Abb. 1/13 bis 1/15) in der Nähe von Ballungsgebieten. Nur wenn ein Rohstoff so selten bzw. teuer ist, daß der Transportkostenanteil verhältnismäßig gering ausfällt, wird auch in größerer Entfernung vom Absatzmarkt

ausgebeutet: Beispielsweise liefern die Bentonit-Abbaue im Raum Landshut-Mainburg den Rohstoff in die gesamte Bundesrepublik.

Eine Konzentration von Abbaustellen ist stark landschaftsprägend und sollte daher bei einem übergreifenden Folgenutzungskonzept sorgfältig geplant werden (Verlauf der natürlichen Sukzession bzw. Besiedlung der Biotope, "Biotopverbundsystem"; siehe Kap. 2.2 und 2.3).

Die Abbauform hängt auch vom **Betreiber bzw. Nutzer** ab (gewerbliche, kommunale oder private Nutzung). Privater Abbau wird eher flachere, kleine Trockenabbaue hervorbringen. Kostenaufwendige Großtechnik lohnt sich nur bei kontinuierlicher Entnahme in großen Mengen, also in gewerblichen Abbaustellen. Ausschlaggebend für den Abbau sind v.a. heute der **Rohstoffbedarf** und die **Nähe zum Absatzmarkt**. Der zeitlich möglicherweise schwankende Wert des Rohstoffs und seine Lage zum Absatzmarkt haben einen entscheidenden Einfluß auf die Altersstruktur der Abbaustellen. Ist der Rohstoffpreis gering, wird nur sporadisch und kleinflächig meist von privaten Betreibern abgebaut, viele Abbauformen bleiben (eine Zeitlang) liegen.

Höhere Rohstoffpreise und rasch realisierte Großprojekte (Schnellstraßen, Großsiedlungen etc.) veranlassen die rasche Eröffnung und Ausbeutung von Gewinnungsstellen. "Sukzessionspausen" treten allenfalls nach Abbauende auf.

1.3.2 Abbaumaterialien und -formen

Dieser Band beschränkt sich auf Gewinnungsstellen sogenannter "Lockergesteine", die durch mechanische und/oder chemische Verwitterung aus (z.T. bereits tektonisch zermürbten) Festgesteinen entstanden und teilweise durch Wind oder Wasser zu entfernten Lagerstätten transportiert wurden. Exakte Grenzen zwischen Locker- und Festgestein - und damit zwischen "Entnahmegrube" und "Steinbruch", zwischen Baggerabbau und sprengtechnischem Abbau - sind kaum zu ziehen: In "Festgesteinsräumen" können der Räumtechnik zugängliche Lockermassen auftreten (z.B. Bröckelschiefer, Granitzersatz), in "Lockergesteinslandschaften" dagegen nur bruchtechnisch gewinnbare Materialien (z.B. Nagelfluh-, Travertinbrüche in Terrassenschottergebieten).

Abgebaut werden:

- autochthone Lockermassen (z.B. Zersatzdecken aus Kristallin, Verwitterungslehme aus rißzeitlichen Sedimenten);
- über kurze Entfernungen transportierte Massen (z.B. Hangschutt in den Alpen, Fließerden);
- weitverfrachtete Sedimente (z.B. Flugsand, fluviatile Kiese, Seeton, Moränenschutt).

Die verschiedenen geologischen Gesteinsausprägungen verursachen Unterschiede in Abbaumaterial und -form:

Tabelle 1/2

Übersicht über die Erdzeitalter

VARISKSICHE GEBIRGSBILDUNG	Epoche	Periode	Zeitalter	Mio. Jahre
				vor heute
ALPIDISCHE GEBIRGSBILDUNG	Unterkarbon	Karbon	PALÄOZOIKUM	350
	Oberkarbon			
	Zechstein	Perm	MESOZOIKUM	220
	Rotliegendes			
	Buntsandstein	Trias	MESOZOIKUM	70
	Muschelkalk			
	Keuper			
	Lias = Schwarzer Jura	Jura	MESOZOIKUM	70
	Dogger = Brauner Jura			
	Malm = Weisser Jura			
Unterkreide	Kreide	MESOZOIKUM	70	
Oberkreide				
Paleozän	Alt-	Tertiär	KÄNOZOIKUM	2,4
Eozän				
Oligozän				
Miozän				
Pliozän	Jung-	Tertiär	KÄNOZOIKUM	2,4
Pleistozän				
Holozän	Quartär	Quartär	KÄNOZOIKUM	2,4

Zur leichteren Einordnung der verwendeten geologischen Begriffe dient der in Tab. 1/2 (S. 33) veranschaulichte Überblick über die Erdzeitalter.

Im folgenden Text entsprechen die Nummern in Klammern den Nummern der Verbreitungskarten (Abb. 1/13, S. 71 bis Abb. 1/15, S. 73).

Die folgende detaillierte Zusammenstellung der geologischen Ausprägung und Verbreitung der verschiedenen Abbaumaterialien und ihre Ausbeutungssituation (woraus sich Hinweise auf den mög-

lichen Biotopwert ergeben) folgt GLA (1984) und DINGETHAL et al. (1985).

1.3.2.1 Zersatzsande des Kristallinen Grundgebirges

(840)* Kristallinzersatzsande

Verbreitung und Ausbildung:

Das Kristalline Grundgebirge (im südlichen Frankenwald, Fichtelgebirge, Oberpfälzer und Bayerischen Wald) verwitterte vor allem unter den tropischen bis subtropischen Klimabedingungen des Tertiärs zu Zersatzsandsteinen. Besonders mächtige und kiesartige Abbaumassen bieten die tiefergelegenen Granitstöcke abseits der ausgeräumten Erosionseinschnitte (z.B. das Kaussinger Granitmassiv/DEG).

Gewinnung:

Obwohl sie bis zu 70 m mächtige Zersatzzonen bilden können, spielen sie für die Gewinnung von Kies und Sand nur eine untergeordnete Rolle: Sie werden nur örtlich als Straßenschüttmaterial verwendet. Besonders Forstgruben sind charakteristisch in diesen Landschaften. Einzelne Gruben sind sehr lange in Betrieb (z.B. bei Zwiesel schon seit 1918), manche Gruben werden jedoch wegen der Zunahme unbrauchbaren Materials (oft hoher Tonanteil, der bei der Verwitterung feldspatreicher Gesteine anfällt) im Laufe des Abbaubetriebs schon nach kurzer Zeit wieder aufgegeben.

1.3.2.2 Sande und Mürbsandsteine des Mesozoikums

(800) Sande des Buntsandsteins

Verbreitung:

Thüringer Grenzbereich um Coburg-Neustadt, Vorland des Frankenwaldes, Fichtelgebirges, Oberpfälzer Waldes, Bruchschollenland: Kronach-Mitwitzer Buntsandsteinzug, Nordwestrand der Haßberge.

Ausbildung und Gewinnung:

- Oberer Buntsandstein: als Sandlagerstätte nur früher und nur örtliche geringe Bedeutung wegen stark toniger "Verunreinigungen" (Röttonsteine) im Norden des Verbreitungsgebietes, im Süden wegen häufiger quarzitischer verfestigter Horizonte und Karneolführung nur wenige kleine, alte Gruben.
- Mittlerer Buntsandstein: mittel- bis grobkörnige Quarz-Feldspat-Sandsteine, überregional bedeutende Lagerstätten mit oft mehr als 100 m Mächtigkeit, mehrere große Abbaustellen.
- Unterer Buntsandstein: im Norden des Verbreitungsgebietes Wechsellagerungen von Ton/Sand, daher in feuchtem Zustand gewisse Bindigkeit der Sande.

* Numerierung folgt GLA (1984)

Die Buntsandsteine können bei günstiger Hanglage weitgehend im grundwasserfreien Bereich abgebaut werden. In großen Abbaustellen ist mit zunehmender Tiefe dann auch Grundwasserzutritt möglich.

Im Buntsandsteinzug am Nordrand des Naabgebirges in O-W-Richtung streichend sind die Feldspäte des Buntsandsteins weitgehend kaolinisiert. Bei den oft ca. 40 m mächtigen Schichten tritt die Sandgewinnung gegenüber der Kaolingewinnung* in den Hintergrund (z.B. "Monte Kaolino" bei Hirschau/AS = über 100 m hohe Halde aus dem unbrauchbaren Quarzsandbestandteil des Substrats beim Kaolinabbau).

(801) Sande des Sandsteinkeupers

Verbreitung:

Sandsteinkeuper bildet fast alle Höhenrücken, Tafelberge und Dachflächen des weiten mittelfränkischen Keupergebiets, umläuft die Haßberge und die Nördliche Frankenalb, gebietsweise steht er auch im Bruchschollengebiet östlich der Frankenalb an.

Ausbildung:

Schichten des Sandsteinkeupers:

Oberer Burgsandstein

Mittlerer Burgsandstein

Unterer Burgsandstein

Coburger Sandstein

Blasensandstein.

Die Sandsteine des bayerischen Sandsteinkeupers sind in allen Ausbildungen mehr oder weniger von Ton-Schluff-Feinsand-Zwischenlagen durchsetzt. Früherer Verwendungszweck bei reiner sandiger Ausprägung war die Stubenreinigung ("Stubensandstein" in Baden-Württemberg als Synonym für Burgsandstein).

Gewinnung:

Am wichtigsten für die Sandgewinnung ist/war der **Burgsandstein**. Viele kleine, flach angelegte Trockenabbaue sind auch heute noch in Betrieb bzw. werden je nach Bedarf kurzfristig geöffnet und wieder rekultiviert. Dauerhafte Abbaustellen sind eher selten. Bei Neuhaus (südlich Creussen/BT) wird im Burgsandstein Kaolin (Porzellanrohstoff) gewonnen.

(802) Rhät- bzw. Rhätoliassande

Verbreitung:

z.T. im Vorland der Nördlichen Frankenalb und im Bereich der "Jurainseln" von Sonnefeld/CO, Kulmbach und Bayreuth.

Ausbildung:

Harte Ausbildungen kommen oft neben mürben Ausbildungen vor. Die Sande besitzen v.a. mittlere

Körnung. Gelegentlich bilden sich tonige Zwischenschichten oder Einlagerungen. Diese Sande bestehen zu ca. 90 % aus Quarz und bilden bis zu 20 m mächtige Ablagerungen.

Gewinnung:

Dieser sehr wichtige Rohstoff wird im Trockenabbau gewonnen. Es existieren viele, z.T. ausgedehnte Abbaue (v.a. im Raum Creussen-Bayreuth), häufig im Wald.

(803) Doggersande

Verbreitung (abbauwürdiger Vorkommen):

Am Fuß des Albraufs.

Ausbildung:

Es handelt sich um gut sortierte Sande, vorwiegend Feinsande, die bis zu 15 m mächtige Schichten bilden und kaum tonige Bindemittel besitzen (Einzeln Korngefüge).

Gewinnung:

Sande des Doggers wurden früher in kleineren Gruben, heute jedoch wegen meist ungünstiger Hanglage kaum mehr abgebaut. Bei der Gewinnung entsteht viel Abraum.

Besonderheit:

"**Glassande**" östlich Hirschau/AS: aus fast reinem Quarz, nahezu eisenfrei; v.a. für die Bleiglasherstellung; aktuelle Abbaustellen-Konzentration.

(804) Kreidesande

Verbreitung und Ausbildung:

Sandsteine und Sande der Oberkreide als marine und limnische Sedimente stellenweise auf der Hochfläche der nördlichen Frankenalb, v.a. aber am S- und O-Rand der Fränkischen Alb, reichen in der Bodenwöhrer Senke weit in kristallines Gebiet hinein.

Gewinnung:

Größerer Abbau erfolgt als Freihölser Bausande (Betonstein- und Kalksandstein-Herstellung). Bei Pegnitz/BT und Bodenwöhr/SAD gibt es feinkörnige und tonige Ausbildungen; grobkörnige Ausbildungen als Kreidesande und mürbe Sandsteine kommen bei Auerbach, Amberg, zwischen Bodenwöhr und Roding vor.

1.3.2.3 Kiese und Sande des Tertiärs

In Nordbayern nur inselartig eingelagert: als Relikte einer alten Talfüllung im Südosten der Rhön, in Senken des Oberpfälzer Waldes, im tertiären Naab-System (hier die Sande aber meist nur als Nebenprodukt der Tongewinnung), auf der Albhochfläche die sogenannten "Monheimer Höhensande" (zwar relativ weit verbreitet, aber wegen ungünstiger Kornverteilung nicht zur Gewinnung im größeren Stil geeig-

* Kaolin wird zur Porzellanherstellung verwendet (Porzellanrohstoff).

net). Große (Tertiär-)Sandgruben bei Wunsiedel-Tirschenreuth.

Dagegen ist das unterbayerische Hügelland zwischen Donau und der Moränengrenze weithin von tertiären Lockergesteinen bestimmt. Der Molasse-trog, ein weites Senkungsgebiet, sammelte im Tertiär den Abtragungsschutt der umgebenden Gebirge, v.a. der Alpen. Aus den Abtragungsmassen formte die Wassererosion eine von flachen Landrücken geprägte Landschaft (Tertiärhügelland). Westlich des Lechs tauchen Tertiärsande in langgezogenen Bändern zwischen jung- und alteiszeitlichen Abdeckungen an die Oberfläche (Riedellandschaft).

Die tertiären Sande sind in der Regel (wegen der langen Verwitterung) tiefgründig entkalkt. Insbesondere in der Nähe der Donau aber können sie ausnahmsweise noch recht kalkreich sein.

Für die Lockermaterialgewinnung sind folgende Raumeinheiten von besonderer Bedeutung:

(810) Ortenburg-Passauer Schotter

Ausbildung:

Als Kiessande des Ortenburger und Haarschedler Schotters

- wenige Meter bis ca. 40 m mächtig,
- Abraumdecken ebenfalls stark schwankend "Restschottercharakter" (siehe auch (812)).

Gewinnung:

Wirtschaftlich interessantes Rohstoffpotential, deshalb intensiver (Trocken-) Abbau.

(811) Nördlicher und Südlicher Vollschorter

Der Nördliche Vollschorter ("Landshuter Schotter") und der Südliche Vollschorter ("Peracher Schotter") sind stratigraphisch* und räumlich getrennt, aber materialkundlich sehr ähnlich.

Vollschorter enthalten im Unterschied zu **Restschottern** (siehe (812)) außer verwitterungsresistenten Quarzen auch noch kristalline und karbonatische Anteile. Hochwertige Rohstoffe sind vor allem die Grobkiese in der Umgebung des unteren Isar- und Vilstaales, wo zudem Steilabfälle gute Abbaumöglichkeiten bieten. Weiter nordwestlich, in der Halbertau, sind diese Kiese deutlich feinkörniger, aber immer noch gut verwertbar. Westlich des Lechs überwiegt die Sandfraktion.

Landshuter Schotter:

Neben überwiegenden Quarzen sind kristalline und karbonatische Bestandteile enthalten. Der Abbau kann durch unregelmäßige Feinkorn-Einschaltungen sowie quartäre und tertiäre Abraumdecken erheblich behindert sein.

Peracher Schotter:

Der Peracher Schotter umfaßt vor allem Quarze, auch kristalline Härtinge, aber kaum Karbonate. Er ist eine jüngere Schüttungseinheit, die in älteren Tertiärablagerungen eingetiefte Rinnen füllt.

(812) Quarzrestschotter

Verbreitung und Ausbildung:

Quarzrestschotter schließt östlich an die sogenannten "Vollschorter" (811) an. Er bildet Höhenrücken oder ausgedehnte bewaldete Plateaus, deren Ränder in Steilhänge austreichen und ein charakteristisches Landschaftselement in Ostniederbayern bilden. Er stellt zur Schüttungseinheit des Nördlichen Vollschorthers ("Landshuter Schotter") das ostbayerische Äquivalent dar, ist aber im Gegensatz zu diesem durch eine lange Sedimentationspause bis auf seine Basis verwittert. Begünstigt durch säurebildende Moorvegetation sind alle Silikat- und Karbonatgerölle zu tonig-sandigen Zwischenmitteln verwittert oder ganz ausgewaschen, nur der widerstandsfähige Quarz und vereinzelte andere resistente Minerale blieben bestehen.

Gewinnung:

Quarzrestschotter scheidet als Baurohstoff oft wegen seines hohen Tonanteils aus.

(813) Kiese und Sande des Molassebeckens außerhalb der Grobschorterserien

Hangendserie:

Die Hangendserie überdeckt nördlich und südlich den Vollschorter und bildet die höheren Lagen des Tertiärhügellandes. Sie besteht aus oft sandigen und mergelig-tonigen Feinsedimenten, daneben gibt es auch z.T. mehrere Meter mächtige Schotterlagen ohne Grobgerölle. Sie wird kaum abgebaut, lediglich örtlich wird der Bedarf gedeckt oder sie wird zusammen mit dem unterlagernden gröberen Vollschorter abgebaut.

Mittlere Serie:

Die Mittlere Serie hat einen größeren Anteil an der westlichen Vorlandmolasse. Sie ist das feinkörnige Äquivalent zum Landshuter Schotter und bildet dessen westliche Fortsetzung bis westlich des Lechs. Ihre Mächtigkeit beträgt 100 - 200 m. Am westlichen Grenzbereich bestehen nur mehr gelegentlich kiesige Einschaltungen. Von Augsburg bis zur Iller herrscht Sandfraktion mit häufig schluffig-tonigen Zwischenlagen vor (siehe Ziegelsteinherstellung (940)).

Untere Serie und Sande Ostniederbayerns:

Die Untere Serie bildet Liegendes des Landshuter Schotters und der Mittleren Serie. Beide Rohstoffe haben kaum Bedeutung für den Abbau.

* Stratigraphie = Schichtenkunde, Beschreibung von Gesteinsschichten

Besonderheit:

Eine Besonderheit stellen die Glassande der subalpinen Molassezone im südbayerischen Pechkohlenrevier zwischen Lech und Inn dar. Die maximal bis 40 m mächtigen, reinen Quarzsande mit kaolinischem Bindemittel sind für den Abbau heutzutage allerdings unbedeutend.

1.3.2.4 Glaziale und fluvioglaziale Kiese und Sande

Die Mehrzahl der heute abgebauten Sand- und Kiesvorkommen entstand in jüngster geologischer Vergangenheit in den quartären Vergletscherungsbereichen (Alpenvorland, Alpen, untergeordnet auch im Böhmerwald) sowie in den ehemaligen Schmelzwasserbereichen (fluvioglazialen Bereichen), auch weit außerhalb der ehemaligen Eisränder.

(820) Alt- und ältestpleistozäne Kiese und Sande (Deckenschotter)**Verbreitung:**

v.a. zwischen Iller und Lech meist die Riedelrücken oder höhere Talterrassen bildend.

Ausbildung:

Tiefverwitterte Gerölle, aschig zerfallend, zum Teil, v.a. in den randlichen Bereichen der Schotterplatten, Nagelfluhbildungen (= durch Karbonate verkittetes Konglomerat); i.d.R. durch mächtige Lößdecken überlagert.

Gewinnung:

Früher in vielen Gruben abgebaut, heute nur noch im Bedarfsfall.

(821) Alt- und mittelpleistozäne Kiese und Sande

(Jüngere Deckenschotter, Hochterrassen, Vorstoßschotter)

Verbreitung:

Höher liegende Talterrassen oder Riedelrücken des glazialen und fluvioglazialen Bereiches.

Ausbildung:

- relativ hoher Verwitterungsgrad, mürbe oder brüchige Gerölle;
- 1-2 m mächtige, unbrauchbare Verwitterungsdecken; Aufbereitung (Schlämmlung) ist nötig.

Gewinnung:

- v.a. an Terrassenkanten, da unbrauchbare Deckschichten dort oft abgetragen werden; hangnahe Terrassenteile (innere Terrassenabschnitte) fallen für Abbau oft wegen zu mächtiger Fließerdeüberdeckungen, Hangrutschungsmaterial etc. aus;
- i.d.R. hoch über dem Talboden gelegene Trockenabbau; wenn die Terrassenbasis tiefer liegt als die aktuelle Talauflage, kann sich der Grundwasserkörper in den Hochterrassen-Schotter fortsetzen, deshalb erfolgen im Inneren der Terrassen häufig Naßabbau.

(822) Jungpleistozäne Kiese und Sande, teils von Moräne bedeckt (Vorstoßschotter)**Verbreitung:**

Im Vorfeld der herannahenden Gletscher in Haupt- und Nebenabflußtälern aufgeschüttete, teilweise sehr mächtige Schotterkomplexe, die vom nachfolgenden Gletschervorstoß überfahren und dabei zum Teil erodiert oder mit glazigenem Lockermaterial (vorwiegend Grundmoräne) überdeckt wurden.

Die jungpleistozänen (würmeiszeitlichen) Vorstoßschotter sind die weitest verbreiteten Schottervorkommen und zudem qualitativ sehr hochwertig. Ihre nördlichsten Vorkommen liegen unter den äußeren Endmoränen.

Ausbildung und Gewinnung:

i.d.R. Trockenabbau, nur in sehr tiefen Abbaustellen Naßabbau.

Die Mineralzusammensetzungen richten sich nach den verschiedenen Einzugsgebieten der Gletscher:

- Einzugsgebiet des Rheins: kalkalpine Gesteine, wenig Kristallin;
- Einzugsgebiet der Iller: 70 % Kalkalpin, 20 % aus der Flyschzone, der Rest Helvetikum und Molasse;
- Einzugsgebiet der Wertach: v.a. kalkalpine Gerölle, nagelfluhartige Verfestigungen; daraus ergeben sich hohe, steile Abbauwände;
- Einzugsgebiet von Lech und Isar: hauptsächlich kalkalpines, kaum zentralalpines Material (nur in den obersten Partien bis zu 20 % möglich); Abbauwände über 2,5 m;
- Einzugsgebiet des Inns: kalkalpine und zentralalpine Gesteine in relativ unverwittertem Zustand; dichte Lagerung. Es ergeben sich stabile Wände; z.T. schluffreich; Trocken- und Naßabbau;
- Einzugsgebiet der Salzach: zum größten Teil aus Kalkalpin und aus Material der Flysch- und Molassezone, nur geringer Kristallinanteil; es entstehen stabile Wände durch nagelfluhartige Verfestigungen; im Süden Trockenabbau; im Norden Naßabbau wegen Ausdünnen der Schüttung.

(823) Kiese und Sande der Moräne (Alt- und Jungmoräne), teils bindig**Verbreitung:**

Alpenvorland.

Ausbildung:

- ältere Moränen, oft mit Lößüberwehungen und stärkerer Bodenbildung (Verlehmung);
- meist ist nur die Jungmoräne wirtschaftlich interessant. Sie ist oft mehrere Zehnermeter mächtig und weist frisches Material und kaum Deckschichten auf.

Gewinnung:

Viele, aber oft nur zeitweise betriebene Abbaustellen.

(824) Jungpleistozäne Kiese und Sande

(Niederterrassen, spätglaziale und holozäne Kiese und Sande im Vorfeld und innerhalb des Moränenbereiches)

Verbreitung:

Seit dem Höchststand der letzten Eiszeit im Moränenbereich der (jungpleistozänen) Vorlandgletscher und v.a. in deren Vorfeld entlang der ehemaligen und teils auch noch der heutigen Flußläufe die aus Lagerstättenkundlicher Sicht wohl **bedeutendsten Sand- und Kiesvorkommen Südbayerns** aufgeschüttet: Niederterrassen, Schotterebenen etc. In die während der Würmeiszeit von den Endmoränen abgelagerten Niederterrassen schnitten sich die Flüsse in wechselnder Intensität ein und schufen auf diese Weise oft mehrere übereinander liegende Schotterterrassen, deren Niveau-Unterschiede talabwärts immer mehr abnehmen.

Ausbildung:

Fast ausnahmslos unverfestigte, harte, frische Gerölle.

Gewinnung:

- in Endmoränennähe ist in den mächtigen Ablagerungen Trockenabbau möglich; hier ist das Material aber noch wenig sortiert und besitzt unerwünschte Beimengungen, d.h. Aufbereitung ist nötig;
- mit zunehmender Entfernung existiert bessere Korngrößensortierung durch fluviatilen Transport (= natürliche Aufbereitung); es erfolgt aber oft Naßabbau durch Ausdünnen der Schichten.

1.3.2.5 Kiese und Sande des periglazialen Bereichs

(Ablagerungen in nichtvergletscherten oder davon direkt beeinflussten Gebieten = nördliches Bayern)

(830) Fluviatile Kiese und Sande**Ausbildung:**

Wechselagerungen verschiedener Korngrößen und innerhalb der Lagen gut sortiertes Korn.

Verbreitung und Gewinnung:

Die Kies- und Sandvorkommen Nordbayerns sind (abgesehen von den Sandsteinen der mesozoischen Schicht) beschränkt auf die Talfüllungen weniger Flußtäler. Dabei kommt dem **Maintal** zusammen mit dem **Naabtal** noch die bedeutendste Stellung als Kieslagerstätte zu; die Flüsse des Regnitz-Systems weisen nur einen geringen Kiesanteil auf, welcher nur abschnittsweise intensiven Naßabbau zuläßt.

(831) Flugsande (z.T. verschwemmt)**Verbreitung:**

v.a. an den O-Seiten N-S-verlaufender Täler auf Schichten der Trias, des Jura und auf Flußterrassen aufgeweht.

Ausbildung:

Flugsande wurden beim Ausklingen der Würmeiszeit oft in mehreren Phasen aus ihren vegetationsar-

men Liefergebieten ausgeblasen. Ausgangsmaterialien sind Sandsteine des Deckgebirges sowie lockere Feinsedimente der Flußterrassen. Flugsandverwehungen führten zu Dünenbildungen (bis zu 40 m hoch, bis über 100 m lang).

Es handelt sich um gut sortierte, unverfestigte (Quarz-)Sande, die kaum Deckschichten enthalten.

Gewinnung:

Quartäre Flugsande sind in einigen Teilen Nordbayerns großflächig verbreitet, jedoch nur an wenigen Stellen wirtschaftlich bedeutend. Sie sind ein begehrter Baurohstoff. Großflächige Abbaue befinden sich im Großraum Nürnberg, am Untermain, bei Kitzingen und Schweinfurt. Zahlreiche mittlere bis kleine Abbaue sind z.B. im Lkr. KEH im Gebiet Abensberg-Siegenburg-Offenstetten zu finden.

1.3.2.6 Tone, Lehme, Mergel und Sonstige**(900) Toniger Kristallinersatz****Vorkommen:**

Ostbayerisches Grundgebirge, kristalliner Vorspessart.

Ausbildung:

- bis 40 m mächtig;
- sehr hoher Quarzanteil, arm an quellfähigen Mineralien, mäßige technische Qualität.

Gewinnung:

Es gibt wegen der störenden Härtlinge nur wenige wirtschaftlich relevante Lagerstätten. Selektive Gewinnung ist erforderlich. An einigen Stellen (v.a. in Ostbayern) erfolgt der Abbau als Ziegeleirohstoff.

(920) Tone und Mergel des Mesozoikums**Tone des Bröckelschiefers:**

Wenige alte Abbaue, keine aktuelle Nutzung.

Tone des Chirotherienschiefers:

Wenige alte Abbaue, keine aktuelle Nutzung.

Röttonsteine:

Bandförmige Vorkommen zwischen Buntsandstein und Muschelkalk; 40-60 m mächtig; mehrere Abbaue, v.a. in Unterfranken.

Tone und Mergel des Unteren Keupers:

v.a. Ton- und Mergelsteine, daneben auch dolomitische Mergelkalksteine, Kalksteine, feinkörnige Sandsteine; 20-50 m mächtig; einige größere Abbaue.

Tone und Mergel der Estherien- und Myophorien-schichten:

Weit verbreitet im Vorland der Frankenhöhe und des Steigerwaldes; hoher Karbonatgehalt, häufige Gipseinlagen. Es sind daher intensive Aufbereitungsmaßnahmen bzw. selektiver Abbau nötig. Dies ist mit entsprechenden Kosten verbunden, so daß derzeit kaum Abbau erfolgt.

Tone des Schilfsandsteins:

Bis 40 m mächtig; meist mächtige Sandsteinzwischenlagen erschweren Gewinnung, kaum Abbau.

Tone der Lehrbergschichten:

Am Fuß der Frankenhöhe, des Steigerwaldes und der Haßbergstufe; 25-45 m mächtig; entweder zu viele Sand- oder zu hohe Gipsanteile, deshalb ist nur ein schmaler Saum für den Abbau geeignet; wenige, aber größere Abbaue.

Tone des Blasensandsteins:

Nördlich des Mains max. 4 m mächtig, kalkhaltig, mit knollenförmigen dolomitischen Einlagen; südlich des Mains zu geringmächtig für Abbau, vor dem Zweiten Weltkrieg reger Abbau v.a. um Nürnberg, heute als Rohstoff unbedeutend.

Tone des Burgsandsteins:

Feinsediment-Zwischenlagen im Burgsandstein ("Basis-" und "Zwischenletten"), kalkarm bis kalkfrei, bei größerer Mächtigkeit abbauwürdig.

Feuerletten:

Entlang der Schwäbischen Alb (Hangendes des Burgsandsteins), bis 60 m mächtig; hoher Montmorillonit-Gehalt; keine hohe Qualität; kein aktueller Abbau.

Tone des Oberen Keupers (Rhät):

Am Rand der Nördlichen Frankenalb; stark schwankende Mächtigkeit (max. 4 m), relativ hoher Kaolinitgehalt; weit verbreitet, aber unberechenbare Mächtigkeiten und Qualitäten, deshalb nur wenige aktuelle Abbaue.

Tone und Mergel des Lias Alpha-Gamma:

In der Nördlichen Frankenalb 4-8 m mächtig, in der Südlichen Frankenalb 1-3 m mächtig; hoher Kalkgehalt; einige aktuelle Abbaue, v.a. am Rand der Nördlichen Frankenalb.

Amaltheenton (Lias Delta):

Mächtigste Schicht innerhalb des Lias (bis ca. 40 m Schichtdicke), dem Jurarand folgend; enthält hauptsächlich Illite und Muskovite (typische marine Ausprägung); südlich ab Sulzbach-Rosenberg und Amberg haben die Lagerstätten keine technische Bedeutung mehr.

Tone des Lias Zeta:

Am gesamten Fuß der Frankenalb; 1-7 m mächtig (obere Werte v.a. in der Nördlichen Frankenalb), hoher Kalkgehalt bzw. Kalkkonkretionen, deshalb erfolgt der Abbau nur in geringem Umfang.

Opalinuston (Dogger Alpha):

Folgt dem nördlichen, westlichen und östlichen Anstieg der Fränkischen Alb; größte Mächtigkeiten (70-90 m) in der Ries-Umgebung und bei Staffelsein (Oberfranken); kann bis in mehrere Meter Tiefe völlig kalkfrei sein, ist relativ gleichmäßig ausgebildet; dennoch erfolgt nur wenig Abbau, da häufige harte und plattige Toneisensteingeoden enthalten sind und bei stärkerer Durchfeuchtung Hangrutschungsgefahr besteht.

Mergel des Dogger Delta und Epsilon:

Am Fuß der Frankenalb; sandige Tonmergel und Mergelsteine, wenige Meter bis 20 m mächtig, kaum Abbau.

Ornatenton (Liegendes des Malm):

Am Albrand; bröckelige Tonmergel und Mergelsteine mit unregelmäßigen Phosphorit-Konkretionen; z.T. auch sandige Ausprägungen der plattigen Mergelsteine; Abbau dort, wo sie als Liegendes der Malmkalke mitgewonnen werden (z.B. in größeren Steinbrüchen), keine bedeutenden reinen Ornatenton-Abbaue wegen mächtiger (Malm-)Überdeckungen.

Mergel des Malm Alpha:

Am Hangfuß des Albraufs; sie werden zusammen mit Mergelkalken und Kalken abgebaut.

Mergel des Malm Zeta (Zementmergel):

Im Übergangsbereich zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb; mehrere Zehnermeter mächtig; Karbonatgehalte von mehr als ca. 60 %. Sie werden nicht in der Keramikindustrie, sondern in der Baustoff-Industrie verwendet; es gibt einige Abbaue.

Tone der Albüberdeckung (Kreide):

Neben tertiären Verwitterungslehmen auf der Südlichen Frankenalb vorkommend, örtlich kleinere Lagerstätten; häufig mit Sanden wechsellagernd; früher einige Abbaue für Töpfereien.

Übrige Tone und Mergel der Kreide:

Mehrere kleine Vorkommen, die v.a. früher in zahlreichen kleinen Gruben abgebaut wurden (besonders für die Töpferei).

(940) Tone, Mergel und Lehme des Tertiärs**Mergel der Oberen Meeresmolasse:**

Im Molassebecken nördlich der Alpen des südöstlichen Niederbayern; weit verbreitet, aber als Ziegelrohstoff nur begrenzt verwendbar wegen häufiger Sandzwischenlagen und hoher Karbonatgehalte.

Mergel der Oberen Süßwassermolasse:

Zwischen Donau und Alpen; Mächtigkeit generell von W nach O abnehmend (von über 10 m bis in den cm-Bereich); meist durch Quartärlagerungen überdeckt, die oft eine willkommene Ergänzung der Rohstoffbasis bilden (z.B. Löß und Lößlehm); Abbau konzentriert im schwäbischen Raum südlich der Donau.

Tone der Oberen Süßwassermolasse:

Besonders im Bereich östlich der Linie Moosburg-Mainburg; kaolinitreich; stark schwankende Mächtigkeiten (wenige Dezimeter bis max. wenige Meter), selten abbauwürdige Vorkommen, deshalb gibt es nur noch wenige kleine aktuelle Abbaue.

Tone des Naabsystems:

Hoher Kaolinitgehalt; Tone des Urnaabsystems müssen selektiv abgebaut werden wegen starker Durchsetzung mit unbrauchbaren Zwischenschichten (= Braunkohleflöze und Sandlagen); mehrere bis 40 m tiefe Tagebaue mit bis zu 10 verschiedenen

Tonarten. Sie finden sehr unterschiedliche Verwendungen (Leichtschamotte, Steingut-Fliesen, Mahlschamotte für feuerfeste Massen etc.).

Tone des Bayerischen Waldes:

Hoher Kaolinitgehalt, wie bei den Naabtaltonen starke Durchsetzung mit Braunkohleflözen und Sandlagen, oft mächtige Deckschichten (Hangschutt, Löß etc.); Abbaukonzentration in der Hengersberger Bucht.

Tone der nördlichen Oberpfalz und Oberfrankens:

In zwei Senkungszonen abgelagert; bis 30 m mächtige Lagerstätten; sie bilden aber z.T. für den Abbau zu mächtige Schuttdecken; die Tone sind kaolinreich und ihre Abbauwürdigkeit ist oft durch hohe Sandanteile beeinträchtigt.

Tone, Mergel und Bunte Breckzie im Riesbereich:

Vier verschiedene Sedimentationen; bituminöse oder karbonatführende Zwischenlagen; nur vereinzelt erfolgt Abbau.

Tone des Aschaffener Beckens:

10-15 m mächtig; mit Braunkohle-, sandigen und gröberen Zwischenlagen; oft von mächtigen quartären Mainkiesen überdeckt; derzeit findet kein Abbau statt.

Tertiäre Verwitterungslehme:

Auf der Nördlichen Frankenalb, meist nur geringmächtig; nicht sortiert; kaolinitreicher; nur selten abbauwürdige Lagerstätten.

(949) Bentonit (Tertiär)

Verbreitung:

Ablagerung vor allem in Flußrinnen.

Ausbildung:

Chemisch umgesetzte, saure, vulkanische Glastuffe, die einen hochwertigen Rohstoff für die chemische Industrie darstellen; i.d.R. ca. 3 m mächtig, max. 10 m;

Gewinnung:

Abbaukonzentration im niederbayerischen Raum beiderseits des Isartales südlich Landshut bis Mainburg, um Aichach (Regierungsbezirk Schwaben) nur untergeordnet.

Die Gruben werden nach kurzfristigem, gründlichem Abbau meist mit dem Abraum wiederverfüllt, da nur wenig Massenverlust durch Ausbeute entsteht.

(951) Löß und Lößlehm (Quartär)

Verbreitung und Ausbildung:

Löß ist ein äolisches Sediment des Hochglazials, das während der Verwitterung entkalkt wurde. Dadurch entstanden Lößlehme, die auch durch lange Verwitterungszeit in erosionsgeschützten Lagen entstehen können.

Die Südgrenze kalkführender Löss befindet sich ungefähr an der Linie Memmingen-München-

Burghausen, südlich davon sind sie durch hohe Niederschläge (900 mm) weitgehend entkalkt und verlehmt und als Lößlehme ausgebildet. Ihre Mächtigkeit beträgt bis zu 10 m (max. 15 m). Im Lößlehm ist der Kalk oft zu "Lößkindln" konkretisiert.

Gewinnung:

Abbau an vielen Stellen, meist als Trockenabbau.

(952) Seeton (Quartär)

Verbreitung:

Nach dem Gletscherrückzug als "Gletschertrübe" im Zungenbecken abgesetzt; Vorkommen v.a. im Rosenheimer, Wolfratshausener, und Salzburger Becken und bei Münchbecken-Eiselfing nahe Wasserburg.

Ausbildung:

Seetone sind wenige Dezimeter bis mehrere Zehnermeter mächtig und enthalten häufig rhythmische Wechsellagerungen von Ton mit Schluff und Feinsand in Zentimeter-Intervallen (Warven-Datierung ehemals in Landl bei Rosenheim möglich). Sie sind meist kalkreich (v.a. im Bereich des Iller-, Lech-, Loisach- und Isargletschers).

Gewinnung:

Bei sehr karbonatreichen Lagen ist z.T. selektiver Abbau nötig. Gebietsweise existieren großflächige, meist rasch rekultivierte Gruben (siehe Bad Aibling).

(003) Kieselkreide

Verbreitung:

Die Kieselkreide füllt kessel- und wannenartige Vertiefungen und grabenartige Einbrüche des Oberen Jura. Sie kommt v.a. bei Neuburg/Donau und Wellheim ("Neuburger Kieselkreide", "Neuburger Kieselerde") vor.

Ausbildung:

Überdeckungen bis einige Zehnermeter sind möglich. Es handelt sich um eine Tonfraktion, v.a. aus Quarz und Kaolinit.

Gewinnung:

- Schlammung wird praktiziert;
- Abbau mindestens seit dem 17. Jahrhundert, früher Untertagebau, heute Tagebau;
- derzeit einige größere Abbaue v.a. im Wald.

(006) Alm (Wiesenkalk, Wiesenkreide)

Verbreitung:

v.a. in Südbayern: Erdinger Moos, Würther Moos/ED, Dachauer Moos, Donaumoos, Donauried; früher auch im Mangfallbecken.

Ausbildung:

- großflächige Ausfällungen, oft als Einlagerungen in Moorböden,
- im Durchschnitt 2-3 m mächtig,
- krümeliges, lockeres Material.

Gewinnung:

Derzeit kein Abbau.

(007) Seekreide**Verbreitung und Ausbildung:**

Seekreide kommt an wenigen Stellen in Nordbayern als organische = "echte" Seekreide vor: bei Nordheim, Grettstatt und Windsheim. Sie ist in den Alpen und im Alpenvorland weit verbreitet (anorganische Seekreide): karbonatisch schluffige Sedimente v.a. im Raum Garmisch-Mittenwald.

Gewinnung:

Die nordbayerischen Vorkommen sind geringmächtig und von Faulschlammböden überdeckt und daher wirtschaftlich unbedeutend. Die südbayerischen Vorkommen wurden v.a. früher abgebaut, heute nur noch nördlich von Kaltenbrunn bei Garmisch (seit mehr als 350 Jahren in Betrieb).

1.3.3 Abbautechnik

Im privaten, kommunalen oder forstlichen "Extensivabbau" beschränkt sich der Technikeinsatz immer noch auf einfache Bagger, Schlepper-montierte Schürfvorrichtungen oder die Schaufel. Nennenswerte Verarbeitungsinfrastrukturen fallen nicht an, das Material wird i.d.R. sofort abtransportiert. Auch beim gewerblichen bzw. industriellen Sand-, Ton- und Lehmabbau wird häufig mit einfachen Baggern gearbeitet. Aufwendiger und komplexer ist dagegen die Förder- und Verarbeitungstechnik gewerblicher Kiesgruben.

Je nach Standort und Mächtigkeit werden beim **Naßabbau** verschiedene Geräte eingesetzt. Früher wurden vor allem einfache Bagger verwendet, heute kommen in den großen, gewerblich genutzten Gruben Spezialgeräte zum Einsatz: Schwimm-, Saug-, Schleppkübel-, Eimerketten-, Hydraulikbagger und Schrapper, Bandanlagen, Schnecken und Elevatoren. Die modernen Abbaugeräte erbringen Förderleistungen von $400 \text{ m}^3/\text{h}$. Dementsprechend hat sich auch die Abbauproduktivität je Arbeitskraft und Jahr von einigen 100 Tonnen um die Jahrhundertwende auf 15.000 Tonnen pro Jahr heutzutage erhöht. In letzter Zeit wird bei grundwassererfüllten Lagerstätten zunehmend mit flächenhafter Grundwasserabsenkung gearbeitet (u.U. mit negativen Auswirkungen auf umgebende Biotope verbunden), wodurch eine vollständige Ausbeute des Vorkommens im "Pseudo-Trockenabbau" ermöglicht wird. Dies ergibt bis zu 30 % höhere Erträge im Vergleich zum Naßabbau (vgl. BAUMER 1985, DINGETHAL et al. 1985).

Beim technisch einfacheren **Trockenabbau** werden i.d.R. auch heute noch einfache Bagger verwendet. Auf eine Kornsortierung an Ort und Stelle muß

meist mangels Wassers verzichtet werden. Gelegentlich sind mit diesen Abbauverfahren Waschanlagen in Flußnähe gekoppelt.

Nach DINGETHAL et al. (1985) wird im Landesdurchschnitt vom Gesamtabbau an Sand und Kies ungefähr ein Drittel unaufbereitet verkauft ("Grubensand" oder "-kies"). Die übrigen zwei Drittel werden - oft an zentraler Stelle für mehrere Gruben - aufbereitet. Mögliche Anlagen hierfür sind Sieb-, Wasch-, Brech- und Mahlanlagen. Das nicht verwertbare Material wird ausgeschlämmt und in Absetzbecken, Schlammteichen oder im bereits ausgebeuteten Teil der Grube (oft im Baggersee) abgelagert; fallweise findet es auch Verwendung bei der Rekultivierung bzw. Renaturierung.

Die Deponierung und Zwischenlagerung erfolgt z.B. in Holz-, Eisensilos und Betonbunkern. Grubenkies und Fertigprodukte werden meist auf Halde gelegt, um den Verkauf nicht durch Abbau- oder Verarbeitungsunregelmäßigkeiten zu verzögern. Oft sind unter den Vorratshalden Anzugsbänder unter Flur verlegt.

Großgewerbliche Abbaustellen enthalten darüber hinaus oft eine Lkw-Waage mit Waaghäuschen zur Unterbringung der Meß- und Ablesevorrichtungen, daneben Büroräume für die Verwaltung des Betriebes und Sozialräume für die Belegschaft.

Vereinzelt sind weiterverarbeitende Betriebe angegliedert: Mischanlagen für Transportbeton oder Bitukies, Beton- und Fertigteilwerke.

Bei der "Landesplanerischen Beurteilung" im Raumordnungsverfahren wird meist auch der Werkstandort für Neuanlagen festgelegt.

Für die Amortisierung stationärer Betriebseinrichtungen der Sand- und Kiesindustrie wird mit einer Mindestzeit von zehn Jahren gerechnet. Die landesplanerischen Zielvorstellungen sehen daher die Ausweisung langfristiger Abbaustellen vor.

1.3.4 Verwendung der abgebauten Materialien

Sand wurde schon ca. 100 Jahre v. Chr. dem Mörtel zugesetzt. Die Sandbeschaffenheit hat einen wesentlichen Einfluß auf die Qualität des Mörtels. Bevor man dies in jüngster Zeit erkannte, wurden so kurios anmutende Zusätze wie Strohhäcksel, Kälberhaare, Schweineborsten, Magermilch und Bier-"noagerl" daruntergemischt (siehe DINGETHAL et al. 1985: 262)*. **Sand** findet weiterhin in sehr unterschiedlichen Bereichen Verwendung: Kalksandsteinherstellung, Quarzsande zur Herstellung von Glas und dem Guß von Halbleitern für die Elektronikindustrie, Formsand zum Gießen für Maschinenteile, Filtersande zur Wasserreinigung, Streusand im Winter, Sandsäcke als Hochwasserschutz, Brems sand für Schienenfahrzeuge, Feuerlöschsand, Reinigung von

* Die Zugabe dieser Stoffe dürfte noch aus der Zeit der Lehmbauweise übernommen worden sein, wo sie der Erhöhung der Zugfestigkeit und der Verringerung der Schwundrisse dienten; möglicherweise waren bei den früher benützten Mörteln diese Zuschlagstoffe ebenfalls noch technisch sinnvoll.

Böden ("Stuben- und Scheuersand"), Tintenlöschsand, Spielsand in Sandkästen, Strahlsande.

Kies wurde bis ins 18. Jahrhundert vor allem zur Untergrundbefestigung verwendet, später auch beim Bau von Eisenbahnlinien. Heute hat er eine bedeutende Rolle beim Straßenbau, Hochbau und bei der Gestaltung von Freiflächen.

Ton findet v.a. Verwendung als grobkeramische Masse (Ziegelproduktion etc.). Je höher der Karbonatgehalt des Tons ist, desto weniger ist er allerdings für die Ziegelherstellung geeignet. Dieser Nachteil kann heute aber zum Großteil durch den Einsatz geeigneter Verfahren ausgeglichen werden, z.B. durch Feinwalzwerke, Vakuumpressen und gesteuerte Trocken- und Brennverfahren.

1.3.5 Mikro- und Lokalklima

Zumindest im mikroklimatischen Maßstab gesehen hat jede Grube ihr Eigenklima, welches sich aus den meso- und lokalklimatischen Vorgaben des Umfeldes und den speziellen Substrat-, Gestalt- und Bewuchseigenschaften der Abbaustelle ergibt. Mikro- oder lokalklimatisch differenzierend wirken zusätzlich (besonders größere) Grundwasseraufschlüsse. Stark vereinfacht lassen sich vor allem stark eingesenkte Trockenabbau als Wärmeinseln in der Landschaft charakterisieren (LNSH 1982), die gleichzeitig aber oft größere Saison- und Tagesschwankungen der Oberflächen- und oberflächennahen Temperatur als ihre Umgebung aufweisen (lokale kontinentale Klimatönung).

Mit wachsender Größe des Abbauareals wird jener kritische Punkt überschritten, wo die Grube merklich auch das Kleinklima der Nachbarschaft beeinflusst. Werden die in Abbaurahmenplänen ausgewiesenen, 80-500 ha großen Abbauschwerpunkte tatsächlich auch +/- gleichzeitig abgebaut, so müssen auch meteorologische Aspekte bei der Reliefgestaltung Berücksichtigung finden (DINGETHAL et al. 1985).

Wie kommen nun diese kleinst- und kleinklimatischen Einflüsse zustande?

Mit der Entstehung der Hohlform in der Landschaft und der Beseitigung der Vegetationsdecke und des Oberbodens verändern sich Strahlungshaushalt und Temperaturverhältnisse: Vor allem südexponierte Steilwände und Rohboden-Böschungen erwärmen sich tagsüber stärker als vegetationsbedeckte Flächen, weil die kühlende Wirkung der Transpiration entfällt und weil die hier stark ausgetrockneten, sehr porösen Substrate ein geringes Wärmeleitvermögen besitzen. Zu einer besonders starken Erwärmung der Abbausohle insbesondere kleiner, tief eingesenkter Gruben trägt die verminderte Windgeschwindigkeit bei. Dies reduziert auch die Evaporation der terrestrischen, aquatischen und amphibischen Oberflächen. Die geringe Wärmeleitfähigkeit offener terrestrischer Grubenflächen läßt diese auch stärker abkühlen als die Umgebung. Insbesondere die Pflanzen- und Tierwelt der Pionierstadien selektiert sich nicht zuletzt nach diesen besonderen Härten der Oberfläche und des oberflächennahen Wurzelrau-

mes. Die Dominanz klimastreßrobuster Gehölze an manchen trockenen Grubenböschungen (z.B. Sandbirke) bzw. die stark verzögerte Vegetations- und Gehölzbesiedlung erklärt sich auch hieraus.

In klaren "Strahlungs Nächten" bildet sich insbesondere in geräumigen, an Abhänge anschließenden Gruben ein "Kaltluftsee" aus, weil sich abfließende Kaltluft am tiefsten Punkt im Gelände sammelt. Diese stabile Luftschichtung (Temperaturzunahme mit der Höhe blockiert vertikalen Luftaustausch) löst sich nach Tagesanbruch nur langsam wieder auf. Somit sind vor allem Trockenabbau durch starke Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht gekennzeichnet. In Naßbaggerungen vermindert die Reflexion der Sonnenstrahlen auf der Wasseroberfläche eine stärkere Erwärmung.

Für die Umgebung ist der grubeneigene Kaltluftstau weniger relevant als für eine land- und forstwirtschaftliche oder anderweitige Folgenutzung nach Abbauende (z.B. Sportplätze, Gärten und Siedlungen in ehemaligen Gruben). Selbstverständlich betrifft dies abflußlose Wannens- und Kessel-Abbauförmungen viel mehr als hohlkehlenartige Hangabbau oder gering eingesenkte Flachgruben.

Feinkörnige Oberflächen (schluffiger Sand, Lehm bis Ton) trocknen dank der Kapillarwirkung viel schneller aus als vegetationsbedeckter (humoser) Boden. Grobes Material (Kies, Grobsand) mit geringer Saugkraft (hoher Luftanteil, Fehlen von Fein- und Mittelporen) verdunstet weniger und bleibt daher im Untergrund längere Zeit feucht. Niederschlagswasser wird außerhalb der grundwasserbeeinflussten Zone nur in geringem Maß im Oberboden gespeichert.

Auch der Anteil offener Wasserflächen beeinflusst die Luftfeuchteverhältnisse. Wasserflächen verdunsten mehr als unbewachsenes, grobkörniges Substrat in Trockenabbaustellen, aber weniger als dichte Vegetation auf feuchten bis nassen Standorten (insbesondere Röhrichte und hochstaudenreiche Weidengebüsche). Die latente (verborgene) Wärme von Wasserdampf, also die höhere Luftfeuchte bewachsener Flächen, bildet einen Temperaturpuffer, der vegetationsfreien Rohböden fehlt: Bei Abkühlung wird durch Kondensation des Wasserdampfs in der Luft Wärme frei, bei Verdunstung von Wasser wird Wärme verbraucht. Dieser Effekt macht sich v.a. im Bereich der größeren Baggerseen stark bemerkbar, wo die tages- und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen stark gedämpft werden (DINGETHAL et al. 1985: 76f; van EIMERN & HÄCKEL 1979).

Der Windangriff ist vor allem in der Grubenrandzone und auf exponierten Böschungen/ Abraumhaufen gegenüber der Umgebung erhöht, wenn ein randlicher Gehölzgürtel fehlt.

1.3.6 Limnologische, hydraulische und hydrologische Grundlagen (Naßbaggerungen)

In einer kurzen "Standortkunde" von Abbaustellen darf das aquatische Kompartiment mit seinen ganz eigenen Gesetzen nicht fehlen. In Ergänzung zu

Kap. 1.1.2.1 (S. 21) wird hier der Baggersee in seinen abiotischen Merkmalen und seinen hydrologisch-hydraulischen Umfeldbeziehungen gekennzeichnet.

Die Schaffung von Baggerseen ist eines der vielen Beispiele "für die Zerstörung der gegebenen natürlichen Ordnung einer Landschaft zum Zwecke des Aufbaues einer anderen zivilisationseigenen Ordnung" (SIEBECK 1980:4). Indessen muß es nicht bei der Zerstörung der bisherigen Ordnung bleiben. Wenngleich Baggerseen tiefgreifende Landschafts- und Grundwassereingriffe dokumentieren, können sie auch als Chance, nicht nur als Gestaltungshypothek, begriffen werden. Ihre Verfüllung mit diversem Abraum würde die landschaftsökologische Situation im Regelfall sicherlich nicht besser machen. So empfiehlt es sich, sie mit jener Sorgfalt zu behandeln, die einem neu entstandenen limnischen System mit seinen komplexen Entwicklungen gebührt, und wie sie - ganz selbstverständlich - auf die natürlichen Seen verwendet wird. "Das inzwischen umfangreiche Wissen über Kies- und Sandseen kann unter konsequenter Ausnutzung der technisch-gestalterischen Möglichkeiten genutzt werden, zusätzliche, teilweise neuartige limnologische Systeme naturnahen Charakters zu begründen und zu erhalten" (SIEBECK 1980:5). Das Landschaftselement "Baggersee" ist deshalb morphometrisch-limnologisch und hydrologisch in seinen Grundzügen zu analysieren.

1.3.6.1 Wieviele Naßbaggerungen gibt es ?

Allein die auf Karten 1:200.000 erkennbaren, also größeren, nach Abbauende folgegenutzten ehemaligen Naßbaggerungen umfaßten um 1980 in Bayern ca. 2500 ha (378 Baggerseen). Dies entspricht 4,37 % der gesamten "Seenfläche" Bayerns einschließlich der Fischteiche (LFW 1982). Das gesamtbayrische Wasservolumen der größeren und älteren Grundwasseraufschlüsse (ca. 116 hm³) liegt über demjenigen der entsprechenden künstlichen Teiche und Weiher (91 hm³; LFW 1982).

Die tatsächliche Baggerseenfläche liegt aber heute bedeutend höher. Einschließlich der statistisch unerfaßten kleinen Grundwasseraufschlüsse umfaßt sie vielleicht rund 6000 ha, also ca. 1/10 der gesamten "Stillwasserfläche" Bayerns. Regional ist der Abauseenanteil am Gesamtgewässeraufkommen bedeutend höher, manche Naturräume verfügen über nahezu keine anderen "Stillgewässer" (z.B. die Schotterstränge und -felder des Unteren Inntales, Isen-Sempt-Hügellandes, der Iller-Lech-Platten, das Untere Regnitztal, das Sulztal S Neumarkt). Allein zwischen Neu-Ulm und Leipheim waren bereits 1972 191 Grundwasserseen mit insgesamt 219 ha vorhanden (StMLU 1972). Das Obermaintal zwischen Bamberg und Lichtenfels wies 1984 46, insgesamt 1280 ha (20 % der Talfläche) umfassende Baggerseen auf (DÖBLER & ÖSER 1986). Die Gesamtzahl der wassergefüllten Abgrabungen Bayerns dürfte mehrere Tausend (allein im Donautal annähernd 1000 - vgl. OTTO 1992 und im Raum

Ingolstadt nach LANDAU 1981 im Jahre 1980 560 Baggerlöcher) betragen (natürliche Seen: ca. 200).

1.3.6.2 Das limnische System der Baggerseen

Baggerseen sind grundwasserdurchströmte, meist verlandungszonenarme und steil abgeböschte künstliche Gewässer, meist ohne Litoral, ohne oder mit relativ kleinem Hypolimnion, mit tropholytischer Zone (Wasserschicht, in der unter Sauerstoffverbrauch die aus dem Epilimnion absinkenden organischen Substanzen abgebaut werden). **Baggerweiher** sind ebensolche Gewässer, aber ohne tropholytische Zone im freien Wasser (vgl. SIEBECK 1980). Diese Kurzdefinition umgreift allerdings keineswegs die gesamte morphometrisch-limnologische Spannweite.

Das **thermische Verhalten** von Baggerseen kann echten Seen entsprechen (sommerliche Temperaturschichtung in Epi-, Meta- und Hypolimnion). Abweichungen ergeben sich aber vor allem bei weniger als 10 m tiefen Baggerungen, hier fehlt oft ein gleichmäßig kaltes Hypolimnion. Die thermische Sprungschicht liegt dann am Seeboden. Bei noch flacheren Seen wird die Schichtung durch Windanriff gestört. Die windbedingte Umwälzung setzt laufend Nährstoffe aus dem Sediment frei und spült sie nach oben (vgl. LUKOWICZ 1980). Die sommerlichen Wassertemperaturen können dann auch in der "Tiefe" bei über 10° C liegen. Durch laufende Baggerung entstehende Zirkulationsbewegungen hemmen oder unterbinden eine stabile sommerliche Temperaturschichtung. Bereits im ersten Jahr nach Baggerungsende tritt jedoch die Schichtung ein.

Auch eine starke Grundwasserdurchströmung in relativ flachen Seen unterdrückt tendenziell die Schichtung während der Sommerstagnation.

Die **trophische (= Ernährungs-, Nährstoff-) Situation** unterscheidet sich prinzipiell von gleich tiefen natürlichen Seen, weil

- im Regelfall eine viel höhere stoffliche Kommunikation mit einströmendem Grundwasser besteht,
- zumindest in jungen Naßbaggerungen die für natürliche Seen charakteristischen nährstoffreichen Austauschflächen und Nährstoffreservoirs (Verlandungszonen mit dichter Vegetation, Sedimente) weitgehend fehlen (SIEBECK 1980).

Deshalb können Baggerseen trotz ihrer Flachheit relativ lange im oligotrophen Stadium verbleiben

- falls die Nährstoffimporte des Grundwasserzustroms knapp sind. In den intensiv landwirtschaftlich genutzten, z.T. auch durch diffuses Siedlungsabwasser und rapide Niedermoorzehrung (= N-Freisetzung) belasteten Niederterrassenschottern sind hohe P-Inputs (im Münchner Norden nach SIEBECK 1980 zwischen 20 und 123 mg/l Grundwasser) und nicht unerhebliche NO₃-Einträge (bis über 10 mg/l; dito) zu gewärtigen, in intensiv genutzten, extrem sorptionsschwachen Tal- und Terrassensanden Nordbayerns sogar noch deutlich höhere Werte. PO₄-P ist auch in Baggerseen der die Primärproduktion begrenzende und für die Eutrophierung ent-

scheidende Nährstoff (SIEBECK 1980). So kommt es häufig schon wenige Jahre nach ihrer Entstehung zu **rasanten Eutrophierungsvorgängen**, noch bevor Ufervegetation und nennenswerte biogene Sedimente entstanden sind. Dies beschleunigt auch den Vorgang der Ufer- und Sohlenabdichtung und reduziert tendenziell die Grundwasserkommunikation. Gleichsinnig steigt die Bedeutung der **internen Düngung** für das Limnosystem (Nährstoffversorgung zunehmend aus dem eigenen Bodensediment). Leider ist diese Randbedingung in vielen Naßbaggerungsgebieten Bayerns nicht gegeben: Eutrophierte Baggerseen mit Sprungschicht zeigen im Tiefenwasser einen deutlichen sommerlichen **Sauerstoffschwund**, im Tiefenwasser sauerstoffreich sind sie nur ohne thermische Schichtung (SCHMITZ 1980). Das Tiefenwasser kann während der Sommermonate als Nährstoff-Falle fungieren (vgl. LUKOWICZ 1980).

In den ersten Jahren bis Jahrzehnten sind Baggerseen in relativ unbelasteten Grundwassergebieten nahrungsarm (oligotroph). Fehlt - wie in den meisten Fällen - ein ausgedehntes Hypolimnion mit ausreichenden Sauerstoffreserven, vollzieht sich die Alterung rascher als bei tiefen natürlichen Seen. Schon nach wenigen Jahrzehnten erfolgt der Übergang zum eutrophen Status (v. LUKOWICZ 1980). Indirekte Düngung aus angrenzenden Agrarflächen, vermehrt um atmosphärische Einträge, beschleunigt diesen Vorgang. Die Phytoplankton-Konzentration (pflanzliches Schweb) wächst rasch an, die Sichttiefe sinkt und Bodenschlamm sammelt sich an. Photosynthese und Respiration sowie oxydativer Abbau organischer Substanz bedingen starke Sauerstoff- und pH-Schwankungen.

Ein wichtiges produktionsökologisches Merkmal von Naßbaggerungen ist ein **interner Nährstoffverteilungsmechanismus**, den natürliche Gewässer so nicht kennen. In thermisch geschichteten Baggerseen verdrängt das zufließende kühlere Grundwasser meist das Seewasser vom Grund aus. Hypolimnion, Metalimnion und Epilimnion können daher trotz bestehender Temperaturschichtung trophisch ausgetauscht und mit Zufuhrstoffen versorgt werden (SIEBECK 1980). Der am Seeboden konzentrierte (nährstoffhaltige) Einstrom sichert auch während der Sommerstagnation durch seine Bewegung günstige Ernährungs- und Atmungsbedingungen. Da gleichzeitig meist günstige Strahlungsverhältnisse herrschen, kann sich in vielen Baggerseen eine sehr üppige Bodenvegetation (bei Moosinning/ED, im Feldmochinger und Echinger See bis über 80 % Characeen-Bedeckung) entwickeln.

1.3.6.3 Das Wechselwirkungssystem Baggersee - Grundwasser

Baggerseen sind gewissermaßen eine Zone besonders guter Durchlässigkeit im Grundwasserleiter, falls sie gut mit dem umgebenden Grundwasser kommunizieren, was aber in aller Regel der Fall ist. Die Horizontalstellung der Seefläche führt in bezug auf geneigte Grundwasseroberflächen zu hydraulischen Veränderungen im Umkreis des Grundwas-

seraufschlusses (WROBEL 1980). Die durch den Baggersee hindurch verlängerte Grundwassergefällsline geht durch die Seemitte. Im Oberstrom der Naßbaggerung entsteht eine Absenkung der ehemaligen Grundwasserstände, unterstromig eine Aufhöhung (vgl. auch Abb. 1/17, S. 90). Allmähliche Abdichtung der Seeböschungen und Seesohle durch Schwebstoffeinschlammung, Algen, Seekreideausfällung usw. ändert diesen Effekt: Oberstromig reduziert sich die Absenkung, unterstromig nimmt die Anhebung zwar zu, deren Reichweite aber ab. Der Schnittpunkt zwischen Seespiegel und ursprünglicher Grundwasseroberfläche verschiebt sich zum oberstromigen Grundwasser hin. Im Falle des über 50 Jahre alten, 8 m tiefen und 14 ha großen Fasanerie-Sees im Münchner Norden hat diese Kippungsline bereits das oberstromige Ufer erreicht (WROBEL 1980). Der Fasanerie-Seespiegel ist während der Dauer seines Bestehens um mindestens 0,8 m angestiegen. Das See-Einzugsgebiet verringerte sich dadurch, und der Durchfluß reduzierte sich von 120 l/s auf 40 l/s.

Der Wasseraustausch im See vollzog sich vor Jahrzehnten in 70 Tagen, heute in mehr als 220 Tagen. Dies verändert natürlich den **Wärmehaushalt**: Wegen der verzögerten Wassererneuerung steigt die Wassertemperatur im Sommer bis über 24° an, im Winter sinkt sie bis fast 0° ab (Aufweitung der Temperaturamplitude).

Dies beeinflusst natürlich auch den Temperaturgang des abströmenden Grundwassers: Über 400 m Fließlänge schwanken die Grundwassertemperaturen recht deutlich, 320 m unterstromig des Sees zwischen 5° und 18°, wenige m hinter dem Seeufer sogar zwischen 2,5° und 21° (unbeeinflusstes Grundwasser: 8° - 12°!). Erst nach 1200 m haben sich die Grundwassertemperaturen wieder dem natürlichen Schwankungsbereich angeglichen.

Die Grundwasserbeeinflussung eines Baggersees ist auch stark von dessen **Umrißform** abhängig. In Simulationsmodellen läßt sich schön zeigen, daß rechteckige, quer zur Grundwasserfließrichtung liegende, gut abgedichtete Baggerseen die oberstromigen seenahen Grundwasserstände sogar über das ursprüngliche Niveau ansteigen lassen, unterstromig kommt es zu einer Erniedrigung; der See wirkt wie eine **"Spundwand im Grundwasserstrom"** (KOHM 1980).

Anders dagegen, wenn langgestreckte Baggerseen in der Grundwasserfließrichtung angeordnet sind. Bei noch unabgedichteten Wasser/Land-Grenzflächen ergeben sich im Nahbereich starke Grundwasserumlenkungen: Die Potential-Linien laufen im oberen Bereich zum See, im unteren aus dem See heraus.

Im abgedichteten Zustand gleichen sich dagegen die Seewasserstände den ursprünglichen Grundwasserständen an. Ein 100 m breiter und 1000 m langer Baggersee, dessen Längsachse in Grundwasserfließrichtung liegt, senkt in hochdurchlässigen Niederterrassenschottern das oberstromige Grundwasser um 1,5 m ab, die Reichweite der Absenkung

beträgt 320 m, der Durchfluß etwa 110 l/s. "Drehte" man diesen See um 90° (also quer zur Fließrichtung), so verringerte sich die maximale Grundwasserabsenkung auf 0,15 m, die Reichweite auf 50 m, der Durchfluß erhöhte sich dagegen auf 165 l/s (WROBEL 1980).

HERTKORN-OBST (1980) zeigte in Tracer-Versuchen (mit NaCl), daß die Baggerseen-Ufer im allgemeinen höhere Durchlässigkeiten und Infiltrationsraten aufweisen als die Seesohlen.

1.3.6.4 Wechselwirkungen im Chemismus

Bei der Passage durch einen Baggersee erfährt das Grundwasser aber auch chemische und physikalische Veränderungen. Die Qualität des zuströmenden Grundwassers ist von großer Bedeutung für die biochemischen See-Prozesse, die wiederum den unterstromigen Grundwasser-Chemismus beeinflussen. Dies stellte WROBEL (1980) wiederum am Beispiel des Fasanerie-Sees nördlich Münchens dar:

Der Grundwasserzustrom dieses alten Baggersees ist nährstoffreich (Phosphatgehalte bis weit über 1 mg/l). Im See kommt es zu einem intensiven Algenwachstum (desgleichen im etwa gleich alten Feldkirchener See östlich Münchens). O₂-Übersättigung, verstärkte biogene Entkalkung im Epilimnion (und damit Absatz von Seekreide) und O₂-Mangel im Hypolimnion ist die Folge.

Die chemische Beeinflussung des unterstromigen Grundwassers ist am Beispiel der Leitfähigkeit bereits bis über 700 m Entfernung nachzuweisen (hier noch um 100 Mikrosiemens/cm verringert). Einerseits treten im Epilimnion alter Baggerseen Sauerstoff-Übersättigungen bis über 200 % auf, andererseits können im unterstromigen Grundwasser O₂-Depressionen beobachtet werden. Dies rührt z.T. von Reduktionsvorgängen bei der Passage durch den Uferschlamm her. Auch freie Kohlensäure, Calcium - und Nitrat (siehe unten)! - können unterstromig deutlich reduziert sein, Nitrit dagegen angereichert.

Im Oberstrom des Fasanerie-Sees wurde ein Silikatgehalt um 6 mg/l gemessen, der sich durch Einbau in Kieselalgen-(Diatomeen-)Schalen im See auf 0,27 mg/l verminderte.

Ähnliche **Retentionseffekte** sind bei wichtigen Eutrophierungsfaktoren (P, NO₃) nachzuweisen. Der Fasanerie-See hielt im Untersuchungsjahr 1977 bei einer oberstromigen Phosphatfracht von 0,72 mg/l und einem mittleren Seedurchfluß von 40 l/s täglich etwa 2,5 kg und übers Jahr nahezu 1 t Phosphat zurück und entlastete dadurch den Abstrom. Nach WROBEL (1980) führt die Grundwasserpassage durch einen eutrophierten (gealterten) Baggersee zu einer Enthärtung des Wassers, zu einem pH-Anstieg, einer Verminderung von Nitrat, Eisen, Phosphat, Silikat, z.T. auch Sulfat, aber auch des freien Sauerstoffes.

Von derartigen Stofffracht-Veränderungen im Unterstrom eines Baggersees können natürlich auch

weitere unterwärts folgende Naßbaggerungen betroffen sein.

BANOUB (1980) bringt die relative Entmineralisierung von Baggerseen mit der Grundwasserfreilegung und Belüftung (Verlust von freier Kohlensäure und Karbonaten bereits während des Ausbaggerns) in Zusammenhang. Die Zunahme an organischen Substanzen im Grundwasseraufschluß erfolgt hauptsächlich durch die Entwicklung einer Photosynthese-aktiven Lebensgemeinschaft. Aufgrund dieser Vorgänge unterscheidet sich das geöffnete Grundwasser alsbald von dem überdeckten.

Die Durchflußrate ist zwischen völlig abgedichteten (meist älteren), frisch ausgehobenen und an Flüsse angeschlossenen Naßbaggerungen sehr unterschiedlich. Charakteristisch ist der grundwasserbedingte Wasseraustausch auch während der Sommerstagnation (stabile Temperaturschichtung). Dieser Wasseraustausch nähert sich der rechnerischen Wassernerneuerungszeit (Wasservolumen/Zustrom) um so mehr, je größer der Wasseranteil ist, der den Grundwassersee oberflächlich oder epilimnisch verläßt. Dieses Austauschsystem verteilt auch während der Sommerstagnation die importierten Nährstoffe über alle Wasserschichten.

1.4 Pflanzenwelt

Die pflanzlichen Lebensgemeinschaften der überwiegend sehr jungen Abbaustellen sind stets Phasen rasch ablaufender Sukzessionen und nicht - wie in "Altbiotopen" - relativ gefestigte, synsystematisch oft allgemeingültig faßbare Vegetationseinheiten. Ein pflanzensoziologischer Klassifizierungsversuch allein würde dem hochdynamischen Charakter der Vegetationsentwicklung auf technogenen Pionierstandorten nicht gerecht. Vorzuschalten ist eine Darstellung pflanzenökologischer Grundlagen, insbesondere der kennzeichnenden pflanzlichen Besiedelungs- und Etablierungsstrategien (Kap. 1.4.1), die in Zusammenhang mit den unterschiedlichen standortökologischen Voraussetzungen (vgl. Kap. 1.3, S. 31) das Sukzessionsgeschehen und die charakteristischen Sukzessionsabfolgen bestimmen. Erst dann ist eine Differenzierung in Vegetationsformen, gegliedert nach den einzelnen Strukturelementen und naturräumlichen Abbaustellentypen, sinnvoll (Kap. 1.4.2, "Vegetation" S. 46). Das Spektrum der Pflanzengemeinschaften kann nur umrißartig gekennzeichnet werden, weil die für Gruben typische Vielfalt unterschiedlicher syndynamischer Zustände und Artkonfigurationen kaum klassifizier- und beschreibbar ist (vgl. OTTO 1992).

Kap. 1.4.1 und 1.4.2 umspannen die synökologisch-vegetationskundliche Betrachtungsebene. Ebenso wichtig und dem Grundcharakter dieser "in statu nascendi"-Ökosysteme angemessen ist der floristische Aspekt (Kap. 1.4.3, S. 50). Die Kenntnis der Biologie heute nahezu grubenspezifischer Schlüsselarten des Naturschutzes ist für das Management bestimmter Abbaufolge-Biotopie eine unabdingbare Voraussetzung.

1.4.1 Der pflanzliche Besiedlungsprozeß von Abbaustellen, den Arteneintrag bestimmende Faktoren

Mit dem Entfernen des Oberbodens wird bei der Einrichtung einer Grube das Diasporenpotential* praktisch vollständig beseitigt. Lediglich von regenerationsfähigen Pflanzenarten mit sehr weitverzweigtem und tiefreichendem Wurzelsystem können austriebsfähige Bruchstücke (z.B. Rhizome) im Substrat von Abraumhalden o. dgl. verbleiben. Die Vegetationsentwicklung verläuft fast ausschließlich allochthon, d.h. von der Umgebung bestimmt.

Abbaustellen fungieren als Samenfallen. Mit ihrer Vielfalt unterschiedlicher Substrat-, Feuchte- und Relieftypen können komplexe Abbaureale als Sammeltopf den Samenregen aus der Nähe und aus der Ferne auffangen.

Pflanzliche Verbreitungsorgane werden von den Transportmedien Wind, Oberflächenwasser, Tiere, Fahrzeuge, Abraum und Menschen den verschiedenen Abbaustandorten zugeführt und keimen dort im Falle passender Keimbedingungen. Ausgekeimte Pflanzen versuchen sich entsprechend der artspezifischen Strategien auf dem Sekundärstandort auszubreiten. Den Etablierungsprozeß begrenzen oder unterdrücken konkurrierende Arten oder auch autökologisch ungeeignete Wuchsbedingungen (z.B. Wassermangel).

Die pflanzliche Besiedlung der neugeschaffenen Rohböden gliedert sich in vier Etappen:

- Diasporen-Eintrag, Akkumulation genetischer Information;
- Keimung;
- Etablierung, durch arteigene Strategien bestimmte Populationserweiterung im Abbaugbiet;
- Einnischung bzw. Einregelung von Einzelartenpopulationen unter dem Konkurrenzdruck anderer Arten, Herausbildung soziologisch und physiognomisch unterscheidbarer Vegetationsbestände.

Der artenaufnahmebereite Rohbodenstandort oder Baggersee liegt in einem "Induktionsfeld" aus samenspendenden Populationen der näheren und weiteren Umgebung (vgl. LPK-Band I.1, Kap. 6.7). Die Dichte ("Feldstärke") und Artenvielfalt des "Samenregens" und -reservoirs einer Abgrabung resultieren wesentlich aus den im folgenden skizzierten Faktoren.

Samenproduktion der Umgebungsvegetation

Aus umgebenden dichten Fichtenforsten oder wildkrautarm bewirtschafteten Äckern erhält eine Grube weniger Sameneinträge und -arten als aus Ackerbrachen oder sehr stark fruktifizierenden Vorwäldern und Gebüsch (z.B. Birken, Weiden). Unmittelbar angrenzende Vegetationsformen bestimmen den Diasporenniederschlag viel stärker als entfernt lie-

gende. Allerdings schieben sich Arten mit weitflugfähigen Samen relativ in den Vordergrund, wenn der Samendruck aus der Umgebung geringer ausfällt. Das "Diasporen-Menü" einer Abgrabung spiegelt also die Nachbarschaft anderer Lebensräume wider. Sind darunter Mangelbiotope mit Erweiterungsbedarf, sollte die Etablierung von Arten dieser Biotoptypen durch geeignete Grubengestaltung gezielt begünstigt werden.

Artspezifische Verbreitungsstrategien

Pflanzen überwinden Entfernungen hauptsächlich im Keimzustand mit Hilfe verschiedener Verbreitungsagentien, nach denen sie mit MÜLLER-SCHNEIDER (1983) unterschiedlichen Verbreitungsstrategien zugeordnet werden können. Diese Strategien bestimmen sowohl den Genfluß in die Grube als auch die Ausbreitung innerhalb der Abbaustelle.

Grob geordnet nach der abnehmenden Bedeutung für das Artenspektrum in Abgrabungsbiotopen, spielen dabei folgende Strategietypen eine maßgebliche Rolle:

Windwanderer (= Anemochore)

Solche Arten beherrschen den Diasporeneintrag und den -vorrat vor allem trockener Grubenbereiche. Nach einer Untersuchung von MÖLLER (1949) setzt sich die Vegetation einer Kiesgrube vier Jahre nach ihrer Entstehung zu mehr als Dreiviertel aus windverbreiteten Arten zusammen. Wichtige ausbreitungssteuernde Faktoren sind dabei die Hauptwindrichtung (meist SW bis NW) und die Luftfeuchtigkeit (Trockenheit erhöht die Transportreichweite).

Im Ferntransport in das Abbaugbiet hinein spielen kleinsamige "Ballonflieger" (Cystometerochoren; z.B. die Orchideen Sumpfstendelwurz *Epipactis palustris*, Mückenhändelwurz *Gymnadenia conopsea* und Helmknabenkraut *Orchis militaris*), "Haarschirmflieger" (Trichometerochoren; viele Korbblütler, darunter z.B. die "Kiesgrubenkennarten" *Tolpis staticifolia* und *Hieracium piloselloides*, Weiden, Pappeln, Tamariske) und "Flügelflieger" (Pterometerochoren; v.a. die Weitflieger Birke und Erle, mit meist geringerer Reichweite auch Ahorne, Esche, Kiefer, Fichte) die Hauptrolle.

Im grubeneigenen Samentransport machen sich zusätzlich bemerkbar: "Bodenläufer" mit walzen- oder kugelförmigen Verbreitungseinheiten (z.B. Wundklee *Anthyllis vulneraria*, Feldmannstreu *Eryngium campestre*) und Windstreuer (Boleochoren; viele Nelken-, Mohn- und Primelgewächse; Braunwurz-, Glockenblumengewächse und manche Korbblütler). Außerordentliche Windstärken, Böen und Windhosen können auch schwerere, im Normalfall kaum ferntransportierte Diasporen aus Umgebungsbiotopen heranbefördern.

* Gesamtheit der Verbreitungsorgane

Tierwanderer (= Zoochore)

Am Gefieder, Fell oder Schnabel haftende Diasporen werden durch Tiere eingeschleppt (Epizoochorie): Gräser und Grasartige, z.B. Flutender Schwaden *Glyceria fluitans*, Aufrechte Trespe *Bromus erectus*, Binsen-Arten *Juncus* spec.; Kleines Tausendgüldenkraut *Centaureum pulchellum*, Fingersteinbrech *Saxifraga tridactylites*, Schneckenklee-Arten *Medicago* spec. Auch die Mehrzahl der sich in Naßbaggerungen etablierenden Wasserpflanzen gelangen primär durch den Transport über Wasservögel in die Baggerseen bzw. -weiher, z.B. Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*), Laichkraut-Arten (*Potamogeton* spec.), Tausendblatt (*Myriophyllum*)-Arten.

Von Vögeln oder Kleinsäugetern gezielt als Nahrungsvorrat eingetragen werden z.B. Birken-, Erlen-, Distel- und Brennesselsamen, meist jedoch erst in einem fortgeschrittenerem Sukzessionsstadium, wenn Abbaugruben diesen Tierarten zusagende Habitatstrukturen bieten. Über den Verdauungstrakt vor allem von Vögeln ausgeschieden werden (samenhaltige) Beerenfrüchte von Sträuchern, Klee- und Wegericharten.

Bei fortgesetzter Abbautätigkeit gelangen z.B. durch Anhaften im Reifenprofil der Abbaugeräte eutraphente Ruderalarten (Siedlungs- und Kulturbegleiter), darunter häufig auch Neophyten* (z.B. Drüsiges Springkraut *Impatiens glandulifera*, Topinambur) in die Gruben, welche vor allem auf feinerdehaltigen Abraumhalden geeignete Lebensbedingungen vorfinden (durch den Menschen begünstigte Verbreitung = Hemerochorie).

In größeren Naßbaggerungen ist vor allem eine vegetative Verbreitung von Wasserpflanzen zu beobachten, indem abgerissene Sproßteile vom Wind über die Wasseroberfläche getrieben werden und sich an geeigneten Stellen, meist in Ufernähe am Gewässergrund, bewurzeln.

Einige primär durch den Wind oder über Tiere eingetragene Pflanzenarten vermögen sich auf den noch weitgehend offenen Rohböden über Ausläufer flächig auszubreiten. Besonders rasch überziehen Stolonenbildner wechselfeuchte, feinerdehaltige Böden (z.B. Weißstraußgras *Agrostis stolonifera*, Kriechendes Fingerkraut *Potentilla reptans*, Wasserminze *Mentha aquatica*). Mit meist höherer Artenzahl stellen sich ausläuferbildende Rhizomgeophyten ein, welche auf geeigneten Standorten innerhalb weniger Jahre flächenhafte, artenarme Dominanzbestände (= Polykormone) bilden (z.B. Schilf *Phragmites australis*, Rohrglanzgras *Phalaris arundinacea*, Landreitgras *Calamagrostis epigejos*, Huf-lattich *Tussilago farfara*, Ackerdistel *Cirsium arvense*).

Schließlich werden im Zuge von Rekultivierungsmaßnahmen viele Ufer von Baggerseen und viele

Grubenböschungen mit Schilf bzw. Gehölzen bepflanzt (OTTO 1992).

1.4.2 Vegetation

Noch mehr als für naturnahe Wälder, Ackerökosysteme und offene Halbkulturbiotope gilt für größere Abgrabungsflächen: Jedes einzelne Flächenobjekt verkörpert eine nur hier auftretende Pflanzenartenkombination. Jedes Grubenareal reflektiert ein individuelles Einflußfeld aus pflanzenökologisch wirksamen Umland- und Standortbedingungen, welche identische Artenspektren in anderen Abbaurealen sogar im selben Naturraum nahezu ausschließen.

Dennoch treten sinnvoll typisierbare, auch anderswo wiedererkennbare "Pflanzengemeinschaften", in alten Gruben sogar syntaxonomisch einordnungsfähige "Pflanzengesellschaften" auf. Deren Vorkommen und Ausprägungen sind an bestimmte Strukturelemente (Schlammkegel, Tümpel, Wände usw.) und Entwicklungsalterstufen gebunden. Da der sukzessive autogene Artenumbau mit fortschreitender Sukzession langsamer wird, ist die Antreffwahrscheinlichkeit für "lehrbuchmäßige" Vegetationseinheiten in lange Zeit sich selbst überlassenen Abbaubereichen natürlich viel höher als in jüngeren Gruben oder an immer wieder angegriffenen (gestörten) Stellen. Freilich können Gesellschaften mit hohem Anteil an Annuellen und Ruderalstrategen (im Sinne von GRIME 1979) auch schon in jüngeren Pionierfluren auftreten (z.B. Silbergrasfluren, Ackerwildkrautfluren an Grubenrändern, artenarme *Sphagnum recurvum*-Gesellschaften auf nassen Abbausohlen von Sandgruben).

Die Frage der "typischen" Ausprägung von Pflanzengesellschaften in Abgrabungsbereichen ist von erheblicher naturschutzstrategischer Bedeutung, nämlich mit Blick auf die Aufrechenbarkeit sekundärer Grubenbiotope gegen die Zerstörung grubenexterner Vegetation (Eingriffsregelung). Manche im Zuge des Verkehrsausbaus entstandene Abbaufäche wurde wiederverfüllt, ohne zu ahnen, daß deren unbeeinflusste Sukzession u.U. wertvollere Ersatzvegetation gezeitigt hätte als die verfahrenseigenen Ersatzbiotope.

Folgender Überblick über Abbaustellen-besiedelnde Pflanzengemeinschaften orientiert sich an den in [Kap. 1.1.1](#) (S. 15) und [Kap. 1.1.2](#) (S. 21) beschriebenen Grubentypen bzw. Strukturelementen. Die Bezeichnungen der Vegetationsgesellschaften richten sich nach OBERDORFER (1978 und 1983).

1.4.2.1 Allgemein in Abbaugruben verbreitete Vegetation

Als "gestörte Flächen" enthalten wohl alle Abbaustellen mehr oder weniger große Bereiche mit **Ruderalvegetation** (Pflanzenbestände auf Rohbodenstandorten). Je nach Entwicklungsdauer, Nährstoff-

* Seit der Entdeckung der "Neuen Welt" ab dem 16. Jahrhundert in Mitteleuropa heimisch gewordene Pflanzenarten

versorgung und Feinkornanteil im Boden reicht das Spektrum von kurzlebigen Pioniergesellschaften bis zu ausdauernden, meso-eutraphenten Ruderalgesellschaften. Folgenden Ruderalgesellschaften angenäherte Bestände sind auf grundwasserunbeeinflussten Rohböden in Gruben weit verbreitet:

- **Getreide-Unkrautgesellschaften** (SECALINETEA), hauptsächlich vertreten durch den Verband CAUCALIDION LAPPULAE (Haftdolden-Gesellschaften), auf lockeren, feinerdehaltigen, +/- humosen Böden.
Charakteristische Pflanzenarten: *Papaver rhoeas*, *Papaver dubium*, *Melandrium album*, *Matricaria chamomilla*, *Euphorbia helioscopia*.
- **Ein- und zweijährige Hackunkraut-Gesellschaften** (CHENOPODIETEA), vor allem kurzlebende Wegrauken-Gesellschaften (SISYMBRIETALIA), auf nährstoffreichen, humosen Abraumhaufen, Oberbodenablagerungen u. dgl..
Charakteristische Pflanzenarten: *Chenopodium album*, *Sisymbrium officinale*, *Arctium lappa*, *Sonchus asper*, *Sinapis arvensis*.

Auf stickstoff- und feinerdereichem Substrat (z.B. Abraumhaufen) stellen sich nach mehrjähriger Entwicklungsdauer in der Regel ausdauernde Ruderalgesellschaften (ARTEMISIETEA) ein:

- Mastige **Brennessel-Giersch-Bestände** des Verbands AEGOPODION, vor allem auf frischen bis feuchten Standorten.
- Gesellschaften der Ordnung ONOPORDETALIA, vor allem auf mäßig trockenen, skelettreicheren Standorten, am häufigsten vertreten mit **Rainfarn-Beifuß-Gestrüppen** (TANACETO-ARTEMISIETUM).
Charakteristische Pflanzenarten: *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare*, *Melilotus officinalis*, *Cirsium arvense*, *Pastinaca sativa*.

Auf +/- wechselfeuchten Rohböden breiten sich in der Regel **Flutrasen** (AGROSTIETEA STOLONIFERAEE) aus, dabei überwiegen meist Kennarten der **Fingerkraut-Queckenrasen** (AGROPYRO-RUMICION). Charakteristische Pflanzenarten: *Potentilla reptans*, *Potentilla anserina*, *Agropyron repens*, *Mentha longifolia*.

Auf kiesigen, im Untergrund wasserzügigen Böschungen breiten sich häufig lückige **Huflattich-Bestände** (POO-TUSSILAGINETUM) aus.

Von der Befahrung durch Abbaugeräte stärker verdichtete, feinerdereiche Flächen werden am häufigsten von **lückigen Trittrasen-Gesellschaften** (PLANTAGINETEA) besiedelt. Charakteristische Pflanzenarten: *Plantago major*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Odontites vulgaris*.

Schließlich fehlen wenigstens fragmentarische Ausbildungen von **Wirtschaftsgrünland-Gesellschaften** (MOLINIO-ARRHENATHERETEA) in kaum einer Abbaugrube. Charakteristische Pflanzenarten: *Arrhenatherum elatius*, *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Galium mollugo*, *Plantago lanceolata*.

1.4.2.2 Wasser- und Ufervegetation in Terrassengruben

Bei diesem Grubentyp nehmen Pflanzengemeinschaften von Feuchtlebensräumen eine zentrale Stellung ein. Flachuferbereiche werden in der Wasserwechselzone am häufigsten von artenarmen **Röhrichten bzw. Großseggenriedern** (PHRAGMITETEA) eingenommen (zur Zonierung der Röhrichtvegetation vgl. Abb. 1/12, S. 48):

- Rohrkolben-Röhricht (TYPHETUM LATIFOLIAE): meist gruppenartig angesiedelte, artenarme Pioniergemeinschaft auf schlammigem Untergrund, entwickelt sich in 1-3 Jahren (vgl. FRANZ 1989);
- Rohrglanzgras-Röhricht (PHALARIDETUM ARUNDINACEAE): im amphibischen, z.T. auch terrestrischen Uferbereich eutropher Gewässer;
- Schilf-Röhricht (PHRAGMITION): allgemein verbreitet, oft ausgedehnte Bestände bildend; geschlossene Bestände entwickeln sich in 3-10 Jahren (vgl. FRANZ 1989);
- Großseggenrieder (MAGNOCARICION): Fortgeschrittenes Sukzessionsstadium einer Ufervegetation; am häufigsten dominiert von Sumpfschilf (*Carex acutiformis*) oder Steifer Segge (*Carex elata*);
 - Schnabelseggenried (CARICETUM ROSTRATAE) im Uferbereich eher basenarmer, mesotropher Gewässer, vor allem im Alpenvorland;
 - oberhalb der Hochwasserlinie auf Kiesstandorten zerstreut fragmentarische Ausbildungen von MOLINIETALIA-Gesellschaften (kleinräumig vor allem im Alpenvorland Pfeifengraswiesen-artige Bestände (MOLINION), meist im Übergang zu Hochstaudenfluren (FILIPENDULION).

Nur regional vorzufinden (im Uferbereich mancher Naßabbaue im Donautal nachgewiesen) sind folgende, als gefährdet eingestufte Vegetationsbestände:

- Meersimsen-Röhricht (BOLBOSCHOENETUM MARITIMI)
- Röhricht der Graugrünen Seebirse (*Schoenoplectus tabernaemontani*)
- Schneidbinsen-Röhricht (CLADIETUM MARISCI, vor allem im östlichen Donaumoos).

Seltener siedeln sich auf feinkornhaltigem Substrat, welches die meiste Zeit des Jahres wasserbedeckt ist, kurzlebige **Zwergbinsen-Gesellschaften** (ISOETO-NANOCYPERETEA) an.

Charakteristische Pflanzenarten des Verbands NANOCYPERION: *Juncus bufonius*, *Isolepis setacea*, *Juncus articulatus*, *Centaureum pulchellum*.

Sehr selten zu beobachten, aber dennoch erwähnenswert, ist die sekundäre Entwicklung von **Kalkflachmoor- (Fragment-) Gesellschaften** (TOFIELDIETALIA) im Uferbereich naßgebaggerter Kiesgruben. Solche Pflanzenbestände liegen stets in enger Nachbarschaft zu entsprechendem Artenpotential (z.B. zu im vorigen Jahrhundert entstandenen Bahngruben). Charakteristische Pflanzenarten: *Ca-*

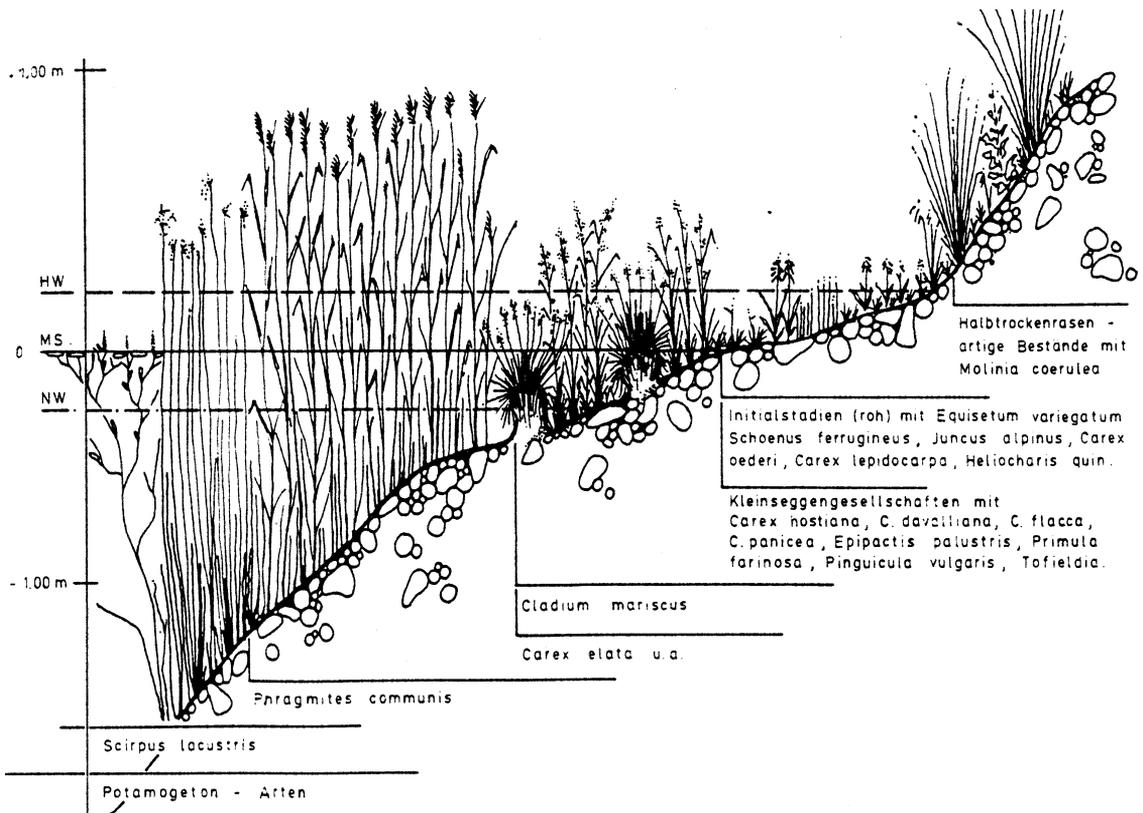


Abbildung 1/12

Vegetationszonierung am Ufer einer Naßbaggerung auf reinem Kies bei Oberstimm/PAF (aus JÜRGING & KAULE 1977: 31)

rex oederi, *Schoenus ferrugineus*, *Carex hostiana*, *Epipactis palustris*, *Primula farinosa*, *Pinguicula vulgaris*, *Tofieldia calyculata*.

Zwei bekannte Vorkommen von Kalkflachmoor-Vegetation in Abbaustellen liegen im östlichen Donaumoo (JÜRGING & KAULE 1977). Die Zonierung der Ufervegetation der Kiesgrube bei Oberstimm/PAF illustriert Abb. 1/12 (S. 48). Gelegentlich als schmaler Spülsaum-Streifen an Kies-Baggerweihern anzutreffen ist eine Bunt-Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*)- Gesellschaft (z.B. im Raum Seeshaupt und bei Fürstenfeldbruck).

Relativ weit verbreitet, aber meist nur kleinflächig ausgebildet auf nährstoffreichen Schlammfluren sind einjährige **Zweizahn-Gesellschaften** (BIDENTETEA). Charakteristische Pflanzenarten: *Bidens tripartita*, *Rorippa palustris*, *Alopecurus aequalis*, *Rumex maritimus*; auf lehmig-kiesigen Rohböden auch Barbarakrautfluren (*Barbarea vulgaris*- Ges.).

Im dauernd wasserbedeckten Bereich perennierender Stillgewässer können sich nach Abbauende **Wasserpflanzen-Gesellschaften** (POTAMOGETONETEA PECTINATI) entwickeln.

Auf einigermaßen klare Stillgewässer beschränkt sind Unterwasserrasen:

- **Armleuchteralgen**, (Characeen-) **Unterwasserrasen**, vergleichsweise seltene Pioniergesellschaft am Grund flacher- mäßig tiefer Kieswei-

her, z.B. in der nördlichen Münchener Schotterebene; stellt sich oft schon vor Abbauende ein; Als seltene Characeen- Gesellschaft sei erwähnt die Meer-Nixenkraut-Gesellschaft (POTAMOGETONETO-NAJADETUM MARITIMAE) in einer Kiesgrube nahe der Salzachmündung/AÖ (WALENTOWSKI et al. 1991).

- **Laichkraut-Gesellschaften** (POTAMOGETON PECTINATI) mit der vergleichsweise verbreiteten Assoziation MYRIOPHYLLO-NUPHARETUM.

Charakteristische Pflanzenarten: *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton pusillus*, *Zannichellia palustris*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*.

Mit fortschreitender Sukzession oder infolge einer Initialpflanzung entwickeln sich auf +/- grundwasserbeeinflussten Rohböden in Kiesgruben häufig ausgedehnte **Weidengebüsche** (SALICETEA PURPUREAE), vor allem aus *Salix purpurea*, *S. alba*, *S. nigricans*, *S. elaeagnos*, *S. cinerea*, *S. viminalis* u.a. (vgl. OTTO 1992: 33ff).

1.4.2.3 Terrestrische Vegetation von Terrassen-, Moränen- und Kleinkiesgruben

Neben den bereits in Kap. 1.4.2.1 (S. 46) genannten, allgemein verbreiteten Vegetationstypen können sich auf dem vorwiegend kalk- und basenreichen

Substrat vorzugsweise folgende Pflanzengesellschaften einstellen:

Trocken- und Halbtrockenrasen (FESTUCO-BROMETEA), insbesondere durch die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*) oder Fiederzwenke (*Brachypodium pinnatum*) gekennzeichnete, dem **MESOBROMETUM** zuordenbare Bestände; teilweise gesellen sich in flußnah gelegenen Gruben Pflanzenarten benachbart gelegener Schneeheide-Kiefernwälder (ERICOPINETEA) bei, wobei gelegentlich auch Ansätze alpiner Schwemmlingsfluren vorzufinden sind.

Für Grubenausbildungen charakteristische Pflanzenarten: *Koeleria pyramidata*, *Prunella grandiflora*, *Buphthalmum salicifolium* (nur Südbayern bis zur Donau), *Trifolium montanum*, *Thymus praecox*, *Abietinella abietina* u.a.; häufig auch Wechselfeuchtezeiger, wie z.B. *Carex flacca*, *Linum catharticum*, *Tetragonolobus maritimus* (vgl. Kap. 2.2.2.1).

Auf sehr trockenem Grobkies können sich sogar **Erdschuppen-Trockenrasen** des Verbands XEROBROMION mit kleinwüchsigen Pflanzenarten, wie z.B. *Globularia punctata*, *Teucrium montanum*, *Carex humilis*, *Pulsatilla vulgaris*, entwickeln (z.B. in alten Bahngruben auf dem Lechfeld, vgl. HIE-MEYER 1975). Vorübergehend im Oberkantenbereich alter Kiesgruben der häufig durch hohe Dichte an *Leontodon incanus*, *Carex ericetorum*, *Biscutella laevigata* gekennzeichneten Bestände können sich grubenspezifische Übergangsstadien eines BROMETUM einstellen, z.B. an den Innterrassen Kraiburg-Mittergars/MÜ.

Ausdauernde Ruderalfluren der Wegränder und Schutzplätze (Ordnung ONOPORDETALIA) entwickeln sich vor allem auf feinerdehaltigen Kiesflächen; häufigster Verband DAUCO-MELILOTION (**Möhren-Steinklee-Fluren**), bilden vor allem auf Kiesrücken artenreiche, buntblühende Bestände. Charakteristische Pflanzenarten: *Echium vulgare*, *Verbascum thapsus*, *Verbascum lychnitis*, *Reseda lutea*, *Daucus carota*, *Melilotus officinalis*.

Fortgeschrittene Sukzessionsstadien höher gelegener Kiesflächen zeichnen sich durch die Zunahme von Vertretern **thermophiler Saumgesellschaften** (ORIGANETALIA) aus (z.B. *Galium verum*, *Origanum vulgare*, *Calamintha clinopodium*, *Lembotropis nigricans*, welche sich bei zunehmender Gehölzdeckung zu **Liguster-Schlehengebüschen** (PRUNETALIA) weiterentwickeln.

Relativ frisch abgegrabene Kiesflächen zeichnen sich durch extreme Temperatur- und Wasserhaushaltsverhältnisse aus, sie werden vor allem von **moos- und flechtenreicher Pionierv egetation** und annuellen Pflanzengemeinschaften der Klasse SEDO-SCLERANTHETEA besiedelt (s. Kap. 1.4.2.6, S. 50; zur physiologischen Anpassung von Pflanzen an derartige Standortverhältnisse vgl. LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen").

1.4.2.4 Terrestrische Vegetation der Hügel- land- sowie der Terrassen- und Flug- sandgruben

Wenngleich sich diese Sandgrubentypen in der Geologie deutlich voneinander unterscheiden, zeigen sie viele floristische Gemeinsamkeiten. Auf dem zu meist grobkörnigen, kalk- und basenarmen Substrat können sich folgende Vegetationstypen einstellen (für eine detailliertere Differenzierung nach Substrat und Naturräumen s. LPK-Bände II.3 "Bodensaure Magerrasen" und II.4 "Sandrasen"):

- **Zwergstrauchheiden und Borstgrastriften** (NARDO-CALLUNETEA), +/- geschlossene Magerrasen bzw. Heiden auf sandigen Rohhumusböden. Charakteristische Pflanzenarten: *Calluna vulgaris*, *Luzula campestris*, *Agrostis tenuis*, *Festuca ovina* agg., *Deschampsia flexuosa*, *Viola canina*, *Genista sagittalis*.
- **Grasnelken-Schafschwingelrasen** (ARMERIO-FESTUCETUM TRACHYPHYLLAE), auf humusarmen, +/- stabilen Sandböden, Verbreitungsschwerpunkt im Regnitzbecken. Charakteristische Pflanzenarten: *Festuca trachyphylla*, *Potentilla argentea*, *Jasione montana*, *Armeria elongata*.
- **Lückige Silbergrasfluren** (CORYNEPHORETUM CANESCENTI) auf offenen, +/- humusfreien Lockersandflächen, vorwiegend aus Annuellen zusammengesetzt, Verbreitungsschwerpunkte in den Flugsandgebieten (Regnitzbecken, Albvorland Lkr. NM, Lkr. KEH). Charakteristische Pflanzenarten: *Corynephorus canescens*, *Filago minima*, *Filago arvensis*, *Rumex acetosella*, *Spergula morisonii*. Eine genauere Charakterisierung bzw. Differenzierung der genannten Pflanzengesellschaften enthalten die LPK-Bände II.3 "Bodensaure Magerrasen" und II.4 "Sandrasen".
- **Schlagfluren und Vorwald-Gesellschaften** (EPILOBIETEA) entwickeln sich auf nitrifizierenden Rohhumusböden (oft bei externem Nährstoffeintrag), vor allem Ausbildung von Brombeergestrüppen (*Rubus fruticosus* agg.- Bestände) und Landreitgras- (*Calamagrostis epigejos*) Beständen, in der Regel auch Aufwuchs von Holunder (*Sambucus nigra*, *S. racemosa*).
- **Ginstergebüsche** (SAROTHAMNION) bei fortschreitender Sukzession auf Sandböden mit (dünner) Rohhumusaufgabe, meist mit Unterwuchs aus Heidelbeeren (*Vaccinium myrtillus*) und/oder Besenheide (*Calluna vulgaris*) und Kiefern-Birkenaufwuchs.

1.4.2.5 Amphibische und aquatische Vegetation von Sandgruben

Gewässer in Sandgruben zeichnen sich meist durch niedrige pH-Werte aus (nicht im Tertiärhügelland); die Uferbereiche größerer, perennierender Baggerseen mit Tiefwasserzone sind ebenso wie Kiesgruben meist von euryöken Röhrriichten bewachsen. Auf noch offenen, wechsellässen, lehmig-tonigen

Flachufern bzw. in ephemeren Kleingewässern siedeln sich auch hier lückige, annuelle Zwergbinsen-Gesellschaften (NANOCYPERION) an (s. Kap. 1.4.2.2, S. 47). Hinzu kommen auf nährstoffarmen, tonigen, zeitweise überfluteten, dünn mit Schlamm bedeckten Ufern den Strandlings-Gesellschaften (LITTORELLETEA) zuzuordnende, zwergwüchsige **Nadelbinsen-Rasen** (ELEOCHARIETUM ACICULARIS), mit Hauptverbreitung entlang der großen Flußtäler.

Flachere Naßbaggerungen zeigen nach mehrjähriger Entwicklungsdauer oft eine Ähnlichkeit zu dystrophen (= huminsäurereichen) Heideweihern. Im sauren Milieu bilden sich im Lauf der Zeit **Zwischenmoor- und Schlenken-Gesellschaften** (SCHEUCHZERIETALIA PALUSTRIS) heraus (z.B. im Mittelfränkischen Becken, im Oberpfälzer und Obermainischen Hügelland); bei längerer Entwicklungsdauer beginnende (Pseudo)-Hochmoorbildung. Charakteristische Pflanzenarten: *Rhynchospora alba*, *Lycopodiella inundata*, *Drosera rotundifolia*, minerotraphente Torfmoose (*Sphagnum* spec.).

1.4.2.6 Vegetation von Gruben im Kristallinzersatz

Auf dem sehr basenarmen, kalkfreien grusigen Substrat siedeln sich vorzugsweise Gesellschaften der **Sand- und Felsbandfluren** (SEDO-SCLERANTHETEA) an, vorwiegend annuelle Pionier-Pflanzenbestände. Charakteristische Pflanzenarten: *Arenaria serpyllifolia*, *Scleranthus annuus*, *Sedum acre*, *Rhacomitrium canescens*, *Polytrichum spec.* Ältere Gruben wachsen häufig mit Drahtschmielen (*Deschampsia flexuosa*)-Beständen zu.

Die Kleinheit der Gruben bringt gewöhnlich eine teilweise Beschattung mit sich, so daß sich auch Waldarten der **collin-montanen Fichtenwälder** einstellen, u. a. Beersträucher (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* u.a.).

1.4.3 Flora

Die Standortvielfalt in Abbaugruben ermöglicht die Besiedelung mit einer hohen Anzahl von Pflanzenarten aus unterschiedlichen Primär-Lebensräumen. So registrierte OTTO (1992) in 385 Naßbaggerungen des Bayerischen Donautals zwischen Neu-Ulm und der Landkreisgrenze DEG/PA nicht weniger als 744 Gefäßpflanzenarten allein im Bereich der Ufer. Bereits fünf von PLACHTER (1983) untersuchte Abbaustellen (je zwei Ton- und Kiesgruben sowie eine Sandgrube im nördlichen Alpenvorland) enthielten mindestens 317 Gefäßpflanzenarten. Dazu kommen noch zahlreiche Erd- und Wassermoos- sowie Flechtenarten, auf welche hier mangels vorliegender Untersuchungen nur am Rand eingegangen werden kann.

Dieses Teilkapitel gibt einen Überblick über die bayernweit oder regional seltenen Pflanzenarten in Kies-, Sand- und Tongruben, die Untergliederung folgt in Grundzügen der Grubentypisierung von Kap. 1.1.1 (S. 15).

Die Mehrzahl der genannten, bayernweit oder regional seltenen Pflanzenarten kommt auch in Abbaugruben nur verhältnismäßig selten und in kleinen Beständen vor. Kiesgrubentypische Feuchtgebietsarten (Bezeichnungen nach OTTO 1992) sind als solche hervorgehoben; Quellen wurden wie in Kap. 1.4.2, S. 46 verwendet.

1.4.3.1 Gefährdete Arten im amphibischen und aquatischen Bereich von Terrassengruben

Sumpfpflanzenarten im Uferbereich (Helophyten):

Alisma lanceolatum (Grasblättriger Froschlöffel), im Donautal ziemlich häufige Stromtalpflanze auf kiesig-lehmigen Pionierflächen; sonst nur sehr sporadisch in Abbaustellen;

Apium repens (Kriechsellerie), in einigen Naturräumen (z.B. Münchner Ebene) fast nur mehr in kalkoligotrophen, periodisch flach überstauten Kiesgruben und Bodenabschiebungen;

Bolboschoenus maritimus (Meersimse), weitgehend auf das Donautal beschränkte kleinflächige Vorkommen;

Butomus umbellatus (Schwanenblume), vor allem im Donautal, vielfach nachweislich angesalbt;

Carex hartmanii (Hartmans-Segge), selten in älteren Kiesgruben des Donaumooses mit Kalkflachmoorvegetation;

Carex pseudocyperus (Scheinzypergras-Segge), regional nahezu kiesgrubentypische Art (ältere amphibische Sukzessionsstadien), aber auch in der Pioniervegetation auf kiesig-lehmigen (torfigen) Rohböden weit verbreitet;

Cladium mariscus (Schneidbinse), nur selten in Gruben der ersten Generation (über 100 Jahre alt; primäre Quellmoorbestände wuchsen damals noch angrenzend); sehr ausgedehnte Bestände in alten Bahngruben des Donaumooses, sonst sehr zerstreutes Vorkommen in oligo-mesotrophen, basenreichen Naßbaggerungen des Alpenvorlands; Etablierungsvermögen von Versuchsanpflanzungen (z.B. bei Eching/FS) bleibt abzuwarten;

Cyperus fuscus (Rotbraunes Zyperngras), unbeständige, meist sehr kleinräumige Vorkommen auf verdichteten, +/- lehmigen oder almhigen Grubensohlen mit Pfützenbildung; regional kiesgrubentypisch (z.B. nördliche Münchner Ebene);

Dactylorhiza incarnata (Fleischfarbenes Knabenkraut), auf wechselfeuchten, +/- lehmigen, basenreichen Rohböden im Alpenvorland und Donautal innerhalb älterer Abbau-Sukzessionsstadien relativ verbreitet;

Eleocharis quinqueflora (Armblütige Sumpfbinsse), vereinzelt an Grundwasseraustrittsstellen in Kiesgruben der Schotterplatten an Lech, Isar und Inn; Pionierart von Kalkflachmoor-Entwicklungen;

Epipactis palustris (Sumpf-Stendelwurz), vereinzelt Bestände an sickerfrischen Kies-Böschungen,

vor allem im südlichen Alpenvorland, vereinzelt auch im östlichen Donaumoos;

Equisetum variegatum (Bunter Schachtelhalm), selten auf mageren, humusarmen, mageren, wechselfeuchten Uferböschungen; Vorkommen z.B. im Donaugries/GZ, bei Weichering/IN, im Amperthal/FFB, bei Seeshaupt/WM, Kirchensur/TS; bildet in der Wechselwasserzone oligotropher Baggerseen manchmal einen geschlossenen Gürtel aus;

Gratiola officinalis (Gottes-Gnadenkraut), einziger Abbaustellen-Nachweis einer kleinen Population dieser in Bayern vom Aussterben bedrohten Stromtalpflanze auf einer halbruderalen Böschung mit Weidenjungwuchs im Donautal/ DON (OTTO 1992: 41);

Isolepis setacea (Borstensimse), regional durchaus kiesgrubentypische Pionierart auf basenarmen, feuchten Rohböden;

Myricaria germanica (Deutsche Tamariske), vom Aussterben bedrohte Art der alpinen Kiesschotterbänke, vor 1990 wenige Wuchsorte auf grundwasserbeeinflussten, feinerdearmen kiesigen Rohböden, aber auch auf feinmaterialreichen technischen Schüttkegeln bei Moosach/EBE, in den Lechauen/A und auf den Lechtterrassen;

Pilularia globulifera (Pillenfarn), in Bayern höchst bedrohte Art extensiver dystropher Weiher, sehr selten auch in zeitweise überstauten Sandgruben (ERH,FÜ);

Primula farinosa (Mehlprimel), selten in älteren Gruben des östlichen Donaumooses und an den Oberläufen der Alpenflüsse, in Kalkflachmoor-artigen Sekundärbeständen;

Pulicaria dysenterica (Großes Flohkraut), herdenbildende, regional nahezu kiesgrubentypische Art, vor allem im Donauried (mit Verbreitungslücke) und im östlichen Donaumoos verbreitet;

Schoenoplectus tabernaemontani (Graugrüne Seebinse), kiesgrubentypische Art der Flachwasserzonen mit Verbreitungsschwerpunkt im Donautal;

Teucrium scordium (Knoblauch-Gamander), Pionier-Stromtalpflanze, in Abbaustellen auf vegetationsarmen, wechsellässigen Rohböden, vielfach in Vergesellschaftung mit Sumpfbinsen; ziemlich selten im Donautal;

Typha minima (Zwerg-Rohrkolben), ehemals im Flachwasser von Kiesgruben bei Raubling/ RO, heute evtl noch im Baggerseenbereich bei Füssen/OAL (MÜLLER 1991).

Wasserpflanzen (Hydrophyten):

Hippuris vulgaris (Tannenwedel), kiesgrubentypische Art mit flußnahe Verbreitungsschwerpunkt im Donautal, insbesondere im Isarmündungsgebiet/DEG, möglicherweise z.T. angesalbt;

Hottonia palustris (Wasserfeder), sehr selten in seichten perennierenden Gewässern von Naßbagger-

rungen im Donautal, Lkr. DON und ND und im Feilenmoos/PAF;

Najas marina (Meer-Nixenkraut), sehr wenige, z.T. sporadische Vorkommen in klaren Baggerweiher, z.B. im Feilenmoos/PAF und im Gebiet der Salzbachmündung/AÖ;

Nymphaea alba (Weiße Seerose), mitunter auch in Baggerseen Südbayerns, überwiegend angesalbt und als Kulturform sich fortpflanzende Art, welche von der Wildform im Aussehen praktisch nicht unterscheidbar ist;

Nymphoides peltata (Seekanne), wenige Nachweise von OTTO (1992) im östlichen Donaumoos-Feilenmoos (ND, PAF), sämtliche Bestände dieser vom Aussterben bedrohten Schwimmpflanze wahrscheinlich synanthrop (angesalbt);

Potamogeton berchtoldii (Kleines Laichkraut), in mesotrophen Baggerweiher, z.B. in der nördlichen Münchener Schotterebene und relativ verbreitet im Donautal;

Potamogeton nodosus (Knotiges Laichkraut), selten im Donautal in flußnahen, tieferen Naßbaggerungen mit klarem Wasser;

Potamogeton perfoliatus (Durchwachsenes Laichkraut), kiesgrubentypische Art;

Potamogeton pusillus (Kleines Laichkraut), in Ansprüchen und Verbreitung ähnlich *P. berchtoldii*;

Utricularia vulgaris *agg.* (Gewöhnlicher Wasserschlauch), kiesgrubentypische Art in kleineren, klaren, älteren Gewässern, entlang der Alpenflüsse, teilweise im Donautal.

1.4.3.2 Seltene Arten des terrestrischen Bereichs von Terrassen-, Moränen- und Kleinkiesgruben

Legousia speculum-veneris (Frauenspiegel), seltenes Wildkraut von Kalkäckern, z.B. in Kiesgruben der nördlichen Münchener Schotterebene und des Isen-Sempt-Hügellandes;

Ophrys sphecodes (Spinnen-Ragwurz), sehr seltene Orchidee der grobkiesreichen Brennen entlang der Alpenflüsse; kleine Population in einer alten Bahngrube bei Kissing/AIC (HIEMEYER 1975);

Orchis militaris (Helm-Knabenkraut), Charakteristische Orchidee kiesiger, lückig bewachsener Rohböden, vor allem entlang der Alpenflüsse verbreitet;

Orchis morio (Kleines Knabenkraut), wenige Vorkommen in älteren Kiesgruben mit niedriger, lückiger Vegetationsdecke.

1.4.3.3 Flora des terrestrischen Bereichs von Sandgruben

Armeria elongata (Sand-Grasnelke), in älteren Flug- und Terrassensandgruben mit lückiger Vegetationsdecke, teils größere Bestände bildend; Verbreitungsschwerpunkte im Rednitz-Regnitzbecken,

im Neumarkter Flugsandgebiet, im Gebiet der Abensberger Binnendünen;

Corynephorus canescens (Silbergras), Besiedler humusfreier Lockersande, Verbreitung ähnlich *Armeria elongata*;

Dianthus deltooides (Heide-Nelke), regionaler Verbreitungsschwerpunkt in Sandgruben, z.B. in Teilen des Tertiärhügellands, in +/- geschlossenen Pflanzenbeständen;

Filago minima (Kleines Filzkraut), seltene und sporadische Ansiedlungen auf offenen, humusfreien Lockersanden, meist Vergesellschaftung mit *Corynephorus canescens*;

Helichrysum arenarium (Sand-Strohblume), selten auf sandigen Rohboden-Böschungen, z.B. bei Offenstetten/KEH, Sohle der Aussandungen bei Hallstadt/BA.

1.4.3.4 Vegetation des amphibischen und aquatischen Bereichs von Sand- und Tongruben

Centaureum pulchellum (Kleines Tausendgüldenkraut), kies- und tongrubentypische annuelle Art, unbeständiges Vorkommen auf vegetationsarmen, mageren, periodisch austrocknenden Rohböden;

Drosera rotundifolia (Rundblättriger Sonnentau), in dystrophen Baggerweihern, z.B. Obermainisches Hügelland/ BT, Regnitz-Aischgrund/ERH, Sandgruben am Main/HAS;

Drosera intermedia (Mittlerer Sonnentau), wie *D. rotundifolia*, aber seltener (z.B. Bechhöfer Heide/AN, alte Gruben N Erlangen und in der Bodewöhrer Bucht);

Lycopodiella inundata (Sumpf-Bärlapp), Kriechpionier auf nährstoffarmen, (wechsel)nassen, sauren Sumpfhumbusböden, in älteren Abbaustellen, z.B. Veldensteiner Forst/BT, Maintal/HAS;

Juncus capitatus (Kopfbirse), gefährdete, heute aber sandgrubentypische Art der wechsellassen nordbayerischen Flug- und Terrassensandgruben, durch Grubenrekultivierung und -verfüllung an den meisten Sekundärstandorten aufs äußerste bedroht;

Pilularia globulifera (Pillenfarne), selten auch außerhalb der letzten, höchst bedrohten Weihervorkommen auch in periodisch überstauten nährstoffarmen Sandgruben (Erlangen-Höchstädter Teichgebiet).

1.5 Tierwelt

Große Entnahmelocher können in der Abbauphase faunistisch sehr arm sein. Schematisch-technoforme, ständig umgelagerte oder befahrene Oberflächen sind lebensfeindlich, bei lediglich extensiver Nutzung oder nach Nutzungsende können sie jedoch für hochmobile Oberflächentiere (z.B. die Sandschrecken *Oedipoda coerulescens* und *Sphingonotus caeruleus*, Sandlaufkäfer-Arten, Regenpfeifer und Bachstelzen) sogar Existenzvoraussetzungen

sein. Wer nur das "technische Ödland" noch stark befahrener, ausgedehnter Fahrsohlen kennt, wird kaum glauben, daß andere (ehemalige) Entnahmestellen

- das Gros der Uferschwalbenpopulationen Bayerns auf sich vereinen;
- regelmäßig dem Eisvogel, Flußregenpfeifer, Flußuferläufer, Blaukehlchen, Steinschmätzer, ja sogar sporadisch dem Bienenfresser und Brachpieper als Brutplatz dienen;
- die größte Artendiversität an Libellen, Stechimmen, Amphibien und anderen Gruppen im Vergleich der umliegenden Biotope beherbergen können;
- für manche Tierarten und -gruppen oft geradezu ideale Benachbarungen existenznotwendiger Teillebensräume (Nist-, Nahrungs-, Rastplatz, Sommer-/Winterquartier, Teillebensräume für unterschiedliche Entwicklungsstadien metamorphosierender Tiere) bilden.

Botanische und zoologische Bedeutung sind hier i.d.R. weniger eng verknüpft als in anderen Lebensräumen: Mit "seltenen" Pflanzen ausgestattete Abbaufolgebiotope sind zwar meist auch faunistisch ergiebig, doch können auch floristisch eintönige Fälle für den Tierartenschutz durchaus von großer Bedeutung sein.

Da die Aktionsräume vieler Tierarten mehrere Strukturelemente von Abbaubiotope (vgl. Kap. 1.1.2, S. 21) überspannen, wird hier vom Darstellungsschema des botanischen Teiles (Kap. 1.4, S. 44) abgewichen. Zunächst werden Lebensraumfunktionen einzelner Strukturelemente skizziert (Kap. 1.5.1, S. 52), danach ein Blick auf die zum Verständnis der speziellen Abbaustellenfauna wesentlichen ausbreitungsbiologischen Faktoren geworfen (Kap. 1.5.2, S. 53) und schließlich ein faunistischer Überblick der Folgebiotope bayerischer Gewinnungsstellen gegeben (Kap. 1.5.3, S. 54).

1.5.1 Lebensraumfunktion verschiedener Strukturelemente in Abbaustellen

Dieses Unterkapitel umreißt stichpunktartig und stark vereinfacht die tierökologisch bedeutsamsten "Nischen" (vgl. auch das Darstellungsprinzip der LfU/ANL-Broschüre "Biotopneuschaffung beim Kies- und Sandabbau", 1984). Nur wenige der dabei genannten Arten verbringen ihren gesamten Lebenszyklus nur in einem einzigen der genannten Strukturelemente, die Mehrzahl sind Teilsiedler oder "Stratenwechsler", d.h. sie wechseln innerhalb eines Entwicklungsstadiums bzw. während der verschiedenen Entwicklungsstadien von einem Habitatelement, von einer Schicht zur anderen (WÜST 1979; PLACHTER 1983; BLAB 1986b; vgl. Abb. 1/4, S. 22, mit Abb. 1/11, S. 29)

Tiefwasserbereich:

Zusammenfassung:

- **Überwinterungsplatz** für Fische, z.T. auch Amphibien;

Kap. 1: Grundinformationen

- **Nahrungshabitat** für verschiedene Tauchentenarten, Uferschwalbe, einige Libellenarten (Insekten über der Wasseroberfläche), Wasserkäfer und Wasserwanzen;
- **Larvalhabitat** für Wasserkäfer, einige Großlibellenarten, z.B. *Anax imperator*;
- **Nahrungshabitat** für Eisvogel, Graureiher u.a. fischende Vogelarten.

Uferzone:

- mit dichtem Röhrichtbewuchs: **Nistplatz** für Teichrohrsänger, Drosselrohrsänger, Krickente, Schnatterente, Tafelente, Löffelente, Reiherente, Zwergtaucher, Haubentaucher, Wasserralle; **Brutablegeplatz** für amphibisch lebende Insekten (z.B. Libellen); **Jagdrevier** für Wasser- und Sumpfspitzmaus;
- mit Unterwasserrasen: **Laichplatz** für Grasfrosch, Wasserfrosch, Erdkröte, Kammolch;
- mit Weidengebüsch: **Nistplatz** für Blaukehlchen und eine Vielzahl weiterer Singvogelarten; **Nahrungshabitat** für Laubfrosch, während der Blütezeit im Frühjahr für zahlreiche Wildbienenarten;
- vegetationsarme kiesig-sandige Rohböden: **Brutplatz** und **Nahrungshabitat** für Flußregenpfeifer, Flußuferläufer;
- vegetationsarme lehmig-tonige Rohböden: **Brutplatz** für Kiebitz; **Nahrungshabitat** für durchziehende Limikolen, Graureiher und z.T. Weißstorch, für Dornschröcken;
- im besonnten (Flach-) Wasser: **Laichplatz** für Wechselkröte, Grasfrosch, Erdkröte, Teichmolch und Kammolch.

Inseln:

bestehen gewöhnlich aus einem Mosaik verschiedener Teilhabitate (Ufer, Dickicht, vegetationsarme Kiesbänke etc.), sie werden als Rast- und Brutplatz von Vögeln und amphibisch lebenden Tieren aufgesucht, da sie i.d.R. geringeren Störungen als die randlichen Gewässerufer ausgesetzt sind.

Ephemere Wasserstellen, Verdichtungsstellen:

- **Laichplatz** für Kreuzkröte, Wechselkröte, Gelbbauchunke, Knoblauchkröte, Teich- und Bergmolch; Larvalhabitat für div. Libellenarten, z.B. *Libellula quadrimaculata*, *Sympetrum vulgatum*;
- lehmige Tümpelböden: **Lieferhabitat** für Nistmaterial von Schwalben und Hautflüglern.

Sand- und Kiesflächen und -rücken:

- lockerer (trockener) Sand: **Tagesversteck** für Kreuzkröte, Knoblauchkröte, Wechselkröte und Geburtshelferkröte; **Nahrungshabitat** für den Ameisenlöwen;
- trockene, vegetationsarme/-freie Sand- und Kiesflächen: **Brutplatz** und **Nahrungshabitat** für Heideleiche, Brachpieper und Steinschmätzer, für Sandschrecke und Blauflügelige Ödlandschrecke; **Nahrungshabitat** für Sandlaufkäfer;
- etwas bindiger bzw. standfester Sand: **Bruthabitat** für bodennistende Insektenarten (u.a. Krei-

selwespe; Sandbienen- und Furchenbienenarten; diverse Ameisenarten);

- mit Pioniervegetation: **Brutplatz** für Schafstelze;
- mit lockerer feuchtwiesenartiger Vegetation: **Brutplatz** für Kiebitz; **Nahrungshabitat** für Goldschreckenarten, Sumpf-Grashüpfer.

Geröllhaufen, Anhäufungen von Grobschutt und Blöcken:

- **Tagesversteck, z.T. auch Winterquartier** für Kreuzkröte und Knoblauchkröte;
- **Sonnplatz und Versteck** für Reptilien;
- **Singwarte** für verschiedene Vogelarten.

Abraumhaufen:

- lockeres Substrat: **Tagesversteck** für Kreuzkröte, Knoblauchkröte, Wechselkröte, für Schnecken;
- in Gewässernähe und aus grabbarem Material: **Überwinterungshabitat** für Laubfrosch, Kreuzkröte und andere Amphibienarten;
- mit blütenreicher Ruderalflora: **Nahrungshabitat** für zahlreiche Hautflügler, Tag- und Nachtfalter, damit auch für räuberische Insekten, Singvögel und Reptilien;
- hohle Stängel der Ruderalvegetation: **Überwinterungs- und Brutplatz** für zahlreiche Hautflüglerarten.

Totholz:

- **Brutplatz** für zahlreiche Insekten (holznistende Bienen z.B. der Gattung *Osmia*, Hummeln, Wespen, Bockkäfer);
- **Nistmateriallieferant** für verschiedene Insekten (z.B. Wespen);
- **Sonnplatz** für Reptilien, Tagfalter usw.
- morsche Strünke oder moderne Reisighaufen: **Tagesversteck** für Kreuzkröte, Knoblauchkröte.

Steilwand:

- **Brutplatz** für höhlenbewohnende, "grabende" Arten, ihre Parasiten und die Mitbewohner ihrer Höhlen;
- Eisvogel, Uferschwalbe;
- zahlreiche Wildbienen-, Hummel- und Wespenarten, einschließlich ihrer "Kuckucke";
- parasitierende Käfer (z.B. Ölkäfer-Arten);
- **Sonn- und Rastplatz** für Insekten, Eidechsen;
- **Jagdrevier** für einige Springspinnen, Tanz- bzw. Rennfliegen (vgl. BLAB 1986a), Laufkäfer und für diverse Vogelarten.

1.5.2 Wege der Einwanderung und Ausbreitung, tierökologisches Besiedlungspotential

Aus dem Genpool der näheren und weiteren Umgebung, z.T. auch weit entfernter Räume, entsteht in den Abgrabungen eine "neuartige", i.d.R. von den Artenspendergebieten abweichende Artengemeinschaft mit einer anderen Ökostruktur, d.h. anderen Relationen zwischen den trophischen Ebenen, anderen Dominanzverhältnissen der Artengruppen und einem extrem hohen Artenwechsel (d.h. hoher Zu-

und Abwanderungsrate). R-Strategen (Arten mit außergewöhnlich großer Populationsaufbau- und Kolonisationsfähigkeit) bestimmen das Geschehen. Das Migrationspotential und Aktionsmuster der im Raum bereits an irgendeiner Stelle vorhandenen oder "zufällig" eintreffenden Arten bestimmen die tierische Besiedlung einer Grube nicht unwesentlich. Deshalb soll hier ein Blick auf die typischen Einwanderungspfade und die Etablierung von Gründerpopulationen in Abbaurealen geworfen werden. Grundsätzlich bestehen folgende Möglichkeiten der faunistischen Erstbesiedlung von Abbaustellen (PLACHTER 1983; BLAB 1986a und 1986b):

Selbständiges Einwandern

Überwindung mittlerer bis weiter Entfernungen von flugfähigen Tieren: Vögel, Stechimmen, Schmetterlinge, Libellen, Köcherfliegen u.a. amphibisch lebenden Insektengruppen; Zuwanderung aus Lebensräumen in der näheren Umgebung von Reptilien, Amphibien (vor allem Kröten), Heuschrecken.

Unselbständiges Einwandern über verschiedene Verbreitungsagenzien

- Durch andere Tiere: Anhaften von Fisch- und Amphibienlaich sowie Eiern von Kleinkrebsen (z.B. Wasserflöhen) an Gefieder, Füßen oder Schnäbeln von Wasservögeln, von Insekteneiern an behaarten, flugfähigen Imagines (z.B. Hummeln), anschließend Absetzen an geeigneter Stelle; z.T. auch Transport über den Verdauungstrakt von Wasservögeln. Beispielsweise werden Molcheier regelmäßig und viel leichter als bei Froschlurchen durch Wasservogel verschleppt, und dies über so große Entfernungen, daß das terrestrische Migrationspotential laufender Molche im Vergleich dazu belanglos erscheint (KRACH & HEUSINGER 1992).
- Durch Wind: Verfrachtungen von Jungspinnen und sog. Flugspinnen, von verschiedenen Schlupfwespenarten (ICHNEUMONOIDEA), Erzwespen (CHALCIDOIDEA), Gallwespen (CYNIPOIDEA) und Zehrwespen (PROCTOTRUPOIDEA), meist nur über kürzere Entfernung wirksam. Einwehung von encystierten Trockenstadien von Zooplanktonen.
Nach Untersuchungen von FÜRST & DUELLI (1988) häuften sich flugfähige Insekten in der Nähe von Windbrechern (z.B. Windhindernissen wie Pflanzungen, Gebüsch, Waldstreifen) und zwar v.a. auf der Windschattenseite, wobei sich das Akkumulationsmaximum mit steigender Winddurchlässigkeit dem Hindernis nähert (siehe auch Kap. 2.4 "Luv-Lee-Effekt von Windschutzpflanzungen").
- Durch Wasser: bei Überschwemmung der Fläche (z.B. in Talsand- und Talkiesgruben) gelangen insbesondere Eier allgemein verbreiteter Wasserarthropoden in Abbaugruben (z.B. Wasserkäfer, Wasserwanzen, Kleinkrebse).

- Durch den Menschen: gezieltes Aussetzen (z.B. Fische; Schildkröten), unbewußtes Entkommen von Haus- oder Nutztieren.

Abgesehen von der Ausbreitung durch den Menschen, welche in anthropogen geprägten Lebensräumen wie Kiesgruben häufig zu beobachten ist (vor allem Fischbesatz in Naßbaggerungen), ist das selbständige Einwandern die wohl zuverlässigste und effektivste Art der Besiedlung "neuer" Lebensräume. Für das Ausbreitungsvermögen selbständig einwandernder Tierarten sind entscheidend:

- der Aktionsradius und der Jahreslebensraum,
- die Habitatbindung oder -flexibilität,
- der Flächenbedarf des Individuums bzw. einer leistungsfähigen Population (Minimumareal).

Die Größe des Aktionsraumes von Individuen einer Art ist ein Maßstab für die notwendige Ausdehnung des Lebensraumes. Der Aktionsraum umfaßt die Fläche, die ein Individuum aufsucht, um seine artspezifischen Bedürfnisse befriedigen zu können und steht in enger Beziehung zum Minimumareal des Individuums bzw. einer stabilen Population.

Die Habitatbindung bzw. -flexibilität ist ausschlaggebend für das Ausbreitungsvermögen einer Art. Individuen euryöker Arten* brauchen i.d.R. keine weiteren Wanderungen zu vollziehen, um bei flächenhafter Verbreitung stabile Populationsgrößen zu erreichen. Die Mehrzahl stenöker Arten, welche nur unter sehr eng umgrenzten ökologischen Bedingungen zu existieren vermögen (Standortspezialisten), ist in der Lage, zur Begründung neuer Populationen auch weitere Strecken zu überwinden. Zu keinen weiteren Wanderungen fähige stenöke Arten (z.B. auf vegetationsarme Sandflächen angewiesene Heuschreckenarten und flugunfähige Laufkäferarten), sind durch die zunehmende Verinselung ihrer Lebensräume in ihrer Existenz stark bedroht. Für solche Arten ist die Existenz eines Biotopverbundsystems wichtig. Den meisten stenotopen gefährdeten Arten entsprechen Abbaustellenhabitate im Pionierstadium, die natürlich nur relativ kurze Zeit so bestehen, was ein ständiges Neueinbinden frischer Pionierstandorte in den Biotopverbund oder gezielte und vorsichtige Pflegemaßnahmen erforderlich macht.

1.5.3 Ausgewählte Tierartengruppen

Kriterium für die Auswahl der in diesem Kapitel genauer behandelten Tierarten ist deren bayernweite oder regionale Hauptverbreitung in Abbaustellen. Dazu gehört auch die Funktion als (über)lebensnotwendige Teilhabitate. Auf häufig in Abbaugruben beobachtete, aber derzeit in ihrem Bestand nicht von vorliegendem Lebensraumtyp abhängige Arten wird verwiesen.

* Arten, welche ein sehr weites Lebensraumspektrum besiedeln können

Für die Gefährdungs-Einstufung der einzelnen Arten wird die "Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns" (LfU 1992) verwendet.

1.5.3.1 Vögel

Ausgedehnte Kies- und Sandgruben werden vor allem von Vogelarten als Bruthabitat angenommen, welche ehemals an den unregulierten Flußläufen mit ihren weiten, vegetationsarmen Sand- und Kiesflächen beheimatet waren. Vor allem frisch stillgelegte Abbaustellen haben heute eine besonders hohe Bedeutung für die Vogelwelt. Folgende Arten können als charakteristisch für Kies- und Sandgruben gelten:

Uferschwalbe (*Riparia riparia*)

RL Bayern 3

Nach HÖLZINGER (1987) spiegelt die Verbreitung der Uferschwalbe die Verteilung noch im Abbau befindlicher, aufgelassener oder renaturierter Kies- und Sandgruben wider. Sie kann heute als der typische Brutvogel von Abbaustellen eingestuft werden. Durch Flußkorrekturen und Landschaftsverbauung sind ehemalige Steilufer und Böschungsrutschungen verschwunden. Seit den 50er Jahren verlagerte sich das Nistplatzangebot von natürlichen Flußufern immer mehr zu den zahlreich entstehenden Aufschlüssen (als Folge des damals einsetzenden Baubooms), wodurch sich der zuvor rückläufige Bestand der Uferschwalbe wieder einigermaßen erholen konnte. Diese Habitaterweiterung durch Abbau wurde von der Habitaterstörung durch Flußregulierungen, Zersiedlung der Landschaft usw. eingeholt.

Nisthabitat:

trockene Steilwände mit sandig-tonigem und sandig-lehmigem Wandmaterial (auch Lößwände!); offenliegend, daher kommen sie nicht in kleinen Gruben und nicht in von Wald umgebenen Steilwänden vor; bevorzugt NO-SW-Exposition (östliche davon noch mehr bevorzugt); Brutröhreneingang im oberen Teil der Wände, oft direkt unterhalb der Wandoberkante, nicht verhangen - frei für direkten Anflug;

Brutzeit:

Mitte April bis Mitte Juli;

Minimalgröße der Steilwand:

die kleinste besiedelte Steilwand mißt nach DRACHENFELS (1983) in der Länge ca. 6,50 m und in der Höhe ca. 1,20 m;

Sammel- und Übernachtungshabitat:

große Schilfflächen;

Nahrung:

im Flug erhaschte Insekten, v.a. Mücken über Wasserflächen.

Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*)

RL Bayern 3

Die ursprünglich im Bereich ausgedehnter, von zahlreichen Kiesinseln und -bänken geprägter Fur-

kationsabschnitte von Alpenflüssen beheimatete Limikolenart brütet seit den 60er Jahren in zunehmendem Maß in Kies-, Sand- und Tongruben. Die Verbreitung des Flußregenpfeifers korreliert heute weitgehend mit der von Abbaustellen (FRANZ 1993).

Bruthabitat:

fast bewuchslose Kies- und (Schwemm-)Sandflächen, auch Schlick- und Sandufer großer Stillgewässer, kiesiges Ruderalgelände, Platzbedarf je Brutpaar mindestens 20 x 20 m (HÖLZINGER 1987);

Nistplatz:

flache Mulde in kiesigem Untergrund, vorzugsweise an gegenüber der Umgebung leicht erhöhten Stellen; Platzbedarf nach SCHREINER (1982) mindestens 5 x 15 m, die in Gewässernähe über der Hochwasserlinie liegen;

Brutzeit:

Legebeginn Anfang bis Mitte April; Gelege besteht i.d.R. aus vier gegenüber dem Untergrund hervorragend getarnten Eiern; Schlüpfen der Jungen nach ca. 25 Tagen, ca. von Mitte Mai bis Ende Juni; Beginn von (regelmäßigen) Zweitgelegen bis Ende Juli möglich. Ein zweites Gelege wird jedoch meist nur dann versucht, wenn auch das erste erfolgreich war. Die jungen Flußregenpfeifer sind spätestens nach drei Wochen flügge (das Flüggewerden später Brutten kann sich also bis Ende August hinziehen, wenn die Altvögel bereits in ihr Winterquartier nach Afrika gezogen sind!) (HÖLZINGER 1987; FRANZ 1993);

Nahrung:

Spinnen, Krebse (v.a. Gammariden), Regenwürmer, Mollusken.

Erfolgreiche Brutten des Flußregenpfeifers sind nur in vorrangig für den Naturschutz vorgesehenen Gruben zu erwarten. Bei Freizeitnutzung werden die meisten (gut getarnten) Gelege unabsichtlich zertreten (LBV 1993).

Flußuferläufer (*Tringa hypoleucos*)

RL Bayern 1

Nach WÜST (1981, zit. in HÖLZINGER 1987) kommen von den damals ca. 120 in Deutschland registrierten Brutpaaren allein ca. 100 in Bayern vor. Der Bestand ist stark rückläufig.

Brut- und Nahrungshabitat:

vegetationsarme Kiesflächen an oder in der Nähe von Fließ- oder größeren Stillgewässern, selten auf sandigen Rohböden; randliche Deckung durch höhere Krautschichten, Gestrüpp oder auch Weiden- und Erlengebüsch; Übergang des Randbewuchses auch in Wald möglich. Das Nahrungsangebot am Brutplatz ist dabei entscheidend, da die Jungvögel ihre Nahrung vor allem am Ufer z.B. eines Baggersees oder -weihers suchen;

Nahrung:

überwiegend am Boden lebende Arthropoden;

Mindestgröße des Brutreviers:

ca. 20 m²;

Brutzeit:

Besetzung des Reviers ab Ende April, Legebeginn: Anfang Mai; Schlüpfen der Jungvögel bis Ende Juni;

Sitzwarte:

erhöht, z.B. exponierte Steine, Abraumhalden, Äste in belaubten Bäumen;

Rasthabitat:

kleinste Schlamm- und Kiesflächen in Abbaustellen, auch bereits vegetationsreichere Flächen an den Grubenrändern.

Eisvogel (*Alcedo atthis*)**RL Bayern 2**

nur regional Hauptverbreitung in Abbaustellen;

Nisthabitat:

senkrechte oder überhängende Abbruchkanten, meist von Steilwänden aus sandigem Material, meist direkt am Wasser (= Uferabbrüche), können aber auch bis zu 2 km davon entfernt sein (z.B. in Trockenbaggerungen), selten liegen sie sogar mitten im unterholzreichen Wald; größere Steine und Wurzeln im anstehenden Substrat führen oft zur Aufgabe des Nestbaus; äolisches Sediment (da ohne Grobanteile) sowie trockenes und wieder verfestigtes Material (durch Druck, Kalklösungen und Wiederausfällungen etc.) werden bevorzugt. Diese Eigenschaften treffen besonders auf **Lößwände** zu.

Die Wandoberkante muß mindestens 50 cm über dem HHW* liegen, der Niströhreneingang liegt i.d.R. 1-4 m über dem mittleren Wasserspiegel und meist mehr als 50 cm unter der Oberkante. Die Wände können bis über 10 m hoch sein (vgl. HÖLZINGER 1987). Die Umgebung des Nesteingangs ist meist vegetationsfrei, jedoch oft durch überhängende Äste oder Wurzeln gegen Sicht geschützt. Ferner ist ein Ansitz zum Einflug in die Bruthöhle erforderlich;

Brutperiode:

März bis September - **hohe Störanfälligkeit!**

Nahrungshabitat:

langsam fließendes oder stehendes, klares Wasser mit reichem Angebot an kleinen Fischen und ausreichend Sitzwarten am Ufer;

Nahrung:

Kleinfische (sogenannte "edle" Fische machen nur ca. 4 % seiner Nahrung aus; Koppen und Stichlinge etc., die ja selber Fischbrut fressen und Fischereischädlinge sind, dagegen ca. 56 %; vgl. ARNHEM 1980), Libellenlarven, Wasserkäfer, Kaulquappen, kleine Frösche;

Territorialverhalten:

sehr geringe Individuen- und Nestdichten; Nestabstände nach WESTERMANN (zit. in DRACHEN-

FELS 1983) an optimal besiedelten Oberrhein-Altwassern zwischen 200 m und 2.900 m, nach GUE-NAT (ebenfalls zit. in DRACHENFELS 1983) können sie z.T. aber auch nur 80 - 100 m betragen;

Sitzwarte:

bevorzugt Äste in weniger als 2 m Höhe über dem Wasser;

Rasthabitat:

ähnliche Gewässer wie zur Brutzeit; es werden hier auch Gewässer ohne Brutwände und mit zeitweise geringerem Nahrungsangebot angenommen.

Brachpieper (*Anthus campestris*)**RL Bayern 1**

In Bayern nur lokal verbreitet: in Gebieten mit weniger als 600 mm Niederschlag und wasserdurchlässigem Boden, z.B. im Maingebiet.

Habitat:

sehr trockenes, vegetationsarmes Gelände: Binnendünengebiete, trockene Sand- und Kiesgruben; benötigt großes Revier zum Nahrungserwerb;

Nahrung:

Insekten, Spinnen, Schnecken und Würmer;

Brutbeginn:

Ende März/Anfang April; Flügge werden der Jungen meist Mitte Juli.

Steinschmätzer (*Oenanthe oenanthe*)**RL Bayern 1****Einzug in die Brutgebiete:**

(Februar) Mitte März bis Ende Mai (Juni);

Habitat:

trockenes, vegetationsfreies bis -armes, steiniges Gelände mit Singwarten (Sand- und Kiesgruben, Steinbrüche, Geröllhalden, Heideflächen etc.), allgemein baumarme, trockene Landschaften mit Steinhaufen, verkarstete Hochebenen; s. auch LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen";

Höhlenbrüter:

das Nest wird manchmal zwischen zwei Felsblöcken, in alten Kaninchenbauten, alten Entwässerungsrohren oder Holzstößen angelegt; meist an einer Stelle, die der brütende Vogel zu Fuß und von Beobachtern geschützt erreichen kann (vgl. ARNHEM 1980);

Brutzeit:

Eiablage Ende April bis Juli;

Singwarte:

erhöhte Stellen im Gelände (Steinhaufen, Abraumhalden etc.);

* HHW = Höchster Hochwasserwert

Nahrung:

jagt nach Laufkäfern, Maulwurfsgrillen, Grillen, Schnaken und ihren Larven, Raupen, Ohrwürmern etc.; rüttelt gelegentlich und fängt Insekten auch im Flug;

Rastplätze:

während des Zuges werden gerne Brachflächen, Wiesen und Ackergebiete aufgesucht.

Die folgenden Arten brüten zwar schwerpunktmäßig außerhalb von Abbaustellen, haben jedoch in Gruben z.T. gute Bestände, so daß die Gruben zum Erhalt der Population beitragen können.

Gebüschreiche Standorte in Abbaustellen, bevorzugt mit Feuchtflächen:

Dorngrasmücke (*Sylvia communis*): nach SACHTELEBEN (1989) unter den bedrohten Arten nach dem Flußregenpfeifer die in den Sandgruben im Lkr. FO am weitesten verbreitete Art; Lebensraumansprüche siehe auch LPK-Band II.12 "Hecken und Feldgehölze".

Neuntöter (*Lanius collurio*): Brutnachweise vor allem von der Grubenrandzone, z.B. im Lkr. A (LBV 1991), Lebensraumansprüche siehe LPK-Band II.12 "Hecken und Feldgehölze".

Blaukehlchen (*Luscinia svecica*)**RL Bayern V4R:****Habitatansprüche:**

typischer Bewohner von Feuchtgebieten in Flußauen, geht besonders im Maintal in 5-15 Jahre alte Kiesgruben; im Lkr. FO befinden sich von sieben Brutplätzen fünf in Sandgruben (siehe SACHTELEBEN 1989);

Brutplatz:

buschreiches, mehr oder weniger sumpfiges Gelände, teilweise mit hoher krautiger Vegetation; wesentlich ist eine strukturelle Dreigliedrigkeit: Schlammflächen - Feuchtgebüsch - Röhricht (SACHTELEBEN 1993, briefl.). Das Nest liegt am Boden unter Vegetation verborgen, mit Vorliebe an Böschungen. Grundsätzlich werden als Bruthabitat stärker reliefierte Stellen bevorzugt;

Brutzeit:

Eiablage je nach Gegend von Mitte April bis Juli; Brutdauer 13-14 Tage; Nestlingsdauer ebenfalls ca. 14 Tage. Danach verteilen sich die Jungen bis zum Flüggewerden in der Bodenvegetation. Häufig findet in einem neuen Nest eine zweite Brut statt;

Nahrung:

Insekten, Larven, kleine Schnecken, Würmer, im Herbst auch Beeren.

Vegetationsarme, trockene Sandflächen, z.T. mit sehr lichtem Gehölzaufwuchs:

Schafstelze (*Motacilla flava*): Früher Vorkommen in großräumigen Hutungslandschaften; Abbaustellen werden regional als Ausweich-Bruthabitate angenommen, z.B. im Donautal zwischen Regensburg und Deggendorf (RIEDE-

RER 1977, zit. in BEZZEL 1982). Einzelne Büsche als Sitzwarten und wasserbestandene Gräben zur Nahrungssuche gehören zu einem optimalen Lebensraum.

In naturnah gestalteten Naßbaggerungen finden viele an Gewässer gebundene Vogelarten ein Brut- und Nahrungshabitat, bei Vorhandensein von Inseln auch Rast- und Mauserplätze:

Graureiher (*Ardea cinerea*) und Kiebitz (*Vanellus vanellus*), beide bayernweit verbreitet.

Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo*): Brut auf vegetationsarmen Kiesflächen, z.B. in Kiesgruben des Erdinger Moores (ABSP-Landkreisband ED).

Ausgedehnte Schilf- und Röhrichtbestände (mit Weidenaufwuchs) werden von vielen störungsempfindlichen Arten als Brutplätze angenommen, z.B. vom Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*), Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*), von zahlreichen Entenarten und Tauchern.

Außer den genannten Vogelarten, welche schwerpunktmäßig oder gelegentlich in Abbaustellen brüten, nehmen Sand- und Kiesgruben für eine Vielzahl weiterer Vogelarten eine Teilhabitatfunktion wahr. Beispielsweise verwenden Rauch- und Mehlschwalbe oberflächlich anstehendes lehmig-toniges Substrat als **Nistmaterial**. Auf Abraumhalden wachsende Disteln sind Nahrung z.B. für Stieglitze. Rohbodenbewohnende Insektenarten (z.B. Sandlaufkäfer, diverse Heuschreckenarten usw.) werden von zahlreichen Singvogelarten als Nahrung aufgenommen.

1.5.3.2 Amphibien

Der Jahreslebensraum der meisten Amphibienarten besteht aus verschiedenen, räumlich unterschiedlich weit getrennten Teilhabitaten:

- Laichgewässer = Bruthabitat
- Wanderterritorium = Sommerhabitat
- Überwinterungsquartier (bei einigen Arten identisch mit dem Laichgewässer).

Die Verbreitung der einzelnen Arten in Bayern ist für die Ausrichtung der Abbaustellen-Renaturierung (in bezug auf den Biotop-Verbund etc.) von Bedeutung. Daher wird bei den einzelnen Arten auf Schwerpunktorkommen hingewiesen.

Weitere Angaben zur Autökologie und zu Pflegemaßnahmen siehe auch LPK-Band II.8 "Stehende Kleingewässer".

1.5.3.2.1 Arten mit Hauptvorkommen in Abbaustellen**Kreuzkröte (*Bufo calamita*)****RL Bayern 3.****Verbreitung:**

schwerpunktmäßig in Gebieten mit Sandböden (Rednitz-Regnitzbecken, Südliches Steigerwaldvorland, Oberpfälzer und Obermainisches Hügelland, Donaumoos/Nördliches Tertiärhügelland, Un-

teres Isartal); Verbreitungslücken in der Frankenalb, den ostbayerischen Grundgebirgen, weitgehendes Fehlen im südöstlichen Alpenvorland (subatlantische Verbreitung); gebietsweise hochstete Bindung an Sandabbaustellen, so z.B. in den meisten pfützenhaltigen Gruben im Lkr. LAU in größerer Zahl vertreten (DISTLER 1992), ebenso in ERH;

Lebensweise:

sie bevorzugt allgemein offene Landschaften, sonnenexponiertes Gelände mit spärlicher Vegetation und auch Waldränder; Besiedler von Primärstadien der Sukzession.

Sie gräbt sich tagsüber bei trockener Witterung in lockeren, sandigen Boden ein.

Als Pionierart erträgt sie einen gewissen Grad an Störungen und an Veränderungen der Lebensräume (Laichplatzvagabund); ist gewissermaßen auf landschaftsgestaltende Dynamik zur Bereitstellung ihrer Habitate angewiesen.

Ablaichen in Kleingewässern (ca. 1,50 m lang, 0,30 m breit, 0,10 - 0,20 m tief), aber auch in flachen Uferzonen größerer Gewässer, die sonnig und +/- vegetationsfrei sind und im Sommer austrocknen.

Sie tritt bei Laichwanderungen massiert auf, deshalb stark verkehrsgefährdet. Kaulquappen und die lange in Brutgewässernähe verbleibenden und auch tagaktiven Hüpfertlinge sind durch schwere Fahrzeuge im Grubenbereich stark gefährdet. Ausstattung des Jahreslebensraumes außerhalb der Brutgewässer ist heute für die Kreuzkröte stärker limitierend als das Laichangebot;

Laichgewässer:

muß für die Entwicklung der Kaulquappen - welche ziemlich rasch verläuft - mindestens sechs Wochen lang Wasser führen;

Laichzeit:

Ende März bis Anfang Juni;

Aktionsradius:

ca. 200 m innerhalb der Sommerlandlebensräume - in kleineren Abbaugruben oft mit dem Grubenareal identisch; sie kann aber auf der Suche nach neuen Laichplätzen auch größere Wanderungen bis max. 3 km pro Jahr unternehmen (Angaben nach ASSMANN 1977 und SINSCH 1988).

Die Kreuzkröte kann inzwischen als **Charakterart der Sandgruben** gelten !

Wechselkröte (*Bufo viridis*)

RL Bayern 2

Verbreitung in Bayern:

überwiegend nur einzelne, zerstreute Vorkommen bekannt; wenige Schwerpunkte in der (nördlichen) Münchner Schotterebene, dem südlichen Tertiärhügelland, im Donautal, im Ries und auf der Monheim-Kaisheimer Alb, in der Naabsenke und im Unteren Isartal; das bayernweit größte Vorkommen im Norden Münchens wurde vor wenigen Jahren durch den Bau des Rangierbahnhofs München-Nord erheblich dezimiert; profitierte vorübergehend von der Bau-

konjunktur vor allem im Münchner Norden (viele neue Abbaustellen); die meisten der jungen Kiesgrubenpopulationen sind aber der Verfüllung und Rekultivierung preisgegeben (SCHMIDTLER & GRUBER 1980); viele Punkte der Rasterverbreitungskarten existieren schon nicht mehr (s.u.) oder waren nur sporadisch nachweisbar; alarmierender Bestandesrückgang in fast allen bayerischen Teilarealen außerhalb des Donaubereiches veranlaßt gezielte Hilfsmaßnahmen (KRACH & HEUSINGER 1992);

Lebensweise:

Sommerquartier in offener, kleinstruktureicher Landschaft mit lückiger Vegetationsdecke und an Waldrändern (vgl. Kreuzkröte), aber auch in lichten Kiefernwäldern (z.B. Truppenübungsplätze);

sehr unstetes Brutverhalten: geeignete Laichgewässer produzieren in manchen Jahren einen "wahren Regen an Wechselkröten-Hüpfertlingen", in anderen Jahren werden sie gemieden (KRACH & HEUSINGER 1992);

sie ist auf deutlich wärmere Gebiete als die Kreuz- oder Erdkröte angewiesen;

Laichgewässer:

sonnige, vegetationsfreie bis -arme Kleingewässer und flache Uferbereiche von Teichen, ähnlich der Kreuzkröte;

Laichzeit:

April bis Juni, die Laichschnüre eines Weibchens können bis über 10.000 Eier enthalten;

sehr vagile Art mit lockerer Laichplatzbindung; vorwiegend dämmerungs- und nachtaktiv;

Aktionsradius:

meist in der Nähe des Laichgewässers, kann sich aber ausnahmsweise sehr weit davon entfernen, kann nach EIBL-EIBESFELDT (1951; zit. in DRACHENFELS 1983) bei der Nahrungssuche in einer Nacht bis zu 1 km wandern;

eine Umsiedlung über größere Strecken ist eingeschränkt möglich;

sie gilt inzwischen schon als stark gefährdete **Charakterart von Ton- und Kiesgruben**, ihr Bestand geht weiterhin durch Großbaumaßnahmen rapide zurück!

Gelbbauchunke (*Bombina variegata*)

RL Bayern 3

Verbreitung in Bayern:

flächendeckend mit gewissen Verbreitungs-"Schwerpunkten" im Alpenvorland und im Bayerischen Wald, mit erheblichen lokalen Verbreitungslücken; vorwiegend Bewohnerin des Hügellands im Wald oder in waldnahen Bereichen nahe bei Wasserstellen;

Laich- und Sommerhabitat:

sonnige Klein- und Kleinstgewässer, wie z.B. Fahrspuren, mit noch kürzerer Wasserhaltezeit als bei Kreuz- oder Wechselkröten werden akzeptiert, daher auch in Trockenabbauen mit Pfützenbildung; enge Lebensraumbindung an ihre Laichgewässer;

vorwiegend dämmerungsaktiv, in beschatteten Kiesgruben- bzw. Waldtümpeln auch tagaktiv;

Laichgewässer:

v.a. in Waldnähe mit schütter bewachsener Umgebung; nur unter Populationsdruck und bei isolierter Lage auch in gekammerten Uferzonen größerer Gewässer; Ablage von ca. 100 Eier umfassenden Laichklümpchen an Pflanzenteile oder auf den Gewässergrund;

keine Laichplatzbindung; kann mehrmals im Jahr laichen;

Aktionsradius:

keine genauen Angaben in der Literatur; semiadulte Unken führen weite Wanderungen zur Besiedlung neuer Lebensräume durch;

ebenfalls **typischer Abbaustellen-Bewohner**, z.B. im Lkr. FÜ ausschließlich in ehemaligen Ziegelei- und Sandgruben (HEIMBUCHER 1992b).

1.5.3.2.2 Sonstige Amphibienarten

Die folgenden Amphibienarten zeigen keine Bevorzugung von Abbaustellen als Laichhabitate, kommen aber dennoch auch dort in z.T. ansehnlichen Populationsgrößen vor:

Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*)

RL Bayern 2

Vorkommen in Bayern:

Schwerpunktverbreitung dieser Tieflandart in Mittel- und Oberfranken (Rednitz-Regnitzbecken und Maintal flußabwärts bis Kitzingen; Obermainisches Hügelland), in der Mittleren Oberpfalz und im Donauebiet um Ingolstadt und Regensburg (nur wenige Vorkommen über 500 m NN); große Verbreitungslücken innerhalb ihres Areals;

Sommerhabitat:

in Gebieten mit lockersandigen Böden: v.a. Flug- und Terrassensandgebiete, teilweise auch in Sandgruben mit schütterem Bewuchs, wo sie sich tagsüber bei Trockenheit im Sandboden eingräbt (verfällt in trockenen Sommern in eine Art "Sommer-schlaf");

Laichhabitat:

nahezu alle Typen stehender und träge fließender, vegetationsarmer Gewässer des sandigen Offenlandes tieferer Lagen; Sand- (und z.T. auch Kies-) Gruben werden bevorzugt zum Abbläuen aufgesucht (vgl. HILDENHAGEN 1981, zit. in MALKMUS 1986);

Laichzeit:

beginnt meist im April und kann sich über mehrere Monate hinziehen;

Aktionsradius:

bis ca. 500 m, es finden echte saisonale Wanderungen im Frühjahr, Frühsommer und Herbst statt; vorwiegend nachtaktiv;

Bestandssituation:

vor allem in Südbayern stark rückläufig, vielerorts schon ausgestorben.

Laubfrosch (*Hyla arborea*)

RL Bayern 3

Lebensweise:

besiedelt vornehmlich Flußtäler mit ihren Auen, feuchte Laub- und Laubmischwälder mit eingestreuten Tümpeln und Teichen, Röhrichte und Gehölzbestände;

Laichhabitat:

saubere, kleine und große Stillgewässer mit sonnigen, von Röhricht, Hochstauden oder Gebüsch bestandenen Ufern; aber auch +/- vegetationsfreie Kiesgrubentümpel mit stufig aufgebauten Vegetationsbeständen in der Umgebung;

sehr enge Laichplatzbindung und auch sonst sehr ortstreu; saisonale Wanderungen unbekannt;

Aktionsradius:

ca. 300 m, vereinzelt Emigrationen einzelner Individuen über mehrere Kilometer (vgl. auch HEIMBUCHER 1991).

Moorfrosch (*Rana arvalis*)

RL Bayern 1

Gehört zu den **am stärksten gefährdeten Amphibien Bayerns!**

Derzeitiges Vorkommen in Bayern:

im wesentlichen auf Mittel- und Oberfranken beschränkt (vgl. ASSMANN 1977); im Sandgrubengebiet bei Haid/FO dürfte mit ca. 300 Laichballen aus je ca. 1.000 bis 2.000 Eiern eine der größten Populationen Oberfrankens gefunden worden sein (siehe SACHTELEBEN 1989); bedeutsames Vorkommen auch in verlandenden Sandgrubentümpeln im östlichen Lkr. BT (ABSP-Landkreisband BT);

Laichhabitat:

nährstoffarme (dystrophe) Teiche bzw. Baggerweiher (vornehmlich in Sandgruben) mit vegetationsreichen Uferzonen; Abbaustellen werden nur relativ selten besiedelt;

Aktionsradius:

(saisonale Wanderungen) bis 600 m.

Fadenmolch (*Triturus helveticus*)

RL Bayern 4

Verbreitung in Bayern:

auf das nordwestliche Unterfranken beschränkt, nach neuesten Angaben des ABSP Vorkommen auch im Frankenwald und Fichtelgebirge;

bevorzugt als **Sommerhabitat mesophile Laubwälder**, meist in der Umgebung seiner Laichgewässer; lebt überwiegend terrestrisch; dämmerungs- und nachtaktiv; tritt innerhalb seines Areals in verhältnismäßig zahlreichen Kleinpopulationen auf;

Laichhabitat:

bevorzugt leicht fließende, kühle, klare, quellnahe Kleingewässer; nimmt aber auch (im Flachland meist beschattete) Stillgewässer an, z.B. Kiesgrubentümpel und sogar vegetationsreiche kleine Baggerseen (vgl. DIESENER & REICHHOLF 1985);

Fortpflanzungszeit:

beginnt im März/April; verläßt nach Abklingen von Balz und Eiablage meist recht bald das Wasser;

Aktionsradius:

ca. 400 m, relativ enge Laichplatzbindung.

Kammolch (*Triturus cristatus*)**RL Bayern 2****Verbreitung:**

viel seltener als Berg- und Teichmolch, aber mit Ausnahme des Bayerischen Waldes und der Alpen fast in allen Hauptnaturräumen zumindest vereinzelt; Nachweishäufigkeit im mittelfränkischen Weihergebiet, im Oberpfälzer Weihergebiet, im Raum Eichstätt-Neuburg, im Unteren Inn- und Salzachtal sowie in den nördlichen Inn- und Salzachendmoränen; Art etwas fortgeschrittener Sukzessionsstadien von Abbaugewässern (pflanzenreich), so etwa in alten Bahngruben südlich Ingolstadt;

Lebensweise:

Sommerhabitat vorzugsweise im Wald oder in Waldnähe, stets in Gewässernähe; bereits Jungtiere führen kurze Wanderungen über Land durch;

Laichhabitat:

stehende und langsam fließende, relativ warme vegetationsreiche, v.a. größere und tiefere Gewässer, die nicht total beschattet sind; vegetationsfreie Laichplätze wie tiefe perennierende Lehm- und Kiesgrubentümpel werden jedoch nicht gemieden; aufgrund der Eignung seiner Laichgewässer für Fischbesatz wird er häufig aus potentiellen Fortpflanzungshabitaten verdrängt und ist daher rückläufig; in der südlichen Frankenalb zeigen Kammolche eine Vorliebe für alte eingewachsene "Tegelweiher", d.h. seit Jahrhunderten oder seit dem Ende der Hafnereien nach dem 2. Weltkrieg bestehende Lehmgruben, die oft den Dolinen-Hülben oder Toteskühlen ähneln;

Fortpflanzungszeit:

März/April, kann bis in den Juni andauern; mehr oder weniger enge Laichplatzbindung.

Weitere Nutznießer sind Grasfrosch, Seefrosch (z.B. Sandgruben und älteren Naßbaggerungen bei Ebenhausen/IN, im Schuttetal/EI und im Paartal/PAF), Teichmolch (bevorzugt alte eingewachsene Flachbaggerungen, z.B. ED, Sandgrubentümpel, z.B. WUG, Flußtalkiesgruben, so etwa im Lkr. MIL mit Massenvorkommen); Erdkröte (z.B. Sandgruben, Kiesgruben im Isen-Sempt-Hügelland).

1.5.3.3 Reptilien

Keine Reptilienart ist in ihrem Vorkommen auf Kies-, Sand- und Tongruben beschränkt. Als wechselwarme Tiere sind Reptilien in der Hauptsache auf trockene und sonnige Standorte angewiesen und finden sich daher auch in Trockenabbauen. Einige Arten benötigen aber auch die Kombination mit feuchten oder nassen Standorten, was besonders in Naßbaggerungen gegeben ist. Abbaustellen sind daher für einige Reptilienarten regional bedeutsame (Ausweich-) Habitate geworden.

Berg- oder Waldeidechse (*Lacerta vivipara*)**Fortpflanzungs- und Sommerhabitat:**

meidet sehr trockenes Gelände, ist häufig im Wald anzutreffen, geht aber auch oft in mäßig vegetationsreiche Abbaustellen mit kleinen Wasserstellen, wechselfeuchten Plätzen und Sonnplätzen; bayernweit verbreitet;

Nach RIESS (1986) scheint das **Minimumareal** einer über viele Jahre hinweg bestehenden Population ein Waldwegabschnitt von 60 m x 4 m zu sein. Nach GLANDT (1976, zit. in MALKMUS 1987) reichen sogar 50 m² für eine lebens- und überlebensfähige Population aus;

verläßt das Überwinterungsquartier (z.B. hohlraumreiche Abraumhalden, Reisighaufen) in klimatisch günstigen Abbaugruben bereits im Februar.

Schlingnatter (*Coronella austriaca*)**Fortpflanzungs- und Sommerhabitat:**

besiedelt oft von Kulturland umgebene, naturnahe Kleinstrukturen: südexponierte Lebensraumkomplexe aus niedriger Vegetation und nacktem, steinigem oder sandigem Boden sowie Verstecke wie Steinplatten, Brombeerbüsche etc.; meidet feuchtes sumpfiges Gelände und geschlossene, dichte Wälder; ihr Sommerhabitat entspricht vermutlich auch dem Winterhabitat;

sehr ortstreu; vorwiegend in Wärmegebieten an der Mittleren und Unteren Donau verbreitet;

Mindestgröße des Lebensraumes eines Paares:

ca. 4 ha (vgl. DRACHENFELS 1983); Biotope können - bei entsprechendem Nahrungsangebot - sehr klein sein;

Paarungszeit:

April.

Weitere Hinweise zu ihren Lebensraumansprüchen s. LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen".

Kreuzotter (*Vipera berus*)**Lebensraum:**

stark besonnte (Wiesen-) Hänge, sonnige busch- und krautreiche (Kiefern-) Wälder, Lichtungen, aufgelassene Sand- und Kiesgruben mit ruhigen, geschützt liegenden Sonnenplätzen wie Totholz, Geröllhaufen, die auch als Versteck dienen; sehr störanfällig, meidet menschliche Siedlungen!

Neben der Habitatausstattung ist für eine Besiedlung v.a. das **Nahrungsangebot** ausschlaggebend: Jungtiere fressen ausschließlich kleine Eidechsen und Frösche, während Alttiere Mäuse bevorzugen; Alttiere sind deshalb flexibler in der Habitatwahl als Jungtiere;

disjunkte Verbreitung vor allem entlang der Alpenflüsse; Gesamtbestand heute sehr stark bedroht;

Aktionsbereich

einer Kreuzotterpopulation beträgt mehrere km²;

Minimumareal:

pro Individuum bei günstigem Nahrungsangebot ca. 0,5 ha (vgl. DRACHENFELS 1983).

1.5.3.4 Insekten

In diesem Kapitel werden in Kies-, Sand- und Tongruben vorkommende Libellen (Kap. 1.5.3.4.1), solitär lebende Bienen, Hummeln und Wespen (Kap. 1.5.3.4.2, S. 61), Schmetterlinge (Kap. 1.5.3.4.3, S. 63), Laufkäfer (Kap. 1.5.3.4.4, S. 64), Heuschrecken (Kap. 1.5.3.4.5, S. 65), Wasserkäfer (Kap. 1.5.3.4.6, S. 66) und sonstige Insekten (Kap. 1.5.3.4.7, S. 67) kurz beschrieben.

1.5.3.4.1 Libellen (ODONATA)

Die meisten Libellenarten gehören zu den sehr vagilen Insekten, welche **große Nahrungsreviere** beanspruchen und auch **weite Wanderungen** durchführen. Sie sind daher imstande, auch relativ isoliert gelegene Gewässer zur Eiablage aufzusuchen. So ist die von PLACHTER (1983: 29) registrierte hohe Artenzahl von 23 an nur fünf Abbaustellen im nördlichen Alpenvorland zu erklären. Nicht alle in Abbaustellengewässern beobachteten Libellenarten pflanzen sich dort auch fort. Von einigen Arten fehlen ausreichende Kenntnisse über ihre Lebensweise. Ihre meist **außerordentliche Mobilität** erschwert genauere Angaben ihrer Lebensraumanprüche und Verhaltensweisen. Nach RIESS (1986) kann wohl jede Art zumindest Entfernungen von 2-3 km zurücklegen, Kleinlibellen vorzugsweise nur entlang von "Korridoren" (v.a. Gräben).

Der Artenreichtum an Libellen hängt stark vom Sukzessionsstadium einer Abbaustelle ab. Zwar finden sich die meisten Arten an größeren, stark verwachsenen Kiesgrubenteichen; die höchste Zahl seltener Arten ist jedoch im allgemeinen in neueren Abgrabungen mit vegetationsarmen, ephemeren Kleingewässern anzutreffen.

In Abbaustellen entstehende Kleingewässer stellen für einige gefährdete (Pionier-) Libellenarten geeignete Larvalhabitate dar, weil hier i.a. kein Konkurrenzdruck durch Freßfeinde, wie z.B. Fische, gegeben ist. Die im folgenden aufgeführten, als **typische Kiesgruben-Arten** einzustufenden Libellenarten sind nach drei strategischen bzw. ökologischen Gruppen geordnet, welche ihnen die Existenz unter den gegebenen Standortverhältnissen ermöglicht:

a) Larven folgender Arten ertragen ein zeitweiliges Austrocknen ihres Wohngewässers, indem sie sich am Grund eingraben:

- Plattbauch-Libelle (*Libellula depressa*)
- Vierfleck-Libelle (*Libellula quadrimaculata*)
- Gemeine Binsenjungfer (*Lestes sponsa*)
- verschiedene Heidelibellen (*Sympetrum spec.*), darunter die gefährdete **Gebänderte Heidelibelle** (*Sympetrum pedemontanum*), welche am häufigsten über dichten Grasbeständen von Kiesgruben zu beobachten ist; auch Fortpflanzungsnachweise dieser Art in vorliegendem Lebensraum wurden bereits erbracht (PLACHTER 1983: 30).

b) Stark verkürzte und in den Frühling vorverlegte Larvalphase (dadurch rechtzeitiges Schlüpfen der Imagines:

- Kleine Pechlibelle (*Ischnura pumilio*): bayernweit gefährdete Art mit z.T. individuenreichen Populationen in Tongruben und vegetationsarmen Kiesgruben; in ihrer Larvalzeit streng an Kleingewässer gebunden und scheint dabei einen lehmigen Untergrund zu bevorzugen (vgl. PLACHTER 1983: 30).
- Glänzende Binsenjungfer (*Lestes dryas*): nach PLACHTERs Beobachtungen offensichtlich mehr an ausgedehnte, einförmige Binsenbestände gebunden, die zeitweilig überflutet sind. Sie kann als Charakterart periodisch austrocknender Flachsümpfe (Verlandungszonen von Grubengewässern) angesehen werden.

c) Larve entwickelt sich auch im Schlammgrund kleiner Rinnsale:

- Südlicher Blaupfeil (*Orthetrum brunneum*), in Kiesgruben jeweils nur mit wenigen Exemplaren nachzuweisen.

SCHIEMENZ (1953, zit. in PLACHTER 1983) berichtet indessen, daß bei dieser Art die Eiablage vor allem in Gräben mit Quellwasser erfolgt.

Ausführliche Angaben zur Autökologie und zu Pflegemaßnahmen finden sich artbezogen im **Kap. 1.5** des LPK-Bandes II.8 "Stehende Kleingewässer".

1.5.3.4.2 Stechimmen

Dazu gehören solitär lebende Bienen, Hummeln und Wespen. Stark besonnte, vegetationsarme Abbaustellen werden von zahlreichen Vertretern dieser sehr artenreichen Familien als Bruthabitat angenommen, vor allem von endogäisch (im Boden) nistenden Arten. Über die Hälfte der dieser Gruppe angehörigen Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in Trockenbiotopen mit reichhaltigem Blütenangebot (bevorzugte Nahrungsaufnahme von Nektar und Pollen). Die Gefährdung der meisten Arten ist in erster Linie auf das starke Defizit an Nistgelegenheiten zurückzuführen, erst an zweiter Stelle folgt der Mangel an Futterpflanzen (WESTRICH 1989).

Nist- und Nahrungsplatz sind die wichtigsten Elemente der Stechimmenlebensräume. Dabei gehören diese in einigen Fällen ziemlich konträren Biotoptypen an (vgl. DRACHENFELS 1983 und WESTRICH 1989):

- Schenkelbienen (z.B. *Macropis spec.*): nisten in trockenen Rasen oder vegetationsarmen Böschungen, sammeln die Nahrung für die Larven aber vom Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), der an Gräben, auf moorigen Wiesen oder in Feuchtbrachen wächst;
- Langhornbienen (z.B. *Melitta nigricans*) nisten in Trockenrasen oder Lößwänden (auch von Abbaustellen); ihre Futterpflanze ist aber v.a. der an nassen Standorten stehende Blutweiderich (*Lythrum salicaria*);
- auch viele Grabwespen suchen zur Nahrungsaufnahme viel feuchtere Biotope auf als zur Nestanlage;
- Holznistende Bienen- und Wespenarten: An alten Zaunpfählen bzw. in Baumstümpfen (= Nisthabitat), die an ein Gebüsch (= Nahrungshabitat) grenzen, wurden Nistanlagen von 17 verschiedenen Arten festgestellt.

Nach HEYDEMANN (1982) kommen insgesamt etwa

18 Arten der Goldwespen (CHRYSIDIDAE)

10 Arten der Solitären Faltenwespen (EUMENIDAE)

20 Arten der Wegwespen (POMPILIDAE)

38 Arten der Grabwespen (SPHECIDAE)

70 Arten der Wildbienen und Hummeln (APIDAE)

regelmäßig im Bereich der Trockenbiotope von Kiesgruben vor. Insgesamt trägt die Bereitstellung vegetationsarmer, renaturierter Kies-, Sand- und Tongruben zur Bestandserhaltung von über 250 Hautflügler-Arten, also über 50 % der in Süddeutschland nachgewiesenen Arten, bei.

Viele der in Abbaustellen nachgewiesenen Arten sind Bodenbrüter, so z.B. die *Andrena*- (Sandbienen-)Arten und auch die zahlreichen *Halictus*- (Furchenbienen-)Arten. Sie nisten im Boden, speziell auf kiesig-sandigen Böschungen und an senkrechten Wänden, Abbruchkanten etc., welche eine Mindestmenge an bindiger (toniger) Substanz zur Stabilisierung der Brutröhren enthalten.

Die *Nomada*- (Wespenbienen-)Arten sind Kleptoschmarotzer ("Kuckucksbienen") bestimmter *Andrena*-Arten (z.B. *Nomada flavoguttata* bei der *Andrena minutula*-Gruppe und *Halictus*-Arten).

Die *Osmia*- (Mauerbienen-)Arten sind sogenannte Bauchsammler. Ihre zugehörigen Kuckucksbienen sind *Stelis*- (Düsterbienen-)Arten. Die *Osmia*-Arten bauen ihre Nester genau wie die *Prosopis*- (Maskenbienen-)Arten **über der Erdoberfläche in Totholz und dünnen Hochstaudenstengeln** (epigäisch nistend).

Eine Zusammenstellung der verschiedenen Nist-Typen von Stechimmen allgemein nach Anteil an der Artenzahl in der BRD gibt folgende Aufstellung wieder (siehe DRACHENFELS 1983), worin auch

die Bedeutung von Abbaustellen-Strukturen als Hymenopteren-Habitat deutlich wird:

- 1) lehmige Böden von Trockenrasen, Böschungen, Wegen - meist an vegetationsarmen Stellen: ca. 55 %;
- 2) Steilwände an Ufern, Lößterrassen, Hohlwegen, Lehmgruben und in Lehmfachwerk etc.: ca. 27 % (z.B. die Seidenbiene *Colletes daviesanus*, die Pelzbiene *Anthophora acervorum* und die Furchenbiene *Halictus nitidiusculus*);
- 3) lockere Sande von Sandgruben, Dünen, Sandwegen u.ä.: ca. 23 % (z.B. die Sandbiene *Andrena polita*, ihr Kuckuck *Nomada pleurosticta*, die Furchenbiene *Lasioglossum malachurum* mit ihrem Kuckuck, der Blutbiene *Sphecodes monilicornis*);
- 4) Totholz: Nester meist in Fraßgängen von Käfer- oder Holzwespenlarven, teilweise auch eigenständig in morsches Holz oder Borke genagt: ca. 20 %;
- 5) hohle oder markhaltige Stengel und Zweige (Schilf, Brombeere u.ä.), teilweise Pflanzengallen anderer Insekten an Schilf, Eiche oder Kiefer: ca. 18 %;
- 6) Höhlungen und Spalten in Felsen und Mauern: ca. 8 %;
- 7) freigebaute Nester an Steinen und Pflanzenteilen: ca. 6 %;
- 8) an der Erdoberfläche in der Bodenvegetation, teilweise auch in Vogelnestern auf Bäumen (fast nur soziale Arten): ca. 2 %;
- 9) leere Schneckenhäuser, vorwiegend in Trockenrasen, sonnigen Böschungen u.ä.: ca. 2 % (z.B. Mauerbienen *Osmia bicolor* und *Osmia aurentata*);
- 10) in Baumhöhlen, Nistkästen, Dachböden, u.ä. (nur soziale Arten): ca. 1,5 %.

Einige Arten brauchen zum Nestbau außerdem noch besondere Requisiten wie Lehm, Harz, Pflanzenwolle, Blattstücke oder Holzfasern.

Zum **Aktionsradius** der angesprochenen Hymenopteren liegen nur wenige Untersuchungen vor. Der Aktionsradius von kleinen Bienen-, Grab- und Wegwespen liegt nach PREUSS (1980) wesentlich unter 1 km. Weibchen der Mauerbiene *Osmia rufa* sammelten in 300 m Entfernung vom Nest (RAW 1974, zit. in DRACHENFELS 1983). In anderen Untersuchungen von KEMPER & DÖHRING (1967, zit. in DRACHENFELS 1983) wurde festgestellt, daß die relativ großen *Paravespula*-Individuen aus bis zu 5 km Entfernung zum Nest zurückfanden. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte man auch bei Hummeln.

Die **Ausbreitungsfähigkeit** der solitären Bienen muß als gering eingeschätzt werden, wenn man berücksichtigt, daß junge Weibchen oft direkt nach Verlassen des Nestes begattet werden und gleich darauf mit dem Nestbau (also ohne langes Suchen und Wandern) beginnen. MIOTK (1979) aber beobachtete auch, daß von Weibchen der Lehmwespe *Odynerus spinipes* nur gut die Hälfte an der heimat-

lichen Lößwand blieben, fast ebenso viele aber zu anderen Nistplätzen wanderten.

Im großen Raum- und Zeitrahmen betrachtet, vollziehen auch die solitären Bienen größere Wanderungen, z.B. plötzliche Arealausweitung der Sandbiene *Andrena fulva* um die Jahrhundertwende in Norddeutschland, die in jüngster Zeit festgestellte Ausbreitung von *Andrena cineraria* in Schleswig-Holstein (HAESELER 1974, zit. in DRACHENFELS 1983; Beispiele aus Bayern sind nicht bekannt). Die relativ langlebigen und auch flugtüchtigen Weibchen der sozialen Hummeln können dagegen im Herbst und Frühjahr weite Strecken zurücklegen.

Allgemein aber ist die Vagilität unter den heimischen Wespen und Bienen der sozial lebenden Arten, deren Anteil an den Hymenopteren aber nur 7 % beträgt, viel größer als die der solitären Arten (Ausbreitung in einer Generation über viele Kilometer möglich). Die solitären Arten legen normalerweise nur Entfernungen unter 1 km zurück. Als besonders gering ist die Vagilität der Wegwespen einzuschätzen. Sie unternehmen nur sogenannte "Sprungflüge".

Allgemein gilt auch hier der Grundsatz, daß Arten temporärer Lebensräume in der Regel auch über gute Ausbreitungsfähigkeiten verfügen.

Minimumareal: Derzeit sind keine gesicherten Angaben machbar. Allgemein gilt natürlich, je günstiger die Nistmöglichkeiten und je größer das Nahrungsangebot, um so kleiner ist das benötigte Minimumareal einer Population, da man bei diesen Tiergruppen von keinem Territorialverhalten ausgehen kann. Nach RIESS (1986) benötigt ein Erdhummelvolk die Blüten einer ca. 2,0 ha großen Wiese, wobei natürlich die Zahl und der Typ der Blüten ausschlaggebend sind.

Geht man von den untersuchten Aktionsradien (s.o.) der Arten aus, läßt sich daraus ein **Maximalareal** angeben, innerhalb dessen die Lebensraumansprüche der Arten erfüllt sein müssen. Zieht man bei solitären Bienen einen Aktionsradius von 500 m heran, ergibt sich ein Maximalareal von **knapp unter 8 ha**. Ein Bienenvolk wird jedoch i.d.R. ein kleineres Areal besiedeln, also ein solches, das von ihm nicht die Ausschöpfung des maximalen Aktionsradius zur Nahrungssuche abverlangt (DRACHENFELS 1983; Ergänzungen der Informationen durch WARNCKE 1991, mdl.).

Weitere Informationen zu den Lebensraumansprüchen bzw. der Lebensweise von Wildbienen enthält der LPK-Band II.2 "Dämme, Deiche und Eisenbahnstrecken".

1.5.3.4.3 Schmetterlinge (LEPIDOPTERA)

Die Ausführungen in diesem Kapitel beziehen sich fast ausschließlich auf Tagfalter. Für das Vorkommen einer bestimmten Art in einem Gebiet sind i.d.R. die Lebensraumansprüche im Larvalstadium der begrenzende Faktor, da die Raupen wenig mobil sind und oft enge Bindungen an Wirtspflanzen und/oder Strukturen haben. Bezogen auf die Imagi-

nes haben die Wirtspflanzen zwar einen gewissen Einfluß auf die Artenzusammensetzung, stellen normalerweise aber keinen Minimumfaktor dar.

Die einzelnen Tagfalterarten stehen meist in enger Beziehung zu bestimmten Pflanzenarten bzw. Familien (vgl. KREBS & WILDERMUTH 1973-75):

- Imagines von Kleinem Fuchs (*Aglais urticae*) und Tagpfauenauge (*Inachis io*) im Vorfrühling zur Nahrungsaufnahme vorzugsweise auf **Weidenkätzchen** und **Huflattichblüten**;
- Imagines von Bläulingen (LYCAENIDAE) saugen Nektar besonders gerne auf **Wundklee** und **anderen Schmetterlingsblütlern**;
- Imagines von Widderchen (ZYGAENIDAE) suchen bevorzugt die lilafarbenen Blüten von **Dost** und **Witwenblumen** zur Nahrungsaufnahme auf;
- im Raupenstadium ausschließlich auf **Brennsele**:
 - Kleiner Fuchs (*Aglais urticae*),
 - Tagpfauenauge (*Inachis io*),
 - Admiral (*Vanessa atalanta*),
 - Landkärtchen (*Araschnia levana*).

BLAB & KUDRNA (1982; zit. in DRACHENFELS 1983) gliedern die Tagfalter in ökologische Gruppen, wovon v.a. "Asylsucher" der unten aufgeführten Gruppen 1 und 2, auch der Gruppe 3 (Arten wechselfeuchter Standorte) als Besiedler von Abbaugruben in Betracht kommen. Nitrophile Ruderalstandorte, welche auch häufig in Abbaustellen vorkommen, bieten vielen euryöken, verbreiteten Arten Raupenfutterplätze.

- 1) **Mesophile:** Arten mit relativ großer ökologischer Anpassungsbreite, Arten des Offenlandes (Bsp.: Schwalbenschwanz (*Papilio machaon*), Ochsenauge (*Maniola jurtina*); Arten des Waldes;
 - einige Arten neigen regelmäßig oder gelegentlich zu ausgedehnten Migrationen (z.B. Kleiner Perlmuttfalter (*Argynnis lathonia*), Gemeiner Heufalter (*Colias hyale*);
 - größte Flächenansprüche der mesophilen Offenlandarten hat der Schwalbenschwanz (*Papilio machaon*). Er ist ein sogenannter Streubrüter (verteilt seine Eier im Flug über größere Flächen) und ausdauernder Flieger.
- 2) **Xerothermophile:** auf xerothermen Rasen oder auf Gehölzvegetation. Folgende Arten und Familien haben darunter die größten Flächenansprüche:
 - Großer Waldportier (*Hipparchia fagi*): in lichten, trockenen Wäldern mit ausgedehnten Grasinseln bzw. baum- und buschreiche Trockengrasfluren; Raupenfutterpflanzen: Honiggras und Fiederzwenke;
 - Kleiner Waldportier (*Hipparchia alcyone*);
 - Braungebändertes Ochsenauge (*Pyronia tithonus*);
 - Bläulinge (LYCAENIDAE): Familie mit zahlreichen gefährdeten Vertretern. Einige Arten (*Maculinea* spec.) sind zwingend auf Amei-

sen als Larvenwirte angewiesen, die Wirte sind aber meist kein Minimumfaktor; vielmehr begrenzt das Angebot an geeigneten Raupen-Futterpflanzen die Populationsgröße (nicht an allen Standorten wachsende Exemplare der prinzipiell in Frage kommenden Pflanzenart(en) eignen sich zur Eiablage). Ausnahme: Schwarzgefleckter Bläuling (*Maculinea arion*), dessen bruträuberische Larven auf die gefährdete Ameisenart *Myrmica sabuleti* spezialisiert sind.

- 3) **Hygro- und Thyrophile:** auf feuchtwiesenartiger Pioniervegetation; durchwegs wenig vagile Arten.

Schmetterlinge suchen bevorzugt windgeschützte Plätze, wie z.B. Lee von Grubenkanten, auf. Nach PLACHTER (1983) sowie BLAB & KUDRNA (1982) stellen Abbaustellen für Tagfalter keine bevorzugten Lebensräume dar. Die meisten der relativ wenigen beobachteten Imagines dürften sich nur vorübergehend zur Nahrungssuche einstellen, eine Fortpflanzung dürfte gerade bei gefährdeten Tagfalterarten mangels Raupenfutterpflanzen in den seltensten Fällen von Erfolg gekrönt sein.

1.5.3.4 Laufkäfer (CARABIDAE)

Diese vorwiegend räuberisch lebende Artengruppe spielt in der Agrarlandschaft eine bedeutende Rolle bei der Schädlingsbekämpfung. Auf Ackerland werden sie ihrerseits durch erhöhten Pestizideinsatz und moderne Bearbeitungsmethoden stark dezimiert. Der Blick in die Rote Liste Bayerns (LfU 1992) läßt einen starken Rückgang zahlreicher Laufkäferarten erkennen.

Als weitgehend insektizidfreie Standorte sind Abbaustellen wichtige (Über-)Lebensräume von Laufkäfern geworden. PLACHTER (1983) konnte allein in fünf untersuchten Abbaustellen 120 Arten nachweisen (in einer Kiesgrube davon schon 71 Arten!), von denen 37 als für Südbayern selten oder landesweit bedroht anzusehen sind. Arten der Äcker und Felder machten dabei 33 % aus! Arten mit einer Biotopräferenz (ausschließlich oder teilweise) für Moore und Sümpfe - für bedrohte Lebensräume also - hatten immerhin noch einen Anteil von 17 %. Besonders hoch war der Anteil gewässer- oder ufergebundener Arten mit 45 %. Die typischen Fließgewässerarten fanden sich dabei überwiegend auf offenen, sandreichen Kiesflächen und vor allem reinen Sandflächen in Gewässernähe. Zur Besiedlung der Grube müssen diese Arten dabei einen ca. 4 km langen Weg über habitatfremde Biotope (intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen, Straßen etc.) zurückgelegt haben (sofern sie nicht im Eistadium von Vögeln eingeschleppt worden sind). Die meisten beobachteten Arten sind stenotop, d.h. sie besiedeln nur ein eng umrissenes Spektrum der Abbaustellenstandorte.

Laufkäferzönosen der verschiedenen Abbaustellen- (Substrat-) Typen:

PLACHTER (1983, 1985), BAEHR (1980, zit. in PLACHTER 1983) und BERNHARD & HANDKE

(1989) konnten nachweisen, daß sich das Artenspektrum von Laufkäfern in Sandgruben deutlich von dem in Kies- oder Lehm-/Tongruben bzw. deren spezifischen Biotoptypen unterscheidet (Sandgruben: v.a. Trockenbiotope, Kies-, Lehm-/Tongruben: nasse bis mäßig feuchte Pionierstandorte überwiegend). Es lassen sich folgende Laufkäferzönosen unterscheiden:

- Frühjahrsfortpflanzler überwintern als Imagines oder auch in fortgeschrittenen Larvenstadien und erreichen deshalb schon im Frühjahr ihre höchste Aktivitätsdichte (schwerpunktmäßig in Kies- und Sandgruben);
- Herbstfortpflanzler überwintern als Larve, adulte Käfer erscheinen erst im Sommer oder Herbst (vor allem in Tongruben).

Wichtige Habitat-Parameter:

Viele frühjahrsfortpflanzenden Arten kommen in Kiesgruben und Tongruben gemeinsam vor, ihre Abundanz in der jeweiligen Laufkäferzönose wird in hohem Maße von der Körnung und der Feuchte des Substrats bestimmt. PLACHTER (1983) konnte aus seinen Untersuchungen ableiten, daß die landesweit seltenen oder gefährdeten Arten vor allem von den vegetationsfreien bis höchstens schütter bewachsenen, feuchten bis staunassen Stellen angezogen werden. Mit zunehmendem Vegetationsschluß nehmen Artenzahl und Diversität wieder ab. Auf dicht bewachsenen, nährstoffreichen Flächen sind sie schließlich am geringsten.

Laufkäfer zeigen auch eine sehr enge Bindung an bestimmte Vegetations- oder Strukturtypen PLACHTER (1983). Die Pflanzenarten spielen dabei nur eine untergeordnete Rolle. Wichtig ist vor allem ein ähnlicher struktureller Aufbau der Vegetation (auch Deckungsgrad) und des abiotischen Habitatinventars. So können sich die Laufkäferzönosen auf wenigen Metern grundlegend ändern (die Habitate sind oft nur wenige Quadratmeter groß). Durch die enge Habitatbindung vieler Arten und die oft geringen Raumannsprüche kann durch Einschaltung kleiner Bereiche andersartigen Substrats und/oder unterschiedlicher Vegetationsstruktur neuen Arten eine ausreichende Lebensmöglichkeit geboten werden. Eine Zunahme der Artenzahl und Diversität bei zunehmender Strukturiertheit des Standorts ist von PLACHTER (1983) belegt. Je reichhaltiger das Standortangebot, um so mehr Carabidenarten finden einen Lebensraum. Die in Abbaustellen vorkommenden seltenen Arten sind mit Angabe ihrer Habitatpräferenzen in Tab. 1/3 (S. 65) aufgelistet.

Vagilität und Aktionsradius:

Für die Pionierstandorte in Abbaustellen charakteristisch sind die flugfähigen, mobilen Laufkäferarten, wie die kleinen Vertreter der Gattung BEMBIDION und AGONUM (vgl. BERNHARD & HANDKE 1989).

Vor allem bei den Laufkäferzönosen, die in temporären oder in zeitweise nicht bewohnbaren Habitaten

Tabelle 1/3

In Abbaustellen des nördlichen Alpenvorlands und im Regnitzbecken nachgewiesene, seltene Laufkäfer-Arten mit Angaben zu ihren Biotoppräferenzen (verändert aus PLACHTER 1983: 39ff und SACHTELEBEN 1989).

e = eurytop; h = hygrophil; m = mesophil; o = heliophil; t = thermophil

A = Acker; F = Fließgewässer; G = Stillgewässer; M = Moor/Sumpf; O = offenes Gelände; P = Park, Gärten; U = Ufer; W = Wald

Arten	Ökologische Valenz	Biotoppräferenzen
<i>Abax carinatus</i>		W
<i>Acupalpus flavicollis</i>		U,M
<i>Agonum micans</i>	s	U
<i>Amara fulva</i>		A,O
<i>Badister sodalis</i>	t	U,M
<i>Bembidion azurescens</i>	m	
<i>Bembidion punctulatum</i>		U,F
<i>Bembidion pygmaeum</i>		
<i>Bembidion subcostatum</i>		U
<i>Bembidion testaceum</i>	m	U
<i>Brosicus cephalotes</i>	o	O
<i>Chlaenius nigricornis</i>	h	U,M
<i>Chlaenius nitidulus</i>	h,o	U
<i>Chlaenius vestitus</i>	h	U
<i>Cicindela silvatica</i>	t,o	O
<i>Dyschirius aeneus</i>	s	F
<i>Dyschirius angustatus</i>	s	F
<i>Dyschirius intermedius</i>	s	F
<i>Dyschirius similis</i>	s	F
<i>Elaphrus cupreus</i>		U,F,M
<i>Harpalus puncticeps</i>	t	O
<i>Lasiotrechus discus</i>	s,h	U,F
<i>Microlestes minutulus</i>	t,o	O
<i>Notiophilus pusillus</i>		O
<i>Olisthopus rotundatus</i>	t	
<i>Pterostichus melas</i>	m,t	A,O,W
<i>Pterostichus ovoideus</i>	s,t	A,U
<i>Stenolophus teutonius</i>		U,M
<i>Syntomus foveatus</i>	t,o	O
<i>Tachys parvulus</i>	h	U,G,F,M
<i>Tachys quadrisignatus</i>		G,F
<i>Thalassophilus longicornis</i>		F
<i>Trechus austriacus</i>	m,f	U

siedeln, ist der Anteil mobiler, d.h. flugfähiger Arten deutlich größer (65 %) als bei Laufkäferzönosen dauerhafter Biotope (19 %) (vgl. DENBOER 1977, zit. in DRACHENFELS 1983).

Flugfähige Arten können durchaus viele Kilometer überwinden, während kleine, flugunfähige Arten über 200 m kaum hinauskommen. Große flugunfähige Arten entfernen sich im Laufe ihres Lebens auch kaum mehr als 1 km von ihrem Ursprungsort (vgl. DRACHENFELS 1983).

1.5.3.4.5 Heuschrecken (SALTATORIA)

Die meisten Heuschreckenarten haben eine enge Lebensraumbindung, d.h. sie verlassen kaum die nach ihren Ansprüchen ausgestatteten Biotope. Wesentliche Faktoren für die Habitatbindung sind das Mikroklima (v.a. die Luftfeuchtigkeit) und die Raum- bzw. Vegetationsstruktur.

Heuschrecken führen in der Regel nur kleine, durch kurzfristige Wetteränderung und den jahreszeitli-

chen Wechsel von Besonnung und Vegetationsstruktur (Vegetationshöhe(n), umschlossener Raum etc.) bedingte Wanderungen durch - etwa in Abbaugruben von den im Frühsommer bevorzugten Sohlen auf angrenzende, stärker besonnte Böschungen im Spätsommer.

Bei vielen Arten haben die Larven andere ökologische Ansprüche als die Adulten, woraus sich auch gewisse Wanderungen ergeben, indem junge Larven vom Bruthabitat zu ihrem Nahrungshabitat wandern und als Adulte zur Eiablage wieder zurückkehren. Dieser Erscheinung kann eine gewisse Bedeutung bei der Ausbreitung einer Art zukommen, wenn die Imagines Eiablageplätze aufsuchen.

Auch bei den Heuschrecken zeichnen sich die Pionierbesiedler in der Regel durch eine hohe Vagilität aus, wie die feuchte, vegetationsarme Uferfluren besiedelnde, sehr kleine Gemeine Dornschrecke (*Tetrix undulata*), Brauner Grashüpfer (*Chorthippus brunneus*), Blauflügelige Ödlandschrecke (*Oedipoda caerulea*) und die sehr seltene Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*).

Der Vergleich zahlreicher Heuschrecken-Bestandsaufnahmen von Abbaustellen Bayerns ergab, daß die Summe vorliegender Lebensraumtypen immerhin von ca. 31 Arten (ca. die Hälfte der in Bayern heimischen) besiedelt werden. Die Ökologie einiger bayernweit seltener, für Abbaugelände charakteristischer Arten sei kurz angesprochen (nach MERKEL 1980; BELLMANN 1985). Weitere Angaben zur Autökologie und zu Pflegemaßnahmen sind im [Kap. 1.5](#) des LPK-Bandes II.1 "Kalkmagerrasen" nachzuschlagen.

Ödlandschrecken (LOCUSTINAE)

An vegetationsarme Pionierstandorte angepaßte Artengruppe (z.B. in der Färbung), meist mit bunten Hinterflügeln.

Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*)

- Lebensraumsprüche: bewohnt trockene, vegetationsarme Sand- und Kiesflächen (Vegetationsdeckung < 20 %); verschwindet mit dem Aufkommen dichter Vegetation; nach MERKEL (1980) braucht sie geeignete Standorte (s.o.) von mindestens 200 m²; eine stabile Population besteht jedoch nur auf mehreren ha fast vegetationsfreien Sandflächen;
- hervorragende Fliegerin, deshalb sehr pionierfreudige Art;
- Imagines erscheinen von August bis Oktober;
- Verbreitung: nur noch in wenigen großflächigen Sandgruben Mittel- und Nordbayerns;
- Hauptgefährdung: durch Verbuschung, Aufforstung und Rekultivierung der großen Sandgruben (WAEBER 1992).

Blauflügelige Ödlandschrecke (*Oedipoda caerulea*)

- Lebensweise: bewohnt steinige, vegetationsarme Trockenrasen bzw. Rohbodenflächen (Vegetationsdeckung < 20 %); neue Lebensräume v.a. in Steinbrüchen, Sandgruben und aufgelassenen

Kiesgruben; besiedelt werden nach MERKEL (1980) geeignete Standorte von mind. 40 m² Größe, von denen aber in nächster Nachbarschaft mehrere vorhanden sein müssen, von höchstens 2 m breiten dichter bewachsenen Streifen getrennt; solche Standorte werden nur kurzfristig aufgesucht;

- Nahrung: vorwiegend Gräser;
- Fortpflanzung: an Sommertagen von Juli bis September; legt Eier in den Boden, im folgenden Frühsommer schlüpfen die ersten Jungen;
- Imagines treten von Juli bis Oktober auf.

Aus anderen Familien können folgende Arten als charakteristische Grubenbewohner gelten, ohne jedoch in ihrem Vorkommen auf diese fixiert zu sein (SACHTELEBEN 1993, briefl.):

Gefleckte Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*)

- Lebensraumsprüche: bewohnt ausschließlich vegetationsarme, trockene Stellen; vorwiegend in Sandgruben.

Westliche Beißschrecke (*Platycleis albopunctata*)

- Lebensraumsprüche: thermophile Art, besiedelt häufig vegetationsarme, schotterige Flächen in Kiesgruben;
- sehr mobile, flugtüchtige Pionierart basenreicher Rohboden-Habitate.

Steppen-Grashüpfer (*Chorthippus vagans*)

- Lebensraumsprüche: besiedelt trockene, warme, vegetationsarme Flächen;
- Verbreitung: vor allem in Sandgruben, aber auch in Kiesgruben Nordbayerns, schwachpunktmäßig im mittleren Altmühltal, im Rednitz-Regnitzbecken, im Maintal zwischen Bamberg und Würzburg.

Nach HARZ (1960, zit. in DRACHENFELS 1983) sind **Heuschreckenpopulationen auf Standorten mit wenigen 100 m² als gefährdet anzusehen**. Durch die starke Temperaturabhängigkeit vieler Arten muß eine Population auch die beträchtlichen Bestandsrückgänge in Jahren mit feuchtkühler Witterung ausgleichen können. Da die Heuschrecken witterungsbedingt kleinere Standortwechsel durchführen und ihnen oft schon kleinste Habitatflecken in der Nachbarschaft genügen, kommt ihnen **allgemein ein kleinflächiges Standortmosaik mit einem möglichst breiten Feuchte- und Vegetationsstruktur-Spektrum** entgegen.

Ausführliche Beschreibungen der Ökologie und Lebensraumsprüche von Trockenlebensräume bewohnenden Heuschrecken sind in den LPK-Bänden II.1 "Kalkmagerrasen" und II.4 "Sandrasen" enthalten.

1.5.3.4.6 Wasserkäfer (COLEOPTERA: HYDRADEPHAGA et PALPICORNIA)

Diese Gruppe umfaßt mehrere Familien, die z.T. nicht näher miteinander verwandt sind. Gemeinsames Merkmal ist vor allem die aquatische Lebens-

weise ihrer Larven, während die Imagines eine unterschiedliche Bindung an Gewässer zeigen. Viele Arten der DYTISCIDAE verlassen ihre Wohngewässer nur selten (vor allem zur Überwinterung), dagegen suchen Vertreter der HYDRAENIDAE oder HYDROPHILIDAE nur selten Gewässer auf und können im Flug weite Entfernungen zurücklegen.

In Abbaustellen siedeln sich vorwiegend durch folgende ökologische Valenzen gekennzeichnete Wassertäferarten an:

- **thermophil**, d.h. sie brauchen flache, leicht erwärmte Gewässer;
- **silicophil** bzw. **psammophil** (kies- bzw. sandliebend), d.h. der Gewässergrund muß kiesig-sandig und das Wasser weitgehend vegetationsfrei sein.

Der Lebensraum Abbaustelle trägt für das Überleben von Arten aus folgenden beiden ökologischen Gruppen besondere ökologische Verantwortung:

- Subhalophile (= schwach salzertragende) Lehmgruben-Gesellschaft:

- *Coelambus confluentis*: eurytop; Pionierart in Kiesgruben; lehmige, flache Pfützen und Tümpel;
- *Hydroglyphus pusillus*: eurytop, bevorzugt Gewässer mit Kies- oder Sanduntergrund, lehmige Pfützen und Tümpel, Ziegelei- und Kiesgrubentümpel, sandige, langsam fließende Gewässer;
- *Dytiscus circumflexus*: eurytop; rasche Standortwechsel; subhalophil; in stehenden Gewässern, vielfach in frisch ausgehobenen lehmigen Tümpeln.

- Silicophile (kiesliebende) Kiesgruben-Gesellschaft:

- *Potamonectes canaliculatus*: stenotop; silicophil; Pionierart in Kiesgruben;
- *Hydroporus marginatus*: stenotop; silicophil; semisubterran (z.T. unter Steinen); Pionierart in Kiesgrubentümpeln und Steinbruchtümpeln;
- *Laccobius gracilis*: stenotop; thermophil; Stillwasserzonen an Flüssen, Kiesgrubentümpel;
- *Laccobius sinuatus*: eurytop; thermophil; halophil; erwärmte stehende Gewässer über Kiesgrund;
- *Scarodytes halensis*: eurytop; Ziegeleitümpel, Mergelgruben, Teiche in Kalksteinbrüchen;
- *Agabus nebulosus*: eurytop; vorwiegend silicophil; Baggerteiche, v.a. Kies- und Sandgruben.

Weitere typische und z.T. stenotope Arten von Sand-, Kies- und Tongruben sind:

- DYTISCIDAE (Schwimmkäfer):
 - *Bidessus minutissimus*: stenotop; silicophil; Randzonen von Kiesgrubengewässern; stark erwärmte flache Altwässer, die über das Grundwasser mit Fließgewässern in Verbindung stehen;

- *Bidessus delicatulus*: stenotop; silicophil; in Bayern in flachen Pfützen, an Kiesgrubengewässern und kiesigen Altwässern;
- *Graphoderus cinereus*: eurytop; vegetationsreiche Ziegeleitümpel und Weiher, Teiche in Sandgruben.

- HYDROPHILIDAE (Wasserfreunde):

- *Helophorus griseus*: stenotop; thermophil; v.a. in besonnten, lehmigen Pfützen, flachen Ziegelei- und Kiesgrubentümpeln, Fahrspuren;
- *Helochares lividus*: eurytop; etwas thermophil; detritusreiche, stehende Gewässer, v.a. Ziegelei- und Kiesgrubengewässer, Altwasser; braucht Detritus.

Diese Arten kamen ursprünglich am Rand von Flüssen vor, in Schottertümpeln, Restwassergumpen etc., die durch die Frühjahrsumlagerungen jedes Jahr neu entstanden.

1.5.3.4.7 Sonstige Insektengruppen

Wasserwanzen

Diese heterogene Insektengruppe nimmt in den Biozöosen der meisten Stillgewässer (auch in kleinsten Pfützen und Tümpeln) eine zentrale Position ein. Neben den allgemein verbreiteten Gattungen *Sigara* (algenfressende Arten) und *Gerris* (Wasserkäfer) kommt in größeren Naßbaggerungen Nordbayerns auch die in der Roten Liste der BRD als gefährdet eingestufte, räuberisch lebende Stabwanze (*Ranatra linearis*) vor (PLACHTER 1983: 35).

Netzflügler

Ein bemerkenswerter Vertreter dieser Familie ist die Ameisenjungfer (*Myrmeleon formicarius*), deren als **Ameisenlöwen** bezeichnete Larven endogäisch in lockeren, trockenen und vegetationsfreien Sandflächen leben; diese bauen in die Sandoberfläche kleine Trichter (ca. 1,5 cm Durchmesser) als Fanganlage. An den Böschungen herabrutschende Kleininsekten (vor allem Ameisen) werden von den Zangen des am Trichtergrund wartenden Ameisenlöwen ergriffen. Verbreitungsschwerpunkte sind Sandgruben in den Flugsandgebieten (Lkr. KEH, NM und Rednitz-Regnitzbecken).

Zur Sukzession der Tierwelt s. auch [Kap. 2.2.3](#), S. 104.

1.6 Verbreitung in Bayern

Die großräumige Verteilung der Abbaugruben in Bayern korreliert mit den wichtigsten abbauwürdigen Lockergesteinsvorkommen. Diese befinden sich:

- in den Ablagerungsgebieten der großen Flüsse (Kies und Schwemmsande);
- in den Schotterebenen;
- im Tertiärhügelland (Sande, Feinkiese, Lehm);
- im Moränengebiet (Grobkiese, Lehm, Ton);
- in den Flugsand- und Dünengebieten.

Tone und Lehme sind allgemein weit verbreitet und kommen in der Regel in allen Naturräumen vor, da sie Verwitterungsendprodukte darstellen.

Die verschiedenen Lockermaterialien befinden sich (wie in Tab. 1/4, S. 69, dargestellt) in den bayerischen Landkreisen im Abbau ("offizielle" Gruben nach der "Karte der oberflächennahen mineralischen Rohstoffe von Bayern" des GLA von 1984, soweit möglich aktualisiert).

Die Abbildungen 1/13 (S. 71) bis Abb. 1/15 (S. 73) veranschaulichen die Verbreitung der Abbaustellen bzw. der geologischen Einheiten in Bayern. Die Legende dazu siehe Abb. 1/16 (S. 74).

1.7 Bedeutung von Abgrabungsbiotopen für Naturschutz und Landschaftspflege

Einerseits "Landschaftsschaden", andererseits oft Artenschutzflächen - wie geht das zusammen? Vielen Naturschützern ist diese Zweischneidigkeit auch heute noch nicht ganz geheuer, nachdem Bayerns Gruben mit durchaus naturschutzwichtigen Artenvorkommen und Lebensgemeinschaften aufwarten.

Dieses Kapitel resümiert überwiegend die "positive" Waagschale und zwar die Bedeutungsaspekte Botanischer und Zoologischer Artenschutz (Kap. 1.7.1, S. 68 und 1.7.2, S. 75), Lebensgemeinschaften (Kap. 1.7.3, S. 82) sowie Erd- und Heimatgeschichte (1.7.4, S. 84). Negativ zu bewertende Auswirkungen dürfen selbstverständlich nicht ausgeblendet werden, sie werden im Kap. 1.10 (S. 89) angesprochen.

Unzweifelhaft bedeuten Sekundärlebensräume in jungen und älteren Abgrabungen eine Chance und Herausforderung für den Arten- und Biotopschutz. Dies ergibt sich schon aus ihrer dichten Streuung über viele Naturräume. Bereits in der Biotop-Erstkartierung (Mitte der 70er Jahre) machten die rund 3.400 erfaßten Abbaustellen rund 6 % der Fläche aller aufgenommenen Biotope Bayerns aus (siehe Tab. 1/5, S. 74). In einigen Gegenden ist der Anteil (ehemaliger) Abbauareale am Gesamtquantum sich naturnah entwickelnder Lebensräume noch deutlich höher, so z.B. auf den Mühlendorf-Waldkraiburger Innterrassen/MÜ, in Teilen des mittleren Maintales und im Münchner Nordwesten.

Der seit Jahren erkannte hohe naturschutzfachliche Wert vieler aufgelassener oder nur noch extensiv genutzter Abbaugelände ergibt sich aus

- der hohen Habitatsdichte;
- dem Angebot an einigen sehr seltenen Biotoptypen;
- dem spezifischen Angebot früher Sukzessionsstadien, die in unserer Zivilisationslandschaft sonst nahezu fehlen;
- der meist großen inneren Komplexität, die jener bestimmter natürlicher Komplexlebensräume entspricht (PLACHTER 1991).

Ideal strukturierte größere Kies-, Sand und Tongruben sind in ihrer Habitatausbildung, ihrem kleinflächigen Strukturmosaik und ihrer hohen Entwicklungsdynamik mit den Auen unregulierter Flüsse vergleichbar. Sie haben Biotopfunktionen der ehemaligen dynamischen Pralluferböschungen und Schotterstreifen übernommen (HEUSSER 1972, BURMEISTER 1988).

1.7.1 Botanischer Artenschutz

Edaphisch und morphologisch vielgestaltige Abbaustellen sind oftmals sehr artenreich, mitunter repräsentieren sie die höchste Pflanzenartendichte der betreffenden Naturräume. So fand HUIS (1988) in einer nur knapp 1 ha großen, seit 1-4 Jahren aufgelassenen trockenen Sandgrube im Tertiärhügelland bei Engelmansberg/PAF 227 Gefäßpflanzenarten, also etwa die Hälfte der Gesamtartenzahl ganzer Meßtischblätter dieser Naturräume. In der Tongrube Jedenhofen/DAH registrierten PLACHTER (1983) bzw. HAASE & SÖHMISCH (1991) 164 Gefäßpflanzen. Zwei kleine insgesamt nur 530 m² große Terrassenkiesgruben des Lauterbacher Waldes bei Seeshaupt/WM enthielten nach 15 bis 20 Jahren Abbaurohe immerhin 143 bzw. 135 Pflanzenarten (HUIS 1988). Der vor etwa 120 Jahren ausgebeutete Oberstimmer Schacht/PAF beherbergt 149 höhere Pflanzenarten (JÜRGING 1981). OTTO (1992) fand im Donautal in 385 untersuchten Gruben insgesamt 267 Feuchtgebietsarten, 153 Kennarten feuchtgebietstypischer Vegetationseinheiten und 171 Ruderalarten. Die "durchschnittliche" Naßbaggerung enthielt hier allerdings insgesamt nur 70 Gefäßpflanzenarten. Jedoch ist etwa 40 % des Arteninventars der umgebenden Räume in den Abgrabungen des Donautales nachzuweisen. Von allen Feuchtbiotoparealen des Donauraumes kommen in den Gruben immerhin 50 % vor, viele davon aber in nur wenigen Abbaustellen (OTTO 1992).

Berücksichtigt man das Kommen und Gehen von Pflanzenarten im Verlauf der natürlichen Sukzession, so kommen noch deutlich höhere Artenzahlen zusammen. Aus den einzelnen Sukzessionsphasen kumulierte Artenzahlen bleiben dann weitgehend erhalten, wenn mehrere Abbaustandorte unterschiedlichen Abbaualters dieses Artenpotential gewissermaßen rotieren lassen.

In neuen Gruben auftauchende Pflanzenarten geringer Verbreitungsreichweite (vgl. Kap. 1.4.1, S. 45) zeigen (Rest-)Artenpotentiale der Umgebung an (Indikation latenter gebietstypischer Artenreservoirs).

Ein schönes Beispiel ist die nach Altersstufen und Morphologie sehr komplexe Kiesgrube am südlichen Ortsrand von Seeshaupt/WM, die gewissermaßen einen Arten-Extrakt aus stark zurückgedrängten nährstoffarmen Biotopen der nördlichen Ostersee-Terrassen bietet (alle Arten der Mehlprimel-Kopfbinsenrieder, fast alle gebietstypischen Halbtrockenrasen- und Schneeheide-Kiefernwaldarten, Bunter Schachtelhalm *Equisetum variegatum*, Fliegenorchis *Ophrys insectifera*, Netzblatt *Goo-*

Tabelle 1/4

Abbau von verschiedenen Lockermaterialien, nach Landkreisen (Quelle: GLA 1984, aktualisiert).

(# = ehemaliger Abbau,

+ = für diesen Rohstoff bedeutende Gewinnung)

Die Nummern beziehen sich auf die in [Kap. 1.3.2](#) (S. 32) beschriebenen geologischen Einheiten.

REGIERUNGSBEZIRK UNTERFRANKEN	
Lkr. Aschaffenburg	830, 831, 900, # 947, versch. paläozoische und + quartäre Tone, 951
Lkr. Bad Kissingen	920
Lkr. Haßberge	830, 920 (Tone und Mergel), 951
Lkr. Kitzingen	830, 920 (Tone und Mergel), 951
Lkr. Main-Spessart	830, 920
Lkr. Miltenberg	830
Lkr. Rhön-Grabfeld	814, 920 (versch. Tone und Mergel)
Lkr. Schweinfurt	830, 920 (Tone und Mergel), 951
Lkr. Würzburg	830, 920 (versch. Tone und Mergel), 951
REGIERUNGSBEZIRK OBERFRANKEN	
Lkr. Bamberg	830, 920 (Tone des Burgsandsteins)
Lkr. Bayreuth	800, 801, 802, 803, 830, 920 (versch. Tone)
Lkr. Coburg	800, 920 (mehrere versch. Tone und Mergel), 951
Lkr. Forchheim	830, 920 (versch. Tone)
Lkr. Hof	840, 900
Lkr. Kulmbach	800, 802, 830, 920
Lkr. Kronach	800
Lkr. Lichtenfels	802, 830
Lkr. Wunsiedel i. F.	840, 900, 940
REGIERUNGSBEZIRK MITTELFRANKEN	
Lkr. Ansbach	801, 830, 920 (versch. Tone und Mergel)
Lkr. Erlangen-Höchstadt	801, 830, 831, 920 (versch. Tone), 951
Lkr. Fürth	830, 831, 920 (versch. Tone)
Lkr. Neustadt/Aisch - Windsh.	801, 830, 920 (Tone und Mergel), 951
Lkr. Nürnberg	801, 802, 830, 831, # 920
Lkr. Nürnberger Land	801, 830, 831, # 927, 928, 929 (Tone und Mergel)
Lkr. Roth	801, 802, 830, 831, # 920
Lkr. Weißenburg-Gunzenhsn.	830, 920 (versch. Tone), # 940, 951
REGIERUNGSBEZIRK OBERPFALZ	
Lkr. Amberg-Weizsach	800 (v.a. Kaolinabbau), # 801 (= mehr Steinbruchcharakter mit Sand), # 802, 803, 804, 930 (versch. Tone)
Lkr. Cham	804, 830, 840, 900
Lkr. Neumarkt/Opf.	801, 802, 803, 830, 831, 920
Lkr. Neustadt a. d. Waldnaab	800, 830
Lkr. Regensburg	811, 813, 821, 824, 830, 940, (Naabtal-Tone), 951
Lkr. Schwandorf	804, 830, 940, 951
Lkr. Tirschenreuth	840, 900, 940

Fortsetzung von Tab. 1/4:	
REGIERUNGSBEZIRK NIEDERBAYERN	
Lkr. Deggendorf	813, 821, 824, 830, 940 (Tone des Bayerischen Waldes)
Lkr. Dingolfing-Landau	811, 824, 940, 951
Lkr. Freyung-Grafenau	840, 900
Lkr. Kelheim	811, 813, 821, 824, 830, 831, 940, 951
Lkr. Landshut	811, 824, 940 (versch. Tone und Mergel), 949, 951
Lkr. Passau	810, 812, 813, 824, 830, 900, 940 (u.a. auch Tone des Bayerischen Waldes)
Lkr. Regen	840
Lkr. Rottal-Inn	811, 812, 813, 824, 830, 940, # 949, 951
Lkr. Straubing-Bogen	813, 821, 824, 830, 840, 940, 951
REGIERUNGSBEZIRK OBERBAYERN	
Lkr. Altötting	811, 813, 821, 824, 940 (Mergel d. OSM), 951
Lkr. Bad Tölz-Wolfratsh.	# 813, 822, 823, 824
Lkr. Berchtesgadener Land	822, 823, 824
Lkr. Dachau	813, 940 (Mergel d. OSM), 951
Lkr. Ebersberg	823, 824, 951
Lkr. Eichstätt	813, 830, 831, 951
Lkr. Erding	823, 824, 940 (Tone und Mergel), 951, # 006
Lkr. Freising	811, 813, 824, 951
Lkr. Fürstenfeldbruck	823, 824, 940 (Mergel d. OSM)
Lkr. Garmisch-Partenkirchen	822, 823, 824, 007
Lkr. Landsberg	821, 822, 823, 824
Lkr. Miesbach	821, 823, 824
Lkr. Mühldorf	821, 824, 951
Lkr. München	824
Lkr. Neuburg-Schrobenhsn.	813, 821, 824, 830, 940 (v.a. Mergel d. OSM), 951
Lkr. Pfaffenhofen a. d. Ilm	811, 813, 824, 830, 951
Lkr. Rosenheim	822, 823, 824, 952 und andere quartäre Lehme
Lkr. Starnberg	822, 823, 824
Lkr. Traunstein	822, 823, 824, 952
Lkr. Weilheim-Schongau	# 813, 822, 823, 824, 006 (hier als Kalktuff-Steinbruch)
REGIERUNGSBEZIRK SCHWABEN	
Lkr. Aichach-Friedberg	813, 830, 940 (Mergel d. OSM), 949
Lkr. Augsburg	813, 821, 824, 830, 940 (Mergel d. OSM), 951
Lkr. Dillingen a. d. Donau	813, 821, 824, 920 (Zementmergel), 940 (Mergel d. OSM), 951, 006
Lkr. Donau-Ries	824, 831, 940 (Tone, Mergel und Bunte Breccie des Ries), 951
Lkr. Günzburg	813, 820, 821, 824, 940 (Mergel d. OSM), # 949, 951
Lkr. Neu-Ulm	821, 824, 940 (Mergel d. OSM), 951
Lkr. Oberallgäu	821, 822, 823, 824, 952
Lkr. Ostallgäu	822, 823, 824, 940 (Mergel d. OSM)
Lkr. Unterallgäu	821, 822, 824, 940 (Mergel d. OSM), 951

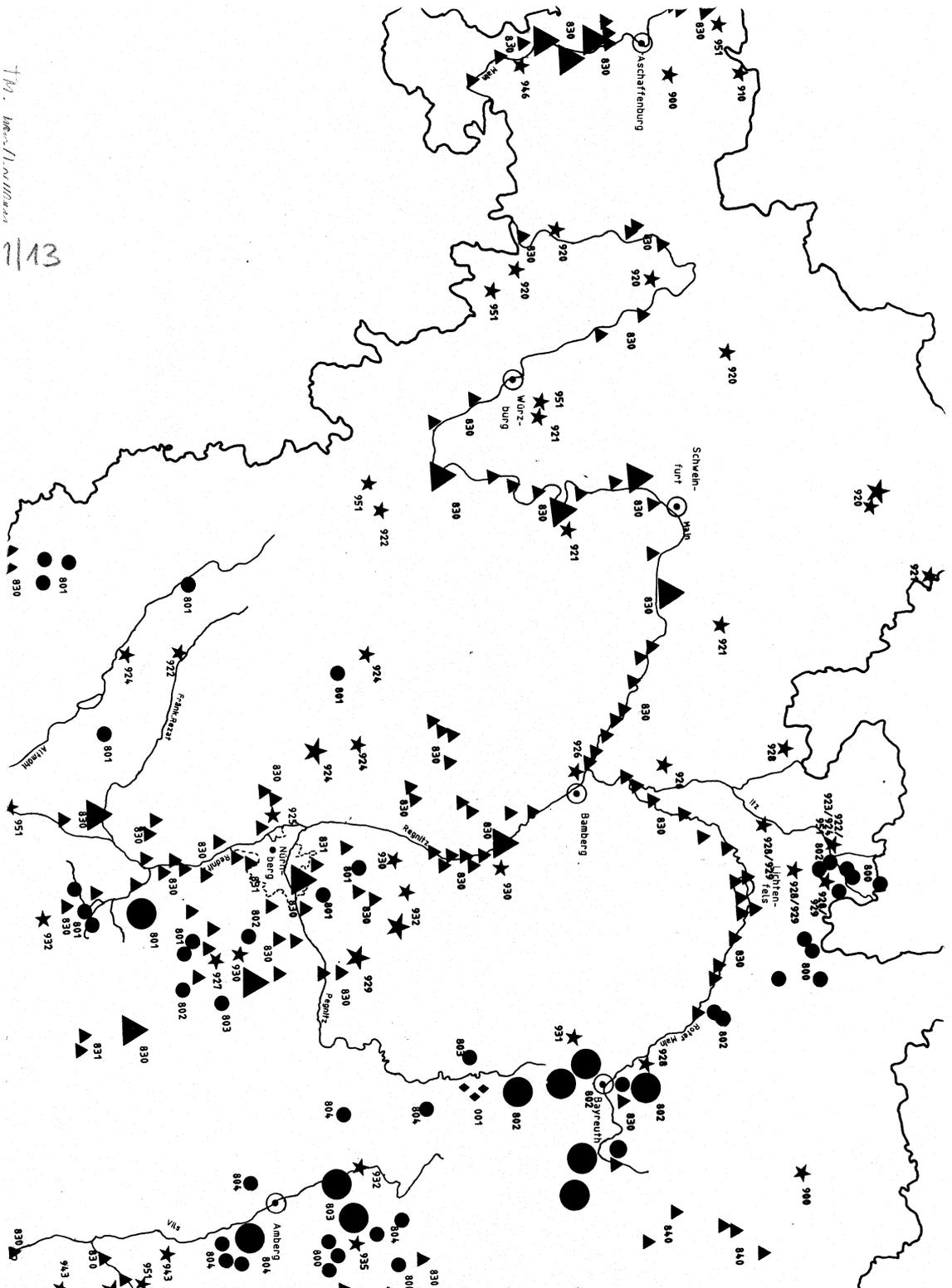


Abbildung 1/13

Verbreitung der Abbaustellen in Nordbayern, gegliedert nach Grubentypen, mit Angabe der geologischen Einheiten (verändert nach GLA 1984)

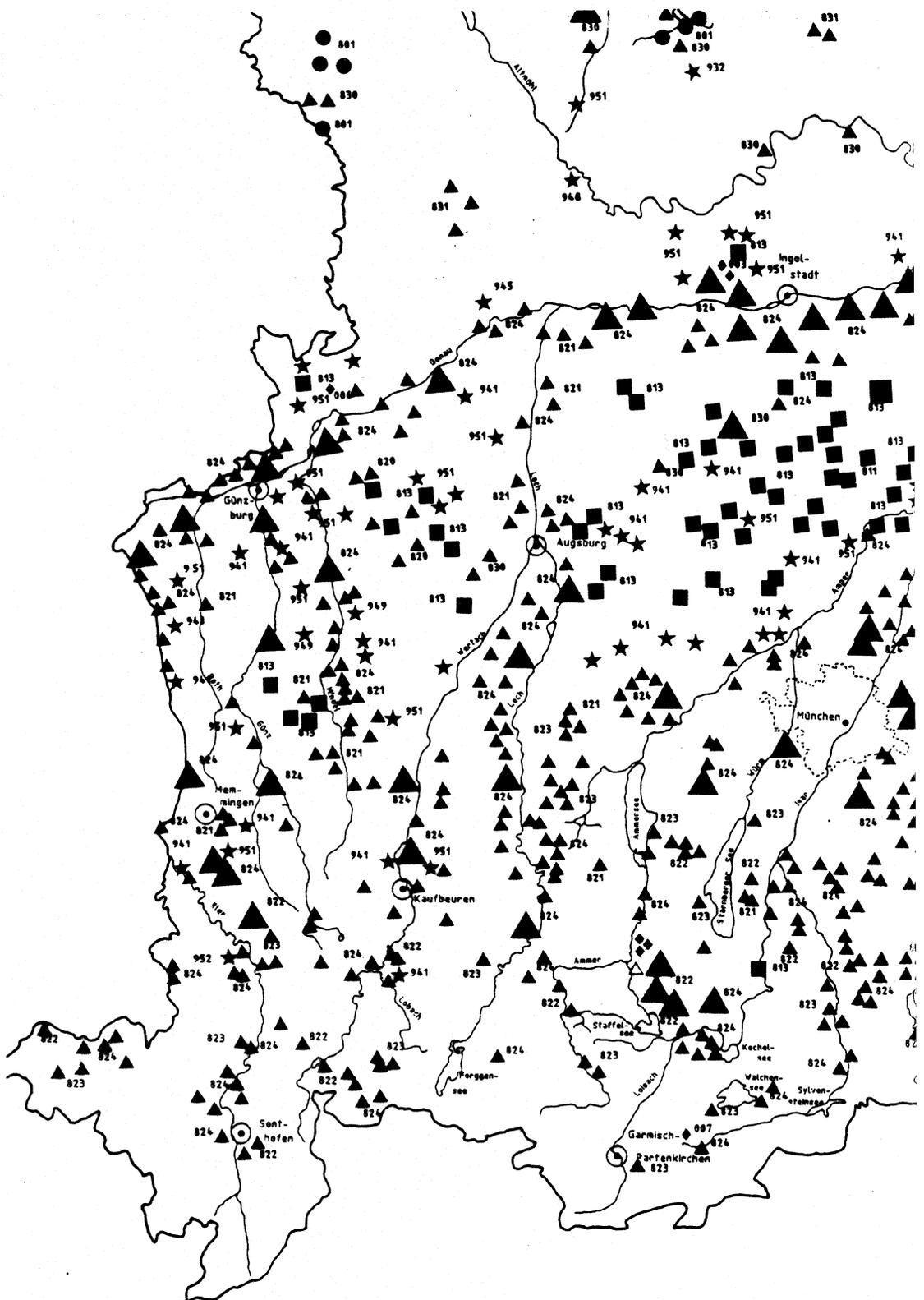


Abbildung 1/14

Verbreitung der Abbaustellen in Westbayern, gegliedert nach Grubentypen, mit Angabe der geologischen Einheiten (verändert nach GLA 1984)

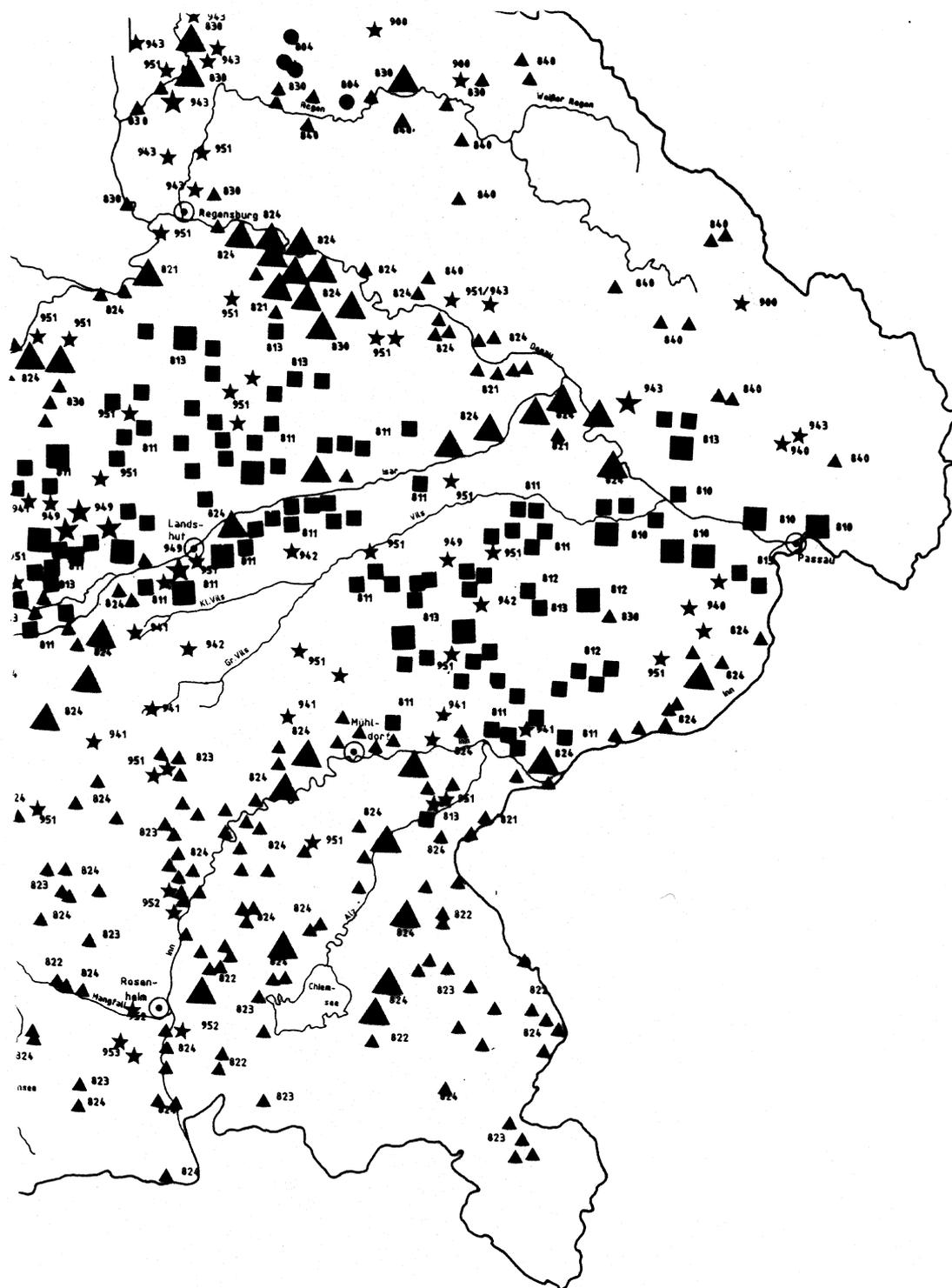


Abbildung 1/15

Verbreitung der Abbaustellen in Ostbayern, gegliedert nach Grubentypen, mit Angabe der geologischen Einheiten (verändert nach GLA 1984)

SANDE UND MÜRBSANDSTEINE DES MESOZOIKUMS

- 800 Sande des Buntsandsteines
- 801 Sande des Sandsteinkörpers
- 802 Sande des Rhät bzw. des Rhätolias
- 803 Sande des Doggers
- 804 Sande der Kreide

KIESE UND SANDE DES PERIGLAZIALEN BEREICHS

- ▲ 830 Fluvatile Kiese und Sande , ungegliedert
- 831 Flugsande
- 840 Kristallinzersatzsande

KIESE UND SANDE DES TERTIÄRS

- 810 Schotter des Raumes Ortenburg und Passau-Schöllach , Tertlär
- 811 Landshuter und Perracher Schotter , Tertlär
- 812 Quarzrestschotter , Tertlär
- 813 Kiese und Sande der Molassebecken außerhalb der Grobschotterserien , Tertlär

TONE , LEHME UND MERGEL

- ★ 900 Toniger Kristallinzersatz
- 920 Tone und Mergel des Mesozoikums
- 940 Tone , Lehme und Mergel des Tertlär
- 949 Bentonit , Tertlär
- 951 Löss und Lößlehm , Quartär
- 952 Seeton , Quartär

KIESE UND SANDE DER GLAZIALEN UND FLUVOGLAZIALEN BEREICHE

- ▲ 820 Alt- und Ältestpleistozäne Kiese (Deckenschotter)
- 821 Alt- und Mittelpleistozäne Kiese und Sande (Jüngere Deckenschotter , Hochterrassen , Vorstoßschotter)
- 822 Jungpleistozäne Kiese und Sande , teilweise moränenbedeckt (Vorstoßschotter)
- 823 Kiese und Sande der Moräne (Jung- und Altmoräne), teils blind
- 824 Jungpleistozäne Kiese und Sande (Niederterrassen) , Spätglaziale und Holozäne Kiese und Sande im Vorfeld und innerhalb des Moränenbereiches

SONSTIGE

- ◆ 001 Troschenreuther Rötel
- 002 Farbocker
- 003 Kieselkreide
- 006 Alm
- 007 "Seekreide"



Abbaustellen

Abbauschwerpunkte
(ca. 5 Gruben)

Abbildung 1/16

Legende zu den drei Verbreitungskarten

dyera repens, Sanddorn *Hippophae rhamnoides* u.v.a.).

Daraus ergibt sich auch eine **Refugialfunktion** im botanischen Artenschutz: Manche Gruben enthalten heute gefährdete Pflanzenarten noch lange, nachdem ihre Spenderpopulationen im Umland durch Nutzungsintensivierung ausgestorben sind. Die genannten Kleingruben des Lauterbacher Waldes/WM enthalten neun Arten der Roten Liste Bayerns (StMLU 1986), der Oberstimmer Schacht sogar 17. Eine bäuerliche flachwellige, tümpelreiche Auskiesung südlich Glaslern/ED enthielt noch in den 70er Jahren mindestens zwölf Rote-Liste-Arten (und zu-

sätzlich noch geschützte Arten), nachdem deren Primärvorkommen verschwunden waren, so z.B. *Gentiana clusii*, *G. verna*, *G. pneumonanthe*, *G. germanica*, *Orchis morio*, *O. militaris*, *Dactylorhiza majalis*, *D. incarnata*, *Ophrys insectifera*, *Epipactis palustris*, *Gymnadenia conopsea*, *Pinguicula vulgaris*, *Blysmus compressus*, *Ranunculus montanus* (eigene Beobachtungen).

Diese und weitere bedrohte Arten erhielten sich in den alten Alm-(Quellkalk-)Gruben Lochhauser Sandberg/FFB (BRAUN 1974) und Grünbacher Schwaige/ED bis heute, darunter Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi*), Berg-Gamander (*Teucri-*

Tabelle 1/5

Abbaustellenbiotope in Relation zur Gesamtheit der kartierten Biotope Bayerns (Datenbasis: Biotop-Erstkartierung Bayern 1974 - 1976)

Abbau-Biotope gesamt = Biotope mit den Code-Wörtern Grube, Abbaustelle, deren "Trocken"- oder "Naß"-Abbaucharakter nicht aus den Biotopaufnahmen zu ersehen ist

Gesamtfläche (ha) = nach Stichproben mit 1/3 der Biotopfläche als Abbaustelle berechnet

	Bayern Biotope gesamt	Abbau-Biotope gesamt	Naßabbau-Biotope	Trockenabbau-Biotope	Sonstige
Anzahl	ca. 57.500	3.388	400	1.573	1.415
Gesamtfläche (ha)	ca. 153.550	5.075	969	2.575	1.529
mittlere Größe (ha)	2,67	1,50	2,42	1,64	1,08

um montanum), Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*), Mehlprimel (*Primula farinosa*), Strauchbirke (*Betula humilis*), Erdsegge (*Carex humilis*), Heide-segge (*Carex ericetorum*), Labkraut-Wiesenraute (*Thalictrum galioides*).

Noch auffälliger ist die Funktion nordbayerischer Sandgruben als oft allerletzte Rückzugsflächen gefährdeter Pflanzenarten weitgehend verschwundener Biotoptypen wie sehr extensiver Sandäcker, sandstellenreicher Kahlheiden, offenstellenreicher Waldweiden und Binnendünen sowie heute entwässerter Zwischen- und Waldmoore.

Zu dieser Gruppe zählen beispielsweise die Kopfbinsse (*Juncus capitatus*; heute praktisch nur noch in Sandgruben), der Mittlere Sonnentau (*Drosera intermedia*), die Schnabelbinse (*Rynchospora alba*), der Moorbärlapp (*Lepidotis inundata*), der Zwerglein (*Radiola linoides*).

Saure Kiesgruben und Sandgruben übernehmen für einige bemerkenswerte Arten auch Brückenkopffunktion in einem Populationsverbundsystem, an dem auch andere Biotope beteiligt sind. Als Beispiele seien erwähnt: Bauernsenf (*Teesdalia nudicaulis*) und Mauer-Gipskraut (*Gypsophila muralis*) - gelegentlich auch noch in sehr extensiven Sandäckern -, Kleinling (*Centunculus minimus*) und Gelbes Rührkraut (*Gnaphalium luteo-album*) - auch noch in Teich-Schlammfluren -, Strohblume (*Helichrysum arenarium*) - auch noch auf Terrassensandfluren und sandigen Waldrändern.

Gelegentlich können Grubenanschnitte auch der Populationserweiterung stark bedrohter Pflanzenarten dienen, wenn sie unmittelbar am primären Restbiotop anschließen. Als Beispiel sei der bayernweit einzige Restbestand des Gelben Leins (*Linum flavum*) an der Illerleite bei Memmingen erwähnt. Sekundärsiedlungen an älteren Kiesgrubenböschungen im Nahbereich bedeuten möglicherweise eine gewisse Wiedergutmachung der - hier allerdings auch durch den Kiesabbau verursachten - Populationsreduktion.

Dennoch darf die Bedeutung von Abbaustellen als Refugialhabitate für seltene Pflanzenarten nicht überbewertet werden. Zwar stellen Naßbaggerungen ein bedeutsames Refugium für Feuchtgebietsarten dar, davon ist aber die Mehrzahl in eutrophen Gewässern beheimatet bzw. standortunspezifisch. Der Anteil oligotropher Feuchtgebietsarten liegt mit unter 10 % recht niedrig (OTTO 1992: 91f). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen KREBS & WILDERMUTH (1976) bei der Untersuchung von Kiesgruben im Schweizer Mittelland.

Die Auswertung zahlreicher Vegetationsaufnahmen aus Abbaustellen von ganz Bayern ergibt das in Tab. 1/6 (S. 76) dargestellte Spektrum an seltenen oder gefährdeten Arten. Sie sind nach Grubentypen bzw. Lebensbereichen gegliedert.

Für einige Pflanzenarten und höherrangigen Taxa sind Abbauareale nach der weitgehenden Zerstörung ursprünglicher Vorkommen heute so etwas wie die zentralen Stützpunkte. Sonstige Vorkommen im übrigen Landschaftsraum sind kleiner und hän-

gen populationsdynamisch oft sehr stark von den Beständen in Abgrabungen ab. Solche Beispiele sind die Armleuchteralgen (Characeen; viele, aber nicht alle Arten), das kleine Tausendgüldenkraut (*Centaureum pulchellum*), der Kriechsellerie (*Apium repens*; regional), die kleinwüchsigen Cypergräser (*Cyperus fuscus* und *C. flavescens*), die Kopfbinsse (*Juncus capitatus*), das Rosmarin-Weidenröschen (*Epilobium dodonaei*), die Oedersegge (*Carex oederi*) und der Bauernsenf (*Teesdalia nudicaulis*).

Nicht zu unterschlagen ist die Bedeutung für eine noch größere Anzahl von Arten außerhalb der Roten Listen, die aber außerhalb von Grubenarealen regional eher selten sind, also ebenfalls heute (regional) grubentypisch sind, so z.B. *Hieracium piloselloides*, *Veronica teucrium*, *Dianthus carthusianorum*, *Salix eleagnos*. Wenig beachtet ist die Trittsteinfunktion für gefährdete Segetal- und Ruderalarten vor allem an den Oberkanten und halbruderalen Randbereichen von Kies- und Sandgruben. Arten wie Venuspiegel (*Legousia speculum-veneris*), z.B. im Isen-Sempt-Hügelland, Herzgespann (*Leonurus cardiaca*), z.B. an Baggerseerändern bei Zuchering/ND, mehrere Feldsalat- (*Valerianella*)- und Erdrauch- (*Fumaria*-) Arten findet man regional noch am leichtesten an solchen Orten.

1.7.2 Zoologischer Artenschutz

Viele botanisch uninteressante Gruben sind für den allgemeinen und speziellen Tierartenschutz von erheblicher Bedeutung. Monodisziplinäre Bestandsaufnahmen (z.B. ausschließlich der Pflanzen) können zu Fehleinschätzungen der Artenschutzbedeutung von Abgrabungen führen. Am auffälligsten ist die Besiedlung mit Arten relativ offener Pionierstandorte und großem Aktionsradius, darunter viele gefährdete, in der übrigen Kulturlandschaft (regional nahezu völlig) verdrängte Vogel-, Amphibien-, Reptilien-, Libellen-, Heuschrecken-, Sandlaufkäfer-, Laufkäfer-, Kleinkrebs- und Benthos-Arten.

Der besondere faunistische Wert vieler Sand-, Kies- und Tongruben resultiert zum einen aus der relativen Störungsarmut im Vergleich zum intensiv genutzten Umland, zum anderen aus dem besonderen Standortcharakter: hoher Anteil offener Rohböden, fehlender Konkurrenzdruck unbesiedelter Flächen, außergewöhnliche Biotop-Heterogenität auf engstem Raum (oft liegen mehrere sehr unterschiedliche Sukzessionsphasen störungsfrei nebeneinander). RIEDERER (1979) hat in einer renaturierten Abbaustelle 63 Brutvogelarten gefunden, wovon 45 % Arten nach der Roten Liste gefährdet sind (siehe auch Tab. 1/7, S. 80).

Diese Tabelle vereint Arten unterschiedlicher Feuchteansprüche und Sukzessionsphasen. In Gebüsch oder verwachsenen Uferzonen brütende Vogelarten erscheinen zunächst nicht als typische Abbaustellenbewohner. Da aber viele renaturierte oder extensiv genutzte Baggerseen verlorengegangene naturnahe Weiher ersetzen oder neue Naßbiotope in der Landschaft darstellen, sind Abbaustellen rein zahlenmäßig zu wichtigen (Über-)Lebensräumen der genannten Arten geworden. Mehr als 90 %

Tabelle 1/6

Auswahl seltener und überwiegend gefährdeter Pflanzenarten in (alten) Abbaustellen.

Kein Anspruch auf Vollständigkeit; keine Überprüfung auf Aktualität; oftmals nur sehr kleine und episodische Vorkommen; "Hinweise" gelten nur für Gruben-Vorkommen der Art;

KF = Kiesgrubentypische Feuchtgebietsarten nach OTTO (1992)

Quellen u. a.: ABSP-Landkreisbände; DÖRR 1972, 1975, 1978; OTTO 1992; PLACHTER 1983; HIEMEYER 1978; THEISINGER 1977; MEIEROTT 1991; eigene Beobachtungen.

Art		RL- Status	Hinweise zur Verbreitung
1) Im terrestrischen Bereich von Kiesgruben			
<i>Adonis vernalis</i>	Frühlings-Adonisröschen	2	nur Einzelfunde
<i>Allium carinatum</i>	Gekielter Lauch	3	
<i>Anchusa officinalis</i>	Gewöhnliche Ochsenzunge	3	
<i>Anthemis cotula</i>	Stinkende Hundskamille	3	auch in Tongruben
<i>Armeria elongata</i>	Sand-Grasnelke	3	
<i>Arnoseric minima</i>	Lämmersalat	2	
<i>Aster amellus</i>	Berg-Aster	3	
<i>Biscutella laevigata</i>	Brillenschötchen		ältere Gruben, z.B. Lechfeld
<i>Botrychium lunaria</i>	Mondraute	2	alte Bahngruben, z.B. im Lechfeld
<i>Carex tomentosa</i>	Filz-Segge	3	
<i>Consolida regalis</i>	Acker-Rittersporn	3	
<i>Corispermum leptopterum</i>	Wanzensame		Sandgruben, z.B. Mittelfranken
<i>Corynephorus canescens</i>	Silbergras	3	
<i>Cytisus striatus</i>	Streifengeißklee		Sandgruben am Untermain
<i>Daphne cneorum</i>	Heideröschen	3	
<i>Digitalis grandiflora</i>	Gelber Fingerhut		selten auch auf grasigen Kiesgruben- böschungen, z.B. Allgäu
<i>Dorycnium germanicum</i>	Deutscher Backenklee	3	
<i>Epilobium dodonaei</i>	Rosmarin-Weidenröschen	2	z.B. Altmoränengruben bei Lappach/ ED, Münchner Kiesgruben
<i>Euphrasia stricta</i>	Steifer Augentrost		z.B. Unterallgäu
<i>Filago minima</i>	Kleines Filzkraut	3	
<i>Gentiana clusii</i>	Clusius' Enzian	3	am nördlichen Arealrand, stark ge- fährdet
<i>Gentiana cruciata</i>	Kreuz-Enzian	3	
<i>Gentiana verna</i>	Frühlings-Enzian	3	
<i>Globularia punctata</i>	Gemeine Kugelblume	2	selten in alten Bahngruben
<i>Goodyera repens</i>	Kriechstendel	3	Einzelfund
<i>Helichrysum arenarium</i>	Sandstrohblume	2	nur wenige Fundorte
<i>Hippophae rhamnoides</i>	Sanddorn	2	selten in alten Bahngruben
<i>Hypochoeris maculata</i>	Geflecktes Ferkelkraut	3	gebietsweise stärker gefährdet
<i>Inula hirta</i>	Rauher Alant	3	
<i>Legousia speculum-ven.</i>	Echter Frauenspiegel	3	
<i>Leontodon incanus</i>	Grauer Löwenzahn	2	ältere Bahnseitengruben
<i>Linum flavum</i>	Gelber Lein	1	vereinzelt auch auf alten vergrasten Abbauböschungen an der Iller-Leite

<i>Linum viscosum</i>	Klebriger Lein	3	
<i>Melampyrum arvense</i>	Ackerwachtelweizen		z.B. im Unterallgäu auch selten in Kiesgruben
<i>Myricaria germanica</i>	Deutsche Tamariske	1	selten an Kiesböschungen und älteren Schüttkegeln
<i>Ophrys fuciflora</i>	Hummel-Ragwurz	3	
<i>Ophrys insectifera</i>	Fliegen-Ragwurz	3	
<i>Ophrys sphecodes</i>	Spinnen-Ragwurz	2	z.B. alte Bahngruben im Lechfeld
<i>Orchis militaris</i>	Helm-Knabenkraut	3	
<i>Orchis morio</i>	Kleines Knabenkraut	3	
<i>Ornithopus perpusill.</i>	Vogelfuß	3	
<i>Orobanche caryophyllacea</i>	Labkraut-Sommerwurz		z.B. Unterallgäu
<i>Orobanche lutea</i>	Gelbe Sommerwurz	3	
<i>Orobanche purpurea</i>	Purpur-Sommerwurz		z.B. Unterallgäu
<i>Orobanche reticulata</i>	Netz-Sommerwurz		
<i>Polycnemum arvense</i>	Acker-Knorpelkraut	1	Einzelfund
<i>Populus nigra</i>	Schwarz-Pappel	3	Die Einstufung bezieht sich auf Reste indigener Vorkommen, die allerdings schwer von Kultursippen zu unterscheiden sind.
<i>Radiola linoides</i>	Zwerglein	1	vereinzelt Funde im Mittelfränk. Becken
<i>Scabiosa canescens</i>	Wohlrichende Skabiose	3	
<i>Seseli annuum</i>	Steppenfenichel	3	
<i>Spergula morisonii</i>	Frühlings-Spörgel	3	
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	Bauern-Senf	3	
<i>Teucrium botrys</i>	Traubengamander		in Südbayern praktisch nur in Kiesgruben (Schotterebenen)
<i>Thesium linophyllum</i>	Mittleres Leinblatt	3	
<i>Thesium pyrenaicum</i>	Wiesen-Leinblatt	3	
<i>Thesium rostratum</i>	Geschnäbeltes Leinblatt	3	nur im Alpenvorland
<i>Thymus serpyllum</i>	Sand-Thymian	3	
<i>Tolpis staticifolia</i>	Grasnelken-Habichtskraut	3	
<i>Verbascum phlomoides</i>	Windblumen-Königsskerze		selten, z.B. Unterallgäu und Lechebene
<i>Veronica austriaca</i>	Österr. Ehrenpreis	2	z.B. kleine Grube südlich Garchinger Haide (heute verfüllt)
<i>Veronica spicata</i>	Ähriger Ehrenpreis		ältere Gruben, z.B. nördlich der Münchener Ebene
2) An Feuchtstandorten in Abbaugruben			
<i>Alisma lanceolata</i>	Lanzettblättriger Froschlöffel	3	
<i>Apium repens</i>	Kriechsellerie	2	sehr selten; nur ältere Gruben
<i>Carex davalliana</i>	Davalls Segge	3	
<i>Carex distans</i>	Entferntährige Segge	3	
<i>Carex hostiana</i>	Saum-Segge	3	starke Gefährdung in N-Bayern
<i>Carex pseudocyperus</i>	Schein-Zyperngras-Segge	3	KF
<i>Centaureum pulchellum</i>	Ästiges Tausendgüldenkraut	3	KF
<i>Cetunculus minimus</i>	Kleinling	2	feuchte Sandgruben Mittelfrankens und der Oberpfalz (RH, WUG, AN, SAD)

Kap. 1: Grundinformationen

<i>Centunculus minimus</i>	Kleinling	2	feuchte Sandgruben Mittelfrankens und der Oberpfalz (RH, WUG, AN, SAD)
<i>Cirsium tuberosum</i>	Knollige Kratzdistel	3	sehr selten; nur alte Gruben
<i>Cladium mariscus</i>	Schneidried	3	gltl. bestandsbildend; nur alte Gruben
<i>Cyperus flavescens</i>	Gelbes Zyperngras	2	nur selten Funde
<i>Cyperus fuscus</i>	Braunes Zyperngras	3	gebietsweise geradezu abbaustellentypisch (z.B. Schotterebene)
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	Fleischrotes Knabenkraut	3	
<i>Dactylorhiza maculata</i>	Geflecktes Knabenkraut	3	
<i>Dactylorhiza majalis</i>	Breitblättriges Knabenkraut	3	
<i>Dianthus superbus</i>	Pracht-Nelke	3	
<i>Drosera intermedia</i>	Mittlerer Sonnentau	3	feuchte Sandgruben in Mittelfranken und der Oberpfalz
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblättriger Sonnentau	3	
<i>Eleocharis ovata</i>	Eiförmige Sumpfbirse	3	
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	Armblütige Sumpfbirse	3	
<i>Epilobium fleischeri</i>	Fleischers Weidenröschen	1	Einzelfund in Lechterrasse, inzwischen wieder erloschen
<i>Epipactis palustris</i>	Sumpf-Stendelwurz	3	Südbayern und Donautal
<i>Equisetum ramosissimum</i>	Ästiger Schachtelhalm	3	
<i>Equisetum variegatum</i>	Bunter Schachtelhalm	3	
<i>Gentiana asclepiadea</i>	Schwalbenwurz-Enzian	3	
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	Lungen-Enzian	3	nur in Südbayern
<i>Gnaphalium luteo-album</i>	Gelbes Ruhrkraut	2	vereinzelt in fränkischen Sandgruben
<i>Gratiola officinalis</i>	Gottesgnadenkraut	1	Einzelfund im Lkr. DON
<i>Gypsophila muralis</i>	Mauergipskraut	2	gebietsweise heute sandgrubentypisch, wenn auch selten (z.B. Lkr. KEH)
<i>Jasione montana</i>	Bergrapunzel	3	
<i>Juncus capitatus</i>	Kopfbirse	2	heute als seltene, aber typische Kennart periodisch nasser Sandgrubenbereiche anzusprechen (SAD, NEW, LAU, FO, BA, ERH, NEA, AN)
<i>Juncus tenageja</i>	Sandbirse	2	zumindest früher auch in feuchten Sandgruben
<i>Laserpitium prutenicum</i>	Preußisches Laserkraut	2	in wenigen Kiesgruben im Alpenvorland
<i>Lycopodiella inundata</i>	Sumpf-Bärlapp	3	auf sauren Sandböden
<i>Pedicularis palustris</i>	Sumpf-Läusekraut	3	in N-Bayern stark gefährdet
<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i>	Karlszepter	1	Einzelfund im Isartal (ob angesalbt?)
<i>Pilularia globulifera</i>	Pillenfarn	1	nur Einzelfund
<i>Pinguicula vulgaris</i>	Gemeines Fettkraut	3	gebietsweise, besonders in N-Bayern stark gefährdet
<i>Potentilla supina</i>	Niedriges Fingerkraut		
<i>Potentilla norvegica</i>	Norwegisches Fingerkraut		unbewachsene Kiesufer von Baggerweihern und Säumen
<i>Primula farinosa</i>	Mehl-Primel	3	in Kiesgruben in Südbayern bis zur Donau
<i>Primula farinosa</i>	Mehl-Primel	3	in Kiesgruben in Südbayern bis zur Donau

<i>Primula farinosa</i>	Mehl-Primel	3	in Kiesgruben in Südbayern bis zur Donau
<i>Pulicaria dysenterica</i>	Großes Flohkraut	3	KF
<i>Radiola linooides</i>	Zwerg-Lein	1	feuchte Sandgruben Mittelfrankens und der Oberpfalz (RH, WUG, AN, SAD)
<i>Ranunculus sardous</i>	Sardischer Hahnenfuß	3	Sandgruben im Aischgrund
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Graue Seebirse	3	vor allem im Donaual
<i>Tetragonolobus maritimus</i>	Spargel-Schote	3	an Lech und Mittlerer Donau nicht selten
<i>Teucrium scordium</i>	Knoblauch-Gamander	2	Donaugebiet
<i>Thalictrum galioides</i>	Einfache Wiesenraute	2	alte Quellkalkgruben der Schotterebene
<i>Typha minima</i>	Zwergrohrkolben	0/1	nach der restlosen Vernichtung der Wildflußvorkommen heute nur noch an einer flußnahen Baggerung an der Tiroler Landesgrenze (MÜLLER 1991)
<i>Triglochin palustre</i>	Sumpf-Dreizack	3	
3) Im aquatischen Bereich von Abbaugruben			
<i>Butomus umbellatus</i>	Schwanenblume	3	
<i>Chara aspera fo. curta</i>	Armleuchteralge		z.B. Baggerseen im Illertal
<i>Hippuris vulgaris</i>	Tannenwedel	3	
<i>Hottonia palustris</i>	Wasserfeder	2G	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Gemeiner Froschbiß	2	selten in flußnahen Gruben
<i>Najas marina</i>	Meer-Nixenkraut	2	Einzelfund
<i>Nymphaea alba</i>	Weißer Seerose	3G	überwiegend in Kulturformen
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Kleines Laichkraut	3	vorwiegend im Alpenvorland
<i>Potamogeton coloratus</i>	Gefärbtes Laichkraut	2	in oligotrophen Baggerseen, nur Einzelfunde z.B. Feldmochinger und Karlsfelder Baggersee bei München
<i>Potamogeton gramineus</i>	Grasblättriges Laichkraut	3	
<i>Potamogeton nodosus</i>	Flutendes Laichkraut	3	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Durchwachsenes Laichkraut	3	

der Uferschwalben- (*Riparia riparia*-) Brutkolonien in Süddeutschland befinden sich in Kies- oder Sandgruben, ebenso der überwiegende Bestand des Flußregenpfeifers (*Charadrius dubius*) (PLACHTER 1991: 141; FRANZ 1993). Regional können Heidelerche, Brachpieper und Steinschmätzer auf störungsarme Sandabbaugebiete konzentriert sein (z.B. in den heute bebauten Aussandungen bei Hallstadt/BA).

Ruhige, störungsarme Baggerseen und stromnahe Auskiesungen an Donau und Main sind winterliche Trittsteine für viele, oft in großen Mengen auftretende Wasservögel, die hier u.a. vor Schiffsverkehr und Wellengang geschützt sind. Einige der gut abgeschirmten Baggerteichgebiete gehören sogar zu den wichtigsten Wasservogel-Raststationen in Bayern und ergänzen wirkungsvoll die Funktion der Flußstauseen und Bühnen-Einbuchtungen als Hauptwanderstraßen wassergebundener Vogelarten (z.B.

Naßangergebiet/LIF, Seen bei Grafenrheinfeld-Röthlein/SW). Schon die Tatsache, daß im Zusammenhang mit dem neuen Großflughafen im Erdinger Moos möglichst viele Naßauskiesungen zur Reduzierung der Vogelschlaggefahr verfüllt werden mußten, belegt die Bedeutung als Wasservogelrastplatz (vor allem Entenarten).

CATCHPOLE & TYDEMAN (1975) bezeichnen größere, wasserflächenreiche Kiesabbauareale als zukünftig immer wichtigere "Auffangbiotope" für Feuchtgebiets- und Wasservögel, die ihre natürlichen Habitate zunehmend verlieren.

Bislang viel zu wenig Beobachtung findet die ornithologische (und allgemein-faunistische) Bedeutung der ruderalen Kontaktbereiche zum Agrarland mit ihren Distel-, Brennessel- und ungehemmt wuchernden Gänsefuß-Fluren, wo z.B. das Rebhuhn

Tabelle 1/7

Auswahl (auch) in Abbaustellen vorkommender, bemerkenswerter Vogelarten

(Gefährungsgrade nach der Roten Liste Bayern, LfU 1992). Hinweise z.T. nach eigenen Beobachtungen.

Art		RL-Status	Besondere Hinweise
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Drosselrohrsänger	2	nur in alten röhrichtgesäumten Baggerweihern, alten Tongruben
<i>Alcedo atthis</i>	Eisvogel	2	nur regional Hauptverbreitung in Kies- und Sandgruben
<i>Anas clypeata</i>	Löffelente	2	meist Rastvogel in größeren Baggerseen, gelegentlich in störungsarmen, älteren Baggerseen auch brütend
<i>Anas crecca</i>	Krickente	2	meist Rastvogel in größeren Baggerseen, gelegentlich in störungsarmen, älteren Baggerseen auch brütend
<i>Anas strepera</i>	Schnatterente	3	meist Rastvogel in größeren Baggerseen, gelegentlich in störungsarmen, älteren Baggerseen auch brütend
<i>Anthus campestris</i>	Brachpieper	1	nur in Sandgruben der relativ trockenen Gebiete Nordbayerns
<i>Ardea cinerea</i>	Graureiher	3	
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Ziegenmelker	1	innerhalb von Sandkiefernwäldern auch Sandgruben mitnutzend
<i>Charadrius dubius</i>	Flußregenpfeifer	3	typischer Kiesgruben-Brutvogel, auch in Sandgruben
<i>Circus aeruginosus</i>	Rohrweihe	2	wie Drosselrohrsänger, größere eingewachsene Tongrubenareale
<i>Lanius collurio</i>	Neuntöter	3	bisweilen (auch) in gebüschdurchsetzten größeren Grubenarealen
<i>Lullula arborea</i>	Heidelerche	2	wie Brachpieper, besiedelt gelegentlich auch relativ kleine Abbaulichtungen (z.B. im Gebiet der Pleinfelder Sande/WUG)
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Nachtigall	4R	
<i>Luscinia svecica</i>	Blaukehlchen	2	Präferenz für Schlammteiche innerhalb von Baggerseekomplexen (z.B. Maintal), besiedelt Naßbaggerungen mit Flachwasserzonen und durchnäßten Rohbodenflächen mit gebüschreichen terrestrischen Kontaktbereichen (z.B. Abbaugbiet Forstern-Pastetten/ED), dann manchmal ausschließlich in Abbaubiotopen und dem übrigen Naturraum fehlend
<i>Merops apiaster</i>	Bienenfresser	4S	immer wieder Einzelbruten in Abbauwänden (z.B. LL, Ufr.)
<i>Motacilla flava</i>	Schafstelze	4R	
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Steinschmätzer	1	kommt als Brut- und Strichvogel sogar mit kleinen, offenen und rohbodenreichen, aber störungsarmen Kiesgruben aus (z.B. bei Hohenfurchen/WM)
<i>Podiceps cristatus</i>	Haubentaucher	4R	nur in älteren, z.T. verlandenden und störungsarmen Naßbaggerungen
<i>Riparia riparia</i>	Uferschwalbe	3	typischer Brutvogel der Sand- und Feinkiesgruben, kolonienweise in Abbauwänden

<i>Rallus rallus</i>	Wasserralle	2	wie Drosselrohrsänger
<i>Riparia riparia</i>	Uferschwalbe	3	typischer Brutvogel der Sand- und Feinkiesgruben, kolonienweise in Abbauwänden
<i>Sylvia communis</i>	Dorngrasmücke	3	in älteren, gebüschreichen Abbaukomplexen
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zwergtaucher	3	wie Haubentaucher, auch in kleineren Löchern
<i>Tringa hypoleucos</i>	Flußuferläufer	1	seltener Brutvogel in Kiesgruben besonders auf kleinreliefierten pfützenreichen Abbausohlen im Grundwasserschwankungsbereich
<i>Vanellus vanellus</i>	Kiebitz	4R	nutzt größere offene Rohbodenkomplexe

nach dem Verlust inneragrarischer Saumstrukturen oft die letzten Refugien findet.

Besser als jede andere Tiergruppe belegen **Amphibien** die Artenschutzbedeutung von Abbaustellen. Die meisten Amphibienarten besiedeln zumindest regional oder lokal (auch) flachgewässerreiche Kies-, Sand-, Lehm-, Tongruben und andere Lockermaterialentnahmestellen. Für mehrere Lurche sind diese (regional) sogar von zentraler Bedeutung oder gar die allerletzten Zufluchtshabitate nach dem Verlust ihrer primären Lebensstätten. Insbesondere gilt dies für Pionierarten, "Katastrophenopportunisten" oder "Störstellenbewohner" wie Kreuzkröte (vorzugsweise in Sandgruben), Wechselkröte (mehr in Kies- und Tongruben), Gelbbauchunke und Laubfrosch (vgl. SINSCH 1988, PLACHTER 1983).

Vagile Arten aus ursprünglich steppenartigen Lebensräumen wie die Kreuz- und Wechselkröte kommen mit der Vergänglichkeit der meisten flachen Abgrabungsgewässer (Lachen, Pfützen, Flachwasserzonen) gut zurecht, wenn in erwanderbarer Entfernung immer wieder neue Abbaustellen oder andere Ersatzgewässer geschaffen werden (KRACH & HEUSINGER 1992).

Ein besonderer Vorzug von Abbaustellenkomplexen für Lurche (und viele andere Teilsiedler) besteht im **zerschneidungsfreien Direktkontakt von Laichplatz, Sommerquartier, Tagesversteck, Winterquartier, z.T. auch Nahrungsgebiet bzw. Ausschwämbereich der Hüpfelinge**. (Nach diesem existenzsichernden "Prinzip der kurzen, gefahrenarmen Wege" könn(t)en größere, heterogen gestaltete (hinterlassene) Abbaubiotop ein Grundgerüst an Lurchpopulationen in fast allen Landesteilen ermöglichen, von denen aus kleinere Zusatzhabitate (z.B. neugeschaffene Kleingewässer) besiedelt werden können. Dies verifizierte u.a. BEUTLER (1992), der bei Gelbbauchunke, Seefrosch und Kreuzkröte im Nahbereich zentraler Kies- und Sandgrubenvorkommen bei Zuchering-Freihausen-Karlskron (PAF, ND, IN) einen Schwarm kleiner "Filialpopulationen" und Einzeltiere in sonstigen Habitaten feststellte.

Leider wird dieses Potential durch Rekultivierung und Verfüllung immer wieder zurückgeworfen. Ein gewisser "Nachschubeffekt an Genträgern" geht aber auch von solchen vorübergehenden Ausbreitungszentren aus (vgl. KRACH & HEUSINGER 1992).

Stellvertretend für andere Tiergruppen sei die Bedeutung des Sekundärlebensraumes "Abbaustelle" auch regional aufgeschlüsselt. Dies ist nur möglich, weil Amphibienkartierungen inzwischen für viele bayerische Landkreise vorliegen und stets auch Abbauflächen einschließen (siehe Tab. 1/8, S. 82).

Im nordwestlichen Tertiärhügelland und Donau- moos kommt einigen größeren Naßbaggerungen und Sandgruben u.a. für Seefrosch und Kreuzkröte überregionale Bedeutung zu (z.B. Ebenhauser und Karlskroner Naßbaggerungen, Sandgrube Adelshausen).

Von den Insekten sollen an dieser Stelle nur die relativ artenarmen Ordnungen der Libellen (s. auch Tab. 1/9, S. 83) und der Heuschrecken angesprochen werden.

PLACHTER (1983) fand in zwei Kies-, einer Sand- und zwei Tongruben im südbayerischen Raum 23 Libellenarten, was mehr als einem Drittel des bayerischen Gesamtbestandes entspricht.

BILEK (zit. in HÖLZINGER 1987) stellte 1955 am Stadtrand von München in einem 15-20 Jahre aufgegebenen Quetschwerk mit zahlreichen verwachsenen Kleingewässern sogar 33 Arten fest. WILDERMUTH (1982) konnte in zwölf Kiesgruben im schweizerischen Mittelland (intensiv genutzte Kulturlandschaft mit kleinen naturnahen "Biotop"-Inseln) 31 Libellenarten zählen, die sich ziemlich sicher in Grubengewässern fortpflanzen. Weitere acht Arten wurden als Imagines beobachtet. Vor allem für Pionierarten wie *Libellula depressa*, *Orthetrum cancellatum*, *O. brunneum*, *Sympetrum striolatum*, *S. vulgatum*, *Ischnura pumilio* sind gebietsweise die Abbaustellengewässer von zentraler Bedeutung (so etwa die Sand- und Tongruben im Lkr. ERH; KOGNITZKI 1988).

Tabelle 1/8

Übersicht der in Abbaustellen vorkommenden Amphibien der RL Bayern. Die "Sonstigen Hinweise" zur Bestandssituation stammen aus ASSMANN et al. (1985).

Fettdruck = Abbaustellen sind Schwerpunkt-Lebensraum.

Art		RL-Status	Sonstige Hinweise
<i>Bombina variegata</i>	Gelbbauchunke	3	Bestände stark rückläufig
<i>Bufo calamita</i>	Kreuzkröte	3	viele Vorkommen bedroht
<i>Bufo viridis</i>	Wechselkröte	2	Rest-Bestände durch Baumaßnahmen und Verfüllungen erheblich dezimiert
<i>Hyla arborea</i>	Laubfrosch	3	in N-Bayern erhebliche Rückgänge, in S-Bayern gewisse Stabilisierung der lückigen Vorkommen
<i>Pelobates fuscus</i>	Knoblauchkröte	2	Bestände fast überall rückläufig, in S-Bayern z.T. schon ausgestorben
<i>Rana arvalis</i>	Moorfrosch	1	Restvorkommen stark gefährdet
<i>Triturus cristatus</i>	Kammolch	2	durch Fischbesatz und Zerstören der Laichgewässer oft verdrängt, selten geworden
<i>Triturus helveticus</i>	Fadenmolch	4	fast ausschließlich auf den NW von Ufr. beschränkt

In den wenigen Fällen mit deutlicher "Zunahme"-Tendenz (mehr Meldungen als früher) spielen meist neue Abbaubiotope eine ausschlaggebende Rolle, so z.B. bei der Kleinen Königlibelle *Anax parthenope* und der Streifen-Azurjungfer *Cercion lindenii* (Kiesgruben in Flußauen; BURMEISTER 1988). Vor allem Libellenarten der heute fast vernichteten Flußbetten mit Umlagerungstendenz und ständiger Neubildung von Altwässern gehören heute zur Abbaustellenfauna (BURMEISTER 1988; vgl. auch Tab. 1/9, S. 83).

Von den **Heuschrecken** wurden vor allem einige offenlandbewohnende, gefährdete Arten in Abbaustellen festgestellt. Die vom Aussterben bedrohte Blauflügelige Sandschrecke (*Sphingonotus caeruleus*) kommt heute ausschließlich noch in weitgehend vegetationsfreien, ausgedehnten, unrekultivierten Sandgruben mit wenigen Populationen vor, die Blauflügelige Ödlandschrecke (*Oedipoda caeruleus*) tritt in vegetationsarmen Abbausohlen vielerorts mit recht hohen Individuenzahlen auf (WAEBER 1992). Die Sumpfschrecke (*Mecostethus grossus*) besiedelt nur wenige vom Wasserhaushalt her intakte Flachmoorbereiche in älteren Gruben (s. Tab. 1/10, S. 84).

Die gründlichen Aufnahmen der **Schmetterlingsfauna** im sogenannten "Naßanger"/LIF durch HACKER (1986) brachten einen regionalen Beweis für die überragende Bedeutung von Naßabbaustellen mit ihren typischen Lebensraumbestandteilen für die Schmetterlingsfauna. Der "Naßanger" war ursprünglich eine Teichlandschaft, die schon seit dem Mittelalter zur Karpfenzucht genutzt und teilweise in neuerer Zeit wieder ausgebaggert wurde, wodurch sich eng nebeneinander verschiedenste Pflan-

zengesellschaften entwickelten. Auf einer Fläche von ca. 18 ha finden sich heute neben einer großen Wasser- und Röhrichfläche diverse Krautfluren und Gebüsche, sogar eine Weich- und Hartholzauartige Bestockung. HACKER (1986) wies dort innerhalb von drei Jahren **472 Schmetterlingsarten** nach (mit einigen Erstnachweisen), im Kiesabbaugebiet Oberau bei Staffelstein/LIF 402 Arten. Mindestens 39 davon gelten als in ihrem Bestand (v.a. wegen Rückgangs ihrer Lebensräume) als akut gefährdet.

Untersuchungen aus Südbayern (z.B. PLACHTER 1983) konnten Abbaugruben für Schmetterlinge keine besondere Bedeutung zuweisen, so daß deren Lebensraumbedeutung zu relativieren ist.

Aus einer seit 15 Jahren stillgelegten Kiesgrube in Schleswig-Holstein wurden 188 Stechimmenarten gemeldet, davon 40 % Bienen und Hummeln, 27 % Grabwespen und 11 % Wegwespen (PLACHTER 1991: 144).

1.7.3 Lebensgemeinschaften

Aufgrund der relativ kurzen Entwicklungsdauer beherbergen die meisten (ehemaligen) Abbaustellen keine reifen Ökosysteme, sondern relativ junge Sukzessionsstadien mit hohem Artenwechsel. Abgrabungen, die über mehr als ein Jahrhundert ohne menschliche Störung der natürlichen Sukzession überlassen waren, zeigen aber, daß sich auch hier "klassische" Pflanzengesellschaften und strukturell ausgereifte Bestände ausbilden können.

Beispiele: Kleines minerotrophes Spirkenfilz in einer vermutlich noch römerzeitlichen Sandgrube neben einer Römerstraße bei Haidenburg/PA, Walzenseggen-Erlenbruch in einer römerzeitlichen Entnah-

Tabelle 1/9

Übersicht der in Abbaustellen vorkommenden Libellen der RL Bayern. "Besondere Hinweise" aus REICH & KUHN (1988), KUHN et al. (1988), BURMEISTER (1988).

Art		RL-Status	Besondere Hinweise
<i>Calopteryx splendens</i>	Gebänderte Prachtlibelle	4R	Fließgewässerart, zumindest regional noch größere Bestände
<i>Calopteryx virgo</i>	Blauflügelige Prachtlibelle	3	in Bayern weit verbreitet, aber überall selten; nur ausnahmsweise in Abbaustellen nachzuweisen
<i>Cercion lindeni</i>	Pokal-Azurjungfer	4	wahrscheinlich durch neue Naßbaggerungen gefördert
<i>Gomphus pulchellus</i>	Westliche Keiljungfer	4	wahrscheinlich durch neue Naßbaggerungen gefördert
<i>Ischnura pumilio</i>	Kleine Pechlibelle	3	in Bayern sehr regional verbreitet, v.a. in Kies- und Sandabbaugebieten; typische Pionierart, durch Rekultivierung oder fortschreitende Sukzession gefährdet
<i>Lestes barbarus</i>	Südliche Binsenjungfer	2	tritt in einigen Gegenden Bayerns mehr oder weniger regelmäßig auf, aber meist nur punktuell; Bestandsgrößen stark schwankend
<i>Orthetrum brunneum</i>	Südlicher Blaupfeil	2	profitierte von den zahlreichen neu entstandenen Kies-, Sand- und Lehmgruben; tritt aber nur in extensiv genutzten oder renaturierten Abgrabungen in geringen Individuenzahlen auf
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	Sumpf-Heidelibelle	2	wenige zerstreute Vorkommen v.a. im Alpenvorland und Teilen Mittelfrankens und der Oberpfalz; durch Beeinträchtigung von Flachmooren und Verlandungsbereichen stark gefährdet
<i>Sympetrum pedemontanum</i>	Gebänderte Heidelibelle	2	in Bayern nur sehr regional verbreitet (Teile S-Bayerns und Oberfrankens), sonst zerstreut und selten; stark gefährdet

mestelle an der Römerstraße im NSG Eggstätter Seen/RO, Schneidbinsensumpf (CLADIETUM MARISCI) im Oberstimmer Schacht/IN, Erdseggen-Trockenrasen in alten Bahnseitengruben bei Klosterlechfeld/LL, kleine Eichen-Hainbuchen-Wälder in vielen alten Böschungsbauwerken des Tertiärhügellandes, Zwischenmoore in älteren mittelfränkischen Sandgruben. Doch dies sind Sonderfälle.

Im Regelfall kann das anthropogen geschaffene Standortmosaik großflächigere naturbetonte Biotope mit ihrer vollständigen Artengarnitur und ihren zwischenartlichen Beziehungen nicht ersetzen. Außerdem verhindern die vergleichsweise kurzen Entwicklungszeiträume und die starke Sukzessionsdynamik die Etablierung klassischer Pflanzengesellschaften. So sind Silbergrasfluren auf Primärstandorten ihrer "traditionellen" Verbreitungsgebiete, den Binnendünenlandschaften bzw. Flugsandge-

bieten, kaum noch vorhanden; in jüngeren, nicht aufgeforsteten Flugsandgruben können sie jedoch noch oft ansehnliche Bestände bilden (ENGMANN 1993, mdl.).

Die meisten der bedrohten (Pflanzen- und Tier-)Arten, die in Kies- und Tongruben einen Ersatzlebensraum gefunden haben, stammen von kalkhaltigen Magerstandorten und mesophilen Feuchtfeldern, die in den Auen der Alpenflüsse vor ihrer Korrektur große Flächen einnahmen. In Sandgruben finden sich auch Arten sandiger Trockenstandorte, z.T. sogar von Zwischenmooren. Offensandflächen und Binnendünen schrumpfen immer mehr, und einige Arten der Sandrasen haben heute ihren Verbreitungsschwerpunkt in Sandgruben (s. LPK-Band II.4 "Sandrasen"). Eine Vielzahl von Rohbodenbewohnern (trockener bis feuchter und lockerer bis verdichteter Standorte) findet in Kies-, Sand- und Ton-

Tabelle 1/10

Übersicht der in Abbaustellen vorkommenden Heuschrecken der Roten Liste Bayern (LfU 1992).

Art		RL-Status
<i>Barbitistes serricauda</i>	Laubholz-Säbelschrecke	3
<i>Mecostethus grossus</i>	Sumpfschrecke	3
<i>Oedipoda caerulescens</i>	Blaufügelige Ödlandschrecke	2
<i>Sphingonotus caerulans</i>	Blaufügelige Sandschrecke	1
<i>Stenobothrus stigmaticus</i>	Ramburs Grashüpfer	2

gruben regional überlebenswichtige Sekundärstandorte. Nur wenige vorwiegend ältere, nährstoffarm gebliebene Kiesgruben bieten auch Ersatzwuchsorte für Arten der Kalkflachmoore bzw. Streuwiesen, wenn zum Zeitpunkt des Abbaus das entsprechende Artenpotential in unmittelbarer Nachbarschaft vorhanden war.

1.7.4 Erd- und Heimatgeschichte

Der Aufschluß der Bodenschichten beim Lockermaterialabbau bringt häufig historisch und paläontologisch bedeutsame Einblicke und Funde hervor, da die Lockermaterialien aus unterschiedlichen Phasen der Erdgeschichte stammen (s. Kap. 1.3.1, S. 31). **Geologisch interessante Aufschlüsse** werden oft zu spät als solche erkannt oder in ihrer Bedeutung verkannt. So geschieht es häufig, daß Sedimentationsschichten, die wertvolle Hinweise auf das **Paläoklima**, die **Paläogeomorphologie** etc. geben könnten, durch den Abbaufortschritt zerstört werden, bevor sie von Fachleuten untersucht werden können (z.B. bei Pfaffenhofen, wo 1991 ein Aufschluß, der den Übergang vom Tertiär zum Quartär zeigte und Schichten, die wichtige Hinweise über die Entwicklung des Flußsystems der Ilm und ihrer Vorläufer geben konnten, durch voreiligen Abbaufortgang z.T. zerstört wurden).

Durch die Ausrichtung und die Sortierung des Korns können das Sedimentationsmedium (Wasser, Wind) und die Fließrichtung festgestellt werden. Die Korngröße gibt wiederum Aufschluß über die Menge der Wassermassen, weil grobes Korn mehr Wasser für den Transport braucht und schon bei stärkeren Fließgeschwindigkeiten sedimentiert als feine Korngrößen. Dunkle Färbung des Substrats oder humose Einlagerungen geben Hinweis auf ehemaligen Bewuchs, d.h. Stillwasserbereiche oder Festlandsverhältnisse. Durch den Einblick in die äußere Erdrinde ermöglichen Sand-, Kies- und Tongruben ein (im wahren Wortsinne) tieferes Landschaftsverständnis für Fachleute und Laien.

Ferner gelangen immer wieder auch **archäologische Funde**, wie z.B. Knochen von Menschen und Tieren, Werkzeuge, Schmuck usw., ans Tageslicht, für deren Erhaltung eine moralische Verpflichtung besteht. Sie sind daher gesetzlich meldepflichtig beim Landesamt für Denkmalpflege. Folgende Fossilien sind in den einzelnen Schichten enthalten:

- Sande und Kiese des Jungtertiärs: verkieselte *Sequoia*-Hölzer, Funde aus dem Obermiozän, z.B. in Sandgruben bei Eggmühl/R, Waldkirch und Mettenhausen (SELMEIER 1972); Knochen des *Dinotherium* und des *Gomphotherium*.
- Schotter der Würmeiszeit: Mammutknochen;
- nacheiszeitliche Schotter: "Moorleichen".

Jüngere Schichten (ab der Jungsteinzeit vor ca. 7.000 Jahren) enthalten zusätzlich auch von Menschen angefertigte Gegenstände (Artefakte): Streit- äxte, Arbeitsbeile aus Flußgeröll; aus der Bronzezeit Bronzeschwerter usw. (DINGETHAL et al. 1985: 179ff).

1.8 Traditionelle Bewirtschaftung von Abbaubiotopen

Dieser knappe Rückblick auf die wichtigsten Etappen des Bodenabbaues ist kein Selbstzweck, sondern Voraussetzung zur korrekten Abschätzung der Zeitabhängigkeit von sekundären Biotopentwicklungen. Will man Naturschutzpotentiale heutiger und künftig anfallender Abbauflächen prognostizieren, muß man verschiedene Altersstufen mehr oder minder ungestört liegende Gruben miteinander vergleichen. Es ist wichtig zu wissen, daß in 1.800 Jahre alten Seitenentnahmestellen von Römerstraßen über Quarznagelfluh kleine Waldkiefernfilzen (Pseudo-Hochmoore)* und in 120 Jahre alten Bahnseitengruben Kalkniedermoore oder Trockenrasen mit mehr oder weniger kompletter Artengarnitur** entstehen können.

* z.B. bei Emmersdorf/PAN

** z.B. an der unteren Isar (DGF,DEG), im Lechfeld (A, AIC, LL) und in der Donauniederung (IN, ND, PAF)

Eine "Abbaugeschichte" kann allerdings nicht erwartet werden. Sie wäre so facettenreich wie die Geschichte des Ingenieurwesens und der bodenverarbeitenden Handwerks- und Industriezweige. Die Anfänge der Bodengewinnung liegen ohnehin im Dunkel der Vergangenheit. Der Lebensraum "Grube" ist so alt wie der Erd- und Tiefbau überhaupt.

Einen markanten Anfangspunkt setzen vielleicht die bronze- und eisenzeitlichen sowie die mittelalterlichen Erzgrubenfelder der Albhochflächen (z.B. um Hemau, Kelheim, Neumarkter und Amberger Jura), der Riedellandschaft (z.B. Dachsberg westlich Augsburg) und im Tertiärhügelland. Abraumhalden der Verhüttung mischen sich hier mit Schürfgruben nach Raseneisenerz (z.T. Kreide-Ocker) in den lockeren Deckschichten (FREI 1967). Ganze Klein-grubenlandschaften mit teilweise vegetationsdifferenzierender Wirkung prägen heute noch bestimmte Waldbezirke und befinden sich oft in der Nähe von frühgeschichtlichen Höhensiedlungen (z.B. Donau-Altstuhl-Sporn).

Morphologisch ganz ähnliche "Grübenfelder" in den Schwemmschottern der Grundgebirgsbäche gehen auf die Edelmetallsuche im Mittelalter zurück. Im Zwieseler Gebiet und Nationalpark-Randbereich sind sie teilweise heute noch morphologisch so ausgeprägt, daß sie PRIEHÄUSSER (div. Publ.) versehentlich für Toteislöcher hielt.

Die Geschichte der infrastrukturbegleitenden Seitenentnahmen beginnt mit den ersten ingenieurtechnischen Planrassen, also den Römerstraßen. Sie können als unauffällige Mulden und Hohlkehlen in Wälder und Forsten eingegliedert sein (z.B. Hofoldinger Forst, Grünwalder Forst/M), aber auch als naturschutzwichtige Feuchtbiotope und Kleinmoore deutlich herausgehoben sein (z.B. südlich Haidenburg/PA, als Bruchwälder neben der Römerstraße durch das Eggstätter Seengebiet/RO). Die Luftbildarchäologie zeigt entlang der Römerstraßen in den Schotterebenen eine Kette von ehemaligen Entnahmegruben, die heute einplaniert sind, sich aber immer noch durch abweichende Bodenfärbung und unterschiedlichen Feuchtegrad verraten (CHRISTLEIN & BRAASCH 1982).

Abbaugruben begleiten auch einige Relikte mittelalterlicher Altstraßen. Am besten erhalten sind sie in Biotopen, z.B. im Gebiet der Lechhaiden bei Hurlach/LL.

Zu den ältesten "industriellen" Abbaustellen zählen die Tonabbau der römischen Keramik- und Ziegelmanufakturen, z.B. der terra sigillata-Industrie bei Pons Aeni (heute Langenpfunzen) bei Rosenheim. Von diesen Tongruben am Rand der Deutelhausener Seetonterrasse ist heute allerdings nichts mehr erhalten.

Viel landschafts- und biotopprägender sind die Seitenentnahmen, die entlang der neuen Chausseen seit der napoleonischen Ära und entlang des Eisenbahnnetzes seit etwa 1860 in ganz Bayern entstanden. Die damit initiierten Sukzessionen konnten oft seit ca. 80-120 Jahren fast ungestört verlaufen, weil die Begleitflächen der Verkehrsinfrastruktur aufgrund der Besitzverhältnisse meist der landwirtschaftli-

chen Verwendung entzogen waren. Seitengruben neben älteren Hauptstraßen, v.a. aber neben Eisenbahnen, gehören heute zu den wertvollsten Nachweissquellen über die frühere Umgebungsvegetation (Artenrefugien) und den Verlauf langfristiger Sukzessionen in Technotopen.

Soweit sie zum Feuerschutzstreifen der Eisenbahnlinien gehörten, erfuhren sie auch schon früher eine für konkurrenzschwache Arten förderliche "Pflege" (z.B. S-Bahn Großhesselohe-Sauerlach, Gleisdreieck bei Kaufering/LL, Bahnlinie Landshut-Plattling, Waldbahn bei Ludwigsthal/REG, Bahnlinie Aibling-Holzkirchen; vgl. LPK- Band II.2 "Dämme, Deiche und Eisenbahnstrecken").

Die ehemaligen Seitenentnahmen des Straßenbaues sind seltener in einem intakten Biotopzustand (z.B. bei Grüneck/FS, an der B 17/LL, A). Ebenfalls fast verschwunden sind die Seitenentnahmebiotope des alten Ludwig-Main-Donau-Kanals, entstanden um 1840-50.

Dicht über das Land gestreut waren einst die unzähligen kommunal und privat genutzten Schürfstellen nach den verschiedensten Materialien. Am häufigsten waren die meist gemeinschaftlich und bedarfsweise-unregelmäßig genutzten Kies- und Sandgruben für den Wegebau und die Lehm- und Mergelgruben zur Mergelung nährstoffarmer Standorte (z.B. kultivierter Moore) und Mistveredelung (z.B. im Tertiärhügelland). Zur Moormergelung wurden sogar Feldbahnen angelegt.

Je nach dem naturraumunterschiedlichen Ressourcenangebot wurden Eisenocker (z.B. Kreideüberdeckung der Dolomitekuppenalb, Veldensteiner Alb), Alm (z.B. Unteres Isartal, Donauried, Münchner Moore), Seekreiden und lockere Süßwasserkalke (z.B. westliches Ries), Muschelschill (z.B. Türkenbach/PAN), Kieselgur (z.B. Neuburger Albrand), Heilerde (z.B. Tertiärhügelland, Altmoräne), Dolomitsand (z.B. nördliche Frankenalb), Lockergips (z.B. Gypshütte/AN), Keupermergel und viele andere Materialien abgebaut. Manchmal werden solche Altabbau für den Kleinprivatgebrauch auch heute noch gelegentlich angeschürft (z.B. Dolomitsand). Ihre Spuren vernarben, überwachsen und verschwinden meist aber immer mehr. Mit der Ablösung örtlicher autarker Versorgungssysteme und Bedürfnisse, wie z.B. des Scheuersandes zur Zinnreinigung, des Brannt- und feinen Maurerkalkes aus den Almgruben und den Karbonatersatzdecken der Rieser Griesbuckel, der Malm- und Wellenkalkoberkanten (Oberfranken, Mainfranken), dem Rückgang der "hohen Kunst" der Mistwirtschaft (Mergel), werden sie obsolet.

Das vielfach weniger landschaftsschädigende als -bereichernde Inventar der bäuerlichen Kleinabbau verarmte seit den 60er Jahren mit der Novellierung der Bayerischen Bauverordnung (1962), die jeglichen neuen Bodenabbau genehmigungspflichtig machte, mehr und mehr. Im Artenschutz zumindest vorübergehend wirksame Ausnahmen sind "wilde" Abgrabungen in geplanten Überstauungsräumen (z.B. im Brombachgebiet/WUG) oder auf Lei-

tungstrassen (z.B. an der Waldnaab/NEW, im Sebalder Reichswald).

Mit dem 20. Jahrhundert, seinen Großbauprojekten, seinen veränderten Baumaterialien (Betonzuschlagstoffe!) und Transporterleichterungen zog die Stunde der großmaschinellen Abbauareale, der großen Kies-, Sand- und Tongruben, herauf.

Der Bedarf an Lockergesteinen (v.a. Kies und Sand) stieg mit der Industrialisierung in der zweiten Hälfte des 19. Jhs. stark an, besonders durch ihre Verwendung als "Betonzuschlagstoffe", was ein starkes Anwachsen gewerblicher Abbaue nach sich zog.

Der **Sand- und Kiesabbau** früherer Zeiten beschränkte sich vielerorts fast ausschließlich auf die +/- rezenten Ablagerungen in den Flußbetten. Der Abbau erfolgte manuell, wobei man mit speziellen Kiesschaufeln das Material vom Flußbett heraufholte, in die Kähne verlud und am Kieswerk dann ebenfalls per Hand wieder ablad (Beruf des Sandeschöpfers am Main). Flußbaggerungen wurden noch bis in die 60er Jahre durchgeführt. An den Stauwurzeln großer Stauräume der Alpenflüsse Lech (Forgensee), Isar (Sylvensteinspeicher) und Saalach finden sie noch heute statt. Rohmaterial für die Kalkbrennöfen wurde schon seit jeher in den Flußbetten gewonnen (vgl. das Bild "Steinleserinnen" von WAGENBAUER). Um die Jahrhundertwende wurde der Abbau durch den Übergang zur maschinellen Ausbeutung noch stärker intensiviert, und man griff bald auch auf flußnahe Grundstücke über. Damit begann gleichermaßen der Naßabbau. Die Kieswerke befanden sich regelmäßig am Flußufer. Die Rohstoffe wurden von dort aus auf dem Wasserweg zu den Aufbereitungsanlagen gebracht.

Die eigentliche Geburtsstunde der künstlichen "Seenplatten" schlug mit dem Autobahnbau der 30er Jahre (Donauauen bei IN, GZ, Mainauen, Innauen bei Raubling/RO, Amperauen bei DAH, Allershausen/FS). Vorläufer der "Naßbaggerungen" entstanden allerdings schon bei frühen Kanalbauversuchen (Fossa Carolina in Graben/WUG). Baggerweiher der ersten Generation (z.B. die für das Projekt Mittlere Isar in den 20er Jahren entstandenen Notzinger Weiher/ED) sind heute kaum mehr als solche zu erkennen. Seit über 50 Jahren ungestört regenerierende Buchten und Uferbereiche von Naßbaggerungen gehören zu den wertvollsten und artenreichsten "Second-Hand-Biotopen", so z.B. die Biotopzone am Feldmochinger See, der im Zuge des ersten Bauabschnitts des Allacher Rangierbahnhofs um 1940 entstand (LOSERT 1982), oder einige sekundäre Kies-Buschauen bei Manching/PAF, IN.

Der Abbau von **Ton, Mergel und Lehm** (vor allem als grobkeramische Massen eingesetzt) erforderte durch die fortschreitende Technisierung in den letzten 100 Jahren zunehmende Investitionsmittel, die eine Konzentration in der Ziegelindustrie nach sich zogen: Die Ziegelindustrie Mittelfrankens umfaßte um 1900 noch 222 Ziegeleien, um 1935 nur noch ca. 20, heute 13 Ziegeleien. Die letzten Ziegelei-Lehmgruben auf der Föhringer Hochterrasse bei München wurden nach dem Zweiten Weltkrieg eingestellt. Mit diesem Konzentrationsprozeß intensivierte sich

auch die Suche nach größeren Lagerstätten. Damit mußten natürlich auch zunehmende Inhomogenitäten der Lagerstätten bzw. Verunreinigungen des Rohstoffs in Kauf genommen werden. Durch neue Anforderungen an die Produkte und erhöhten Konsum (Bauboom, "biologisches Bauen") werden in jüngerer Zeit aber auch bisher ungenutzte Lagerstätten interessant (vgl. GLA 1984).

Die Abgrabungen wurden allgemein in diesem Jahrhundert immer größer. 1910 waren sie im Durchschnitt etwa 0,25 bis 0,33 ha groß, im Gesamtzeitraum bis 1950 bereits 1,49 ha und 1950-77 sogar 10,25 ha. Bei Naßbaggerungen stieg die Durchschnittsgröße von 14,57 ha vor 1950 auf 20,16 ha danach an. Bei den Trockenbaggerungen ermittelte HOFMANN (1979) einen Anstieg von 1,09 ha auf 3,93 ha.

Seit den 50er Jahren ist ein weiterer wichtiger Umschlagspunkt in der Grubenentwicklung zu verzeichnen: Eine vorher nie dagewesene Baukonjunktur degradierte riesige Planie- und Aushubmassen zu Abraum und Verkipfungsmaterial. Auch Zivilisationsmüll und Deckschichten neuer Abbaustellen wurden oftmals in die ausgekofferten Gruben(teile) gekarrt. Die Lebensdauer der Abbaubiotope wurde damit immer kürzer. Während früher das Material und die Transporterleichterungen zur Rekultivierung weitgehend fehlten, steht es nunmehr überreichlich zur Verfügung. Andere Verkipfungsmöglichkeiten fehlen in der Regel.

Keine alte Grube braucht heute notgedrungen "lieggelassen" zu werden. Entsprechend eng sind heute die Spielräume für eine ungestörte Abbaustellen-Sukzession geworden.

1.9 Bewertung einzelner Abbaustellen für den Naturschutz

Seitdem naturnahe Biotope allgemein selten werden und z.T. mit Veränderungsvorbehalten oder -sperrungen belegt sind, haben Bewertungen einzelner Biotopflächen an Bedeutung verloren (vgl. Parallelkapitel in den übrigen LPK-Bänden). Denn auch kleine und auf den ersten Blick unscheinbare Vorkommen verdienen in Anbetracht der Gesamtsituation strikte Erhaltung.

Im Falle der Abbaustellen liegen die Dinge anders: Hier ist ein hoher ökologischer Wert nicht bei allen Flächen anzunehmen. Außerdem liegt sicherlich auch in der näheren Zukunft ein hoher Veränderungsdruck auf Abgrabungsbiotopen, ungeachtet ihres ökologischen Wertes. Der Naturschutz ist also hier nach wie vor dringend auf Kriterien und Vorgehensweisen angewiesen, "unverzichtbare", "wertvolle" und "weniger bedeutsame" Vorkommen auszuweisen.

Praktisches Beispiel: Einer Umwelt- und Naturschutzbehörde stellt sich die Frage: In welcher Abbaustelle eines Landkreises/einer Gemeinde sind im Falle der Müll- oder Schuttdeponierung die ökologischen Beeinträchtigungen noch relativ gering? Hierzu muß der (potentielle) Arten- und Biotop-

schutzwert aller Standortalternativen vergleichend beurteilt werden.

Für diese und vergleichbare Anwendungsfälle werden im folgenden Beurteilungskriterien und ein Bewertungsgang vorgeschlagen. Allerdings darf kein allgemeingültiges, womöglich dann viel zu kompliziertes benutzerunfreundliches Bewertungsverfahren erwartet werden.

Abbaustellen bieten oft ein vielfältiges Angebot an ökologischen Nischen und entwickeln sich zu sehr artenreichen Standorten. Eine Vegetations- oder Faunen-Bestandsaufnahme der Grube im Vergleich zur Umgebung erbringt häufig Vergleichszahlen, die z.B. gegen eine herkömmliche Rekultivierung sprechen. Dieses Merkmal darf aber nicht den Blick verstellen für den bisweilen hohen Wert artenärmerer Pionierstandorte mit hochspezialisierten Arten (z.B. Silbergrasfluren mit Ameisenlöwen auf trockenen Flugsanden). Spätere Sukzessionsstadien können dagegen sehr artenreich, aber in der Hauptsache nur mit Ubiquisten ausgestattet sein. Dennoch kann die (Länge der) Gesamtartenliste eines Grubenkomplexes bei kritischer Interpretation brauchbare Anhaltspunkte für den Naturschutzwert bieten.

• Rote-Liste-Arten

Dieses "klassische" Merkmal von Biotopbewertungen und Schutzwürdigkeitsbegründungen steht und fällt mit der Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Artenerfassungen. Leider haben nur wenige Floristen und Faunisten +/- alle Gruben in ihre Regionalerfassung aufgenommen, so daß der Grunderfassungsgrad (bereits in der Artenschutzkartierung = ASK, im ABSP und in Regionalfaunen/-flore verfügbare Meldungen) relativ begrenzt ist (Ausnahme: RL-Pflanzen in nicht zu universitätsfernen nordbayerischen Sandgruben, Amphibienkartierung in vielen Landkreisen, Reptilienkartierung, Kiesbrütererfassung).

Auch in Gruben ohne ASK-Punkt muß grundsätzlich bei entsprechender morphologisch-standort-ökologischer Diversität mit RL-Überraschungen gerechnet werden. Enthalten Abgrabungen nicht nur geradlinig-steile Böschungen, ebene Fahrsohlen und steilufrige Baggerlöcher, sondern auch Pfützen- und Lachensysteme, wellige Oberflächen im Grundwasserschwankungsbereich, über längere Zeit ungestörte Flachwasserzonen, Nagelfluhbänke, Quell- und Sickerwasseraustritte, Schlammteiche und andere Habitat-"Extras", so ist die Wahrscheinlichkeit, RL-Arten aufzufinden, meist recht hoch. Grenzen sie überdies an gefährdete Biotoptypen wie Magerasen, Zwergstrauchheiden, Niedermoorreste, naturnahe Trockenwälder, Auwiesen und naturnahe Flußufer, so greifen naturschutzwichtige Arten aus diesen biogenetischen Konzentrationsbereichen mit hoher Wahrscheinlichkeit in die verschiedenen Gruben-Sukzessionsstadien über. Gut gepufferte, nährstoffarme Abaggerungen (z.B. feuchte Sandgruben in Kiefernwäldern) werden früher oder später von gefährdeten Arten offener, nährstoffarmer Pionierstandorte besiedelt. Aber auch Abbaukomplexe

ohne Kontakt zu naturnahen Arealen warten u.U. mit bedeutsamen Funden auf.

Ein einheitlicher RL-Komplex etwa nach dem Muster "ab fünf RL-Arten (gleichgültig ob Stufe 1, 2, 3 oder 4) ist eine Grube wertvoll", wäre unangemessen. Jeder Landschaftsraum liefert infolge unterschiedlicher RL-Ausstattung einen anderen Bewertungshintergrund. Die Bewertungsschwellen sind naturraumspezifisch zu setzen. Für Räume mit schlechter Biotopausstattung ist beispielsweise folgende Schwelle sinnvoll:

Eine Abbaustelle ist in strukturarmen Landschaftsausschnitten u.E. stets als "besonders hochwertig" einzustufen, wenn nachgewiesen werden:

- wenigstens eine Tier- oder Pflanzenart der Gefährdungsstufe 1 ("vom Aussterben bedroht");
- oder wenigstens zwei Tier- bzw. Pflanzenarten der Gefährdungsstufe 2 ("stark gefährdet")
- oder wenigstens fünf Tier- bzw. Pflanzenarten der Gefährdungsstufe 3 ("stark gefährdet")

• Regional bzw. naturräumlich seltene sowie landkreisbedeutsame Arten

Für viele Abbaugelände wichtiger als der landes- oder deutschlandweite Rote-Liste-Bezug ist der Bezug auf Naturräume und andere Regionen (z.B. Regierungsbezirke) sowie auf Landkreise. Viele im weiteren Umkreis seltenen oder sogar unersetzlichen Vorkommen blieben in der Bewertung unberücksichtigt, weil sie keiner der "offiziellen", für den regionalen Artenschutz zu groben Roten Listen angehören (vgl. LPK-Band I.1, Kap. 6.10). Dabei ist auch die Größe einer Kies-, Sand-, Lehm- oder Tongrubenpopulation von Bedeutung.

Aus welchen Unterlagen kann auf die regionale Bedeutsamkeit von Entnahmestellenvorkommen geschlossen werden?

Für den Regierungsbezirk Oberfranken existiert eine Rote Liste für Gefäßpflanzen (MERKEL & WALTER 1988), die auch auf naturräumliche Unterschiede in der Verbreitung der einzelnen Pflanzenarten eingeht.

Das Verbreitungsgebiet einer Art ist aus den Verbreitungsatlanten der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns und der Bundesrepublik Deutschland (SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990 bzw. HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1989) für die Flora und aus den Artenkartierungen des LfU für die Fauna, speziell für Vögel aus dem Brutvogelatlas Bayerns (NITSCHKE & PLACHTER 1987), ersichtlich.

Die Verbreitungskarten der Tierarten nach der Artenschutzdatei des StMLU sind derzeit nur begrenzt aussagekräftig, da z.T. noch nicht alle Daten aus ganz Bayern eingegeben sind oder die Erhebungsgenauigkeit sehr unterschiedlich ist. Relativ gute Daten liegen aber schon für Amphibien und Vögel vor.

Als landkreisbedeutsam werden allgemein solche Tier- und Pflanzenarten eingestuft, die aufgrund ihrer Bestandssituation im Naturschutzvollzug des Landkreises vorrangig berücksichtigt werden müs-

sen. Die Lebensräume solcher Arten sind auch bedeutsam hinsichtlich eines Biotopverbundsystems, das nicht an den Landkreisgrenzen enden darf. Das Vorhandensein wenigstens zehn solcher landkreisbedeutsamen Arten stuft eine Abbaustelle als "wertvoll" ein. Informationsunterlage ist der ABSP-Band des jeweiligen Landkreises.

- **Vorkommen von abbaustellentypischen (-abhängigen) Arten**

Pflanzensoziologisch schulmäßige, also in anderen Technotopen oder auf sonstigen Standorten in sehr ähnlicher Artkombination wiederkehrende Pflanzengesellschaften sind in Abbaustellen die Ausnahme. Wo sie aber entwickelt sind und allgemein als rückgängig bis gefährdet gelten müssen (WALENTOWSKI et al. 1991), muß dies bei der Erhaltung, ggfs. auch Pflege eines (alten) Grubenareals angerechnet werden.

Solche Beispiele sind technogene Sekundärvorkommen des Lavendelweiden-Tamarisken-Busches, der Voralpen-Reitgras-Gesellschaft (*CALAMAGROSTIETUM PSEUDOPHRAGMITIDIS*), der Kalkhalbtrockenrasen (*MESOBROMETUM*), des Sanddornbusches (*HIPPOPHAETUM*), initiale Schneidbinsen-, Davallseggen- und Kopfbinsenriede (*CLADIETUM, CARICETUM DAVALLIANAE, PRIMULO-SCHOENETUM*), Zwischenmoorgesellschaften in alten Sand- und Kristallinzersatzgruben (z.B. initiales *RHYNCHOSPoretum ALBAE*, Sumpfbärlapp-Sonnentau-Gesellschaft, bestimmte Großseggenesellschaften in Tongruben) und andere mehr. Außerordentlich bedeutsam sind Indikatorgesellschaften extremer Pionierstandorte, die heute nach dem Verlust anderer Zufluchtstätten (z.B. wechselfeuchte Extensiväcker, dystrophe Weiherufer) oft fast nur noch in Abbaustellen vorkommen (z.B. *Anthoceros-Cetunculus*-Gesellschaft).

Bis zu einem gewissen Grad sind auch allgemein bemerkenswerte Zoozönosen in Gruben zu erkennen und in Bewertungen einzubringen (z.B. die Arthropodengemeinschaft des Habitatkomplexes der Silbergrasfluren, Erdbienen-Hummel-Gesellschaften, der Kiesbrüter-Artenkomplex, zu dem auch hochspezialisierte Wirbellose gehören).

- **Vorkommen standorttypischer Lebensgemeinschaften auf Extremstandorten**

Standorttypische Pflanzengemeinschaften und das Vorkommen standorttypischer Tiergemeinschaften von Extremstandorten sind in Abbaustellen relativ selten entwickelt und bedürfen daher einer um so stärkeren Beachtung. In der Regel sind jeweils nur einzelne Arten solcher Lebensgemeinschaften vertreten, weil die Mindestgröße für die Ausbildung einer vollständigen Biozönose kaum gegeben ist (Standortmosaik) und eine bisher unzureichende Entwicklungszeit bestand. Finden sich dagegen auf größerer Fläche homogene Standortbedingungen und wird die Fläche durch standorttypische und seltene Arten besiedelt, ist die Abbaustelle aus naturschutzfachlicher Sicht als sehr bedeutend für den

Biozönoseschutz einzustufen. Als Grundlage dafür ist die (vorläufige) Rote Liste der Pflanzengesellschaften zu verwenden (WALENTOWSKI et al. 1991).

- **Lage zu wertvollen Biotopen / Bedeutung im Biotopverbund / Bedeutung im Populationsystem gefährdeter Arten**

Dieser nicht meßbare Bewertungsaspekt für Abbaustellen hat erhebliche Bedeutung besonders für den langfristig (Ersatzhabitate), aber auch kurzfristig (Ausweichhabitate) angelegten Naturschutz. Auch zunächst unbedeutend erscheinende Gruben erhalten durch die Nähe zu wertvollen Lieferbiotopen mit einem gewissen Verwandtheitsgrad einen relativ hohen Naturschutzwert (vgl. JEDICKE 1990). Eine Übersicht über die Lage, Größe etc. der verschiedenen Biotoptypen (Kategorisierung unter den Codebegriffen der Biotopkartierung Bayern) kann der Ausdruck von Biotoptypen-Verbreitungskarten liefern. Abbaustellen als neugeschaffene Primärstandorte spielen eine sehr wichtige Rolle bei der Umsetzung von Biotopverbundkonzepten. Derzeit erfolgt eine landkreisweise Umsetzung im Rahmen des ABSP.

- **Abbaustellenkonzentrationen**

Mehrere benachbarte Abbaustellen sind aus naturschutzfachlicher Sicht meist höher zu bewerten als einzelne und weit verstreute Abbaustellen. Bei Abbaustellenkonzentrationen sind auch unter bestehenden Nutzungskonflikten leichter einzelne Gruben dem Naturschutz zu überlassen. Auch mißbräuchliche Nutzungen (wilde Müllablagerungen) wirken sich weniger fatal für die Lebensgemeinschaften aus, wenn sich Ausweichhabitate in unmittelbarer Umgebung befinden. Als Refugien seltener Arten ist die Bedeutung besonders alter Abbaustellen auch in verinselter Lage selbstverständlich dadurch nicht gemindert ("Lieferbiotope" in Biotopverbundsystemen).

- **Abbaustellengröße und Isolationsgrad**

Mehrere benachbarte kleinere Gruben, die durch Korridorbiotope verbunden sind oder direkt aneinandergrenzen, sind aus naturschutzfachlicher Sicht höher einzustufen als wenige, nicht direkt miteinander verbundene große Abbaustellen (vgl. HUIS 1988). Die zu erwartende Artenzahl ist größer, und durch Korridorverbindung wird auch die Gefahr der Unterschreitung von Minimumarealgrößen eher gebannt. Dies korreliert sehr stark mit dem zuvor genannten Bewertungsaspekt der Abbaustellenkonzentration. Bei stärkerer Isolierung der Gruben im Raum sind größere Abbaustellen aus naturschutzfachlicher Sicht als wertvoller einzustufen, weil sie eher als Kernbiotope in Biotopverbundsystemen fungieren können. Die Unterschreitung der Minimumareale einzelner Arten ist meist das größte Handicap für diese Funktionserfüllung. Grundsätzlich ist jedoch eine Nicht-Anbindung von Abbaustellen-Biotopen an verwandte Biotoptypen als sehr negativ

Tabelle 1/11

Verdunstungszahlen unterschiedlicher Oberflächen in % der Niederschlags-Menge im Jahresdurchschnitt für mitteleuropäische Verhältnisse (vgl. DINGETHAL et al. 1985:77)

Oberflächen	Verdunstungszahlen
Feldflächen	ca. 40 - 50 %
Grünland	ca. 60 %
Hochwald	ca. 70 %
offene Gewässer	ca. 75 - 80 %
dicht bewachsene Flächen auf feuchten bis nassen Standorten	ca. 90 - 180 %

zu beurteilen. Die Größe allein gibt keine Gewähr für eine standortgerechte Besiedlung mit seltenen Arten.

- **Sonderstandorte, singuläre Substrate, erdkundliche Lehrbeispiele**

Wird durch einen Abbau ein von der Umgebung in Chemismus oder physikalischen Eigenschaften deutlich abweichendes Substrat aufgeschlossen, stellt die Nachfolgefunktion "Naturschutz" bzw. die natürliche Sukzession eine große Bereicherung für naturwissenschaftliche Forschung dar und ermöglicht unter günstigen Umständen die Besiedlung durch naturräumlich seltene Tier- und Pflanzenarten. Dies steht in einem gewissen Gegensatz zu dem zuvor aufgestellten Kriterium des Isolationsgrades. Die Betonung muß hier jedoch auf der naturgegebenen Einmaligkeit eines Materialvorkommens liegen, die nicht durch Verschütten zerstört werden darf (z.B. Tongruben in Gebieten mit vorherrschend oberflächlich anstehendem Schotter).

- **Nutzungskonflikte, Gefährdungssituation, Ablösbarkeit aktueller Beeinträchtigungen**

Bei der Unterschätzung von Abbaustellen sind auch abzusehende Folgenutzungskonflikte in einer Bewertung zu berücksichtigen: Eine primär für den Naturschutz interessante Abbaustelle kann beispielsweise durch starken Erholungsdruck nahe an Ballungszentren oder in Gegenden mit geringem Angebot an "Freizeitflächen" rasch entwertet werden. Auch Einflüsse benachbarter Nutzungen, etwa intensive landwirtschaftliche oder fischereiliche Nutzungen, können die naturschutzfachliche Bedeutung erheblich vermindern. Gruben, die weniger starken Negativeinflüssen aus der Umgebung ausgesetzt sind, haben daher längerfristige und höhere Bedeutung für den Naturschutz. Dies soll aber nicht heißen, daß in intensiv genutzten Agrargebieten der Naturschutzaspekt von Abbaustellen vernachlässigt werden darf.

1.10 Gefährdungssituation

Abbaustellen sind Subjekt und Objekt von Lebensraumverlusten, Verursacher und Betroffene der Entwertung erhaltenswerter Lebensräume. Sie können andere Biotope direkt oder indirekt zerstören (Kap. 1.10.1). Ihre Sekundärbiotop können aber auch durch Folgenutzungen und Rück- bzw. Umwidmungen beeinträchtigt oder ausgelöscht werden (Kap. 1.10.2, S. 91). Beide Aspekte müssen deshalb hier behandelt werden. Kap. 1.10.3 (S. 94) zeigt die Gefährdungen durch Einträge aus der Umgebung auf.

1.10.1 Gefährdung wertvoller Biotop durch Lockergesteinsabbau

"Ökologische Erfolge" bei Renaturierungen oder Sukzession von Abbaustellen - auch unbeabsichtigte - werden gerne als Rechtfertigung für ungehemmte Materialausbeute herangezogen. Jeder Materialabbau bedeutet jedoch zunächst einen starken Eingriff in über Jahrhunderte oder Jahrtausende gewachsene Strukturen des Natur- und Landschaftsgefüges:

- Veränderung der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können;
- Zerstörung der vorhandenen Lebensräume der Tier- und Pflanzenwelt;
- Zerstörung des gewachsenen Bodenprofils und Reliefs;
- Veränderung des Wasserhaushalts bei Naßbaggerungen:
 - erhöhte Verdunstung durch Entstehen einer neuen Wasserfläche bzw. Entwicklung einer Feuchtvegetation (s. Tab. 1/11, S. 89),
 - Beeinflussung der Qualität und Absenkung des Grundwassers.

Verschiedene Lebensräume erlitten indirekte Beeinträchtigungen durch ungünstige räumliche Zuordnung von Abgrabungen. Am augenfälligsten ist dies

bei unmittelbarer Benachbarung von grundwasserabhängigen Feuchtgebieten und größeren Abbaustellen.

Die feuchtigkeiterhaltenden Grundwasserhorizonte können nebenan aufgeschlossen sein. Erhöhte Evaporation der freien Wasserfläche und die entstehende Abtreppung der Grundwasseroberfläche (Absenkung am Einströmufer der Naßbaggerung, vgl. Abb. 1/17, S. 90) wirken ungünstig auf unmittelbar angrenzende Moore, Streuwiesen, Verlandungssümpfe und Stillgewässer. Typische Konfliktsituationen sind Kiesgruben in moordurchsetzten jungglazialen Schwemmschotterfeldern (z.B. im Pfaffing-Forstinger Toteisgebiet/RO, in Nieder- und Quellmooren der Schotterebenen (z.B. Kieswerk Eichenkofen/ED, Auskiesungen im Umfeld des neuen Flughafens München/ED).

Biotopverluste durch die Einrichtung von Abbaustellen

Abbauflächen richten sich zwar nicht nach der Oberflächennutzung, sondern nach den geologischen Verhältnissen, dennoch fällt auf, daß überproportional oft naturbetonte Flächen von Abbauvorhaben betroffen sind. Zu Zeiten einer unbekümmerten Nutzbarmachung auch naturschutzfachlich wertvoller Landschaftsteile trug der Lockergesteinsabbau zum Verlust verschiedener, heute +/- "tabuisierter" Trocken- und Feuchtbiotope bei. Besonders lohnende Lagerstätten fallen häufig mit edaphisch und morphologisch ungünstigen Agrar- und Forststandorten zusammen, auf denen sich wertvolle Lebensräume geringer Nutzungsüberprägung halten bzw. entwickeln konnten. Auf gering bonitierten Standorten bestand und besteht eine höhere Bereitschaft der Grundstückseigentümer, Abbauinteressen nachzugeben. So ergaben sich in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und noch in der Zeit des "Wirtschaftswunders" bis ca. 1970 deutliche Zusammenhänge bei der Einrichtung von

- Kiesgruben zu floristisch wertvollen, heideartigen Moränenkuppen, wärmeliebenden Wald-Sonderstandorten (z.B. Orchideen-Buchenwäldern, Schneeheide-Kiefernwald- Exklaven),

Auwäldern und Brennen, Steppenheiden der flußnahen Schotterfelder;

- Sandgruben zu wertvollen Binnendünenkomplexen, Terrassensandfeldern mit hochspezi-fischen Trockenkiefernwäldern und Sandhutungen.

Solche - heute weitgehend historische - Fehlentwicklungen waren aus der bis in die 1970er Jahre verbreiteten Geringschätzung "nutzloser" Lebensräume verständlich. Abbau wurde dorthin gelenkt, wo Widerstände konkurrierender Nutzungen relativ gering waren. Im folgenden werden einige typische Konfliktsituationen genannt. Sie sollen nicht Unabänderlichem nachhängen oder einen für die Allgemeinwirtschaft unverzichtbaren Gewerbe-branchen, sondern dazu verhelfen,

- die landschaftsbezogene Sensibilität für Risikozonen des Abbaues zu fördern,
- durch Benennung unverhältnismäßig stark abbaugeschädigter Lebensraumtypen die Notwendigkeit spezifischer Wiedergutmachung im Zuge heutiger Renaturierungs- und Ersatzregelungen zu erkennen und
- die Verpflichtung zu standort- und landschafts-spezifisch unterschiedlicher Renaturierungsweisen beim "Verheilen" alter Eingriffe abzuleiten.

Solche landespflegerischen "Hypotheken" des Lockergesteinsabbaues sind z.B.

- abbaubedingte Einkerbungen und Unterbrechungen linearer Flußterrassenkanten und Flußtal-Leiten, manchmal auf Kosten schützwürdiger Trockenwälder und Heiden (z.B. Innleiten bei Mittergars/MÜ, Illerleiten bei Heimerdingen, Isarleiten nördlich Landshut bis Dingolfing, Lechterrassenkanten Landsberg-Schongau) sowie naturnaher Hangwälder (z.B. Innleiten bei Leonhardpfunzen/RO);
- regional erhebliche "Durchlöcherungen" und Fragmentierungen von Auwäldern (z.B. Neu-Ulm - Günzburg - Ingolstadt, Inntal Kiefersfelden - Rosenheim sowie Mühldorf - Töging) und Auwiesen (z.B. E Regensburg, Haidenaabtal/NEW, Ilz-Mündungsgebiet/BA,LIF);

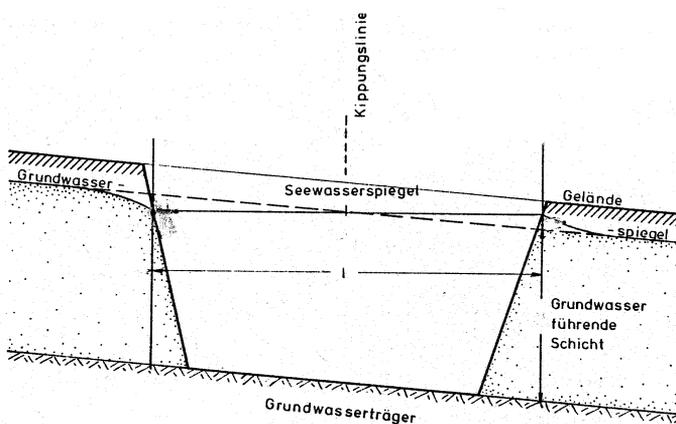


Abbildung 1/17

Änderung des Grundwasserspiegels bei Anlage eines Baggersees (veränderte Darstellung, aus DINGETHAL et al. 1985: 64).

- Sandabbaukonzentrationen in ehemaligen Dünen, Terrassensanden und Sandheidewäldern (z.B. Maintal bei Volkach/KT und Miltenberg - Aschaffenburg, Regnitztal/FO, BA, südöstlicher Reichswald/LAU, Offenstettener Sande/KEH, Pleinfelder Sande/WUG, RH);
- grundwasseröffnende Kiesgruben in wichtigen (nachmaligen) Trinkwasserschutzzonen (z.B. Isarmündungsgebiet/DEG);
- Baggerseen in vorher noch geschlossenen Niedermoorwiesengebieten (z.B. Semptmöser bei Eitting - Berglern/ED, Isarmöser/LA, DGF, Donauried bei Wertingen/DON und neben dem NSG Gundelfinger Moos/DLG);
- Abbau letzter Moränen-Trockenrasen im Alpenvorland (z.B. Piesenkam/MB, S Königsdorf/TÖL, Babensham/RO).

Eine besondere Schädigung der Natur durch einen Abbau ist natürlich dann gegeben, wenn **bislang ungenutzte bzw. naturbetonte Flächen** ausgebeutet und **später einer intensiven Nutzung** (Landwirtschaft, Bebauung etc.) unterzogen werden. Aber auch wenn z.B. auf einer langjährig landwirtschaftlich genutzten Fläche abgebaut werden soll, bedeutet dies für die vorhandenen Biotopnetzungen, sei es auch auf niedriger Koordinationsstufe (geringe Artenzahl und biologische Interdependenzen) eine tiefgreifende Störung. Neue Vernetzungen stellen sich erst im Laufe der Zeit ein.

1.10.2 Gefährdung von wertvollen Abbaubiotopen durch konkurrierende Nutzungsansprüche und exogene Einflüsse

Nach Einschätzungen der Fachkräfte für Naturschutz von ca. 25 % der unteren Naturschutzbehörden Bayerns liegt der Anteil an dem Naturschutz zugeführten Abbaustellen (sehr alte, kleine, schon wieder verwachsene Gruben nicht eingerechnet) zwischen 1 und 10 % - also deutlich hinter den Zielen der bayerischen Kiesindustrie von 30% (1982) - zurück.

In diesen Zahlen sind auch noch die weniger naturschutzrelevanten Flächenanteile von Gruben mit Misch-Folgenutzungen mit Erholung enthalten. Die Anteile der verschiedenen Folgenutzungen in Bayerns Kies- und Sandgruben zeigt Abb. 1/18 (S. 92). SACHTELEBEN (1989) stellte für den Lkr. FO die in Tab. 1/12 (S. 93) dargestellte Nutzungsübersicht von Abbaustellen zusammen. Gegenüber einer Prognose aus den 60er Jahren (rechte Spalte) wurde ein weitaus höherer Teil für Freizeit- und Erholungsnutzung zur Verfügung gestellt, während nur die Hälfte der geplanten Fläche als Deponie genutzt bzw. verfüllt wurde. Der für Naturschutz vorgesehene Flächenanteil wurde im Lkr. FO eingehalten.

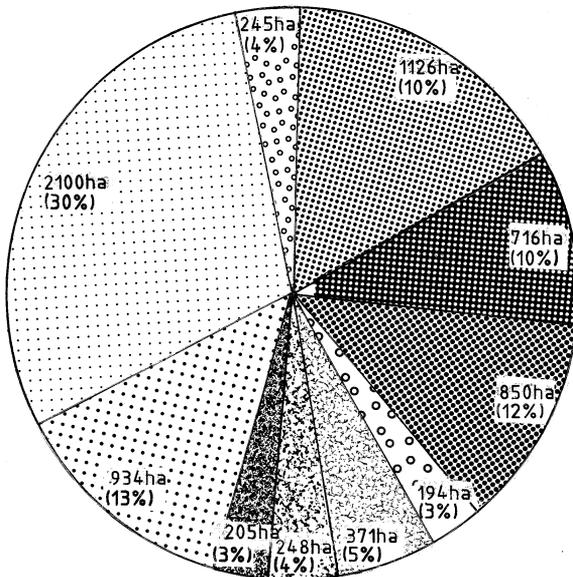
In den **Regionalplänen** wird zudem als häufigstes Folgenutzungsziel die Rückführung zu land- und forstwirtschaftlicher Nutzung festgelegt. Bei Naßabbauen wird dabei etwas häufiger auch eine Freizeit- und Erholungsnutzung, eine Gestaltung zum Landschaftssee (was die Möglichkeit einer ex-

tensiven Fischerei beinhaltet) oder sogar ausdrücklich für den Naturschutz ins Auge gefaßt. Trockenabbau nach der Ausbeute gezielt dem Naturschutz zu überlassen, wird dagegen selten in Betracht gezogen.

Mit der (Re-)Naturierung konkurrierende Nutzungsformen:

- 1) Landwirtschaftliche Nutzung betrifft überwiegend rekultivierte Trockenabbau, sie kann eine zusätzliche Bodenbelastung durch Ausbringung von Dünger und Pestiziden, Grundwassergefährdung und Artenverarmung mit sich bringen. Der verdichtete Untergrund erschwert z.T. die Bodenbearbeitung und mindert Ertrag und Qualität der angebauten Frucht. Diese Nutzungsform folgt häufig nach einer Verfüllung mit Bauschutt (siehe auch unter 6) Deponienutzung).
- 2) Forstwirtschaftliche Nutzung: Wenn auch der Wert des Waldes für den Naturhaushalt und die Erholung unbestritten ist, eignen sich Abbaustellen nach der Ausbeute standörtlich vielfach nicht zu einem (ertragsorientierten) Waldbau. Gepflanzte Waldbäume zeigen zumindest längerfristig ein gestörtes Wuchsverhalten, wenn ihre Wurzeln nach Durchdringung des humosen Oberbodens auf den künstlich eingebrachten Abraum (oder Bauschutt) vorstoßen. Die Folgen sind windwurfgefährdete Bestände mit minderer Wuchsleistung und erhöhter Krankheitsanfälligkeit (SEGATZ 1984). Relativ problemlos gedeihen auf Abbausohlen aus Pioniergehölzen (z.B. Weiden, Espen, Grauerlen) aufgebaute Vorwälder. Besonders nachteilig wirken sich (Wieder-)Aufforstungen von Flugsandgruben innerhalb von Kiefernwäldern aus, wenn sich hochbedrohte Arten der Sandrasen eingestellt haben. Sind keine offenen Rohböden (z.B. weitere Gruben) in unmittelbarer Umgebung, können sie vorzeitig u.U. ihren regional letzten Refugial-Lebensraum verlieren (vgl. LPK-Band II.4 "Sandrasen"; ENGEMANN 1993, mdl.).
- 3) Freizeit- und Erholungsnutzung: Davon sind insbesondere **Naßbaggerseen** betroffen. Als Badeseen werden v.a. Kies- und Sandabbau mit trockenem, "sauberen" Liegeplätzen am Ufer angenommen. Tongruben werden nur ausnahmsweise als Badeseen genutzt (Beispiel: eine stadtnah gelegene Tongrube bei Coburg). Surfer beanspruchen i.d.R. verkehrsmäßig gut erschlossene, größere Baggerseen für ihre Zwecke. Schilf- und Röhrichtbestände oder trittempfindliche Vegetation am gesamten Uferbereich können von den Wassersportlern und Erholungssuchenden erheblich beeinträchtigt werden. Nur sehr wenige, störungsunempfindlichere Tier- und Pflanzenarten mit geringen Lebensraumsprüchen können hier für sich noch ein Fleckchen "verteidigen", während schutzwürdige Arten bzw. Bestände verschwinden. Eine vergleichbare Situation stellt das Moto-Cross-Fahren in **Trockenabbau** dar: Trittempfindliche Pflanzen, störungsempfindliche Tierarten, Gelege bzw. Nester von Boden-

BISHERIGE REKULTIVIERUNG (hochgerechnet)



LEGENDE

RENATURIERUNG:



Ökofläche



Naturschutzsee

REKULTIVIERUNG:



Ackerland

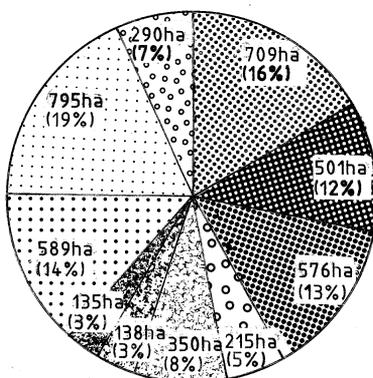


Wiese und Weide



Wald und Gebüsch

GEPLANTE REKULTIVIERUNG



ERHOLUNGSGELÄNDE:



Bade- und Sportsee



Landschaftssee

SONSTIGES:



Siedlung und Industrie



Deponie



Sportplätze u.a.

Abbildung 1/18

Anteile der verschiedenen Folgenutzungen in Kies- und Sandgruben Bayerns, (nach Angaben des BAYERISCHEN INDUSTRIEVERBANDES STEINE UND ERDEN e.V. 1982).

brütern (z.B. Vögel und verschiedene Stechimmenarten), Fangtrichter des Ameisenlöwen, Amphibien und Kriechtiere sind gefährdet. Beispiel: In den ehemaligen Sandgruben bei Röhrach/ERH werden Silbergrasfluren und sogar in vernähten Mulden entwickelte Sonnentau- und Sumpfbärlappbestände (alles gefährdete Pflanzenarten) dadurch stark in Mitleidenschaft gezogen. Die Sandflächen, die noch potentielle Besiedlungsstandorte bieten, werden dabei stark

verdichtet und ruderalisiert (IVL 1982). Auch viele "Naturfreunde" zertreten bei ihren Erkundungen zahlreiche Kleintiere, Gelege und Pflanzenbestände.

- 4) Fischereiliche Nutzung findet in der Mehrzahl der großen Baggerseen statt und verhindert häufig eine vollständig natürliche Entwicklung. Auch bei vielen kleinen Baggerweihern stellt sich mit der Zeit eine extensive fischereiliche Nutzung ein, die durch Einsetzen von Jung-

Tabelle 1/12

Folgenutzung der Abbaustellen im Lkr. FO (SACHTELEBEN 1989, Stand: 1988).

Folgenutzung	Zustand		Prognose	
	ha	%	ha	%
Ablagerungen (Bauschutt, Erdaushub etc.), Verfüllungen	32,7	16	68,8	33
Land- und Forstwirtschaft	22,5	11	22,5	11
Freizeitnutzung	105,5	51	77,0	37
Naturschutz	36,8	18	36,8	18
ungenutzte Fläche	10,3	5	2,9	1
Gesamtfläche	207,8		207,8	

fischen oder Laich seitens einiger Angler gefördert wird. Die bevorzugt eingesetzten Fischarten (Hecht, Forelle, Zander, Aal) stellen als Prädatoren eine Gefährdung für Amphibienlaich, aquatisch lebende Arthropoden und für schutzwürdige Kleinfische (z.B. Elritzen) dar. Fischbesatz kann auch mit einer Artenverarmung und Schwächung der Populationen der Limmofauna insgesamt einhergehen: Eine drastische Reduzierung von Libellenlarven, Wasserkäfern und Wasserwanzen (vgl. PLACHTER 1983) ist die Folge. Eine mit Zufütterung verbundene, unsachgemäße, intensive fischereiliche Nutzung kann sehr schnell und nachhaltig anfangs klare, nährstoffarme Baggerweiher und -seen verändern und die ökologische Nischenvielfalt verringern:

- Düngung und Kalkung des Wassers, um für die "Fried"fischarten möglichst schnell eine Nahrungsgrundlage durch reiches Pflanzenwachstum zu schaffen, kann die Wasserflora verändern;
- erheblich beschleunigte Eutrophierung des Gewässers durch Fischexkrementen und nicht verwertetes Fischfutter;
- maschinelles Entfernen der Ufer- und Gewässervegetation entzieht vielen Arten die Laichhabitate (z.B. legen Kleinfisch- und viele Libellenarten ihre Eier in Wasserpflanzenbestände; die heranwachsende Brut wird mit den Wasser- bzw. Röhrichtpflanzen im Lauf des Sommers entnommen und geht zugrunde (DINGETHAL et al. 1985: 97ff).

Einzelne zwar ruhig, aber stundenlang ausharrende Angler wirken auf die Avifauna weit störender als eine Vielzahl lärmender Spaziergänger oder Radfahrer, die nach kurzer Zeit wieder das Gelände verlassen. Selbst wenn sich die Angler unbemerkt fühlen, verlassen im umgebenden Röhricht oder Gebüsch brütende Vögel ihre Nester, so daß Gelege an Unterkühlung zugrunde gehen (REICHHOLF 1975).

5) Jagdliche Nutzung: Wenn Trockenabbau bereits stärker mit Gehölzen eingewachsen sind, werden sie manchmal von Jägern als Wildunterstände hergerichtet (z.T. mit ergänzenden, anfangs gezäunten Gehölzpflanzungen). Betroffen sind fast ausschließlich in ausgeräumten Agrarlandschaften gelegene Abbaustellen, welche dem Wild kaum andere Deckungsmöglichkeiten gewähren. Konflikte mit dem Naturschutz ergeben sich vor allem durch Fütterung, welche einerseits eine unnatürliche Konzentration des Wildes auf engem Raum zur Folge hat und eine Stoffzufuhr bewirkt. Das flächige Ausstreuen von Silage auf der Grubensohle bedeutet eine starke Eutrophierung, durch die Anlage eines Wildackers gehen potentiell artenschutzbedeutende Flächen verloren. Außerdem werden mit beiden Fütterungsarten vielfach standortfremde Pflanzenarten eingebracht (z.B. Topinambur), welche sich mittelfristig weithin über das Abbaureal ausbreiten können.

6) Deponienutzung bzw. Wiederverfüllung bedeutet in der Regel einen starken Eingriff in den Naturhaushalt,

- weil dabei Rohbodenstandorte für den Artenschutz verlorengehen;
- die negativen Folgen für das Grundwasser und den Boden nicht immer absehbar sind ("Altlasten"-Probleme vieler Landkreise und Kommunen).

Dennoch werden manchmal sogar wasserdurchlässige Substrate - mit Abdichtungsmaßnahmen versehen - für solche Deponiestandorte gewählt. Auf der Abdeckung kann sich manchmal Ruderalflora entwickeln, die jedoch im Vergleich zu Rohboden-Lebensgemeinschaften einen meist unbedeutenden Artenschutzwert hat. Manchmal wird bei dieser Nutzungsart durch Stehenlassen und Freihalten von Grubensteilwänden ein kurzfristiger (unbeabsichtigter) kleiner Beitrag zum Artenschutz geleistet (potentielles Bruthabitat für solitär lebende Stechim-

men, Uferschwalbe u.a.), wenn die Verfüllung nicht gerade zur Brutzeit im Frühjahr und Sommer fortgesetzt wird.

- 7) **Ablagerung von (Sperr-)Müll:** Sehr viele aufgelassene Gruben mit Zufahrtmöglichkeit werden von manchen Leuten als Abladeplatz für ausgediente sperrige Gebrauchsgegenstände genutzt. Während Mobiliar, Altpapier, Altreifen und dgl. in erster Linie als ästhetische Beeinträchtigung aufzufassen sind, stellen Autowracks und Kühlschränke ein langfristiges Gefährdungspotential für Boden und Grundwasser durch auslaufende Öle bzw. (Fluor-)Kohlenwasserstoffe dar. Das Versenken solcher Gegenstände in Baggerseen bedeutet eine unmittelbare Grundwasserverschmutzung. Mit der Gebührenanhebung durch die Kommunen für eine sachgerechte Entsorgung von Altautos, Kühlschränken usw. dürfte die Tendenz zur (kostenlosen) Ablagerung solcher umweltgefährdender Konsumgüter in Abbaustätten wieder zunehmen. Große Müllmengen verringern schließlich auch das von Tieren und Pflanzen besiedelbare Standortpotential in Abbaugruben und damit deren Artenschutzfunktion.
- 8) **Bebauung:** Abbaustellen am Ortsrand bieten sich nach Abbauende manchmal zur Gewerbe- oder sogar Wohnbebauung an, besonders wenn ein stärker reliefiertes Gelände eingeebnet wurde (= auch landschaftlicher Schaden). Damit gehen nicht nur potentielle Naturschutzflächen irreversibel verloren, sondern die zusätzliche Flächenversiegelung beeinträchtigt auch den Grundwasserhaushalt (Beispiel: Abbau der Flugsande am Ortsrand von Alzenau/AB).
- 9) **Erneuter bzw. fortgesetzter Abbau** ist dann eine Gefährdung, wenn dabei auf artenschutzrelevante Strukturelemente keine Rücksicht genommen wird. Zwar werden wieder neue Habitate geschaffen, vorhandene Populationen seltener Arten allerdings durch ungünstige Terminierung zerstört. Beispiel: Durch fortgesetzten Sandabbau mit einem Kettenbagger wurden während der Brutzeit in einer Grube im Lkr. BT 15 Brutröhren einer Uferschwalbenkolonie vernichtet, trotz eines zuvor geführten, einvernehmlichen Gesprächs des Grubeneigentümers mit einem Vertreter der unteren Naturschutzbehörde. Ob das Besiedlungspotential der Umgebung, vor allem bei älteren Gruben, nach erneutem Abbau noch über die gleichen, inzwischen oft gefährdeten Rohbodenbesiedler und Magerstandortarten verfügt, ist mehr als fraglich. So werden bei erneutem Abbau mit modernen Maschinen aus ehemaligen Trockenabbauen

Naßabbau; schützenswerte (ehemalige) Wechselfeuchtestandorte werden zu Wasserflächen. Beispiel NSG "Oberstimmer Schacht"/PAF:

"Aus Unkenntnis der Bedeutung bzw. der Einmaligkeit dieser sekundär entstandenen Kalkflachmoore wurde Anfang der 70er Jahre für den östlich der Bahnlinie gelegenen Teil, der als 'Ödland' eingestuft wurde, eine Auskiesungsgenehmigung erteilt. Statt eines Schneidbinsenröhrchens von zumindest regionaler Bedeutung erstreckt sich heute ein ca. 18 ha großer Baggersee zusammen mit wenigen Fragmenten der ehemaligen Sekundärgesellschaften" (JÜRGING 1981).

1.10.3 Gefährdung durch Einträge aus der Umgebung

Folgende Beeinträchtigungsfaktoren können +/- unspezifisch auf alle Lebensräume in der Kulturlandschaft einwirken:

- **Nährstoffeinträge** durch die Landwirtschaft über die Luft, aber auch über Sickerwasser oder oberflächliche Einschwemmungen; aber auch die emissionsbedingte Stickoxidanreicherung in der Atmosphäre ergibt bei Ausfällungen im Regen eine Stickstoffanreicherung (mit Düngewirkung) im Boden;
- **Eintrag chemischer Stoffe**, meist Pestizide (Herbizide, Fungizide und Insektizide) aus nahe gelegenen landwirtschaftlichen Flächen. Diese werden hauptsächlich über die Luft beim Versprühen und zum Teil auch über Sickerwasser und oberflächliche Einschwemmungen immitiert. HÖLZINGER (1976) konnte nachweisen, daß die (damals) auffällig hohe Quecksilberbelastung bei Flußregenpfeifern durch ein Getreidebeizmittel, das sie über eine ihrer bevorzugten Beutetiere, die Wolfsspinne (*Lycosa wagleri*), aufnehmen, hervorgerufen wurde.
- **Eintrag standortfremder bzw. ubiquitärer Arten**, z.B. durch Ablagerungen von Abfällen aus Gärten oder der Land- und Forstwirtschaft (v.a. Ruderalpflanzen, oft auch Neophyten, wie z.B. Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*), Glattblattaster (*Aster novi-belgii*) oder Goldrute (*Solidago spec.*). "Natürlicher" Kiefern- oder Birken-Massenaufwuchs in Sandgruben ist auf eine hohe Einflugrate ihrer Diasporen zurückzuführen; ihre höhere Konkurrenzkraft verdrängt standortheimische, seltene Pflanzenarten von mesophilen, z.T. sogar ziemlich mageren Standorten; dadurch erfolgt eine biologische Entwertung potentiell artenschutzrelevanter Abbaustellen.

2 Möglichkeiten für Gestaltung, Pflege und Entwicklung

Dieses Kapitel zeigt auf, diskutiert und sichtet, was man alles tun oder unterlassen könnte, um

- bestehende Abbaustellen für den Naturschutz zu optimieren,
- den laufenden Abbau im Hinblick auf Biotopfunktionen zielführend zu lenken,
- bereits bei der Standortfindung für neue Gewinnungsstellen spätere Lebensraumfunktionen zu berücksichtigen.

Kernfrage ist dabei: "**Was passiert, wenn ...?**" Zu analysieren sind biotische bzw. biozönotische Entwicklungsverläufe und Reaktionen als Folge bestimmter technischer Maßnahmen, Abbauweisen, denkbarer "Nachpflegemaßnahmen" und deren Verzicht. Bei jeder denkbaren Maßnahme soll das Für und Wider aus naturschutzfachlicher Sicht transparent gemacht werden. Auf der Basis dieser Entscheidungsgrundlagen entwickelt [Kap. 4](#) konkrete Empfehlungen.

Der Handlungskatalog gliedert sich in:

- Optimierung der Abbau-Standortplanung und der Verbundfunktion ([Kap. 2.1](#), S. 95);
- Verzicht auf naturschutzbezogene Folgegestaltung, natürliche Entwicklung ([Kap.2.2](#), S. 98);
- Technisch-morphologische Gestaltung ([Kap. 2.3](#), S. 107);
- Ingenieurbiologisch-vegetationstechnische Möglichkeiten ([Kap. 2.4](#), S. 119);
- Besatzmaßnahmen ([Kap. 2.5](#), S. 123);
- Anschließpflege ([Kap. 2.6](#), S. 124);
- Pufferung, Abschirmung von Konfliktnutzungen ([Kap. 2.7](#), S. 127).

2.1 Optimierung der Abbau-Standortplanung und der Verbundfunktion

Grubenbiotope sind in ihrer biozönotischen Entwicklung stark von den Ausbreitungswegen und Spenderlokalitäten der Diasporen (pflanzliche Verbreitungseinheiten) bzw. Art-Individuen (bei Tieren) abhängig (vgl. [Kap. 1.1](#), [1.4](#), [1.5.1](#)). Wie bei einigen anderen Lebensraumtypen mit hoher Bestandsdynamik, die rasch verschwinden und woanders neu entstehen können (z.B. Kleingewässer, Ackerbrachen, Teiche, Ruderalflächen) hängt die Naturschutzwertigkeit nicht nur von der Behandlung einer gegebenen Fläche ab, sondern ebenso von deren Lage in der Landschaft, von deren räumlicher Nähe und ausbreitungsbiologischer Zuordnung zu Spenderbiotopen und -populationen.

Sollen Abbaustellen nach Nutzungsende oder schon zuvor ihre Ergänzungs- oder Stützpunktfunktion für hilfsbedürftige Lebensgemeinschaften entfalten (vgl. [Kap. 1.10](#), [1.4](#), [1.5](#)), so sollten sie "nicht irgendwo liegen", sondern in jenen Bereichen der Nutz-

landschaft, wo - ohne schutzwürdige biotische, abiotische oder ästhetische Ressourcen zu beeinträchtigen -

- ihre Artenhilfsfunktion am besten zur Geltung kommt,
- sie relativ am belebendsten auf strukturarme Nutzlandschaften wirken (Lebensräume aus zweiter Hand relativ willkommen).

Natürlich stimmen die Kriterien einer "biologischen Abbaustandortplanung" nicht immer mit den ökonomisch-raumordnungspolitischen überein. Trotzdem sollten sie im Abbaurahmenplanungsprozess sorgfältiger als bisher berücksichtigt werden. Das Wo? einer Grube ist für ihre potentielle ökologische Wertigkeit häufig genauso wichtig wie die Frage "Was tun in der Grube?"

Zwar mag es fragwürdig anmuten, "negative" Landschaftseingriffe, wie es Abbaustellen nun einmal sind, durch Biotopverbundplanungen salonfähig zu machen. Solange jedoch

- neue Abbauflächen unvermeidbar sein werden,
- immer wieder neue endausgebeutete Flächen vor der Folgenutzung stehen,
- das Biotop- und Artenschutzpotential von Materialentnahmestellen außer Zweifel steht,

gehört die naturschutzoptimale Positionierung von Abbaustellen und ihren Folgebiotopen zu den unerläßlichen Beiträgen des Naturschutzes und der Landschafts(rahmen)planung im Konfliktbereich Bodenabbau/Landschaft. Entscheidend ist dabei die Mitwirkung der Naturschutzfachstellen in der Abbaurahmenplanung und bei der parzellengenauen Standortwahl innerhalb der Abbauzonen. Das enorme Spektrum der Möglichkeiten soll hier nur stichpunktartig angedeutet werden.

2.1.1 Relative Belebung "ausgeräumter" Landschaften

In strukturverarmten, geomorphologisch eintönigen Gebieten können entsprechend optimierte Abbaufolgebiotope aus Naturschutzsicht (nicht aber notwendigerweise aus der Sicht abiotischer Ressourcen) eher eine Belebung als eine Belastung darstellen. Keinesfalls kann hieraus gefordert werden, in Defiziträumen wie dem Lechfeld, den unteren Iller-Terrassen und im Leobendorfer Grundmoränengebiet/BGL sollten möglichst viele Kiesgruben eröffnet werden. Denn auf der anderen Waagschale der Güterabwägung finden sich Aspekte wie der Schutz der Grundwasserdeckschicht, eine landschaftsverträgliche Limitierung der Bautätigkeit und damit auch des Kiesbedarfes, die Minimierung von potentiellen Abraumsorgungsflächen, der Schutz der natürlichen Morphologie in Form von fluvialen Schotterrücken, Rinnen und eiszeitlichen Vollformen, der Schutz angrenzender Wiesenbrücker-

gebiete und Erholungsgebiete vor Staub- und Lärmemittenten usw.

Gleichwohl ist in Rechnung zu ziehen, daß

- jagd- und tourismusfreie Baggerseenplatten das vielleicht regional knappe Angebot an Wasservogelruheräumen erweitern und durch Dezentralisierung der Schwimmvogelballungen (z.B. in der Mauserzeit) u.U. auch Seuchenzüge wie den Botulismus etwas hemmen könnten;
- Folgebesiedlungsstadien von Gruben für den allgemeinen (nicht auf seltene überregional gefährdete Arten bezogenen) Artenschutz in Kahlfluren als Ersatzhabitat für ausgeräumte Agrotrope nicht unerhebliche Bedeutung haben können (Rebhuhn, Feldhase, lokal rückgängige Ackerwildkräuter, brennesselgebundene Tagfalterarten, Stechimmen usw.);
- in Gruben (und -gehölzen) etablierte Prädatorenpopulationen (z.B. hochmobile Laufkäfer, Erdkröte, Kreuzkröte, Sperlingsvögel, Bussard, Waldkauz) agrarökologisch in der angrenzenden Feldflur wirksam werden können;
- die "Kragenzonen" oberhalb der Abbaukanten (nicht abgebaute Abstandszonen zum Agrar-, Forst- oder Siedlungsbereich) als Vernetzungsstrukturen mit Agrarbrachen, Hecken, Rainen, Wegrändern, Waldsäumen und extensivierten Ackerrandstreifen erhebliche Bedeutung erlangen können.

Unterm Strich bleibt also festzuhalten: Die Bereitstellung einzelner oder mit anderen Landschaftselementen vernetzter Abbaufolgebiotope in ökologischen Defiziträumen (Lokalisierung siehe ABSP-Landkreisbände, Definition siehe LPK-Band I "Einführung") kann als Teilbeitrag zur Optimierung oder Wiederherstellung der notwendigen ökologischen Infrastruktur (in Ergänzung zu inneragrarischen Biotopschaffungsmaßnahmen) in verarmten Intensivgebieten (vgl. **Kap. 6.1** im LPK-Band I) angesehen werden. Dies gilt natürlich nicht, falls andere wertvolle Lebensräume (alte Feldgehölze, isolierte Trockenstandorte, Feuchtniederungen) direkt oder indirekt von den Abbauvorhaben oder -erweiterungen beeinträchtigt werden können.

2.1.2 Gruben in biotischen Ergänzungs- und Interaktionsräumen zu Primärstandorten

Unter "Primärstandorten" werden hier alle grubenexternen natürlichen oder kulturgeprägten Lebensräume verstanden, in denen heute (auch) grubenbesiedelnde Arten früher vorgekommen sind und eventuell auch heute noch vorkommen.

Beispiele:

- Pillenfarn (*Pilularia globulifera*) in einigen oligotrophen Teichen und neuerdings auch in einer Sandgrube/ERH;
- Flußregenpfeifer und einige Sandlaufkäferarten, einst fast nur an unverbauten Flußläufen und heute überwiegend in Abbaustellen;
- Phyto- und Zoozönose der Dünenande (Silbergrasfluren) heute großenteils auch in bestimmten Sandgruben.

In Extremfällen fungieren unrekultivierte Abbaustellen als fast einzige Ausweich- und Refugialbiotope nach dem (weitgehenden) Verlust der Primärbiotope (vgl. **Kap. 1.9**).

Ein weiteres Phänomen ist hier relevant: Abbaustellen können Engpaßelemente innerhalb des Jahreslebens- und Aktionsraumes einer Art entwickeln, die in der Umgebung fehlen (missing link-Funktion). Beispiele:

- Kleine Waldabbaustelle stabilisiert u.U. eine Springfrosch-Population, die im Wald zwar ausreichende Landlebensräume, aber zu wenige Laichgewässer vorfindet.
- Feldhasen, Fasanen, Rebhühnern und Wachteln, Hauben- und Feldlerchen fehlen in den kahlen Winterfluren die geeigneten Deckungsräume oft fast völlig. Hier treten vielfach Grubenrandbereiche mit ruderalen Stauden- und Hochgrasfluren an die Stelle einstiger Feldhecken, Raine und Brachen. Sie helfen diesen und anderen Arten, die ansonsten keinen Platz mehr hätten, über den Winter.

Als strukturreiche Lebensraumkomplexe können größere Abbaustellen eine Reihe besonders gefährdeter Tierarten beherbergen, welche in ihrem Entwicklungszyklus recht unterschiedliche Teilhabitate benötigen. Kleinere Gruben können im allgemeinen erst in Gemeinschaft mit weiteren naturbetonten Lebensräumen bzw. Gruben die Bedürfnisse vieler Arten befriedigen. Verbundwirksame Grubenbiotope sollten folgende Funktionen/Anforderungen erfüllen:

- Brut- und Nahrungshabitate in unmittelbarer Nähe zueinander (z.B. für Wildbienen, Falten- und Grabwespen, aber auch Greifvögel);
- Sommer- und Überwinterungshabitate liegen nahe beieinander (z.B. Laufkäfer der vegetationsarmen Ufer, die in der Nähe höher gelegene trockenere Flächen benötigen). Für Amphibien und Reptilien ist eine Trennung der Laich-, Sommer- und Winterhabitate durch Barrieren (z.B. Straßen) ungünstig, daher sind sie im Idealfall innerhalb ausgedehnter Abbauareale anzulegen;
- Juvenil- und Adulthabitate liegen durch die Entwicklung einer Biotop-Brücke (Korridor) in ausreichender Nähe zueinander; darauf angewiesen sind z.B. Amphibien und viele Insektengruppen mit aquatischem Larvalstadium (z.B. Libellen, Eintagsfliegen, Köcherfliegen);
- räumliche Verbindung von Trocken- und Naßbiotopen; viele Wirbellose müssen je nach Witterung und Jahreszeit auf wechselnde Feuchtigkeitsstufen der Standorte reagieren können;

Inwieweit die einzelnen Organismen Bereiche mit für sie ungünstigen Lebensbedingungen überwinden können, hängt von ihrer Vagilität ab. Beispielsweise vermögen endogäisch nistende Wildbienen im Durchschnitt bis zu 1 km von ihrer Brutstätte entfernt liegende Abbaustellen mit trockenem, feinkörnigem, etwas verbackenem Substrat in Steilwänden neu zu besiedeln (WESTRICH 1989). Knoblauch- oder Kreuzkröte suchen bis zu 0,5 km von ihrem Juvenilgewässer entfernt ein neues Laich-

habitat (ephemeres Kleingewässer) auf (BLAB 1986b).

Flächengröße und -ausstattung

Für Pflanzen gilt auch in Abbaustellen eine Arten-Arealbeziehung, d.h. mit zunehmender Grubengröße steigt die Artenzahl an. Nach Untersuchungen von HUIS (1988) in vergleichbar strukturierten Trockenbaggerungen im Wald wird zwischen 500 und 1.000 m² verfügbarer Biotopfläche (incl. Böschungen) ein Sättigungswert erreicht, ab welchem kaum mehr ein Zuwachs an Pflanzenarten festzustellen ist. Eine graphische Darstellung zeigt in dieser Größenordnung eine deutliche, knickartige Abflachung der Arten-Arealkurve (= Abbaustellengröße mit der größten Artendichte). OTTO (1989, mündl.) konnte bei seinen Untersuchungen von Naßbaggerungen im Donautal erst bei einer Größe von ca. 4 ha einen abflachenden Knick in der Arten-Arealkurve für feuchtgebietstypische Pflanzenarten erkennen, d.h. größere Naßbaggerungen erbrachten nur noch eine sehr geringe Zunahme dieser Artengruppe. Ursache dieser großen Flächendiskrepanz kann u.a. der in Naßbaggerungen nur kleinflächige, auf die Uferzonen beschränkte Untersuchungsbereich sein.

Für Tiere ist eine solche Arten-Arealbeziehung wegen der bereits wiederholt angesprochenen Teilhabitat-Problematik wesentlich schwieriger festzustellen. Geht man von großen Abbaustellen mit einem vielfältigen Standortmosaik aus, so können für vergleichsweise viele Tierarten sämtliche Lebensraumanprüche abgedeckt werden. Vor allem für Arten mit geringer Vagilität (z.B. Zauneidechsen, viele Käferarten) genügen bereits ziemlich kleine, standörtlich geeignete Flächen zum Aufbau einer stabilen Population. Artengruppen mit ausgeprägten Populationschwankungen (z.B. Schmetterlinge, Heuschrecken) benötigen zum dauerhaften Überleben wesentlich größere Biotope als in Jahren mit günstigen Fortpflanzungsbedingungen (DRACHENFELS 1983).

Letztlich kommt der Standortqualität eine höhere Bedeutung für die Besiedlung mit gefährdeten Tierarten zu als der Flächengröße. So wird in auch noch so großen Kiesgruben kein Flußregenpfeifer brüten, wenn keine störungsfreie, offene Kiesfläche vorhanden ist. Größenangaben von Minimumarealen wie z.B. bei HEYDEMANN (1986), sind deshalb allenfalls als Orientierungswerte zu sehen. Das effektive Territorium einzelner Individuen (Aktionsradius) erstreckt sich ohnehin meist auf mehrere Teilhabitate, vor allem während der Pionierstadien, wenn in Abbaustellen nur ein geringes Nahrungsangebot zur Verfügung steht.

Funktionell ausschließlich als Trittsteine gedachte Biotope, welche nur einzelnen Individuen einer Art als "Zwischenstation" dienen können, erfordern nicht die Minimumarealgröße für eine stabile Population. Dagegen sind als **Kernbiotope** vorgesehene, naturbetonte Flächen für viele Arten Besiedlungsausgangspunkt und haben deswegen die Minimal-

anforderungen sowohl hinsichtlich Größe als auch hinsichtlich Ausstattung zu erfüllen.

Auch eine "Zwischennutzung Naturschutz" bei planerisch nicht primär dem Naturschutz zugeordneten Gruben kann als Teil eines Biotopverbundsystems dienen: Durch Belassen oder Gestalten von frühen Sukzessionsstadien eines Abbaubereichs, der dann ohne Rekultivierung bleibt und bis zum endgültigen Schließen der Grube und vom weiteren Abbaubetrieb wenig gestört wird, kann eine zeitweise Trittstein-Biotopschaffung in ein Biotopverbundkonzept integriert werden. Ausführlichere Hinweise zur Biotopverbund-Problematik finden sich im LPK-Band II.17 "Steinbrüche".

Eine Kombination aus zahlreichen, nur gering voneinander entfernten Trittsteinbiotopen und etwas weiter gestreuten Kernbiotopen, besser noch eine direkte Verbindung von Kern- und Trittsteinbiotopen über Korridorbiotope erscheint letztlich als die erfolgversprechendste Maßnahme zum Aufbau stabiler Populationen.

Nun sollte man nicht blindlings daraus folgern: Konzentriert den Abbau nahe den letzten naturnahen Flußläufen, dystrophen Teichen, Dünen usw.! Damit würde man sich unkalkulierbare Sekundäreffekte einhandeln, die die Integrität oft noch gesamtheitlich schutzwürdiger Landschaften verletzen und die Zielarten über Nebenwirkungen (z.B. Transportverkehr, Grundwasserstörungen) verdrängen könnten.

Wo in solchen Kontakträumen zu bedrängten Biotop- und Artenrefugien aber bereits Abbaustellen existieren, ist auf eine spezifische Gestaltung zu achten, die der Besiedlung bzw. Nutzung durch solche Zielarten und Biozönosen entgegenkommt. Geradezu verpflichtend ist eine spezielle Grubengestaltung im Sinne eines gezielten Arten- und Biozönose-Schutzes dort, wo der Abbau wertvolle Bestände vernichtet hat, Reste davon aber noch im Grubenkontaktbereich existieren. Hier kann u.U. ein gewisses Maß an Wiedergutmachung in der Entnahmestelle selbst geleistet werden.

Außerdem besteht die Option, den Anteil der bereits bestehenden oder zur Genehmigung anstehenden Abbaufelder mit Folgenutzung Naturschutz in derartigen Kontakträumen deutlich höher festzuschreiben als im Landesdurchschnitt.

Soweit Abbauzonen der Abbaurahmenpläne solche Benachbarungsräume zu wichtigen Biotopprestpotentialen überstreichen, kann die Landschaftsrahmenplanung die Abbaufreigabe mit einem Rekultivierungsverzicht verknüpfen (d.h. spezifische Biotopfunktion nach Auskiesung oder Aussandung). Eine weitere Möglichkeit, den hochspezifischen Erfordernissen in solchen Zonen gerecht zu werden, ist die Beschränkung der Abbautiefe in einer Weise, die die spezifischen Biotopentwicklungen begünstigt (z.B. nur bis zum mittleren Grundwasserstand, nicht aber tiefer).

2.2 Verzicht auf naturschutzbezogene Folgegestaltung, natürliche Entwicklung (Liegenlassen, derzeitige Nutzung gewährleisten)

Die meisten, heute besonders naturschutzbedeutsamen Abbaubiotope sind nicht speziell dafür gestaltet, sondern

- entweder einfach so liegengelassen, wie man sie nach Abbauende hinterlassen hat,
- oder ohne Zutun des Naturschutzes +/- zufällig in einer artenschutzeffizienten Weise genutzt (extensiv und meist durch Gemeinden, Landwirte oder Rechtlergenossenschaften).

In den Abgrabungen manifestiert sich die Unberechenbarkeit der Genflüsse, das Kommen und Gehen von Arten und Populationen in der Landschaft auf besondere Weise. Dieses Potential wird offensichtlich am effektivsten genutzt, wenn keine totale Landschafts- und Biotopplanung erfolgt, sondern bis zu einem gewissen (in Kap. 4 zu definierenden) Grade ein freies Spiel der technisch-wirtschaftlichen Kräfte herrscht.

Dies gilt aber leider nur für ganz bestimmte Abbaueisen und Rahmenbedingungen. Vielfältige, strukturarmer Nutzlandschaften eher bereichernde*, auch gefährdete Arten aufnehmende Grubenlebensräume entstehen ohne planerisch-naturschutzfachliches Zutun vor allem unter folgenden Bedingungen:

- Entnahme relativ unregelmäßig in überwiegend kleineren Mengen an wechselnden Stellen, so daß offene Stellen und frühe Sukzessionsstadien immer wieder neu entstehen, ohne deswegen die fortgeschrittenen Bewuchs- und Verbuschungsphasen vollständig zu verdrängen.
- Nicht-gewerbliche Nutzung (für den bäuerlichen, kommunalen oder Privatgebrauch) durch mehrere Interessenten (z.B. Benutzergenossenschaft oder Gemeindegrube, die den Einwohnern für Entnahme, nicht aber Ablagerung zur Verfügung steht).
- Kollektives oder privates Interesse an der Erhaltung der bedarfsweisen Entnahmemöglichkeit unterbindet Rekultivierung und Abraumverfüllung, dadurch relativ lange Lebensdauer eines Grubenbiotops mit hohem Anteil an Pionierstadien).
- Abbauunternehmer nutzt eine Grube nur unregelmäßig in Schüben oder sporadisch. (Kommt vor allem dort vor, wo eine Firma oder ein Forstamt viele, über größere Bereiche verstreute Gruben nutzt).
- Fehlen von spezieller Naßbaggerungstechnik in grundwassernahen Lagerstätten läßt überwiegend flache Auskühlungen entstehen; statt größeren Tiefwasserbereichen entstehen meh-

re bis viele kleinere Flachgewässer oder Wechselwassertümpel.

Der Verzicht auf gezielte Folgegestaltung für ökologische Zwecke erfüllt den Grundsatz der Minimierung landschaftsgestalterischen Aufwandes (vgl. LPK-Band I "Einführung") natürlich am besten. Er kann grundsätzlich einem naturschutzspezifischen Management vorgezogen werden, wenn die aktuelle Abbaueisen oder die Abbauhinterlassenschaft einen hohen Biotopwert erwarten lassen.

In der Praxis wird leider immer wieder ein gewisses Junktim zwischen Erhaltungswürdigkeit einer Grube und dem darin manifestierten Planungsaufwand hergestellt. Dies ist problematisch. Denn völlig unbeplante, einfach daliegende Abbaggerungen leisten oftmals für den Arten- und Biotopschutz viel mehr als gezielt gestaltete (siehe aber die o.g. Bedingungen!). Gerade die Ansiedlungen naturschutzvorrangiger Arten erfolgt häufig unerwartet und läßt sich selten durch deterministisches Management steuern. In Gestaltungsplänen bis auf Pflanzengesellschaften oder Leitarten herunter fortgeschriebene Entwicklungsprognosen sind deshalb meist unseriös.

Im folgenden wird die Biozönoseentwicklung ohne pflegende anthropogene Eingriffe für unterschiedliche Abbaugrubentypen in Grundzügen skizziert. Grundsätzlich gibt das Offenlegen des geologischen Untergrunds bzw. die Entstehung einer Wasserfläche den "Startschuß" zur Sukzession. Einige der häufigsten Sukzessionsabfolgen skizzieren die [Kap. 1.4.2](#) und [1.5.2](#). Neben den durch den Grubentyp bzw. seinen einzelnen Strukturelementen vorgegebenen Standorteigenschaften entscheidet bis zu einem gewissen Grad auch der Zufall über die Entwicklung der Lebensgemeinschaften. Beispielsweise kann eine zuerst keimende Pflanzenart bei fehlender Konkurrenz in wenigen Jahren ausgedehnte Bestände bilden (vgl. DINGETHAL et al. 1985). Daher können die in den folgenden Teilkapiteln in knapper Form wiedergegebenen Sukzessionsabläufe nicht einmal annähernd das gesamte Spektrum an Entwicklungsmöglichkeiten abdecken; sie vermögen nur charakteristische Abfolgen von Lebensgemeinschaften auf den wichtigsten Grubenbestandteilen zu berücksichtigen. Für detailliertere Sukzessionsbeschreibungen der einzelnen Teillebensräume vgl. die entsprechenden LPK-Bände.

2.2.1 Sukzession von Gewässern und wechsellässigen Uferzonen

Baggerseen und -weiher (Kies-, Sand- und Ton-Naßbaggerungen)

Die Biozönoseentwicklung hängt nicht nur von der Größe eines Stillgewässers, sondern auch vom Wasserchemismus ab. Nach Abbauende zurückbleiben-

* gilt nur für den Fall, daß die Grube nicht einen hier schutzwürdigen Biotop auslöscht oder einen benachbarten Biotop indirekt schädigt (vgl. Kap. 1.10.1)

de, +/- oligotrophe Baggerseen bleiben (bei minimaler exogener Nährstoffzufuhr) jahrelang recht vegetationsarm. Als charakteristische Pionierpflanzen solch klarer Gewässer stellen sich im Epilimnion allmählich produktionsarme Unterwasserrasen ein, zunächst oft Armluchteralgen (Characeen), welche von Laichkraut- (*Potamogeton*-) Beständen abgelöst werden. Das geringe Nahrungsangebot ermöglicht nur einer verhältnismäßig geringen Individuenzahl spezialisierter Tierarten die Existenz.

Im Laufe der Zeit nimmt der Nährstoffgehalt des Wassers zu, vor allem durch Einträge aus der Luft, durch Niederschläge und Sickerwässer aus der Umgebung, so daß die Trophiestufe des Gewässers auf mesotroph und schließlich eutroph ansteigt. Unter günstigen standörtlichen Bedingungen kann dies bei Kies-Baggerseen jahrzehntelang dauern, bei der Mehrzahl der Naßbaggerungen verläuft dieser Prozeß aber innerhalb weniger Jahre (OTTO 1992). Mit der Eutrophierung nehmen die Wassertrübung durch Schwebstoffe bzw. Plankton und die Bewuchsdichte zu; es siedeln sich Pflanzenarten mit Blattorganen an der Wasseroberfläche an (im Flachwasserbereich Schwimblattpflanzen, wie z.B. *Potamogeton natans*, ferner freischwimmende Wasserpflanzen, wie z.B. Wasserlinsen. Der reichlich anfallende Detritus aus der absterbenden Phytomasse führt zur Schlammabfuhr am Gewässergrund. Gleichermaßen mit der Eutrophierung nehmen die Artenzahl und Individuendichte an Tieren zu; der mit der üppigen Vegetation einhergehende höhere Strukturreichtum läßt zahlreiche ökologische Nischen entstehen. Bei ausreichender Gewässergröße stehen Laichhabitate sowohl für Fische als auch für Amphibien und zusätzlich Larvalhabitate für diverse Insektengruppen zur Verfügung.

Im Uferbereich bzw. in Flachwasserzonen ist keine konsequent grubentypische Sukzession zu beobachten. Am häufigsten breiten sich in +/- nährstoffreichen Gewässern nach wenigen Jahren Röhrichte aus mit einer Expansionsgeschwindigkeit bis zu mehreren Metern pro Jahr. Als Pionierarten stellen sich vor allem auf schlammigem Untergrund zunächst Rohrkolben (*Typha latifolia*, seltener auch *T. angustifolia*), Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) u.a. ein, welche meist bald vom Schilf abgelöst werden. Alternativ dazu ist vor allem am Ufer weniger nährstoffreicher Gewässer auf feinkörnigem Substrat die Entwicklung eines Großseggenrieds zu beobachten (z.B. Schlank- oder Schnabelseggenried). Beide floristisch recht artenarmen Pflanzenformationen können an Flachufem innerhalb weniger Jahre sehr ausgedehnte Bestände bilden und damit als Habitat für röhrichtbrütende Vogelarten fungieren. Bei gleicher Ufergestaltung vollzieht sich die genannte Entwicklung in Tongruben schneller als in Sand- oder Kiesgruben.

Die spezifische Vegetationsentwicklung in Schlämpteichen (s. Abb. 2/6, S. 110) wird unter [Kap. 2.3.1.2](#) (S. 108) eingehend dargestellt. Auf dem zunächst nassen, flach überstauten Feinsand-Untergrund siedeln sich zunächst Schachtelhalme (*Equisetum spec.*) und Rohrkolben (*Typha latifolia*), an den Rän-

dern auch Huflattich (*Tussilago farfara*) und Ampfer (*Rumex spec.*) an. Mit dem Bestandsschluß des Pionier-Röhrichts stellt sich allmählich Schilf (*Phragmites australis*) ein, an den Rändern breitet sich dichte, vorwiegend krautige Ruderalvegetation aus. Mit der fortschreitenden Verlandung fällt der Schlämpteich trocken, es breitet sich ein Schilfröhricht aus, welches sich durch Gehölzanflug allmählich in ein Feuchtgebüsch aus Weiden, Erlen und Birken entwickelt. Nach Beobachtungen von FRANZ (1989) im Oberen Maintal dauert diese Vegetationsentwicklung 5-10 Jahre.

Ephemere Kleingewässer / zeitweilig trockenfallende Flachufer

In Flachwasserzonen erfolgt die biologische Entwicklung ähnlich wie auf wechsellässigen Ufern bzw. in größeren Tümpeln: Auf lehmig-schlammigem Untergrund (z.B. in Schlämpteichen, auf Tongrubensohlen) können sich bereits während des Trockenfallens im Sommer eines im vorausgegangenen Winterhalbjahr entstandenen Tümpels lückige Zwergbinsenfluren mit seltenen Pflanzenarten, wie z.B. *Centaurium pulchellum*, ansiedeln. In den noch weitgehend vegetationsfreien Kleingewässern bzw. an deren Ufer stellen sich Pioniertierarten ein: Laich bzw. Kaulquappen von Kreuz- und Wechselkröte (s. [Foto 3](#)), Larven der Libellenarten *Ischnuro pumilio*, *Sympetrum vulgatum*, *Lestes sponsa*, die Laufkäferarten *Cicindela sylvatica*, *Dyschirius similis*, *Harpalus puncticeps* (vgl. PLACHTER 1983).

Die weitere Vegetationsentwicklung wechsellässiger Ufer bzw. Tümpel hängt außer von den oben genannten externen Einflüssen vom Substrat und Wasserchemismus (vor allem dem pH-Wert) ab. In saurem (kalk- und basenarmem), dystrophem (huminsäurereichem) Flachwasser (Sohle von Terrassenbänken, Flugsandgruben) können minerotraphente Torfmoose (Sphagnum) einen dichten Teppich bilden und die Entwicklung zu einem Zwischenmoor einleiten. Als charakteristische Pflanzenarten folgen *Rhynchospora alba*, *Lycopodiella inundata*, *Drosera rotundifolia* (s. [Foto 9](#)). Bei etwas besserer Nährstoffversorgung und Wechsellässigkeit stellen sich Ackerkleinlingsfluren mit *Centunculus minor* und *Juncus capitatus* ein. Diese Entwicklung ist vor allem in Sandgruben des Oberpfälzischen und Obermainischen Hügellands und des mittelfränkischen Keupergebiets zu beobachten (vgl. z.B. ABSP-Landkreisbände BT, HAS, ERH; NEZADAL 1989).

Auf karbonatreichen, nährstoffarmen Kiesflächen, welche im Bereich des Grundwasserspiegels liegen bzw. von Hangzugwasser überrieselt werden, können sich in Nachbarschaft zu "Lieferbiotopen" Pflanzenarten, ja sogar Fragmentgesellschaften der Kalkflachmoore ansiedeln (Moränenkiesgruben, Terrassenkiesgruben der Schotterplatten und der Donauebene). Einem Initialstadium mit *Carex serotina* oder *Schoenus ferrugineus*, begleitet von *Pinguicula vulgaris*, folgt die Entwicklung eines mäßig artenreichen Kleinseggenrieds (meist ein +/- schilfreiches Davallseggenried). Auf der zeitweilig grundwasserüberstauten Sohle weniger Kiesgruben

des Donautals hat sich sogar ein Schneidbinsenröhricht (*CLADIETUM MARISCI*) ausgebreitet (JÜRGING & KAULE 1977). Ein Beispiel für die Vegetationsentwicklung einer älteren naßgebagerten Terrassenkiesgrube zeigt Abb. 2/1, S. 101.

Offene wechselfeuchte Bodenstellen (insbesondere feinerdehaltige Kiesflächen) stellen ein ideales Keimsustrat für die anemochoren **Weiden** (*Salix spec.*) dar. Bestände dieser sehr schnellwüchsigen Gehölzgattung können krautige Vegetation innerhalb weniger Jahre überwachsen und seltene niederwüchsige, lichtbedürftige Pflanzenarten verdrängen. Der Ansiedlungserfolg von Weidengebüsch hängt vom Vorhandensein von Lücken in den sich entwickelnden Röhricht- oder Seggenbeständen und von geeigneten Keimungsbedingungen während der Zeit der Samenreife von Mai bis Juni ab. Denn Weidensamen verlieren ihre Keimfähigkeit innerhalb weniger Tage. Meist breitet sich auch in fortgeschrittenerem Sukzessionsstadium zumindest auf nährstoffarmen Grubensohlen kein flächendeckendes Gebüsch aus, sondern der Weidenaufwuchs bleibt auf einzelne Gruppen bzw. die Randzone beschränkt (vgl. Abb. 2/1, S. 101).

2.2.2 Sukzession auf nicht-grundwasserbeeinflussten Standorten

Auf Rohböden außerhalb des Grundwassereinflußbereichs dauert es gewöhnlich sehr lange, bis sich eine einigermaßen geschlossene Vegetationsdecke bildet (meist viele Jahrzehnte). Während der langjährigen Pionierphase fällt der hohe Anteil annueller Pflanzenarten und der sehr kümmerliche Wuchs der neuangesiedelten Pflanzen aufgrund der Nährstoff- und Wasserarmut des Standorts auf. Zwar keimen gleich am Anfang in gewissem Umfang auch eutraphente Krautpflanzen und Gehölze, jedoch vermögen sie bei normalem Witterungsverlauf das Keim- bzw. Juvenilstadium nicht zu überleben, weil der von ihnen durchwurzelte Oberboden stark austrocknet. So haben auch seltene Pflanzenarten mit geringer Diasporen-Verbreitungsfähigkeit bzw. -produktivität aufgrund fehlender Konkurrenz eine Chance, diese Rohbodenstandorte zu besiedeln (DINGETHAL et al. 1985: 174). Als Standortspezialisten können sie im Lauf der Jahre niedrigwüchsige Vegetationsbestände aufbauen.

Mit zunehmender Bewuchsdichte erhöht sich auch die Tierartenvielfalt; dadurch gelangen die Diasporen (weiterer) zoochorer Pflanzenarten in Abbaugruben. Allmählich reichert sich durch die absterbende Phytomasse und Detritus organische Substanz im Oberboden an; die dabei freiwerdenden Säuren schließen im Rohboden gebundene Nährstoffe auf und leiten eine Bodenbildung ein.

Je nach Substrat lassen sich grundlegend unterschiedliche Arten der Vegetationsentwicklung beobachten. Grundsätzlich findet man in den meisten Abbaustellen mit ihrem Standortmosaik eine Vielfalt an Sukzessionsverläufen bei unterschiedlicher Geschwindigkeit, so daß sich mit zunehmender Ent-

wicklungsdauer eine hohe Vegetationsstruktur- und Habitatvielfalt einstellt.

2.2.2.1 Kiesige, karbonatreiche Rohböden

Diese Entwicklung ist schwerpunktmäßig in Terrassen- und Moränenkiesgruben Südbayerns und der Donauebene zu beobachten. Beispiele für die Sukzession von Kiesflächen liegen aus unterschiedlichen anthropogen geprägten, sekundären Lebensräumen vor. An dieser Stelle sei u.a. auf LOSERT (1982) und HIEMEYER (1975) verwiesen.

Nach einem unspezifischen Pionierstadium, welches durch die Ansiedlung von Ackerwildkräutern und sonstige, vorwiegend kleinwüchsige annuelle Ruderalpflanzen geprägt ist, stellen sich vor allem Möhren-, Steinklee- oder Natternkopffluren ein. Verdichtete Kiesflächen mit Feinkornanteil werden wesentlich rascher von Vegetation bewachsen als lockere, grobe Kieshaufen. Häufige Entwicklungsrichtungen der Vegetation zeigt das Sukzessionschema Abb. 2/2 (S. 102).

Am Beispiel der bäuerlich genutzten Kleinkiesgruben in den kalkmagerrasenen Block- und Rückzugsmoränen des Isar-, Loisach- und Lech-Gletscherbereichs werden die ersten Sukzessionsphasen der Vegetation beschrieben. Hier vernarb(t)en zahlreiche Objekte zu Kalkmagerrasen, welche nach der Aufdüngung der benachbarten Hartwiesen manchmal die einzigen Zeugnisse einst verbreiteter Trockenvegetation sind. Solche Sukzessionsvorgänge sind bzw. waren beispielsweise im Nordostflügel des Isargletschers (Warngau, Hartpenning, Piesenkam/MB, Thanninger Tal/TÖL), im Starnberger Jungmoränenbereich (Maisinger Stadialmoränen, Erlinger/ Pähler Hartwiesenengebiet), im Wessobrunner Gebiet und in den nördlichen Lechmoränen (Hohenfurch-Schwabsoien/WM) gebietsspezifisch und expositionsbedingt jeweils etwas modifiziert zu beobachten. In einer aus dem Hartwiesenbereich des Lkr. Starnberg lokalfloristisch besonders reichhaltigen Form beschreibt sie WIEDMANN (1954); sie gilt in den Grundzügen aber auch in den anderen genannten Gebieten:

Nicht zu steile, sich selbst überlassene Abbauböschungen und -sohlen oder nach Oberbodenabtrag liegengelassene Pionierstandorte zeigen zunächst eine spärliche Besiedlung mit Thymian (*Thymus polytrichus*), Blaugrüner Segge (*Carex flacca*), Hornklee (*Lotus corniculatus*), Berg-Gamander (*Teucrium montanum*), Bergklee (*Trifolium montanum*), Frühlingsfingerkraut (*Potentilla tabernaemontani*), Aufrechter Trespe (*Bromus erectus*), Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*) und einigen anderen Kalkmagerrasen-Pionierpflanzen.

Nach mehreren Jahren können sogar Erdsegge (*Carex humilis*, meist nur bei unmittelbar benachbarter Population), Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris*), Kugelblume (*Globularia elongata*) und weitere Volltrockenrasenarten eindringen.

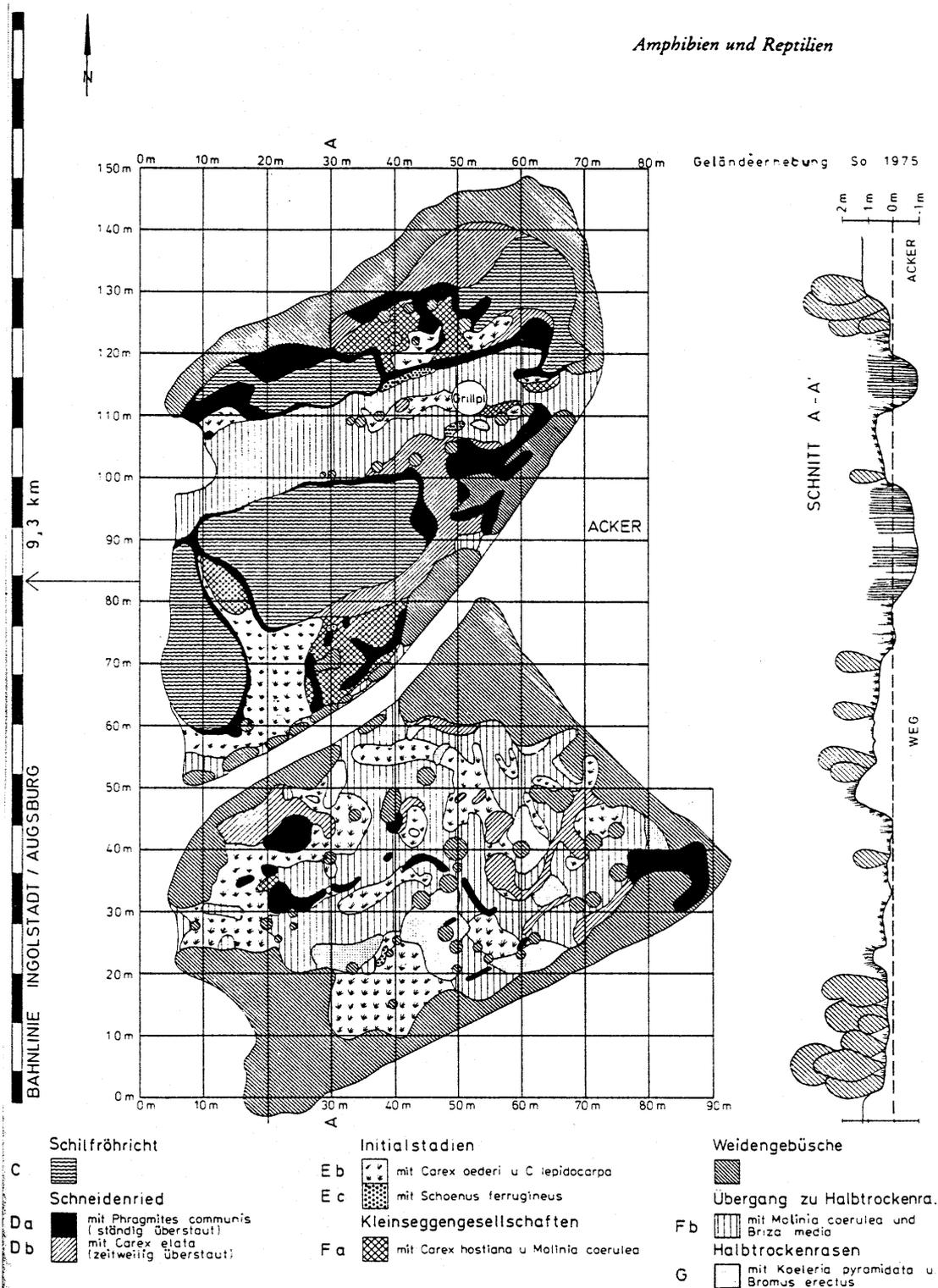


Abbildung 2/1

Natürliche Sukzession einer ehemaligen Kiesentnahmestelle im Donaumoos/ND (DINGETHAL et al. 1985: 173).

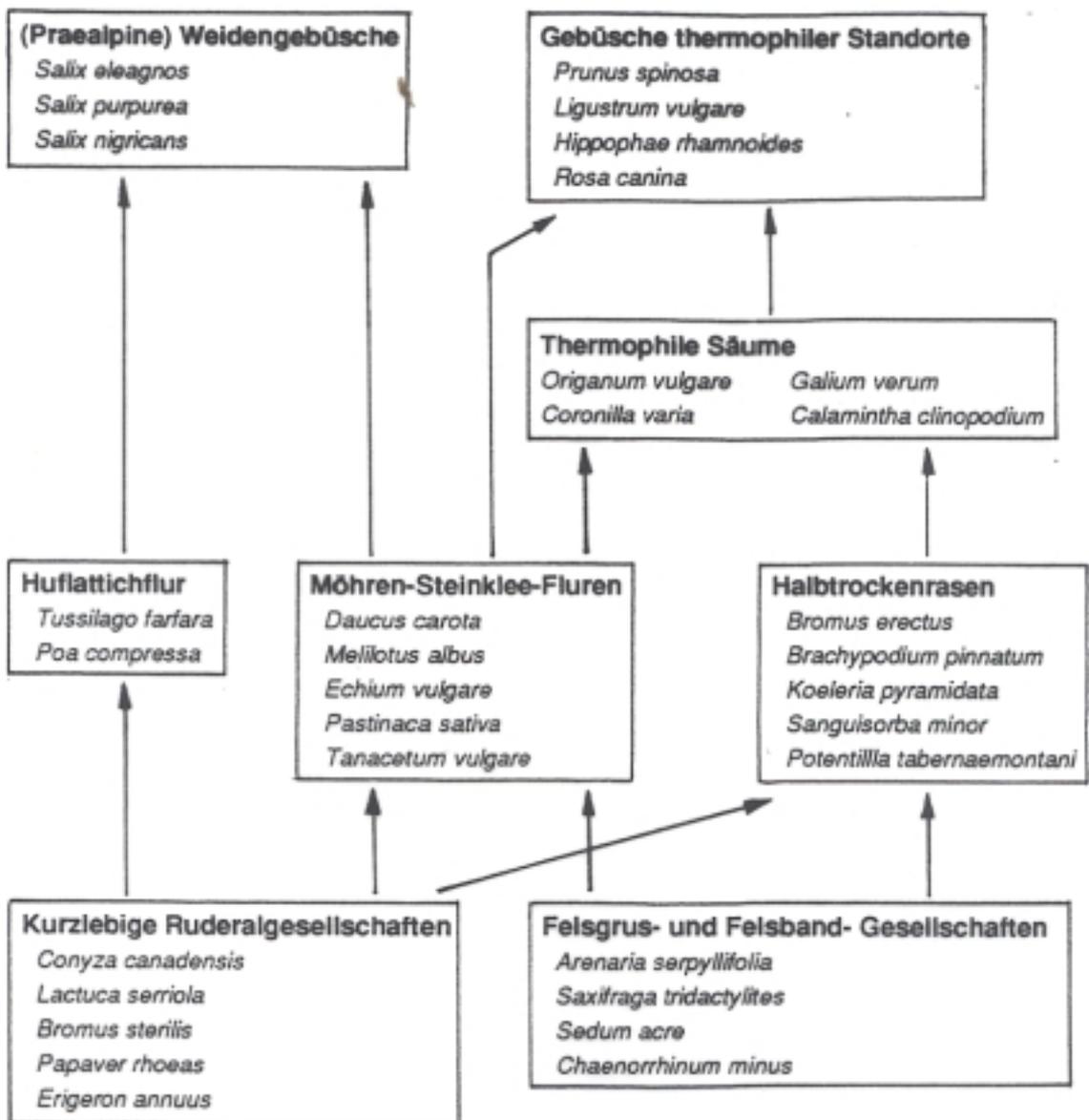


Abbildung 2/2

Sukzessionsschema für kiesige Rohböden (häufige Entwicklungsrichtungen der Vegetation).

Nach ca. 10-30 Jahren können lückige, kalkmoos- und kalkflechtenreiche Pioniertrockenrasen entstehen.

Dieser spezielle "Kiesgrubentyp" innerhalb der präalpinen Kalkmagerrasen ist vor allem durch die hohe Deckung von Erdmoosen und -flechten gekennzeichnet, während das Blütenpflanzenspektrum von Grube zu Grube als Abbild lokalspezifischer Diasporenangebote stärker variiert. Feuchtere nordseitige Böschungen werden im Starnberger Untersuchungsgebiet vielfach durch Simsenlilie (*Tofieldia calyculata*), Schusternagerl (*Gentiana verna*) und Maßliebchen (*Aster bellidiastrum*) gekennzeichnet.

Die weitere Sukzession schreitet an Nordböschungen meist rascher zu Fichten- oder Laubgehölzen fort als an extrem austrocknenden und zudem steileren Sonnseiten, wo sich im Laufe der Zeit Dorngebüsch thermophiler Standorte (BERBERIDION) entwickeln - meist als Schlehen-Ligustergebüsch ausgebildet. In der Nähe von Brennenstandorten gelegenen Terrassengruben siedeln sich auch Kiefern-Sanddorngebüsch an. Mit dem Aufwuchs von Gehölzen verschwinden viele der lichtbedürftigen, niedrigwüchsigen Arten der Kalkmagerrasen wieder (insbesondere Rosettenpflanzen, z.B. *Gentiana verna*, *Globularia punctata*, aber auch Orchideen), während ausläuferbildende Saumpflanzen, wie z.B.

Tabelle 2/1

In sechs, wenige Jahrzehnte alten bäuerlichen Kiesentnahmestellen des Landkreises STA (bei Erling, Maising, Pöcking und Machtlfing) angesiedelte Kalkmagerrasenpflanzen (WIEDMANN 1954); römische Ziffern = Stetigkeit

<i>Festuca ovina</i>	V	<i>Leontodon incanus</i>	III
<i>Hippocrepis comosa</i>	V	<i>Potentilla heptaphylla</i>	III
<i>Thymus polytrichus</i>	V	<i>Sanguisorba minor</i>	III
<i>Trifolium montanum</i>	V	<i>Teucrium montanum</i>	III
<i>Bromus erectus</i>	V	<i>Carex flacca</i>	II
<i>Lotus corniculatus</i>	V	<i>Euphorbia cyparissias</i>	II
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	III	<i>Ononis spinosa</i>	II
<i>Biscutella laevigata</i>	III	<i>Picea abies</i>	II
<i>Carex humilis</i>	III	<i>Pimpinella saxifraga</i>	II
<i>Globularia elongata</i>	III	<i>Polygala amarella</i>	II
		<i>Prunella grandiflora</i>	II
<u>Bestimmende Moose und Flechten:</u>			
<i>Tortella inclinata</i>	V	<i>Ditrichum flexicaule</i>	V
<i>Cladonia pyxidata</i>	V	<i>Abietinella abietina</i>	IV

Origanum vulgare, *Galium verum*, noch ein langes Beharrungsvermögen zeigen.

2.2.2.2 Sandige, basenarme Rohböden

Die im folgenden skizzierte Entwicklung vollzieht sich schwerpunktmäßig in den Terrassen- und Flugsandgruben im Rednitz-Regnitzbecken, im Mittleren Maintal, Oberpfälzer Albvorland des (NEW, NM), im Abensberger Dünengebiet/KEH.

Auf den zumeist noch lockeren, humusfreien äolisch bewegten Sanden siedeln sich als Pioniere annuelle Pflanzenarten der Sand- und Felsbandfluren (SEDO-SCLERANTHETEA) an, z.B. *Scleranthus annuus*, *Spergula*-Arten, *Filago*-Arten, *Arenaria serpyllifolia*. Diese werden von lückigen Silbergrasfluren (CORYNEPHORETUM CANESCENTIS) abgelöst. Sobald sich in geringer Konzentration Humus im Boden anreichert, können sich +/- moos- und flechtenreiche Grasnelken-Schafschwingelrasen (meist mit *Jasione montana*) entwickeln (charakteristisch für diese Entwicklungsstufe sind Rentierflechten der Gattung *Cladonia*). Durch die Wühltätigkeit von Kaninchen bleiben in Sandgruben meist erhebliche Flächenanteile langjährig in einem Sukzessionsstadium mit lückiger Vegetationsdecke erhalten, so daß annuellen SEDO-SCLERANTHETEA-Arten langfristig eine Existenz ermöglicht ist. Auf den punktuell durch deren Exkremate eutrophierten Standorten gesellen sich auch nährstoffbedürftigere kurzlebige Ruderalarten bei (z.B. weist *Berteroa incana* auf eine schwache Eutrophierung von Sandböden hin).

Auf lehmig-sandigen Böden siedeln sich als Pioniere neben allgemein verbreiteten SISYMBRION-Arten Ruderalpflanzen der Windhalm-Getreideäcker an. Mit zunehmender Anreicherung von organischer Substanz entwickeln sich daraus lückenhafte bodensaure Magerrasen mit sehr heterogener Artenzusammensetzung. Als typische Gräser breiten sich *Festuca ovina* agg., *Agrostis tenuis* bzw. *Deschampsia flexuosa* aus. Mit zunehmender Rohhumusbildung und beginnender Podsolierung* nimmt die Deckung an Zwergsträuchern zu (*Vaccinium* spec., *Calluna vulgaris*, *Genista* spec.). Die weitere Vegetationsentwicklung schreitet meist zu einem Ginstergebüsch (SAROTHAMNION) fort, auf stickstoffreicheren Standorten zu einem Brombeergestrüpp. Nicht selten breiten sich auch innerhalb weniger Jahre ausgedehnte Landreitgrasfluren aus, welche gewöhnlich keinen stärkeren Gehölzaufwuchs tolerieren. Typische Sukzessionsabfolgen auf basenarmen Sandböden sind in Abb. 2/3, S. 104, dargestellt.

Häufig fliegen bereits in einem früheren Sukzessionsstadium Kiefern und Birken an und leiten eine meist gruppenartige Verwaldung ein (ZIELONKOWSKI 1973, DINGETHAL et al. 1985: 174, NEZADAL 1989).

2.2.2.3 Humoses, nährstoffreiches Substrat

Bereits im ersten Jahr entwickelt sich eine üppige Vegetation, vorwiegend aus annualen Arten der Hackunkrautgesellschaften (CHENOPODIETEA), welche einen weitgehenden Bestandsschluß zustande-

* Ausbildung eines Nährstoff-Auswaschungshorizontes im Boden

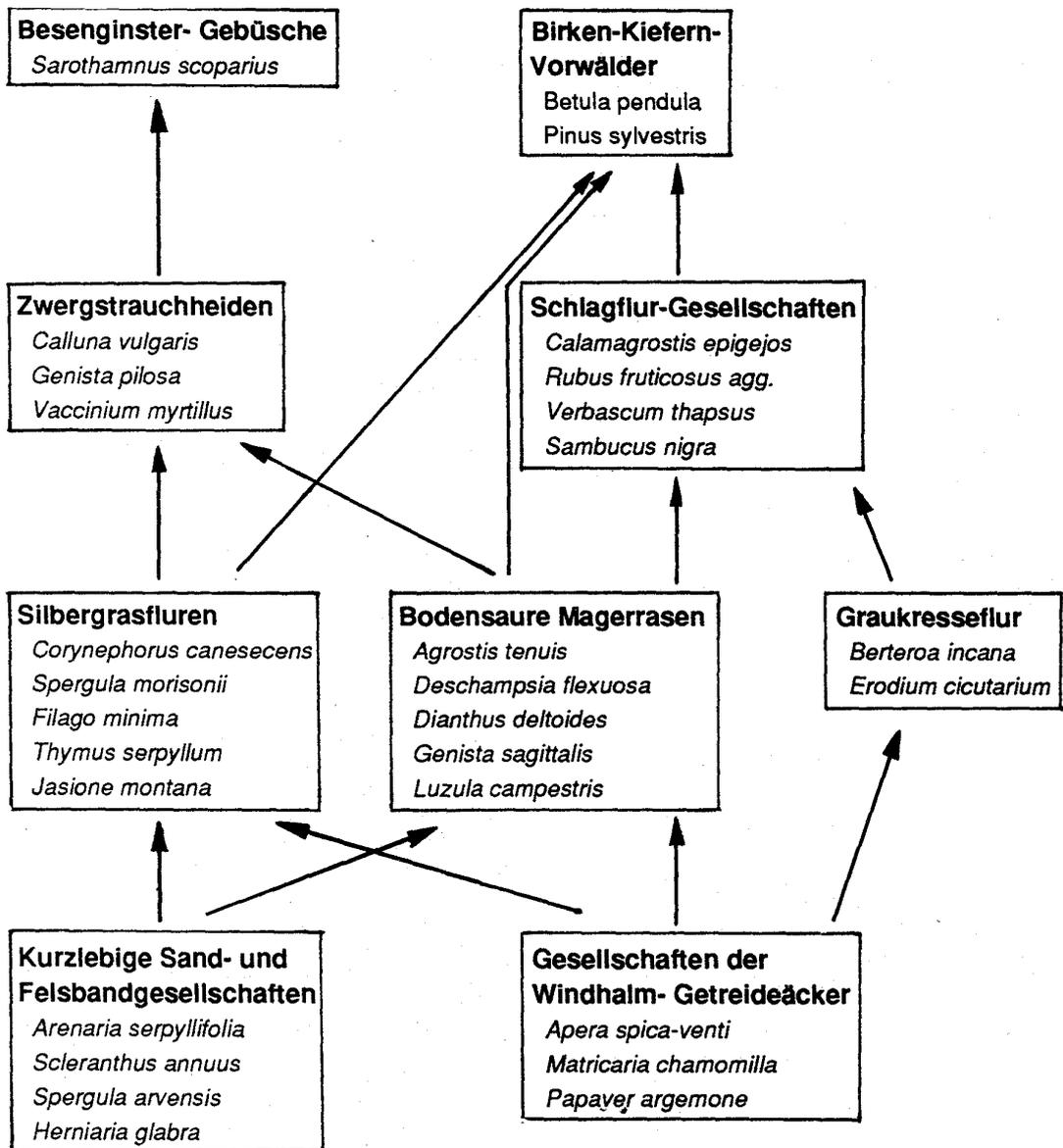


Abbildung 2/3

Sukzessionsschema für sandige, basenarme Rohböden (häufige Entwicklungsrichtungen der Vegetation).

bringen. In den Folgejahren erfolgt ein Umbau zu ausdauernden Ruderalgesellschaften, wobei sich auf frischen bis feuchten, feinkörnigen Standorten eher Gesellschaften der Ordnung ARTEMISIETALIA entwickeln (z.B. Brennessel-Giersch-Bestände), auf grobkörnigen, wasserdurchlässigen Standorten eher Gesellschaften der Ordnung ONOPORDETALIA; nicht selten siedeln sich auch Neophytenbestände, z.B. aus *Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea* und Gartenblumen (Asteren, *Helianthus spec. u.a.*) an.

In den dichten, meist über 1 m hohen Beständen keimen nur wenige Gehölze, am ehesten noch eutra-

phente, endozoochor verbreitete Arten wie z.B. *Sambucus nigra*.

2.2.3 Sukzession der Tierwelt

Frisch angegrabene Rohböden bzw. neu entstandene Kleingewässer in Abbaustellen werden trotz ihres extremen Mikroklimas bzw. ihrer Unbeständigkeit ziemlich schnell von einer Menge hochspezialisierter Pionierarten besiedelt, meist bevor sich in nennenswerter Anzahl höhere Pflanzen eingestellt haben. Zu den Erstbesiedlern gehören fast immer Ver-

Tabelle 2/2

Beispiel für die Sukzession einiger Käfergruppen bzw. -familien in Sand- und Kiesgruben des östlichen Tertiärhügellands und Unteren Isartals (verändert und vereinfacht nach RIEDERER 1979).

Vegetationsstruktur	charakterist. Käfergruppen bzw. -arten
Rohbodenstadium	räuberische Laufkäfer (z.B. <i>Microlestes minutulus</i> , <i>Cicindela campestris</i> , <i>Cicindela silvatica</i>); Kurzflügel- und Schnellkäfer
lückige Vegetationsdecke	Laufkäfer (z.B. <i>Bembidion quadrimaculatum</i> , <i>Carabus cancellatus</i>)
geschlossene Krautschicht	Laufkäfer (z.B. <i>Carabus nemoralis</i> , <i>Nebria brevicollis</i>); oligo- bis monophytophage Blatt- und Rüsselkäfer
Gebüschstadium	xylobionte, oft holzartenspezifische Bock-, Pracht- und Borkenkäfer.

treter folgender Tiergruppen: Laufkäfer, Wildbienen, Libellen, Wasserkäfer, Amphibien. Diese vermögen innerhalb weniger Jahre ziemlich artenreiche Gemeinschaften mit einem hohen Anteil seltener Arten zu entwickeln. Typische Laufkäferarten auf trockenen Sanden sind z.B. die Laufkäferarten *Cicindela hybrida*, *C. silvatica*; auf feuchten Sanden *Dyschirius similis*, *Bembidion lunatum*, *Tachys quadrisignatus*. Von den Wildbienen finden zunächst nur endogäisch nistende Arten, welche ihre Brutröhren in trockene, besonnte Rohbodenböschungen graben, ihnen zusagende Standortbedingungen (PLACHTER 1983: 77ff, 96).

Bei der Besiedlung neuer Kleingewässer zeigen Froschlurche einen wesentlichen Vorsprung gegenüber Molchen. Als Pionierarten registrierte SCHAI-LE (1991) im Lkr. ND Gelbbauchunke, Kreuzkröte und Laubfrosch, welche sich auch in kleinsten Tümpeln zum Abbläuen einfinden. Aber selbst die als standorttreu geltenden Erdkröten und Seefrösche vermögen seiner Beobachtung nach größere Grubengewässer bereits im ersten Jahr zu besiedeln.

Mit geringer zeitlicher Verzögerung folgen im allgemeinen Reptilienarten, allen voran Zauneidechse und Blindschleiche, offenlandbewohnende Heuschreckenarten (auf feuchten Uferfluren Dornschröcken, bei ausreichend großen Kies- und Sandflächen Ödlandschröcken) und grubentypische Vogelarten (bei geringer Störungsintensität). Während mit der aufkommenden Vegetation die Dichte an Habitatalementen zunimmt, wächst die Vielfalt an ökologischen Nischen und steigen die Artenzahlen der genannten Tiergruppen. Gleichzeitig können sich nun auch Artengruppen mit phytophagem Larvalstadium ansiedeln, z.B. Schmetterlinge und Blattkäfer.

Da in Abbaustellen oft über längere Zeit die verschiedenen Sukzessionsstadien nebeneinander existieren, erhöht sich damit zunächst insgesamt die Artendiversität. Damit verbunden ist ein einschnei-

dender Verlust an Spezifität der Tiergemeinschaften, der Anteil an allgemein verbreiteten Arten nimmt erheblich zu. Mit höherem Deckungsgrad der Vegetation ziehen sich die rohodenbesiedelnden Pionierarten zurück (PLACHTER 1983: 96). Am Beispiel einiger Käfergruppen bzw. -arten wird der Sukzessionsverlauf im Zusammenhang mit der Vegetationsstruktur dargestellt (s. Tab. 2/2, S. 105).

Auch bei den Vögeln und Amphibien läßt sich eine der oben beschriebenen Entwicklung vergleichbare nachvollziehen. RIEDERER (1979) fand in noch in Abbau befindlichen Sand- und Kiesgruben Niederbayerns insgesamt 13 Vogelarten vor, darunter einige Kiesbrüter, wie den Flußregenpfeifer, und Höhlenbrüter, wie die Uferschwalbe, der die sandigen Steilwände die einzigen Bruthabitate in der umgebenden Kulturlandschaft boten. Das Nahrungsangebot der weitgehend vegetationslosen Pionierstadien reicht nur für eine geringe Individuenzahl aus. Kolonienbrüter, wie die Uferschwalbe, müssen zunächst ihren Nahrungsbedarf größtenteils aus umliegenden Lebensräumen decken.

Die Artenzahl an Brutvögel erhöht sich bereits in frisch aufgelassenen Abbaustellen, wenn die Störungen durch den Abbaubetrieb entfallen und die aufkommende Vegetation die Vielfalt an Bruthabitaten ansteigen läßt. Gleichzeitig nimmt das grubeninterne Nahrungsangebot zu (z.B. phytophage Insekten-Entwicklungsstadien). RIEDERER (1979) und PLACHTER (1983) registrierten bei diesem Sukzessionsstadium ein verstärktes Auftreten insektenfressender und auch omnivorer Singvogelarten (z.B. Amsel, Goldammer, Bachstelze). Sich auf Schlammteichen rasch ausbreitendes Röhricht stellt ein bevorzugtes Bruthabitat für Blaukehlchen dar. Den Zusammenhang zwischen den Vegetationsentwicklungsphasen (vgl. Abb. 2/6, S. 110) und der Anzahl singender Männchen in einem Schlammteich im Oberen Maintal veranschaulicht Abb. 2/8 (S. 112). Die Zahl der Brutpaare steigt solange an, bis sich ein geschlossenes Schilfröhricht entwickelt

hat; mit dem Aufkommen von dichterem Weidengebüsch nimmt sie rasch ab (FRANZ 1989).

Mehrere Jahre aufgelassene Naßbaggerungen mit stellenweise üppiger Vegetation (Röhrichtzonen im Uferbereich und Gebüschgruppen) werden von vielen Vogelarten als Brut- und Nahrungshabitate angenommen (RIEDERER 1979 stellte in diesem Entwicklungsstadium 34 Brutvogelarten fest). Zunahmen sind vor allem durch weitere Singvogelarten zu verzeichnen, aber auch durch Amphibien und Fische fressende Arten (z.B. Reiher).

Mit dem Zuwachsen bzw. Verlanden von Kleingewässern bzw. Flachwasserzonen verändert sich auch die Amphibienfauna. Sobald sich kleine Sumpfpflanzen- oder Röhrichtbestände entwickelt haben, können sich Teichmolche, in Nähe zu Altwässern oder dgl. auch Kammolche und Wasserfrösche einstellen. Der Grasfrosch verdrängt in mehrere Jahre alten, bereits mit Vegetation bewachsenen Kleingewässern als Frühlaicher die später ablaichenden Pioniere Kreuzkröte und Gelbbauchunke, da sich in einem einzigen Grubengewässer meist nur eine Amphibienart fortpflanzen kann. Erst in Dauergewässern ab ca. 2000 m² mit vielfältig strukturierter Uferzone können mehrere Amphibienarten auf Dauer überleben (SCHAILE 1991).

In der Pionierzönose der Eintags- und Köcherfliegen treten spätestens nach 12-16 Jahren erhebliche Umstrukturierungen und Artenverschiebungen ein (RITZL 1985). Im Zoobenthos der von RITZL untersuchten Baggerseen nahm das Abundanz-Verhältnis Phanerogamen-/Algen-/ Detritus-Fresser zu Räubern und Parasiten mit zunehmender Seenalterung ab. Im acht Jahre alten Baggerteich wurden 12 mal mehr phyto- und detritophage Individuen nachgewiesen als zoophage und parasitisch lebende, im ältesten Loch nur 3,7 mal so viel.

Die Seenalterung erfolgt in Naßbaggerungen oft sehr rasch, jedenfalls viel schneller als in natürlichen Seen in der Vergangenheit. Geringe Wassertiefe verkürzt die Sukzession vom oligotrophen Zustand (dauert in vielen Baggerungen der landwirtschaftlich intensiv genutzten Schotterterrassen offenbar größenordnungsmäßig ein Jahrzehnt) zum mesotrophen Milieu (in vielen 15-25 Jahre alten Gewässern bereits eingetreten), da Tiefwasserzonen und geringe Nährstoff-Freisetzung einen Teil der Einträge eliminieren können.

Ohne menschliche Einflüsse (Abraum- und Nährstoffeinträge, Fischfütterung etc.) zöge sich auch bei künstlichen Grundwasseraufschlüssen die Seenalterung über Jahrhunderte bis Jahrtausende hin. Viele der vom Biotopentwicklungspotential her interessantesten Naßbaggerungen liegen in Grundwasserbelastungsgebieten mit relativ hohen Nitrat- und Ammoniumwerten. Über 40mg NO₃/l sind in den Niederterrassengruben keine Seltenheit.

Die Besiedlung unterschiedlich alter Baggerseen durch Eintagsfliegen (EPHEMEROPTERA), Köcherfliegen (TRICHOPTERA) und Mollusken untersuchte RITZL (1985) am Beispiel verschieden alter Abbauhöhlen einer Baggerseenplatte im Lkr. Dachau.

Sechs von insgesamt acht in Ufernähe gefundenen Eintagsfliegenarten kamen in allen drei Weihern vor (*Caenis horaria*, *C. luctuosa*, *Centroptilum luteolum*, *Cloeon dipterum*, *Ephemera danica*, *E. vulgata*). Deutliche Sukzessionsphasen zeichneten sich hier also nicht ab. Dagegen zeigte die unterschiedliche Seenreife bei den Köcherfliegenlarven einen deutlicher differenzierenden Einfluß: In den älteren Weihern dominierten z.B. *Enomus tenellus* und *Tinodes waeneri*, weil erst dort genügend Detritus, Diatomeen und Algenüberzüge als Nahrungsgrundlage vorhanden waren. Dagegen bevorzugten *Anabolia nervosa*, *Goera pilosa* und *Athripsodes cinereus* die jüngste Abgrabung.

In der verhältnismäßig artenreichen Trichopterenbesiedlung fallen die relativ engen Artenbeziehungen zu schlammfreien Brandungsufern natürlicher Seen und das Zurücktreten von Kennarten makrophyten- und röhrichtreicher Verlandungszonen auf. Eine gewisse Anzahl fließwassergebundener (z.B. *Chloroterpes picteti*, *Habrophlebia fusca*) oder -toleranter Arten indiziert einen gewissen Übergangscharakter Stillwasser/Fließwasser. Insgesamt aber ergeben die Untersuchungen von RITZL (1985): Sowohl Eintags- wie Köcherfliegen gehören zu den erfolgreichsten Erstbesiedlern von neugeschaffenen Baggerungen, weil 19 von insgesamt 20 im Münchner Nordwesten gefundenen Baggerseenarten bereits im jüngsten, nur acht Jahre alten Weiher nachzuweisen waren.

Bei den Gastropoden (Wasserschnecken) wurden nur *Gyraulus albus*, *Anisus spirorbis* (dominierend in den älteren Weihern) und *Galba truncatula* gefunden, bei den Muscheln (BIVALVIA) nur die Kugelmuscheln *Sphaerium lacustre* und *Pisidium nitidum*. Innerhalb von acht Jahren (jüngster Weiher) konnte sich nur die Lungenschnecke *Galba truncatula* ansiedeln, welche aufgrund semiaquatischer Lebensweise wahrscheinlich aktiv auch in isoliert liegende Neugewässer einzuwandern vermag. Im übrigen widerspiegelt aber die auffallende Molluskenarmut aller drei Baggerlöcher die insgesamt geringe Ausbreitungsenergie dieser Gruppe. Muscheln und Schnecken werden weitgehend zufallsbedingt hauptsächlich durch Wasservögel eingeschleppt (GLÖER zit. in RITZL 1985). Höhere Artendiversitäten und Besiedlungsdichten werden bei Mollusken erst in älteren Abgrabungsgewässern erreicht.

Steinfliegen scheinen im Kiesseen-Benthos meist nur eine geringe Rolle zu spielen oder ganz zu fehlen. RITZL (1985) erklärt dies mit der geringen Ausbreitungsenergie und großen Standorttreue vieler Plecopteren-Arten, die überwiegend als Fließgewässerbewohner gelten. Dies gilt offenbar gleichermaßen für Schlammfliegen (MEGALOPTERA), die zur Eiablage auf Röhricht, Uferbäume (und Ufersteine) angewiesen sind, die an jüngeren Naßbaggerungen zumeist fehlen.

Süßwasseregeln wurden auch in jüngeren Baggerweihern in mehreren Arten nachgewiesen (nach RITZL 1985 z.B. *Herpobdella stagnalis*, *H. octoculata* und *Piscicola geometra*). Es sind dies vor allem Arten mit Präferenz für steinig-harte Substrate und

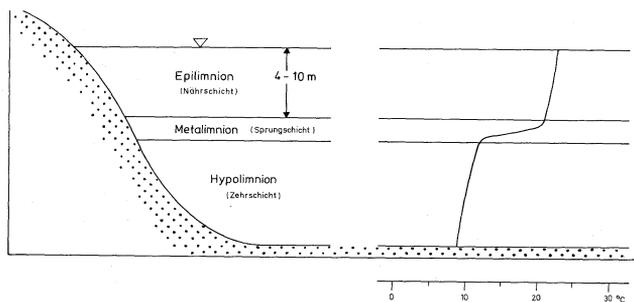


Abbildung 2/4

Sommerliche Temperaturschichtung in einem Baggersee (DINGETHAL et al. 1985:71).

Zuckmückenlarven, die Köcherfliegenlarven, Weinigborster und Kleinkrebse fressen bzw. aussaugen.

Flohkrebse (Gammariden) scheinen vor allem in sauerstoff- und kalkreichen Baggerungen höheren Reifegrades weit verbreitet zu sein (in der Münchner Ebene nach RITZL 1985 vor allem *Gammarus pulex* und *G. roeselii*). Junge Baggerlöcher sind oft flohkrebisfrei, da aktive Einwanderungsmöglichkeiten über Fließgewässer meist fehlen (Ausnahme: Baggerseen mit Bachanschluß wie z.B. der Feldmochinger See/M) und die Einwanderung weitgehend von Wasservögeln abhängig ist.

2.3 Technisch-morphologische Gestaltung

Die Gestaltung nach Abbauende bietet grundsätzlich die Möglichkeit, größere Abbauflächen mehreren, u.U. auch andersartigen Nutzungen zugänglich zu machen. Mit einer entsprechenden Geländeausformung schon während der Abbauphase, vor allem aber nach Abbauende, lassen sich sehr vielseitige (Klein-)Standorte herstellen, welche einem breiten Artenspektrum die Ansiedlung ermöglichen.

2.3.1 Herrichtung unterschiedlicher Standorte

2.3.1.1 Ausformung von Grundwasseraufschlüssen

In gewerblichen Naßbaggerungen lassen sich durch wechselnde Abbautiefen **Tief- und Flachwasserzonen** gestalten. Diese können zusätzlich durch unterschiedliche Grundrißform, Böschungsneigung und -abstufung variiert werden.

Eine in das Grundwasser eingreifende Abbaufirma schafft ein neues Gewässer, ein neues (und oftmals im Gebiet neuartiges) Gewässerökosystem, dessen limnologische Eigenschaften, Reaktionen und Perspektiven bei der Abbaugestaltung nicht völlig unberücksichtigt werden dürfen (falls das Gewässer nach Abbauende verbleiben soll).

Deshalb ist hier ein Blick auf die unterschiedlichen limnologischen und gewässerökologischen Eigenschaften verschiedener Naßbaggerungen erforderlich (vgl. auch [Kap. 1.3](#)).

Große (über 4 m tiefe) Wasserkörper erhöhen die Selbstreinigungsleistung. Ursprünglich nährstoffarme Gewässer eutrophieren bei geringer Zufuhr von exogenen Nährstoffen im allgemeinen verhältnismäßig langsam (SCHWOERBEL 1984). Im gemäßigten mitteleuropäischen Klima mit ausgeprägten Temperaturunterschieden zwischen Sommer und Winter stellt sich eine thermische Schichtung ein, welche durch die unterschiedliche Dichte verschieden temperierten Wassers zustandekommt: Sonneneinstrahlung im Sommer bzw. Abkühlung im Winter und Wirkungstiefe des Windes verursachen einen oberflächennahen jahreszeitlichen Temperaturwechsel des Epilimnions. Die Wassertemperatur des Hypolimnions liegt ganzjährig unter 10°C bei nur geringen Temperaturschwankungen (s. Abb. 2/4, S. 107). In dieser Tiefenzone gedeihen wegen Lichtmangels keine höheren Pflanzen. Im Sommer und Winter verhindert die "Sprungschicht" (Zone mit starkem Temperaturgradienten) eine Durchmischung des Wasserkörpers (= Sommer- bzw. Winter-Stagnation). Im Herbst und im Frühjahr stellt sich durch die Abkühlung bzw. Erwärmung der oberen Wasserschicht nahezu eine Temperaturgleichheit des gesamten Wasserkörpers ein. Die gleichmäßige Dichte des Wassers ermöglicht eine Umwälzung des Epilimnions und Hypolimnions durch den Wind und einen Stoffaustausch zwischen beiden Schichten.

Die sommerliche Schichtung unterbindet eine Ausdehnung der Stoffumwandlungsprozesse (besonders Auf- und Abbau organischen Materials) des Epilimnions auf das Tiefenwasser. Diese Blockade verhindert, daß größere Mengen noch nicht mineralisierten (= nicht abgebauten) Materials am Grund sedimentieren, wo sie dann bei hoher Sedimentationsrate anaerob (= unter Sauerstoffabschluß mit Faulgasbildung) abgebaut würden. Bei einer Sauerstoffsättigung im Tiefenwasser von unter 10 % wird Phosphat aus dem Sediment mobilisiert, was eine geradezu explosionsartige Eutrophierung des Gewässers nach sich zieht.

Die längere Verweildauer der organischen Substanz im Epilimnion während der Stagnation ermöglicht einen aeroben Abbau (unter Sauerstoffeinwirkung), bevor die mineralischen Reste sedimentieren. Nahe der Wasseroberfläche steht durch Photosynthese und Diffusion in der Regel reichlich Sauerstoff zur Verfügung. "Die Menge an (nicht mineralisiertem:

Anm. d. Verf.) organischem Material, das sedimentiert, hängt von vielen Faktoren ab: den primären Produktionsbedingungen im Epilimnion, der Sink- und Abbaugeschwindigkeit der toten Organismen und der Tiefe des Gewässers. Der Abbau von totem Plankton erfolgt so rasch [...], daß ein beträchtlicher Anteil der organischen Substanz noch im Epilimnion frei wird, und je nach Tiefe und Produktion des Gewässers eine mehr oder weniger große Menge an organischen Resten abgelagert wird. THIENEMANN (1928) charakterisierte deshalb die Seen gemäßigter Klimate [...] nach dem Volumenverhältnis von Epilimnion zu Hypolimnion. Ein See ist oligotroph, wenn dieses Verhältnis 1 oder unter 1 ist und eutroph, wenn das Verhältnis über 1 liegt. [...] Im oligotrophen See ist die hypolimnische Sauerstoffzehrung während der Stagnation gering, jedenfalls nicht über 50 %, im eutrophen See kann der Sauerstoff vollständig aufgezehrt werden" (SCHWOERBEL 1984: 71ff).

Über die aus ökologischer Sicht anzustrebende Tiefe einer Naßbaggerung gehen die Meinungen auseinander. DINGETHAL et al. (1985) benennen eine Mindesttiefe von 4 m und eine Mindestgröße von 3 ha, damit sich eine stabile thermische Schichtung im Sommer und im Winter aufbauen kann. Nach Meinung von WÖBSE (1978) gewährleisten Seen erst ab einer Tiefe von ca. 10 m einen günstigen Stoff- und Temperaturhaushalt. Ein derartig tiefreichender Lockergesteinsabbau kommt aber nur an wenigen sehr mächtigen Lagerstätten in Frage (z.B. südl. Münchener Schotterebene).

In Flachwasserzonen (bis zu 3 m Tiefe) und insgesamt flachen Baggerweihern entwickelt sich ein rascherer Stoffumsatz. Der Eutrophierungsvorgang flacher Baggerungen setzt früher ein. Unterwasser-rasen (in kalkreichen Baggerungen vor allem Characeen) überziehen innerhalb von 1-3 Jahren den Gewässerboden. Die Planktonen-Biomasse (schwebende Kleinlebewesen) und Algenbesiedlung je m³ Wasser ist in Flachbaggerungen im Schnitt natürlich viel größer als in Baggerseen mit erheblichem Tiefwasseranteil.

Flachbaggerungen ohne Tiefenwasserzone sind fischereilich ungeeignet oder weniger attraktiv (vgl. Kap. 1.3). Der Besatzdruck sinkt in etwa mit der Tiefe und dem Wasservolumen. Die Spielräume für Amphibien und andere Fischbeutetiere sowie für eventuell über Wasservögel eingeschleppte Kleinfischarten werden größer. Auch die Bade-Attraktivität sinkt schlagartig, wenn größere, über 2 m tiefe Wasserflächen fehlen, zumal "unschöne" flottierende Algenmatten in rasch und kontinuierlich erwärmten Flachwasserzonen meist nicht ausbleiben und das rasche Wachstum von Unterwasserpflanzen den Badegästen das Schwimmen verleidet (angsterregendes "Bauchkitzeln" durch Tausendblatt, Hornblatt, Laichkräuter usw.).

Makrophyten-Verlandungsgürtel bilden sich natürlich nur an Flachufern, vor allen Dingen solchen mit stabiler Sohle, die nicht immer wieder von Lockermaterial überrollt werden (flaches Uferbord, geringe Böschungsneigung), Baggerseenufer mit hoch über

den Wasserspiegel emporragendem Bagger-Kliff sind wegen des durch Vernässung und Frostwechsel geförderten ständigen Nachbrechens und -rieselns frei von Wasserpflanzen. In hydrokarbonatreichem Grundwasser ausgehobene Flachseen neigen infolge der starken Erwärmung zu rascher Ausfällung von Seekreide. Kalkinkrustierte Armluchteralgen beschleunigen die Calciumkarbonat-Anhäufung über der Kiesschicht.

Die Kalkausfällung schafft verbesserte Wurzelsubstrate für verschiedene Wasserpflanzen (Characeen-Förderung!), festigt unter Umständen etwas die Lockerkiese, verstopft zwar die interstitialen Porenräume am Gewässerboden, kann aber auch einen gewissen Reinigungs- und Antieutrophierungseffekt bewirken (Koagulation um Feinboden- oder organische Partikel und sedimentäre Festlegung im Bodenschlamm). In Grundwasserdepressionsphasen eventuell trockenfallende (aber immer noch feuchte) Seekreideüberzüge bilden offensichtlich interessante Kolonisierungssubstrate auch für bemerkenswerte Helophyten (z.B. *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Cyperus fuscus* und *C. flavescens*).

Groß- und Kleinröhrichtgürtel lassen sich am sichersten "erzeugen", wenn das Litoral (die Seichtwasserzone) nicht kontinuierlich in die Tiefwasserzone übergeht, sondern in Form einer "Kleinlagune" oder eines Randbeckens etwas vom Hauptwasserkörper abgetrennt ist.

Grundsätzlich sind alle für natürliche Seen der verschiedenen Trophiestufen charakteristischen Verlandungsgürtel auch an Naßbaggerungen möglich (Tausendblatt-Teichrosen-Gesellschaft, Seebinsenhöhricht, Schilfröhricht, Steifseggenried u.a.).

2.3.1.2 Anlage von Spülflächen bzw. Schlammteichen

Feinkorn-Ausschlammung verursacht eine rasche Abdichtung der Sohlen und Ufer sowie eine Eutrophierung und Trübung des Wassers. Wird Feinmaterial in nicht zu großen Mengen nur an wenigen Stellen eingeleitet, so sedimentiert das Feinkorn vorzugsweise im ruhigen Wasser an den beiden endseitigen Buchten und die Durchströmung des Baggersees kann erhalten bleiben (Abb. 2/5, S. 109). Das feinkörnige Substrat beschleunigt die Ansiedlung von Rohrkolben-, Schilf- und Igelkolbenhöhricht in den seichten Uferzonen.

Wird das Feinkorn in großen Mengen in ein separates Becken eingeschlämmt, so können wertvolle amphibische Lebensräume entstehen: Nahrungsplätze für Limikolen, seichte Wasserpflützen als Laichplätze für Amphibien und wechselfeuchte Stellen als interessante Florenstandorte. Wenn sich in Schlammteichen Röhricht ausgebreitet hat, können diese zu bevorzugten Bruthabitaten des Blaukehlchens werden, wie Untersuchungen von FRANZ (1989) im Oberen Maintal gezeigt haben.

Phase 1 der Schlammteichsukzession im Maintal ist nur schütter mit Rohrkolben und Schachtelhalm (*Equisetum limosum*) bewachsen. In Südbayern

(z.B. im Pullinger Kieswerk) können auch relativ rasch niedrigwüchsige Schilfherden vorwachsen. Phase 1 dauert 2-8 Jahre.

In Phase 2 (2-3 Jahre) hat der Breitblättrige Rohrkolben hohe Deckungsgrade erreicht. Im Maintal tauchen die ersten Schilfherden und etwas Weidenanflug auf. In südbayerischen Kieswerken mischen sich erstmals Seggenarten (an trockeneren Stellen z.B. *Carex serotina*, *C. lepidocarpa*) unter.

In der etwa 3-4 Jahre andauernden Phase 3 trocknen die Schlammflächen zumindest stellenweise periodisch ab. Die *Typha*-Dominanz geht zurück, Schilf verdichtet sich. Gleichzeitig dringen aber auch Weiden (*Salix alba*, *S. triandra*, *S. purpurea*, *S. smithiana* u.a.), stellenweise auch Schwarzerlen vor. Die Gesamtdeckung der Vegetation nähert sich 100 %. In der Münchner Ebene wurde auch die Ansiedlung von Großseggen (*Carex acutiformis*, *C. gracilis*, in Restpfützen auch *Carex vesicaria*) beobachtet.

In Phase 4 verdrängen bereits vorhandene und zusätzliche Gehölze (z.B. Birken, Wasserschneeball) den Röhrichtaspekt. Die inzwischen völlig abgetrocknete, durch den dichten Gehölzbesatz zusätzlich dränierte Schlammfläche hat sich in einen fast undurchdringlichen Dschungel verwandelt.

Phase 5 (derzeit nach Kenntnis der Bearbeiter noch nirgends in Bayern eingetreten) kennzeichnet die Annäherung an das potentiell natürliche Endstadium. Hier ist im rezenten Überflutungsbereich der Stromtäler (z.B. Kieswerk Unteroberndorf/LIF) mit einer Silberweidenaue (*SALICETUM ALBO-FRAGILIS*) zu rechnen, auf Kalkschlammstandorten der Niederterrassen mit Erlen-Eschen-Wäldern (*ALNO-PADION*), im weiteren Verlauf vielleicht auch mit Hartholzauen- oder Eichen-Hainbuchen-artigen Beständen.

Abb. 2/6 (S. 110) veranschaulicht die für die obermainischen Schlammfelder charakteristische Phasenabfolge.

Am Beispiel des Blaukehlchens (*Luscinia svecica cyanecula*), einer in Bayern naturschutzvorrangigen konzeptbestimmenden Art, analysierte FRANZ (1989) den populationsdynamischen Einfluß von Folgebiotopen des Kiesabbaues, insbesondere der Schlammfelder*. Synchron mit der Vermehrung der Kieswerke von fünf (1975) auf neun (1981) erhöhte sich die Zahl rufender Blaukehlchenmännchen im Maintal zwischen Breitengüßbach und Hochstadt von 15 auf 97.

In allen Beobachtungsjahren waren alle größeren Populationen stets an die betriebenen größeren Kieswerke gebunden, und lediglich Einzelvorkommen lagen abseits davon. Mit der Betriebseinstellung einzelner Kieswerke und der fortschreitenden Sukzession der Schlammteiche (Weidenschungelstadium) sank die Zahl rufender Männchen auf 39 und

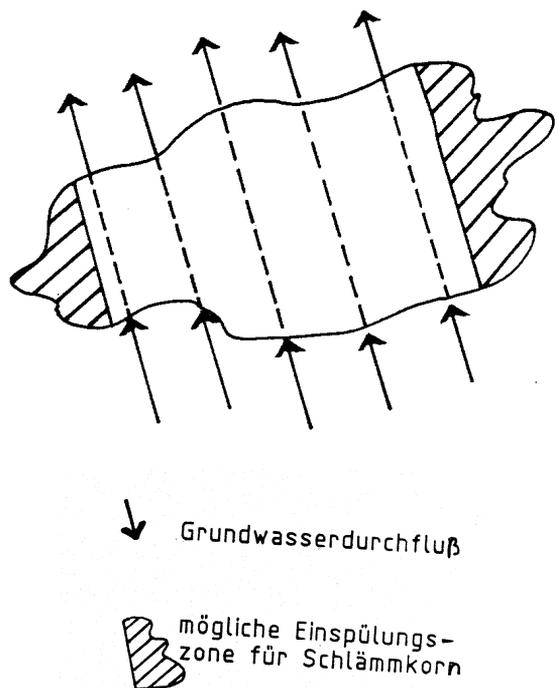


Abbildung 2/5

Einspülungszonen für Schlammkorn bei Grundwasserdurchfluß (eigener Entwurf nach verschiedenen Quellen)

die der großen Teilpopulationen von fünf (1981) auf zwei (1986).

Abb. 2/7 (S. 111) bringt diesen Zusammenhang im großräumlichen Überblick, Abb. 2/8 (S. 112) mit Blick auf ein einzelnes Kieswerk zum Ausdruck.

Generell wird die höchste Populationsdichte in Phase 3 oder im Übergang 2/3 erreicht. Voraussetzung ist also ein Mosaikkomplex aus noch offenen, schütter-niedrigen Röhrichten und Initialgebüsch. Die Besiedlung erfolgte aber bereits in der Pionierphase.

Mit Einsetzen der geschlossenen Verbuschung geht der Besatz zurück, da das Blaukehlchen als extrem bodennah aktive Art Bewegungsfreiheit in der Bodenschicht benötigt. Schlammteiche sind im Durchschnitt ca. 10-15 Jahre als Blaukehlchenlebensräume geeignet.

Abb. 2/9 (S. 112) dokumentiert, daß industriell geschaffene Strukturen wie die Schlammteiche in bestimmten Fällen den Rumpfbestand einer Art bestimmen können, dessen Dynamik alle anderen Filialpopulationen dieses Raumes (z.B. naturnahe Teil-

* Andernorts wurden rufende Männchen auch in schlammteichlosen, aber mosaikartig aus Flachwasserzonen, Röhrichten, Weidengebüsch und Pionierflächen bestehenden Abbaugebieten mit sehr extensiver Nutzung festgestellt (z.B. bei Pastetten/ED, eigene Feststellung).

che, Altwasser, Baggerseen, neuerdings auch landwirtschaftliche Kulturen) mitbestimmt.

Rund 70 % des Gesamtbestandes entfallen hier auf technogene Sekundärbiotop, die innerhalb von 20 Jahren entstanden sind. Zum Problem wird hier allerdings die dauerhafte Sicherung des Bestandes (vgl. Kap. 2.6, S. 124), da eine gezielte Genehmigung neuer Kieswerke zum Zwecke der Blaukehlchenhilfe wohl kaum im Sinne einer ausgewogenen Naturschutzstrategie sein kann.

Entlastend wirken hier lediglich natürliche alljährliche Überflutungen einzelner Schlämmfelder, die die Sukzessionsphasen 2 und 3 deutlich verlängern (z.B. Unteroberndorf).

2.3.1.3 Unterschiedliche Böschungswinkel und Uferausformungen

Grundsätzlich weiß der erfahrene Freilandfaunist und -florist:

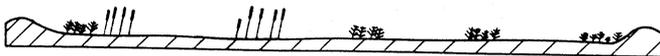
Jeder Böschungswinkel und jeder Kleinrelieftyp erzeugt unterschiedliche (Mikro-)Habitatbedingungen und erweitert damit das (potentielle) Artenspektrum eines Biotopkomplexes. Dies gilt für Abbaukomplexe in erhöhtem Maße. Denn hier werden die Standorteigenschaften noch durch die kleinorographisch sehr stark wechselnde Substratbeweglichkeit (Erosion, Abschwemmung, Ausblasung), durch fallweise ganz eigentümliche Wind(düsen)effekte in ausgedehnten, einseitig offenen Grubenarealen und durch den heute nahezu grubenspezifischen Sonderstandort "Rasen- bzw. Wurzelüberhang" an der Abbauberkante diversifiziert.

Das Spektrum der erdbaulichen Möglichkeiten (bzw. der ohne naturschutzfachliches Wollen im Abbauprozess anfallenden diversen "Morphotope") kann hier nur an wenigen Beispielen umrissen werden. Die Habitat- bzw. Wuchsorteigenschaften einer (Klein-) Reliefeinheit sind allerdings auch mit den bodenmechanischen und -hydrologischen Merkmalen des Substrattyps assoziiert: Ein verbackener Altglazialschotter "steht" besser und schafft für röhrenbauende Hymenopteren u.U. verlässlichere Wohnbedingungen als ein Würmschotteranschnitt, dieser wiederum übertrifft einen Anschnitt in einem alten Schüttkegel. Ein veränderlich-fester Anschnitt in Estherienschiefer oder Oberem Buntsandstein "hält" besser als eine Terrassensandböschung, ist aber wegen seines prismatisch zerfallenden Gefüges kaum für Höhlenbauer geeignet.

Anlage von Flachufern (1:10 und flacher)

Derart flache Ufer implizieren i.d.R. einen großen Ausbeuteverzicht an Lockergestein. Bei derart geringen Geländeneigungen ist Erosion weitgehend ausgeschlossen und eine wechselfeuchte Uferzone garantiert, die bei entsprechenden Wasserspiegelschwankungen +/- regelmäßig überspült wird. Der Ausbeuteverlust kann dadurch umgangen werden, daß ein Damm, der beim Abbaufortgang einfach stehengelassen wird, die Abgrenzung zur Wasserfläche bildet und hinter dem Damm durch Einspülen des unbrauchbaren Schlämmkorns im nachhinein ein flaches Ufer entsteht. Erst Flachufer mit einer Mindestbreite von etwa 10 m erfüllen die Habitatfunktionen für hygrophile Laufkäfer, für Pflanzenarten der bedrohten Zwergbinsen- und Strandlings-

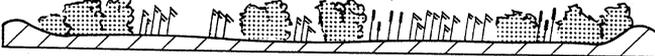
Phase 1



Phase 2



Phase 3



Phase 4

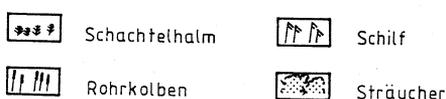


Abbildung 2/6

Schemaabfolge der Schlammfeldsukzession in obermainischen Kieswerken/BA, LIF (aus FRANZ 1989)

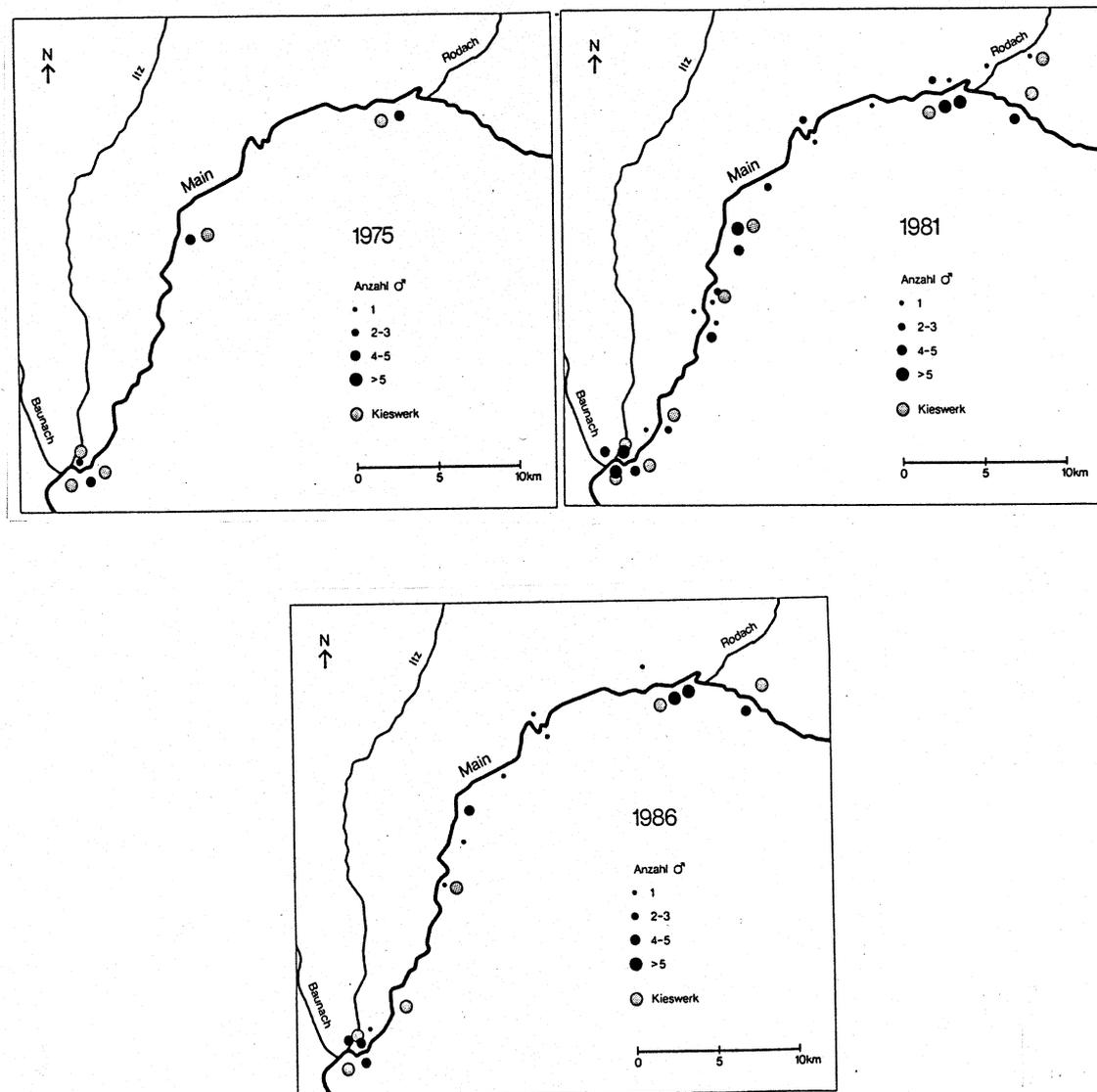


Abbildung 2/7

Blaukehlchenverbreitung im Maintal 1975 - 1986 in Abhängigkeit von der Verteilung betriebener Kieswerke
(aus FRANZ 1989).

fluren (bei stark schwankenden Wasserständen) und als Rast- und Nahrungsplatz für Limikolen. Die Standort- und Artenvielfalt erhöht sich deutlich bei unregelmäßig-kleinteiliger Reliefausformung.

Zu den wichtigsten Gestaltungsprinzipien zählt die Ufer-Berme: Die Auskoffnung hinterläßt keine stetig ansteigende, sondern eine balkonartig unterbrochene Böschungform. Im Querschnitt folgen Tiefwasserzone - steiler Unterwasserhang - stehengelassener Restrücken ("Nehrung") - seichte "Lagune" - "Strandplatte" bzw. akkumulierter Rollschuttkegel (+/- im Wasserschwankungsbereich) und Abbauwand aufeinander. Vielerlei Abwandlungen sind möglich: "Nehrung" auf eine schmale Trennrippe verschmälern oder knapp unter die Wasseroberfläche verlegen ("Schelfrand"), auf "Strandplatte" verzichten, d.h. Abbauwand direkt an den "Schelf" heranrücken, durch Abbaggerung des "Nehrungsan-

schlusses" an das Ufer die Zugänglichkeit behindern etc. (vgl. Abb. 2/10, S. 113).

Was bringen diese Ufergestaltungsvariationen?

Der selbsttätigen Ausdifferenzierung der pflanzlichen Besiedlung wird Vorschub geleistet. Eine spätere Gürtelung in unterschiedliche Stockwerke der Wasser- und Ufervegetation wird vorprogrammiert, die Selbstansiedlung von Armleuchteralgen, Pionierseggen, Röhrichtarten und dergleichen beschleunigt. Die normale limnologische Stufung Hypolimnion/Sprungschicht/Epilimnion bzw. Profundal/Litoral wird erheblich erweitert. Die Abschottung der Flachwasserzonen vom offenen Baggersee behindert einen Temperatureausgleich durch windgepeitschte Einströmung kühleren Wassers in die "Lagune", die Aufheizung wird verstärkt, die Stoffwechselaktivität der Planktonen erhöht und die Me-



Abbildung 2/8

Verteilung der Blaukehlchen im Oberen Maintal auf verschiedene Biotoptypen von 1971 bis 1986 (aus FRANZ 1989)

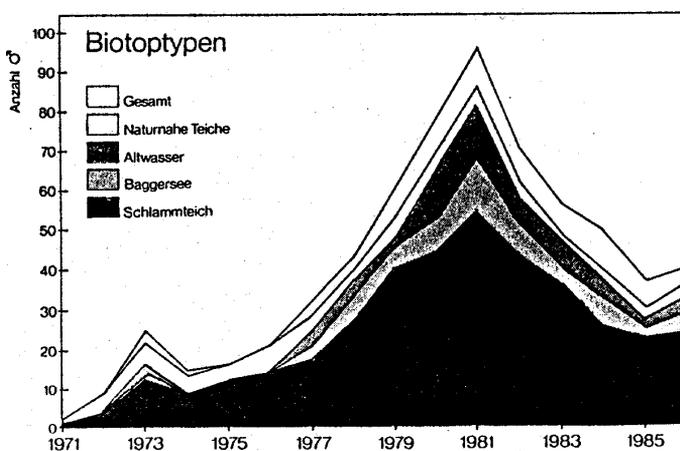


Abbildung 2/9

Bestandsentwicklung des Blaukehlchens im Kieswerk Staffelstein und Vegetationsphasen-Entwicklung der Schlammteiche (aus FRANZ 1989)

tamorphosegeschwindigkeit (z.B. für Amphibien, Libellen) beschleunigt.

Im Bereich von Grundwasseraustritten kann sich in Bermennähe ein durchaus quellmoorähnliches oder helokrenenartiges Milieu ausbilden (Schlenkenbildung, Quellkreideausfällung). Zwar eröffnet sich hier keineswegs die große Chance, verlorengegangene Kalkflachmoorlebensräume (in der Münchner-, Iller-, Lech- und Donau-Ebene) zu ersetzen, doch ist grundsätzlich eine Sekundärsiedlung einzelner Pflanzen- und Tierarten dieses ökologischen Milieus denkbar (z.B. Blaualgen der Gattung *Nostoc*, Erbsenmuschelarten, Quellschnecken, einzelne Cyperaceen wie Wenigblütige Sumpfbirse *Eleocharis pauciflora*, Bunter Schachtelhalm *Equisetum variegatum*, Gelbe Segge *Carex oederi*, Schneide *Cladium mariscus*, Kriechsellerie *Apium repens*).

In einzelnen Kiesgruben ist die Ansiedlung dieser und weiterer Arten auch in neuerer Zeit bereits zu beobachten (z.B. südlich Seeshaupt/WM, N Forstinning/EBE, W Niederneuching/ED).

Anlage mäßig steiler Ufer mit Neigungen von 1:3 bis 1:4

Mäßig steile Ufer ermöglichen eine relativ hohe Materialausbeute und gewähren dabei noch eine ausreichende Standsicherheit der Böschungen. Für

den Artenschutz sind diese Neigungen weniger wertvoll, da sich hier nur relativ schmale Zwergbinsenfluren bzw. Röhrichtstreifen ausbreiten können. Zudem sind Uferbereiche dieser Neigung gesucht. Erst ab einer Breite von wenigstens 10 m werden Schilfzonen von (wenig störungsempfindlichen) röhrichtbrütenden Vogelarten angenommen (BÖTTGER et al. 1978).

Anlage von Steilufern und Wänden (Neigungen über 45°)

Steilufer können als Abbauwände in +/- bindigem Substrat einfach stehenbleiben. Sie sind im allgemeinen sehr starker Erosion ausgesetzt. Aus Sicherheitsgründen können sie daher nur an sorgfältig ausgewählten Stellen, wo sie keine Gefährdung für Passanten darstellen, angelegt bzw. erhalten bleiben. (Zur Berechnung der Standsicherheit von Böschungen sei auf DIN 4084 verwiesen.) An windexponierten Uferseiten brechen sie durch Wellenschlag häufig nach und flachen stark ab. Vor Wassererosion können Steilufer durch Lebendverbauungen oder Steinwürfe bis zu einem gewissen Grad geschützt werden.

Sie bilden heute Ersatzbiotope für Prallhänge naturnaher Flußlandschaften. Erosionsvorgänge sind typisch für kurzlebige Extremstrukturen, sie beeinträchtigen daher ihren ökologischen Wert

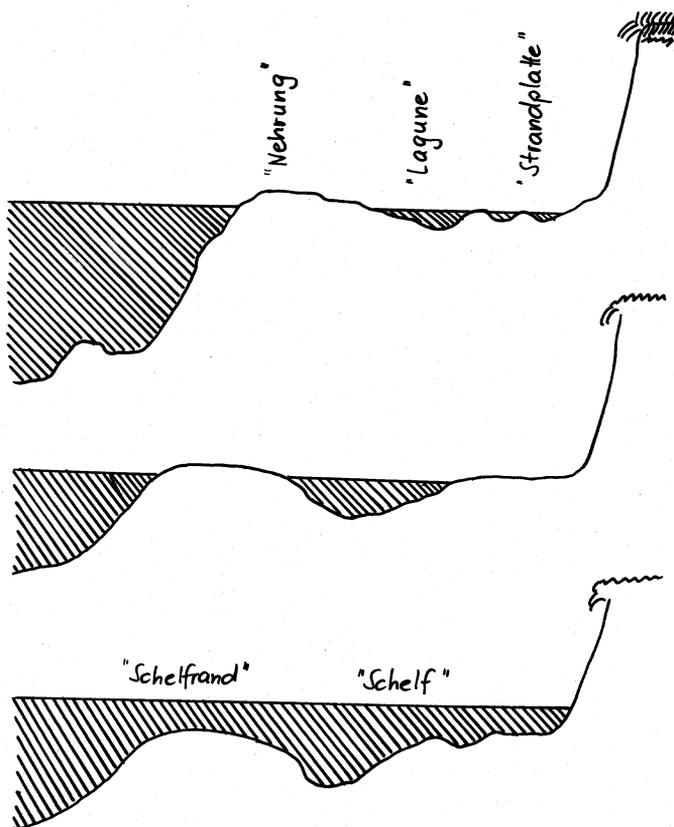


Abbildung 2/10

Variationsmöglichkeiten von Uferbermen an Baggerseen

nicht. Sie bleiben i.d.R. lange Zeit weitgehend vegetationsfrei.

Will man künstliche Armierungen (z.B. basale Betonvermauerungen wie z.B. an "Eisvogelbrutwänden" im Königsdorfer Baggerseeengebiet/TÖL) vermeiden, so ist es im Regelfall unmöglich, Abbauwände auch nur über ein Jahrzehnt in der gewünschten Bruthabitatqualität (z.B. Uferschwalbe, Bienenfresser, Eisvogel, Erdbienen, Grabwespen) zu erhalten. Nicht umsonst setzen kontinuierlich eingenommene Höhlenbrüterhabitate (-standorte) in der Naturlandschaft Fließgleichgewichtsstandorte voraus, an denen die natürliche Bach- oder Flußströmung den Prallhang immer wieder unterschneidet und das nachbrechende Material beseitigt, somit - bei stetig fortschreitender Einbuchtung des Steilufers - dessen Steilheit erhielt.

Diese Konstellation ist an Baggerseen und Trockenabbauwänden prinzipiell nicht simulierbar. Einzige denkbare Ausnahme wäre die Einleitung des Hauptströmungsstriches eines Fließgewässers in eine ufernahe Baggerung (vorstellbar z.B. an der Fränkischen Rezat/WUG, an der Haidenaab/NEW). Dieses Dilemma ist nur überbrückbar durch

- sporadisches vor allem winterlich-herbstliches Abkratzen bestehender Abbauwände (wie es in Bauernsand- und Lehmgruben früher gang und gäbe war; Entnahme blieb sogar während der Brutstandortsuch- und Brutzeit schadlos, wenn ein Ausweichen auf diesjährig nicht genutzte Wandabschnitte möglich war);

- ein Rotieren des Wandabbaues innerhalb eines großen Abbaukomplexes mit hoher Entnahmerate (in Großsandgruben mit immer wieder an anderer Stelle neugebildeten Wänden befinden sich einige der größten Uferschwalbenkolonien Bayerns; z.B. bei Tann/LA);
- ein Rotieren neuentstehender Wände zwischen verschiedenen Abbaugebieten.

Die Beständigkeit von Abbauwänden hängt natürlich vom geologischen Material und dessen sekundärer Verbackung (kalzitisch, silikatisch, durch Fe-Oxide usw.) ab. Durch oberseitige noch abbaufähige Nagelfluh-Bänke gepanzerte Abbauwände (wie z.B. häufig im Altmoränengebiet, in den Iller-Lech-Schotterplatten, im Quarzrestschottergebiet des östlichen Tertiärhügellandes) bleiben zwar länger stabil, eignen sich aber meist nicht für Höhlenbrüter und viele Röhrenbauer.

Allerdings können die hier entstandenen Wandgesimse (oft mehrmals in einem Profil wiederkehrende Oberkanten verfestigter Zwischenbänke) für Felsenbrüter (Uhu), im Alpen- und Alpenvorland (z.B. Isar- und Lechgebiet) auch für prä- und dealpine sowie xerothermophile Pflanzenarten u.U. bemerkenswerte Sekundärstandorte bieten.

Für bestimmte Renaturierungsziele können sehr steile (je nach Bindigkeit des Anstehenden 20°-45°), aber nicht wandartige Abbauhalden von Bedeutung sein. In dieser Gefällstufe können Folgeerosion bzw. Massenbewegungen soweit beruhigt sein, daß eine dauerhafte Narbe und Hangstabilisierung

möglich werden. Ausgeschwemmt werden überwiegend nur mehr die Feinteile. Für die Generierung trockenrasenartiger Sekundärbestände, z.B. an Grund- und Endmoränenanschnitten, bestehen hier oft die relativ besten Voraussetzungen, sofern die zugehörigen Spenderpopulationen in der Nähe vorhanden sind und ein Schutz vor landwirtschaftlichen Stoffeinträgen gegeben ist. Initialmagerrasen mit mehreren schutzvorrangigen Arten (z.B. *Pulsatilla vulgaris* N Oberfinning/LL, *Linum flavum* N Heimerdingen/MN) können sich etablieren (schöne Beispiele: Taglaching/EBE, W Eschenau/RO).

Innerhalb von Magerrasenkomplexen des Alpenvorlandes können konkurrenzschwache, spalierartig wachsende oder auf schütterere Steinrasen angewiesene Arten wie Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*), Silberwurz (*Dryas octopetala*), Bergamander (*Teucrium montanum*), Kleine Glockenblume (*Campanula cochleariifolia*) und Alpenquendel (*Calamintha alpina*) auffällig in alten steilen Kleinabbaustellen konzentriert sein (z.B. am Hirschberg/WM, westlich oberhalb Saulgrub/GAP).

2.3.1.4 Anlage von Inseln

Für Inseln bieten nur größere Naßbaggerungen Spielraum. Einigermaßen standfest sind nur aus dem Anstehenden herauspräparierte Inseln, nicht aber nachträglich aufgeschüttete. Nachträgliches Aufschütten von Inseln verlangt zudem sehr viel mehr Substrat, da die natürliche Lagerung zerstört wurde, und eine genaue Prüfung des Materials zur Vermeidung von Gewässerverschmutzung oder -eutrophierung. Nur unzugängliche Inseln sind für den Artenschutz von Interesse, z.B. in großer Entfernung vom (begehbaren) Gewässerufer. Diese werden von störungsempfindlichen Vogelarten als Brut-, Rast- und Mauserplatz und von Amphibien als Sommerhabitat aufgesucht. Hinsichtlich der Böschungsneigungen gelten die Aussagen von [Kap. 2.3.1.3](#) (S. 110).

Baggerinseln mit der Zielsetzung "Kiesbrüter" (wie z.B. an einigen Autobahnseen bei Dingolfing-Landau) erfordern ebenso wie Kiesflöße in Staustufen und künstliche Kiesinseln in Hakenseen an Strömen (z.B. bei Donaustauf) eine gelegentliche Beseitigung des unausbleiblichen Aufwuchses außerhalb der Brutzeit.

2.3.1.5 Herstellung von Tümpeln, Lachen, Pfützen und Verdichtungsstellen

Kein anderer Landschaftsteil birgt heute ein ähnlich vielfältiges Potential an limnologisch-morphologisch unterschiedlichen Kleingewässertypen wie das Spektrum der Abbaustellen. Es umfaßt

- flache Grundwasseraufschlüsse (bei stark schwankender Grundwasseroberfläche auch periodisch trockenfallend), häufig als seigenartige Serien in flachen Auskiesungen entstehend;

- Qualmwassertümpel (je nach Flußwasserstand von benachbarten Flüssen in Abbaukuhlen durchdringendes Uferfiltrat);
- Stauwasserlachen unterschiedlicher Beständigkeit;
- von Grubensicker- und Quellwasser durchströmte Pfützen (seltener austrocknend, relativ kühl).

Ephemere* Wasserstellen bzw. Verdichtungsstellen entstehen oft "von selbst" durch den Fahrbetrieb in Abbaustellen. Wird die Fahrspur frühzeitig festgelegt und im Abbaubetrieb beibehalten, verdichtet sich auch bei weniger tonigem Material allmählich die Spursohle. Ergeben sich mit der Zeit Schwierigkeiten beim Befahren, wird oft Kies oder Schotter in diese Mulden gefüllt. Wird nach Abbauende das lockere Material hieraus wieder entfernt, wobei das verpreßte Grobmaterial in der Mulde bleibt, verbleiben ephemere Kleingewässer als Habitat für seltene Pionierarten.

Als Laichhabitat für die heute auf Abbaugruben spezialisierten Amphibienarten Kreuz- und Wechselkröte sind über nährstoffarmem Substrat entstandene, sonnige Wasserstellen am wertvollsten, da diese langsamer zuwachsen und sich auch stärker erwärmen. Wenn sie mit wenigstens 0,5 m tiefen Zonen und mit dichtem Substrat (hohe Tonanteile) ausgestattet sind, trocknen sie bei normalem Witterungsverlauf während der Kaulquappenentwicklung dieser Krötenarten in der Regel nicht aus. Die Zugänglichkeit zum Ablaichen wird nur bei flachen Uferneigungen gewährleistet. In schattigen Lagen trocknen ephemere Kleingewässer zwar langsamer aus, erwärmen sich dafür aber auch weniger und werden vorwiegend nur von weniger anspruchsvollen, häufigeren Wasserkäfern und Wasserwanzenarten besiedelt. Für den Artenschutz optimal sind Wasserstellen, die an mehr und weniger sonnenexponierten Stellen im Abbaugelände in Gruppen angeordnet sind.

Eine Möglichkeit zur Anlage periodischer Wasserstellen im großen Umfang besteht im großflächigen Abschieben des Oberbodens und der nicht abbauwürdigen Schichten bis in den Grundwasserschwankungsbereich hinab. Dabei entstehende leichte Vertiefungen ("Rückzugsgumpen") reichen meist zum Überleben von Larven amphibisch lebender Insekten sowie Kaulquappen aus - auch während trockenerer Witterungsabschnitte (siehe auch [Kap. 2.5](#), S. 123).

2.3.1.6 Gestaltung von Sand- und Kiesflächen und Kiesrücken

Sand- und Kiesflächen sowie -rücken bleiben entweder nach dem Abbau als Teil der Sohle ohnehin übrig oder können durch Aufschütten entsprechenden Materials einfach gestaltet werden.

* ephemere = in kürzeren Abständen austrocknend

Sie können sowohl als **wechselfeuchte wie auch als trockene, nährstoffarme Biotope** für oligotraphente Vegetation und davon abhängige Tierarten geeignete Standorte sein, z.B. für Pflanzenarten der (Halb-)Trockenrasen, der Steinklee-Natternkopffluen usw. Von großen (noch) vegetationsarmen, locker geschütteten Rohbodenflächen profitieren die heute äußerst selten gewordenen Ödlandschrecken. Bei der Anlage von Sand- und Kiesflächen läßt sich mit einer **leichten Geländereliefierung** die Standortvielfalt erhöhen*.

Wenn durch den Abbaubetrieb humoses, nährstoffreiches Substrat in die Abbausohle eingebracht wurde, kann durch Überdecken mit nährstoffarmem Sand und Kies, der evtl. als unbrauchbares Korn zwischendepониert wurde, das Aufkommen konkurrenzstarker "Allerweltpflanzen" bzw. an Ufern ein rasches Verlanden verhindert werden.

Im Lockermaterialabbau selten anfallende **größere Steine oder Gerölle** können als Haufen ohne Feinerdeanteile im Abbaugelände aufgeschüttet werden. An sonnigen, trockenen Stellen bleiben solche Geröllhaufen aufgrund ihrer Wasserdurchlässigkeit lange Zeit vegetationsarm, sie heizen sich tagsüber stark auf. Vor allem in Trockenabbaustellen sind sie eine wertvolle Strukturbereicherung, da sie für Reptilien und zahlreiche Insektenarten Nist- und Aufwärmplätze darstellen. Größere Geröllmengen können an mehreren Stellen im Abbaugelände in Haufengruppen verteilt werden, wodurch u.U. mehreren xerothermophilen Lebensgemeinschaften eine Ansiedlungsmöglichkeit gegeben wird. Mit ephemeren Wasserstellen ausgestattete Abbaustellen erfahren durch Geröllhaufen eine wertvolle Bereicherung des Habitatspektrums, da sie Amphibien neben einer Laichmöglichkeit auch Tagesverstecke und Winterquartiere bieten. Ferner finden Reptilien und eine Vielzahl xerothermophiler Insektenarten einen geeigneten Lebensraum.

2.3.1.7 Umgang mit humushaltigem Substrat

Wird das gesamte humushaltige Material gleich zu Abbaubeginn gänzlich aus der Grube entfernt, können sich in Kies- und Sandgruben magerkeitstolerante/-liebende und konkurrenzschwächere, u.U. auch seltenere Arten entwickeln (dies allerdings nur, wenn ein gewisses Diasporenangebot herrscht und anderweitige Eutrophierungsfaktoren ausbleiben).

Feinkornhaltiger, humushaltiger Abraum (unbrauchbares Korn der Zwischenschichten oder der Deckhorizonte) besiedelt sich innerhalb weniger Jahre mit nitrophiler Ruderalflora (CHENOPODIETEA, ARTEMISIETALIA-Arten). Von derartigen Standorten geht bald ein erheblicher "Diasporenregen" aus, der schnell auch zur Besiedlung nährstoffärmerer Rohbodenstandorte mit Brennessel, Acker-

Kratzdistel usw. führt, wenngleich auch dort diese eutraphenten Arten nur zu kümmerformen heranwachsen. Eine Vermengung humosen Materials mit nährstoffarmem Substrat entwertet das ökologisch wertvollere magere Substrat für spätere Renaturierungen.

Nehmen humushaltige, +/- nährstoffreiche Substratdeponien weniger als ca. 20 % der Grundfläche ein, bleibt noch ausreichend Platz für die weitere Standortgestaltung. Der Ausbreitungsdruck von Diasporen abraumbesiedelnder Ruderalpflanzen bleibt am geringsten, wenn die Haufen an beschatteten Stellen bzw. im einfahrtnahen Bereich des Grubenareals angelegt werden.

2.3.1.8 Bereitstellung von Totholz

Tierökologisch bedeutsame Elemente "Totholz" können durch Einschlagen von Pfählen oder Pflöcken oder aus Holzresten der ehemaligen Betriebseinrichtungen geschaffen werden, falls nicht schon bei der Rodung des Abbaureals Baumstrünke, Wurzeln, Reisig u. dgl. angefallen sind. Für die Anlage ihrer Nester nehmen xylobionte (holzbewohnende) Wespen-, Bienen- oder Hummelarten nur **stärkeres Totholz in sonniger Lage** an, bevorzugt werden starke Stammabschnitte auf trockenem Untergrund. Derartiges Totholz wird auch von Reptilien als Sonn- und Nahrungshabitat angenommen. Es ist jedoch zu bedenken, daß abgelagertes Rodungsholz erst nach 10-15 Jahren eine nennenswerte Zahl an Bohrlöchern (Niströhren von Stechimmen) aufweist (HEYDEMANN 1981). Die Hohlräume in größeren Totholzansammlungen sind auch Reptilien- und Amphibienarten willkommen (z.B. Ringelnatter, Erdkröte), in Kombination mit Gehölzen können sie auch ornithologisch bedeutsam sein (z.B. Zaunkönig).

In schattigen Lagen vermodert Totholz durch Pilzbefall relativ rasch (vor allem gerbsäurearme Hölzer von Pioniergehölzen). Es wird meist von Moosen besiedelt und von Amphibien, Schnecken und anderen hygrophilen Tierarten als Tagesversteck und Winterquartier genutzt. Außerdem stellt Totholz Nahrung für die Larven von Bock- und Borkenkäfern dar.

2.3.1.9 Standortvorbereitung für Aufforstungsflächen

Eine **Folgenutzung Forstwirtschaft** bzw. eine Aufforstung aus gestalterischen Gründen ist nur nach einem tiefgründigen Bearbeiten des durch den Abbau freigelegten geologischen Untergrunds möglich. Nach pedologisch-ökologischen Untersuchungen von SEGATZ (1984) ist das Abbausohlen-substrat nach Verdichtungen während des Abbaubetriebs (Befahren, Erdbewegungen als Zerstörungen

* Reliefierungen der Abbausohle sind jedoch für die Ansiedlung einiger Tierarten eher hinderlich: Heidelerche, Brachpieper, Flußuferläufer, Flußregenpfeifer, Amphibien und Reptilien bevorzugen größtenteils mehr oder weniger ebenes, überschaubares Gelände und meiden eine unruhige "Kleinsthügel-Landschaft".

des ursprünglichen Substratgefüges) durch einfaches Überdecken mit Mutterboden nicht mehr in einem Zustand, welcher eine befriedigende Wachstumsleistung von Waldbäumen gewährleistet. Zudem weist es einen höheren Skelettanteil auf als der ursprüngliche B-Horizont. Die naturwidrige Sprungschicht (Abbausohle - Oberboden) kann die Durchwurzelung hemmen (mangelnde O₂-Versorgung der Wurzeln, Wasserübersättigung im Oberboden). Das Vermengen des Oberbodens mit magerem, grobkörnigem Substrat und das Tiefenlockern im rückschreitenden Verfahren bietet bei Folgenutzung "Forstwirtschaft" eine gute Standortvorbereitung. Die Substratvorbereitung bildet die Grundlage für ein standortgerechtes Vorwaldstadium, welches den Untergrund nochmals erheblich verbessert.

Abbauwände werden bei forstlichen Rekultivierungen oft abgeböscht (bzw. angeböscht), die entstehenden Hänge voll bepflanzt, zentrale Vertiefungen aber vor allem in neuerer Zeit als Kleingewässer belassen (z.B. Forstgruben im Sollachforst bei Isen/ED, bei Unterelkofen/EBE).

2.3.2 Landschaftliche Einbindung

Diesem Gesichtspunkt kommt mit zunehmender Größe und Einsehbarkeit der Abbaustelle eine stärkere Gewichtung zu. Eine Integration von Abbaugruben in die Landschaft kann entweder durch eine möglichst weitgehende Reduzierung der Einsehbarkeit oder durch eine Gestaltung der Grube als Ganzes erfolgen. Der Faktor Zeit, welcher die Abdauerdauer und die Unterteilung in Abbaubereiche beinhaltet, spielt eine wesentliche Rolle hinsichtlich der Wirksamkeit landschaftlicher Einbindungsmaßnahmen. Grundsätzlich lassen sich Methoden der Gelände- und Grüngestaltung in unterschiedlichen Abbauphasen voneinander unterscheiden.

2.3.2.1 Geländegestaltung

Je nach Lage einer Abbaustelle in der Landschaft gibt es unterschiedliche Vorgaben für ihre optische Einbindung (siehe [Kap. 1.10.2](#)). Für Geländegestaltungsmaßnahmen zur landschaftlichen Einbindung gibt es grundsätzlich fünf Möglichkeiten:

(1) Belassen der Morphologie

Dies empfiehlt sich besonders in Hügellandschaften. Ist zudem die Einfahrt der Abbaustelle an einer wenig einsichtigen Stelle, verändert sich der Landschaftscharakter nur unwesentlich. Der umgebenden Landschaft angepaßte Eingrünungen können zudem das Landschaftsbild aufwerten. Das **Auslösen von Vollformen** (Kraterbildung) bedingt einen gewissen Materialverzicht, selbst wenn die Abbauwände bis zur senkrechten Neigung noch standfest sind.

(2) Nachempfinden der umgebenden Formen

Eine nachträgliche Gestaltungsmethode besteht in der Herstellung von in der Umgebung vorhandenen Landschaftsformen.

Der **Abbau einer Vollform** kann bis zur Übertiefung im Vergleich zur nächsten Gruben-Umgebung

getrieben werden, um auf diese Weise eine talähnliche Struktur zu erzeugen. Dieser Eingriff in die Landschaft ist sicher zunächst einschneidend, kann aber bei gut geführter Be- und Eingrünung und gut durchdachter Planung (Berücksichtigung des Lokalklimas, der Abflußverhältnisse usw.) zumindest aus landschaftsästhetischer Sicht eine Schadensbegrenzung, in Einzelfällen sogar eine Bereicherung darstellen.

Ferner kann ein Abbau an Vollformen, wie z.B. Terrassen, als einfache offene Hangrückverlegung ausgeführt werden, die allerdings einen relativ starken landschaftlichen Eingriff bedeutet. Aus ökologischer Sicht ist eine derartige Abbauführung i.d.R. positiv zu werten, wenn keine naturbetonten Lebensräume dafür in Anspruch genommen werden, da sie eine Schaffung von extremen Pionierstandorten darstellt.

Terrassen können aber auch in relativ landschaftschonender Weise durch zeitweises Belassen einer Hang-Galerie abgebaut werden, wie [Abb. 2/11, S. 117](#), verdeutlicht. Der Blick auf offenen Rohboden an den Steilwänden bleibt dadurch weitgehend verdeckt. Nach der Ausbeute wird hier die Abbauwand etwas an- oder abgeböscht und begrünt. Die Galerie kann nun ebenfalls abgebaut werden und gibt den Blick auf eine "grüne Terrasse" frei. Die einzige zunächst verbleibende Rohbodenfläche fällt durch ihre horizontale Lage weniger auf. Die hier anzustrebende natürliche Vegetationsentwicklung der Böschungen und horizontalen Flächen wird zu blütenreichen Magerrasen, Gebüschern oder schattigen Laubmischwäldern führen.

Aus ökologischer Sicht bringt das Belassen der Galerie und der Verzicht auf eine Geländegestaltung der rückwärtigen Abbauwand den Gewinn großer potentieller Brutwände, die zudem durch ihre kaum einsichtige Lage evtl. auch eine beruhigte Zone bringen, wenn mißbräuchliche Nutzungen, wie Moto-Cross-Fahren, Mülldeponie, Camping und Lagerfeuer, Schießübungsgelände und andere Freizeitnutzungen, ferngehalten werden können.

In **Flugsandgebieten** kann nach der Ausbeutung von Sandgruben anfallender nährstoffarmer Abraum (Flugsand oder anderes nicht bindiges Substrat) zu dünenähnlichen Formen aufgeschüttet werden. Durch Einbeziehung der Grubenränder in dieses Gestaltungskonzept erzielt man eine verbesserte landschaftliche Einbindung (genauere Beschreibung in [Kap. 4.3.1](#)). Begrünungen sind hier aus landschaftspflegerischer Sicht nicht angebracht.

In den **von Glazialformen geprägten Landschaften** des Alpenvorlandes ist das Nachempfinden der natürlichen Umgebung möglich, z.B. durch das Aufschütten von drumlinförmigen Rücken. Werden sie aus magerem Abraum aufgebaut, kann sich hier über die natürliche Sukzession auch das typische Vegetationsbild von (zunächst lückigen) Kalkmagerrasen bis hin zu thermophilem Gebüsch mit hohem Saumanteil einstellen. Dabei können - wie in Flugsandgebieten - die Grubenrandzonen durch Formanpassung auch in die Gestaltung eingebunden werden.

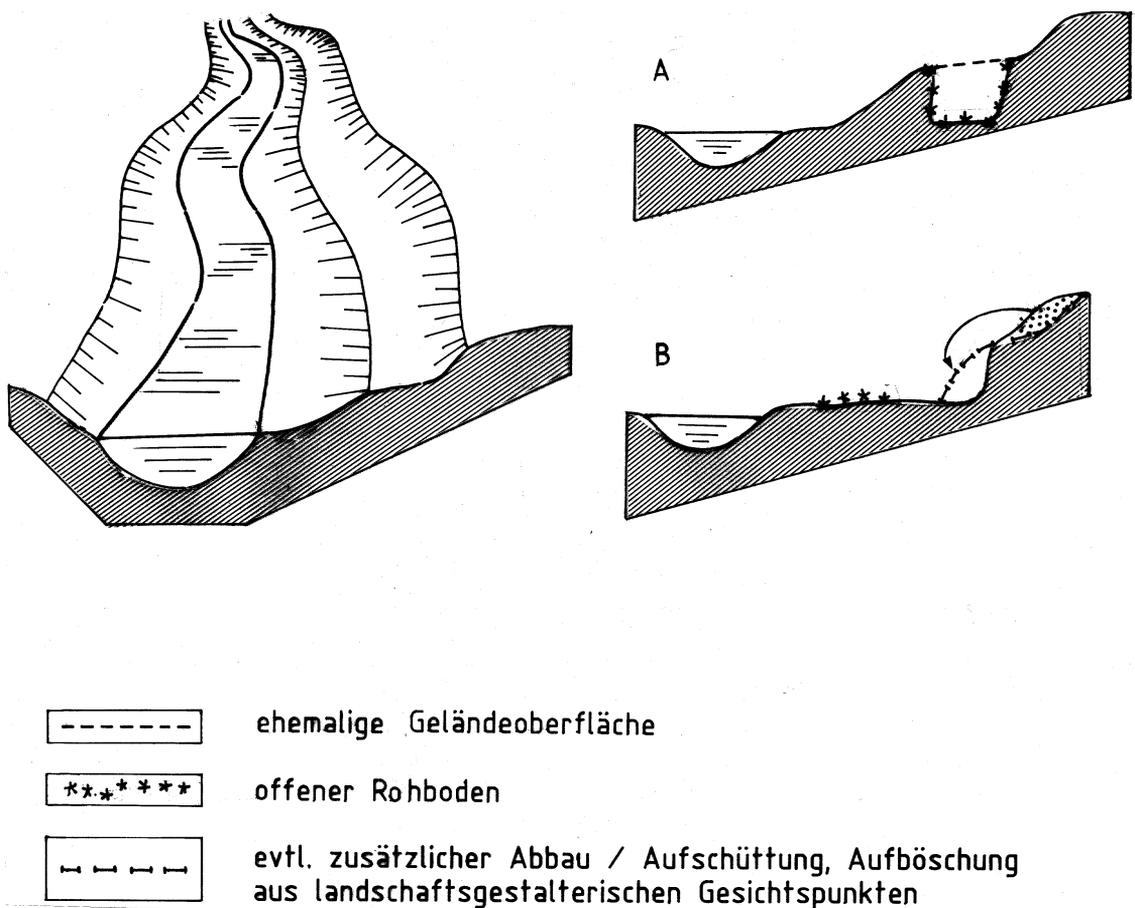


Abbildung 2/11

Schema für die Anlage und landschaftliche Einbindung von Abbaustellen an einer Leite.

In den Eiszerfallandschaften können bei kleinen Abbauen in Verebnungen auch totesloch-ähnliche Formen durch kreisrunde Ausgestaltung und konvexe Abböschung des Grubenrandes erzielt werden. Da späteres Aufschütten wegen fehlender Standsicherheit nicht in konvexer Form möglich ist, muß sich bereits der Abbau an dieser Endform orientieren.

Das Nachempfinden naturnaher Formen der Umgebung kann auch durch Aufnehmen von typischen Strukturen "en miniature" geschehen. So ist die Anlage größerer Abraumphaufen in größerer Anzahl nebeneinander vor der Kulisse eines kleinteiligen Hügellands denkbar. Durch Begrünung mit Wiesen oder Magerrasen, also niedriger Vegetation, kann diese Verkleinerung auch in der Vegetationsgestaltung durchgehalten werden und bleibt optisch erkennbar, ohne landschaftlich störend zu wirken.

(3) Ergänzung der umgebenden Formen durch Gestaltung geomorphologisch/ morphogenetisch verwandter Landschaftsbestandteile

In **Flußlandschaften des Tieflands**, in denen die Gerinne wenigstens noch ansatzweise Mäanderbil-

dung zeigen, stellt die Gestaltung von Naßbaggerungen in der Talau in Form von Altwasserschleifen eine optische Ergänzung des Landschaftsbildes dar (s. Abb. 2/12, S. 118).

Eine geschwungene, längliche Form ist bei entsprechender künstlicher Begrünung oder auch über die natürliche Sukzession bald nicht mehr als ehemalige Abbaustelle erkennbar.

Aber auch in **gewässerlosen Talungen** wird eine Naßbaggerung in gekrümmter Altwasserform oder bei länglicher, stärker gestreckter Form als Reminiszenz an einen ehemaligen Flußlauf, der diese Talform geschaffen hat, schon bald nicht mehr als Fremdkörper gesehen, sondern als strukturelle Bereicherung der Landschaft.

(4) Wiederherstellung der ehemaligen Morphologie (Verfüllung, Wiederaufhöhen eines teilweise abgetragenen Hügels)

Eine weitere Maßnahme zur landschaftlichen (Wieder-)Einbindung ist die Wiederverfüllung der Grube bzw. die Wiederaufschüttung des ehemaligen Reliefs. Sowohl aus wasserwirtschaftlicher als auch aus ökologischer Sicht ist diese Maßnahme in aller Re-

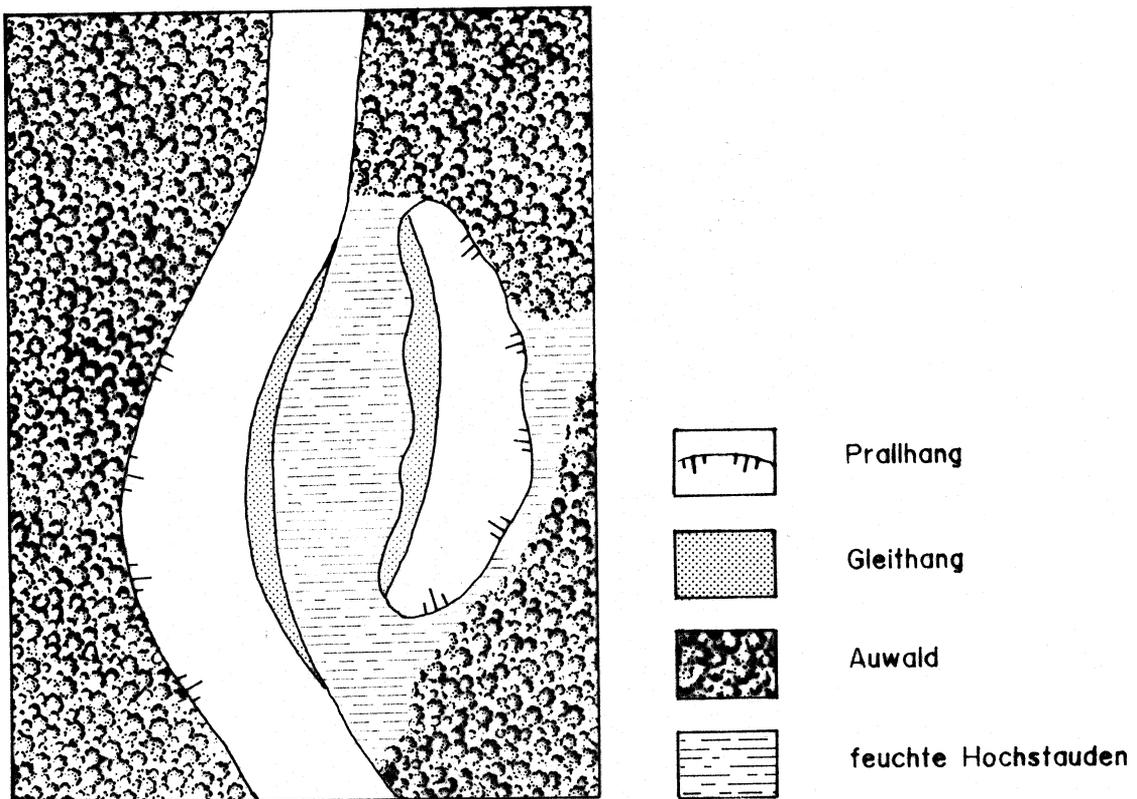


Abbildung 2/12

Schema für die Gestaltung von in Flußtälern gelegenen Naßbaggerungen als Altwasserarm

gel bedenklich, da geeignetes inertes Auffüllmaterial selten in ausreichender Menge vorhanden ist und die Auswirkung der Verfüllung z.B. auf das Grundwasser nicht ausreichend kontrolliert werden kann (HABLE 1993, mdl.).

Wiederaufschüttungen (z.B. von Hügeln oder Terrassen) sind zudem wegen der Rutschungs- bzw. Erosionsgefährdung der Lockermaterialien nur bis zu einer gewissen Höhe durchführbar. Eine sofortige künstliche Begrünung als Erosionsschutz ist meist unabdingbar.

Teilverfüllungen mit unbedenklichem Material und anschließender Geländemodellierung zu unterschiedlichen Reliefformen (wie in den vorigen Punkten beschrieben) mit Begrünung oder weniger hohe Aufschüttungen bieten eine technisch und organisatorisch eher realisierbare Alternative.

(5) Schaffung neuer Formen als Kontrunkte in der Landschaft

- Mit dem **Stehenlassen offengelegter Steilwände** können geologische Akzente in die Landschaft gesetzt werden, die von Naturschützern und Geologen gleichermaßen positiv beurteilt werden (Bedeutung von sonnigen Steilwänden für gefährdete Tierarten).
- Durch die **Aufschüttung von Hügeln in Mittelgebirgslandschaften mit steilen Erhebungen**

ergibt sich aufgrund der Instabilität des geschütteten Materials ein relativ sanftwelliges Relief. Diese Strukturen können einen optisch reizvollen Kontrast bilden, der den ehemaligen Abbau nicht zu "vertuschen" versucht. Auch aus naturschutzfachlicher Sicht ist diese Gestaltungsmethode nicht generell abzulehnen, sofern es sich um Trockenbaggerungen handelt.

- Die **landschaftliche Fremdform "rechteckige Wanne"** wird seit langer Zeit kaum mehr hergestellt. Lediglich bei kleinsten Baggerungen, die mehr die Folgenutzung (z.B. intensiv bewirtschaftete Fischweiherr) zum Ziel haben als die Ausbeute selbst, wird noch vereinzelt die Genehmigung solcher technischen und nutzerisch praktischen Formen versucht. Streng geometrische Formen passen allenfalls in breite Ebenen und in bereits seit langer Zeit kultivierte Niedermoore, wie z.B. das Donaumoos. Als Mindestanspruch an die landschaftliche Einbindung von Naßbaggerungen werden ansonsten geschwungene Uferformen mit unterschiedlichen Uferneigungen gefordert.

2.3.2.2 Grüngestaltung

Die Eingrünung einer Abbaustelle durch stufige, waldsaumähnliche Bestände ergibt einen guten Sichtschutz und kann das Landschaftsbild aufwerten. Wird für die Abbaustelle Wald gerodet, so kann

durch einfaches Stehenlassen und ergänzende Unterpflanzung eine dichte Kulisse geschaffen werden. Reine Laubholzpflanzungen ergeben im Winter einen etwas verminderten Sichtschutz, sind aber in Bayern außerhalb der Gebirge vielfach standortgerechter als Nadelhölzer. Eine Beimischung von maximal 20 % Nadelhölzern kann in Tallagen der Mittel- und Hochgebirgslandschaften in Betracht gezogen werden, um dem örtlichen Landschaftsbild gerecht zu werden. Je nach ihrer Position am Abbaustellenrand können derartige Eingrünungen eine für die Biozönoseentwicklung meist nachteilige Beschattung der Grubenstandorte bewirken.

Dichte Heckenpflanzungen haben durch ihre einheitliche geringe Höhe einen räumlich stärker eingeschränkten landschaftsästhetischen Effekt. Sie besitzen aber im allgemeinen einen hohen landschaftsökologischen Wert. Zum einen beschatten sie die Abbaustelle weniger als ein hoher Baumbestand, zum anderen sind sie Habitate zahlreicher Tierarten der Feldfluren und erfüllen als lineare Strukturen oft eine wichtige Verbindungsfunktion im Biotopverbund (vgl. LPK-Band II.12 "Hecken und Feldgehölze"). **Heckenpflanzungen mit weitständigen Überhältern** sind eine Kompromißlösung, die sowohl dem landschaftsästhetischen als auch dem naturschutzfachlichen Anspruch einigermaßen gerecht werden kann.

Nach dem Abbau eines (Teil-)Areal ist **das flächenhafte Begrünen der Abbaustelle** (z.B. Böschungsansaaten, Aufforstungen) als landschaftsgestalterische und ingenieurbioologische Maßnahme (Erosionsschutz) oder bereits als Wiedernutzbarmachung (Rekultivierung) einzustufen. Aus naturschutzfachlicher Sicht ist diese Maßnahme sehr kritisch zu beurteilen (vgl. Kap. 2.4.2, S. 120). Derartige Begrünungsmaßnahmen des Abbaugeländes lassen sich i.d.R. erst nach Geländegestaltungen (Anböschungen von Steilwänden, Auffüllen von Mulden etc.) durchführen.

Nur in wenigen Ausnahmefällen kann ein flächenhaftes Begrünen der ehemaligen Abbaustelle auch dem Naturschutz zugute kommen, wenn dort auf Humusauftrag verzichtet wird, Teilflächen von der Begrünung ausgespart bleiben und lichte, offene Magerbiotope mit auwaldähnlichen Beständen etc. angelegt werden.

Nach einer **Geländemodellierung** (z.B. hügelartige Auffüllung eines Teils der Grube zu einem Hügel) oder einfach als Resultat des Abbaus (z.B. Teilung einer Hügelkuppe) kann durch entsprechende Bepflanzung mit Gehölzen die optische Wirkung verstärkt werden (AMMER & POHLMANN 1977).

Die oft schwierige optische Eingliederung von Steilwänden kann durch Anlegen von Bermen* schon beim Abbau gemeistert werden, die dann entweder der natürlichen Sukzession überlassen werden und damit langsamer zuwachsen oder mit Bäumen und

Sträuchern bepflanzt werden und somit relativ rasch einen grünen Sichtschutz bieten. Letztere Methode schließt die Möglichkeit aus, die Steilwand als Brut habitat bereitzustellen.

2.4 Ingenieurbioologisch-vegetationstechnische Möglichkeiten

In diesem Kapitel werden zunächst Gestaltungen (Kap. 2.4.1) besprochen, mit welchen gezielt Habitats für bestimmte Artengruppen geschaffen werden. Anschließend wird auf künstliche Maßnahmen zur Stabilisierung bestimmter Habitatstrukturen eingegangen (Kap. 2.4.2, S. 120), welche eine längerfristige Ansiedlung lebensraumspezifischer bedrohter Arten zum Ziel haben.

2.4.1 Spezielle Habitatgestaltungen für einzelne Artengruppen

Zur Förderung gefährdeter Tierarten, z.B. aufgrund einer aktuellen Gefährdung eines nahegelegenen Habitats oder unter dem Aspekt des Biotopverbunds, können in Abwandlung zu den unter Kap. 2.1 (S. 95) genannten Standortherstellungsmaßnahmen auch gezielt folgende Habitatgestaltungen durchgeführt werden:

Laichgewässer-Konzeptionen

- Gestaltung von Amphibienlaichgewässern (für Kreuzkröte, Gelbbauchunke, Wechselkröte, Knoblauchkröte, welche in sonnigen Kleingewässern laichen)
 - Flächengröße zwischen 0,5 bis über 100 m²;
 - Gewässertiefe zwischen 0,10 und ca. 1,00 m, wobei auch seichtere Kleinstgewässer (Pfüthen, Fahrspuren, parallel zum Hauptgewässer verlaufende Riffeln etc.) als Ergänzungen für einige Arten erwünscht sind;
 - die Entwicklung einer kargen Wasservegetation deckt dabei die Laichhabitatsansprüche der für Abbaustellen typischen Amphibien (s. Foto 3).

Wenn Amphibienlaichgewässer separat von (größeren) Wasservogelbiotopen oder zur Fischzucht genutzten Grubengewässern angelegt werden, ist wegen der geringeren Konkurrenz mit Freßfeinden eine höhere Nachwuchsrate zu erwarten.

• Libellenlaichgewässer

Libellen verbringen im Larvenstadium mindestens ein Jahr lang in Gewässern. Wichtige Biotopenelemente für Libellen:

- artenreiche Ufer-, Schwimmblatt- und Unterwasservegetation: Eiablagehabitat für viele Arten;

* horizontaler Absatz einer Böschung

- vegetationsfreie, flache, sandige Uferabschnitte: begünstigen Pionierarten (z.B. Westliche Keiljungfer *Gomphus pulchellus*, Kleine Pechlibelle *Ischnura pumilio*);
- reich strukturierte, perennierende, dennoch eher seichte (Klein-)Gewässer mit sonnigen Ufern eignen sich als Larvalhabitat für viele Libellenarten.

Limikolenrast- und -nahrungshabitat

Entscheidend ist ein reiches Nahrungsangebot von im Uferschlamm lebenden Insektenlarven, Wasserkäfern, Weichtieren, Würmern etc. Folgende Gestaltungsmöglichkeiten werden empfohlen:

- Flachufer mit Neigungsverhältnissen von weniger als 1 : 7;
- Breite mindestens 8-10 m;
- Flachufer sind mit mindestens 0,20 m Schlammmaterial oder anderem Feinsubstrat bedeckt, sofern sie nicht aus diesem bestehen (kein humushaltiges Substrat aus Gewässerschutzgründen!);
- eine zeitweilige Überspülung der Flächen hält diese feucht und ist Bedingung zur Erhaltung der als Limikolennahrung dienenden Bodenfauna (vgl. BÖTTGER et al 1978).

Schilf- und Röhricht-Bruthabitate

Gestaltung von Bruthabitaten, z.B. für Zwerg- und Haubentaucher, Zwergdommel, Teich-, Schilf- und Drossel-Rohrsänger, Wasserralle:

- Uferneigung höchstens 1:4, damit sich eine ausreichend breite Röhrichtzone im überspülten Uferbereich entwickeln kann;
- Initialpflanzungen von Schilf beschleunigen die Röhrichtentwicklung;
- landeinwärts Anschluß einer möglichst breiten Zone mit Großseggen und Weiden, u.U. auch Erlenbeimischung. Solche auwaldähnlichen Flächen ergänzen Brutplätze für Enten und viele Singvogelarten und sorgen zudem für den Schutz vor Störungen des Bruthabitats;
- alternativ landwärts Anschluß an die Röhrichtzone bzw. einen Großseggenbestand; Anlage sonniger Trockenbiotope (trockene Sand- und Kiesrücken, Totholz, Geröllhaufen etc.), was z.B. als Habitatkomplex für die Ringelnatter geeignet ist.

Steilwand-Bruthabitate

Wichtig bei jeder Steilwandplanung ist das Belassen eines genügend (je nach Rutschungsgefährdung des Materials) breiten Abstands zu jeglichen Flächen anderer Funktion (Abstandsflächen zu Nachbargrundstücken, Eintrags- oder Sichtschutzpflanzun-

gen etc.), um während der Nutzungsdauer dieser Steilwand* ein erneutes Abstechen der teil-erodierten Wand zu ermöglichen.

• Gestaltung für Uferschwalben:

- freier Anflug zu den Brutröhren (= ohne höhere Vegetation vor, in und über der Wand);
- Lage in NE- bis SW-Exposition (östliche werden bevorzugt angenommen);
- Mindestgröße der mit diesen Eigenschaften ausgestatteten Wand(teile): ca. 6,50 m in der Länge und 1,20 m in der Höhe.

• Gestaltung für Eisvögel:

- teilweise verdeckter Anflug zur Brutröhre (= einzelne vorstehende Bäume, überhängende Wurzeln oder Äste), allerdings ohne Beschattung; vorgelagerter Ast als Ansitz notwendig;
- bevorzugt in NE- bis NW-Exposition;
- bei Steiluferrn Lage der Wandoberkante mindestens 50 cm über dem HHW**;
- Niströhreneingang i.d.R. 1-4 m über dem mittleren Wasserspiegel und meist mehr als 50 cm unter der Oberkante;
- auch über 10 m hohe Wände werden als Bruthabitat angenommen (vgl. HÖLZINGER 1987).

Am besten eignen sich als Bruthabitat für Uferschwalbe und Eisvogel Steilufer von Inseln, weil die umliegende größere Wasserfläche reichere Nahrungsgründe für die Vögel bietet und die Gefahr von Nesträubern und Störungen durch den Menschen dort erheblich geringer ist.

• Gestaltung für Hymenopteren:

- Optimales Habitat zum Niströhrenbau sind große, südexponierte Lößwände; Nordexpositionen werden von den thermophilen Stechimmen nicht besiedelt.
- Anlage der Niströhren geschieht bevorzugt ca. 2 m unter der Wandoberkante, da dort das Substrat am trockensten ist.
- Die Mindesthöhe der Steilwand beträgt in Trockenabbauen 3 m, eines Steilufers (wegen des kapillaren Wasseranstiegs) 4 m.

2.4.2 Künstliche Herstellung bzw. Stabilisierung artenschutzrelevanter Strukturelemente

Jegliche Maßnahmen zur Erhaltung von Strukturelementen, welche für ein frühes Sukzessionsstadium von Rohbodenbiotopen charakteristisch sind, können letztlich nur als Notbehelf angesehen wer-

* Diese richtet sich nach den Anforderungen durch den Biotopverbund.

** höchster Hochwasserwert

den. Wesentlich effizienter für den Artenschutz ist ein ständiges Neuentstehen solcher Formen, entweder durch natürliche Dynamik oder auch fortschreitenden (im Einklang mit Naturschutzaspekten stehenden) Lockergesteinsabbau. In besonderen Fällen (z.B. vorübergehender Mangel an Ausweichbiotopen) kann die Anwendung technischer Maßnahmen zur längeren Erhaltung bzw. Anlage von arten- bzw. artengruppenspezifischen Habitaten angebracht sein.

Steilwand, Steilufer

- 1) Die Stabilisierung solcher erosionsgefährdeter Landschaftsformen kann durch Aufbringen von Kalk und Verbauung erfolgen (vgl. WALDSCHMIDT 1975 und PAULER 1972, zit. in DINGETHAL et al. 1985).
- 2) Der Bau von Steilwänden aus unbrauchbaren Spülsanden und Schlammassen (vgl. HÖLZINGER & ZÖLLER 1975, zit. in DINGETHAL et al. 1985) ist z.B. durch Einspülen in ein über der Abbausohle gelegenes Absetzbecken möglich. Nach Absetzen und Verfestigen des Materials können diese Deponien mittels Hydraulikbagger oder ähnlichem Gerät zu Steilwänden abgestochen werden.
- 3) Steilufer können gegen Nachbrechen geschützt werden, wenn der Spülsaum des Gewässers (Zone des Wellenschlags) mit Steinwurf abgesichert und das Eindringen von Oberflächenwasser durch Einziehen einer Folie oder Auflegen eines Daches auf der Wandoberfläche verhindert wird.
- 4) Der Einbau von künstlichen Niströhren aus Rasingittersteinen oder Tonrohren lohnt sich i.d.R. nicht. Nach Erfahrungen in der Kreisgruppe Straubing des LBV (1990, mdl.) wurden diese Röhreneingänge von Uferschwalben kaum als Bruthabitat angenommen, und bei Steilwandnachbrüchen, z.B. bei Starkregen, werden sie meist aus der Wand herausgespült.

Kies- und Sandbänke

Voraussetzung für eine längerfristige Nutzung als Bruthabitat seltener Limikolen (z.B. Flußuferläufer, Flußregenpfeifer) ist das weitgehende Verhindern des Aufkommens von Vegetation auf diesen Standorten. Durch folgende Gestaltungsmaßnahmen können laufende Pflegemaßnahmen (Bewuchsentfernung) stark eingeschränkt werden:

- 1) Einziehen einer stabilen Kunststoffolie knapp (ca. 0,10 - 0,15 m) unter der Kiesdecke (SCHREINER 1982).
- 2) Alternativ dazu können auch die betonierten Flächen der Kieswasch- und -sortieranlagen nach Abbauende mit einer Kiesdecke überzogen werden, um eine längerfristig +/- vegetationsfreie Kiesoberfläche bereitzustellen. Diese Methode ist dem Einbau einer Kunststoffunterlage wegen der größeren ökologischen Unbedenklichkeit von Beton vorzuziehen.

Totholz

- 1) Die Besiedelbarkeit von abgelagertem Holz für Stechimmen kann durch Bohren von Löchern, bevorzugt an süd- und ostexponierten Stellen, beschleunigt werden (es empfehlen sich ca. 10-20 Löcher pro Pfahl oder Pflock). Verschiedene Durchmesser bieten einem breiten Artenspektrum Nistmöglichkeiten (z.B. 3, 4, 6 und 8 mm), eine leichte Neigung nach außen und unten verhindert weitgehend das Eindringen von Niederschlagswasser (vgl. OEHLERT 1990).
- 2) Gegen Eindringen von Niederschlagswasser an der oberen Schnittfläche des Holzes (Fäulnisgefahr für die Brut) kann ein kleines Dach aus wasserabweisendem, natürlichem Material (z.B. Alu-Blech) gesetzt werden.

Nistmöglichkeiten für Fledermäuse und Schleiereulen durch Belassen ehemaliger hölzerner Betriebsgebäude

Aus landschaftsästhetischer und sicherheitstechnischer Sicht unterschiedlich zu beurteilen ist das Stehenlassen von Betriebsgebäude(teile)n aus Holz, um Nistmöglichkeiten für Fledermäuse, Schleiereulen und eventuell andere höhlenbrütende Vogelarten zu bieten. Eine hohe Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Brut bzw. einer Annahme von Fledermäusen als Wochenstube ist dann gegeben, wenn das Holz zuvor nicht mit giftigen Holzschutzmitteln behandelt worden ist und ein nahegelegenes Vorkommen von Schleiereulen oder auch Fledermäusen bekannt ist.

Nach Beendigung der Abbautätigkeit kann neben der Herrichtung des Standorts auch direkt auf die Vegetationsentwicklung gestalterisch Einfluß genommen werden. Dabei gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Ansätze:

- passive Begrünung durch natürliche Sukzession;
- aktive Begrünungsmaßnahmen wie Bepflanzen, Ansaaten etc.

Bei letzteren kann man grundsätzlich unterscheiden zwischen Einzel- oder lokalen Pflanzungen, Soden- und Transplantationen und flächenhaften Pflanzungen bzw. Ansaaten.

2.4.2.1 Pflanzungen

- **Pflanzungen von Einzelbäumen** können entweder aus landschaftsgestalterischen Gründen oder zum Versetzen einzelner Bäume auf einer künftigen Abbaustelle vorgenommen werden. Eine u.U. mehrfach unterbrochene Baumreihe ergibt eine optische Bereicherung des Landschaftsbildes bzw. Verminderung der landschaftlichen Auswirkungen einer Abbaustelle. Auf der Südseite einer Abbaugrube gepflanzt, hat sie eine beschattende Wirkung, die in der Regel eine naturschutzkonforme Entwicklung in der Grube stört. Nordseitig schränken Baumpflanzungen den naturschutzfachlichen Wert nicht ein, da der Gehölzschatten vorzugsweise auf die grubenabgewandte Seite fällt. Auf West- und Ostseiten

kommt zur landschaftsästhetischen Funktion eine gewisse Windschutzwirkung.

- **Flächenhafte Pflanzungen** können z.B. als Schutzpflanzungen gegen Lärm- und Staubemissionen oder als Sichtschutz eingesetzt werden. Unter Naturschutzaspekten kann mit einer flächenhaften Pflanzung als dichte Hecken- oder Waldsaumpflanzung gegen unerwünschte Einträge aus der Luft und als rasche "Biotop-Pflanzung" ein Auffanghabitat für gefährdete Tierarten gehölzgeprägter Lebensräume eingerichtet werden, wobei der Erfolg stark von der Größe, Pflanzdichte, der Lage in der Landschaft und der Verwendung standortheimischer Gehölzarten abhängt.

Das flächenhafte Ausbringen von Schilf auf feuchten Uferzonen (durch das Ausstecken von Stengelabschnitten) ist durch die Fähigkeit dieser Pflanze, an jedem Sproßknoten zu keimen und lange Ausläufer zu bilden, meist von Erfolg gekrönt (DINGETHAL et al 1985: 65). Auf flachen, nährstoffreichen Flächen kann Schilf innerhalb weniger Jahre unerwünscht ausgedehnte, monostrukturierte Bestände bilden (auf Kosten wertvollerer Lebensgemeinschaften), so daß eine künstliche Ansiedlung aus ökologischer Sicht in den meisten Fällen negativ zu bewerten ist.

- **Lokale Pflanzungen** bezeichnen ein stellenweises Bepflanzen mit standortheimischen Arten, die als "Ausbreitungsherde" fungieren können. Dabei wird der Sukzession noch ein Spielraum gelassen. Eine besonders rasche Ausbreitung ist bei Arten mit der Fähigkeit zu vegetativer Vermehrung (Ausläufer- bzw. Polyzomonbildung) oder starker generativer Vermehrung mit "schweren" Samen zu erwarten. Lokale Pflanzungen können vom Abbaubeginn bis direkt nach Abbauende als Initialpflanzungen oder auch danach während der natürlichen Besiedlung als sukzessionssteuernde Maßnahme eingesetzt werden. Wenn erwünschte Pflanzenarten mit nur mäßiger Ausbreitungsfähigkeit (z.B. kein Schilf, keine Weiden) verwendet werden, eignet sich dies Methode gut als Starthilfe zur Begründung einer standortgerechten Biozönose.

2.4.2.2 Transplantationen

Darunter wird das Verpflanzen einzelner Individuen bzw. Soden (Ausschnitte einer Vegetationsdecke) von einem - meist von der Zerstörung durch Baumaßnahmen bedrohten - Entnahmestandort an einen standörtlich möglichst gleichartigen Sekundärstandort verstanden. Bei sorgfältiger Ausführung ist sie eine sehr schonende Pflanzmethode, da das Wurzelgeflecht der Pflanzen nur wenig beschädigt wird. Zudem werden hier auch die im Substrat und in der Krautschicht enthaltenen Kleintiere bzw. deren Gelege mit umgesiedelt. Es kann sich also um eine regelrechte Biozönose-Verpflanzung handeln.

Voraussetzung für ein Gelingen ist ein Abstechen der Vegetationsdecke bzw. des Bodens in einer Mächtigkeit von mindestens 0,6 m und das Vermeiden einer Zwischenlagerung der Soden (ZAHLHEI-

MER 1989). Dennoch wird durch den "Verpflanzungsschock" die Sauerstoffzufuhr im Substrat verbessert und die Nährstoffmineralisation angeregt (sowohl bei der Transplantation feuchter als auch trockener Bestände). Daher nimmt die Individuenzahl bzw. Vitalität gerade der schutzwürdigen Arten (z.B. Orchideen, Kleinseggen) am neuen Wuchsort meist nachhaltig ab, die Produktivität der Vegetation zu. Die "Nahtstellen" bieten Keimbetten für ubiquitäre Ruderalarten (z.B. MÜLLER 1990).

Eine Transplantation sollte nur unter direkter Aufsicht der zuständigen Naturschutzbehörden durchgeführt werden. Weitere Hinweise zu Methoden und Möglichkeiten enthält der LPK-Band II.2 "Dämme, Deiche und Eisenbahnstrecken".

2.4.2.3 Ansaaten von Landpflanzen

Ansaaten finden vor allem als landschaftspflegerische Begrünungsmethode zur oberflächlichen Stabilisierung erosionsgefährdeter Böschungen Verwendung. Saatmischungen mit hohem Anteil von Gräsern des Wirtschaftsgrünlands können die Besiedlung der Rohböden mit standorttypischen Kräutern stark einschränken. Vor allem entscheidet die **Aussaatedichte** über die weitere Vegetationsentwicklung. Allgemein wird für die Ersteinsaat von Rohbodenböschungen eine Ausbringungsmenge von maximal 5 g/m² empfohlen (z.B. ZAHLHEIMER 1989). Dann vermögen auch noch Pflanzen der Magerrasen zu keimen und sich zu etablieren, so daß sich artenreiche, ökologisch wertvolle Lebensgemeinschaften entwickeln können.

Ansaaten mit Fabaceen (z.B. Lupinen- oder Klearten) reichern den Boden mittelfristig mit Stickstoff an (durch die Entwicklung von Knöllchenbakterien). Ihre starke Konkurrenzkraft und große Ausbreitungsfähigkeit lassen nur konkurrenzstarke andere Arten aufkommen, so daß sie aus naturschutzfachlicher Sicht (nicht zuletzt wegen der Nährstoffanreicherung ehemaliger Magerstandorte) auch als Saatbeimischung nicht zu empfehlen sind. **Großflächige Ansaaten** (auch von Magerrasenmischungen) auf ökologisch potentiell wertvollen Grubenstandorten sind **naturschutzfachlich sehr negativ** zu beurteilen, weil die vor allem faunistisch wertvollen Pionierstadien des offenen Rohbodens entwicklungsmäßig übersprungen werden und das vorhandene bzw. eindringende Samenpotential (lokale Pflanzensippen bzw. -rassen) am Auskeimen gehindert wird.

- **Mulchsaaten**, d.h. das Aufbringen samenhaltigen Schnittguts von artenreichen Wiesen auf Rohböden, bringen unter folgenden Bedingungen gute Ansiedlungserfolge:
 - Ernte des Schnittguts kurz vor dem Zeitpunkt der Samenreife der gewünschten Pflanzenarten;
 - sofortiger Transport des Schnittguts auf die anzusäende Fläche ohne Zwischenlagerung;
 - schonendes Kleinhäckseln des Mulchmaterials vor dem Aufbringen; so können Keimlinge leichter durchtreiben und sich die Phytomasse schneller zersetzen als langfädiges

Material. Die positiven Effekte einer Mulchschicht, wie Verwehungs- und Austrocknungsschutz, Anlocken grabender Kleintiere zur Vermischung des Mulch- und Samenmaterials mit dem Substrat etc., sind dennoch ausreichend gewährleistet;

- Auftragsstärke 1-2 cm.

Eine Zusammenstellung möglicher Ansaatmischungen in Abhängigkeit von Bodeneigenschaften (entnommen DINGETHAL et al. 1985: 144ff) findet sich im Anhang.

2.4.2.4 Einbringen von Wasserpflanzen

Von submersen Wasserpflanzen lassen sich fast ausschließlich Laichkrautarten durch Auswerfen ganzer Pflanzenteile in geeigneten (möglichst klaren) Gewässern ansiedeln. In gleicher Weise können freischwimmende Wasserpflanzen (z.B. Froschbiß) eingebracht werden. Schwimmblattpflanzen mit sehr fleischigem, lufthaltigem Rhizom, wie z.B. Teich- oder Seerosen, können mit Drahtbügeln oder Steingewichten an den Rhizomabschnitten am Gewässerboden verankert werden, damit ihre Wurzeln nicht an die Wasseroberfläche auftreiben (DINGETHAL et al 1985: 164f).

Aussaaten von Wasserpflanzen verlaufen meist erfolglos, weil ihre Samen entweder schwimmfähig sind oder wegen ihres hohen spezifischen Gewichts sogleich auf den Gewässerboden sinken und nur bei sehr spezifischem Wasserchemismus keimen.

Während Ansaaten von Röhrichtpflanzen wegen der unkalkulierbaren Wasserstandsschwankungen meist erfolglos sind, kann ein Eingraben ihrer Rhizome an Ufern in feuchten Untergrund empfohlen werden. Eine Ansaat kommt allenfalls bei folgenden Arten in flachen Absetzbecken mit nur geringen Wasserspiegelschwankungen in Betracht: Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*), Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*), Graue Teichsimse (*Schoenoplectus lacustris*) sowie verschiedene Binsen-Arten (*Juncus spec.*) (DINGETHAL et al. 1985: 165).

Das Einbringen von Wasserpflanzen in nährstoffarme Gewässer und an deren Ufer erhöht zumindest zeitweilig die Nährstoffmineralisation und ist daher abzulehnen. Eine Übersicht über Beschaffung, Ansiedlung und Substrat heimischer Röhricht- und Wasserpflanzen (aus DINGETHAL et al. 1985: 166 u. 170) findet sich im Anhang.

Bei der Ansiedlung von Arten späterer Sukzessionsstadien ist zu bedenken, daß damit die ökologisch wertvollen Pionierstadien übersprungen werden (sowohl im Wasser als auch an Land). Nur bei **sorgfältiger Auswahl standortheimischer Arten ist die Gefahr einer Florenverfälschung minimiert**. Das größte Problem stellt dabei die Pflanzen-

bzw. Saatgutgewinnung dar: Die erwünschten, meist geschützten Arten sind in den jeweils lokal-spezifischen Sippen bzw. Rassen nicht auf dem freien Markt erhältlich (vgl. JÜRGING 1985). Artenschutzrechtliche Bestimmungen sind zu beachten

2.4.2.5 Gewinnung von standortheimischen Pflanzen und Saatgut

Folgende Möglichkeiten der Pflanzen- bzw. Saatgutgewinnung kommen in Betracht:

- 1) Pflanzwerbungen* in alten Gruben der Umgebung oder desselben Naturraums. Die Entnahme von Soden ist wegen des hohen Aufwands und fraglichen Umsiedlungserfolges nicht empfehlenswert.
- 2) Heranziehen von Arten auf grubeneigenen Standorten
Dies kann in sogenannten "Warteräumen" (z.B. am Grubenrand) durch Selektions-Pflege-maßnahmen erfolgen, ist aber allgemein auf allen gerade nicht im Abbau befindlichen Flächen einer Grube möglich, wobei magere Trocken- oder wechselfeuchte Standorte (z.B. Schlammbecken) zu bevorzugen sind. Von solchen Initialbeständen kann eine Besiedlung künftig verfügbar werdender, größerer Teilflächen ausgehen.
- 3) Pflanz- und Saatgutwerbung aus schutzwürdigen Lebensräumen der Umgebung bzw. des Naturraums (auch unter dem Aspekt des Biotopverbunds), die den gestalteten Grubenstandorten oder Strukturelementen entsprechen. Aus Gründen des Biotopschutzes kommt im allgemeinen nur der Transfer von samenhaltigem Mähgut in Frage.
- 4) Erwerb von Pflanzgut bei möglichst in der Nähe des Grubenstandorts gelegenen Anzuchtbetrieben, dadurch Minimierung einer Florenverfälschung und Vermeidung von Keimausfällen, da es sich in der Regel um lokale Rassen handelt, die an die lokalen Klimabedingungen angepaßt sind.

2.5 Besatzmaßnahmen

Nach wie vor ist als einzige ökologisch unbedenkliche Methode die **natürliche Besiedlung durch Bereitstellung von Ausbreitungskorridoren** für Tiere oder Pflanzen anzusehen. Wenn stenöken Arten mit nur mäßiger Verbreitungsfähigkeit die standörtlichen Gegebenheiten und Konkurrenzverhältnisse zusagen, vermögen auch diese zuzuwandern. Ist eine stillgelegte Abbaustelle als Element eines Biotopverbundsystems, z.B. zur Erweiterung des Lebensraums für bedrohte Tierpopulationen, vorgesehen, scheiden (künstliche) Besatzmaßnahmen im allgemeinen aus. Wenn jedoch eine Abbaustellen-Renaturierung als gezielter Ausgleich für einen im

* Sammeln von Verbreitungseinheiten, vor allem Samen oder Ableger

Umfeld gelegenen, von Zerstörung bedrohten Lebensraum konzipiert ist, können Besatzmaßnahmen durch einen Umsiedlungsversuch als Rettungsaktion für gefährdete Tierarten in Erwägung gezogen werden. Grundsätzlich sollten Besatzmaßnahmen nur unter Aufsicht von Fachleuten aus den Naturschutzbehörden durchgeführt werden. Für die Ansiedelung und das Aussetzen von nicht einheimischen Pflanzen in der freien Natur besteht nach Art. 4 I Nr. 1 Nat EG ein Verbot mit Erlaubnisvorbehalt. Die Ansiedelung bzw. das Aussetzen nicht einheimischer Tierarten ist im Art. 16 III BayNatSchG geregelt.

Bei Besatzmaßnahmen sind u.a. folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- 1) Die Entnahme von Tieren aus ihrem angestammten Lebensraum bedeutet eine Schwächung des Bestands. Die Intensität dieses Eingriffs hängt von der Fortpflanzungsrate bzw. Strategie der betroffenen Art ab. Die Entnahme eines Teils der Larven, des Laichs oder des Geleges ist populationsökologisch weniger bedenklich als die Entnahme von Adulten*. Bei individuenarmen Beständen kann die Entnahme bereits eines Teils des Nachwuchses das Erlöschen des Bestands bedeuten. Der Ansiedelung ausgewachsener Tiere von stenöken Arten ist selten ein Erfolg beschied, weil sie sich trotz scheinbar zusagender standörtlicher Bedingungen mangels Einpassungsfähigkeit in die (bereits vorhandene) Lebensgemeinschaft in der Regel nicht halten können.
- 2) Für keine Tierart sind sämtliche Habitatansprüche für das Zustandekommen einer stabilen Population bekannt. Deshalb birgt jede künstliche Besatzmaßnahme auch die Gefahr, daß die Tiere eingehen, abwandern oder sich bei den gegebenen Lebensraumbedingungen nicht mehr vermehren können. Beispielsweise sagt ihnen das Nahrungsangebot im neu geschaffenen Habitat nicht zu, weil es falsch eingeschätzt wurde. Gefahr besteht in jedem Fall für Nahrungsspezialisten (z.B. stenanthem** Wildbienenarten).
- 3) Es besteht die Gefahr, daß beim Umsetzen von Laich oder Gelegen durch Fehlbestimmung die "falschen" Arten erwischt werden, vor allem bei schwierig zu unterscheidenden Insektenarten (z.B. manche Libellenarten). So kann anstelle einer gefährdeten ubiquitären Art umgesiedelt werden. Diese besetzt nun mit einem gewissen Vorsprung den neuen Lebensraum, was eine (auch spätere) Besiedelung durch gefährdete Standortspezialisten meist ausschließt.
- 4) Jede künstliche Ansiedelung ist auch eine Veränderung der Biozönose. Sie entspricht einer Faunenverfälschung, wenn die angesiedelte Art im

Besatz-Lebensraum noch nie nachgewiesen wurde.

- 5) Die Entnahme einer Tierart aus einer Biozönose mit zahlreichen Tierarten kann zu einer unerwünschten explosionsartigen Vermehrung im neuen Habitat wegen fehlender Konkurrenz durch Freßfeinde führen. Unnatürlich artenarme Bestände können die Folge sein.
- 6) Beim Versuch, ganze Biozönosen umzusiedeln, folgt meist eine Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse (besonders bei dichter Besiedelung). ASSMANN et al. (1985) nennen folgendes Beispiel: Werden Larven von Frühläichern (Erdkröte, Grasfrosch u.a.) eingesetzt, so kann dies dazu führen, daß Spätlaicher (z.B. Gelbbauchunke und Laubfrosch) keine Nachwuchserfolge mehr aufweisen, weil die Larven von den schon weiter entwickelten Frühläicher-Larven gefressen werden.

Fazit:

Besatzmaßnahmen mit gefährdeten Tierarten sollten auch in anthropogen geprägten (Sekundär-)Lebensräumen unterlassen werden, abgesehen von wenigen begründeten, sorgfältig geplanten Ausnahmen. Günstiger ist die Nutzung des Biotopverbunds.

2.6 Anschlußpflege

Darunter werden in erster Linie Maßnahmen zur Erhaltung des Naturschutzwerts verstanden, sowohl während der Abbauphase als auch nach der Stillebung. Im vorliegenden Kapitel werden praktizierte und mögliche Pflegemaßnahmen beschrieben, mit welchen bestimmte Sukzessionsstadien der einzelnen Strukturbestandteile erhalten bzw. gestörte Lebensgemeinschaften in einen gewünschten Zustand zurückgeführt werden können. Die Palette umfaßt sowohl Standortmanagement als auch Vegetations-Pflegemaßnahmen, womit mittelbar Einfluß auf die Fauna genommen wird.

2.6.1 Mögliche Pflegemaßnahmen einzelner Habitate

2.6.1.1 Gewässer- und Gewässerrandpflege

Entkrauten

Diese nur in eutrophen, tieferen Grubengewässern praktikable Maßnahme bewirkt einen sporadischen Nährstoffentzug, wenn sie noch während der Vegetationsperiode im August oder in der ersten Septemberhälfte durchgeführt wird. Durch die Entnahme der Phytomasse fällt im Herbst auf dem Gewässerrand weniger Detritus an, die Gefahr einer Faulschlamm-Bildung wird vermindert und eine bessere

* Ausnahme: überalterte Bestände mit geringem Reproduktionsvermögen oder starken Ausfällen des Nachwuchses in den vorausgegangenen Jahren.

** Die Imagines stenanthem Wildbienen versorgen ihre Brut mit dem Nektar bzw. den Pollen aus den Blüten nur einer oder weniger Pflanzenarten (vgl. WESTRICH 1985).

Sauerstoffversorgung im Hypolimnion gewährleistet. Mit den Wasserpflanzen wird jedoch auch eine erhebliche Menge daran haftender Entwicklungsstadien zahlreicher Tierarten dem Gewässer entzogen. Wenn nur ein Teil eines Gewässers zum gleichen Zeitpunkt entkrautet wird, wird die Gefahr einer populationsgefährdenden Bestandsdezimierung stark eingeschränkt.

Die von DINGETHAL et al. (1985: 177) angesprochene Möglichkeit einer "biologischen Krautbekämpfung" durch das Einsetzen von "Graskarpfen" (*Ctenopharyngodon idella*) kommt in Baggerseen und -weihern mit Folgefunktion Naturschutz schon aus Gründen der Faunenverfälschung nicht in Betracht. Durch seine selektive Nahrungsaufnahme werden weichlaubige Wasserpflanzen (vor allem seltene Arten, z.B. *Myriophyllum*- und *Potamogeton*-Arten) besonders stark dezimiert.

Mit einem vorsichtigen (meist selektiven) Entkrauten kann auch bei größeren, meist dauerhaften Kleingewässern deren Attraktivität als Laichplatz für Kreuz- oder Wechselkröten sowie als Larvalhabitat für bestimmte Libellenarten um Jahre verlängert werden. Diese Maßnahme ist allerdings nur dann zu vertreten, wenn dabei keine gefährdeten Pflanzenarten herausgerissen werden (s. auch Ausführungen im LPK-Band II.8 "Stehende Kleingewässer").

Absaugen von Schlamm

Diese aufwendige, bei fehlender Pufferung wenig nachhaltige Methode kann als Sanierungsmaßnahme stark eutrophierter Gewässer mit Faulschlammablagerungen und Sauerstoffmangel am Gewässergrund angewendet werden. Vor allem die Rückführung von Phosphat aus dem Sediment kann in anaerobem Milieu beachtliche Ausmaße annehmen, was zu einer weiteren und extremen Beschleunigung der Gewässereutrophierung führen würde. Zur Verhinderung einer derartigen Phosphat-Rückführung können Gewässerböden mit Plastikfolien, Asche, Ton, eisenreichem Sand o.ä. abgedeckt werden. Diese Vorgehensweise ist aus ökologischer Sicht abzulehnen.

Als weitere denkbare Notrettung "umkippenden" Gewässer führen DINGETHAL et al. (1985: 178) die Belüftung des Hypolimnions durch Einpumpen von Sauerstoff an. Wegen des enormen Aufwands und sehr unsicheren Erfolgs scheidet diese Maßnahme jedoch aus (vgl. SCHWOERBEL 1984).

Mahd des Uferfröhrichs

Die Auswirkung dieser Maßnahme hängt stark vom **Mähzeitpunkt** ab. Wenn Schilfbestände während der Hauptwachstumsphase oder zur Blütezeit gemäht werden (Juni bis September), wird eine erhebliche Schwächung des Bestands erreicht, weil seine "ganze Wuchskraft" in den oberirdischen sproßabschnitten (Halme und Blüten) steckt. Eine Mahd im Spätherbst oder Winter dagegen verringert die Wuchsleistung des Schilfröhrichs nur geringfügig, dennoch nimmt die Vitalität des schnittempfindlichen Schilfs bei regelmäßiger Durchführung im

Lauf der Jahre ab, so daß sich in geringem Umfang auch weniger konkurrenzstarke, niederwüchsere Sumpfpflanzen ansiedeln können. Mit Rücksicht auf röhrichtbrütende Vogelarten und an bzw. in Schilfhalmen lebende Insekten-Larvalstadien kommt eine Mahd während des Sommers nicht in Betracht. Das Herausreißen der Wurzeln bzw. Rhizome, z.B. zur punktuellen Bestandsauflichtung, bringt keinen nennenswerten Erfolg.

Zur Verhinderung eines flächenhaften Zuwachsens ephemerer Wasserstellen durch Schilfröhricht kann eine rechtzeitige und weiträumige Schilfmahd eingesetzt werden (s. auch LPK-Band II.8 "Stehende Kleingewässer").

Entfernen von Weidenaufwuchs

Durch Herausreißen der noch jungen (höchstens zweijährigen) Weiden (*Salix spec.*) aus Pionervegetationsbeständen kann eine frühzeitige Verbuschung von Uferzonen eingedämmt werden. Durch konsequente Fortführung dieser Maßnahme alljährlich im Winterhalbjahr nimmt im allgemeinen der Besiedlungsdruck solcher Flächen durch Weiden zugunsten von krautigen Pflanzen ab. Es bildet sich eine +/- stabile, geschlossene Vegetationsdecke, häufig ein Röhricht oder eine Hochstaudenflur, welche den Anflug bzw. das erneute Keimen von Gehölzen nur noch in geringem Umfang ermöglicht.

Wird der Weidenaufwuchs aus Röhrichtbeständen in Schlammteichen rechtzeitig entfernt, können diese längere Zeit als Brut- und Nahrungshabitate des Blaukehlchens erhalten bleiben. Für eine hohe Nestdichte ist eine ausreichende Bewegungsfreiheit in Bodennähe entscheidend (FRANZ 1989).

Umbrechen von Kiesboden auf Grundwasserniveau

Wiederholte Versuche einer Ackernutzung in alten Bahngruben der Donauebene haben eine interessante Möglichkeit aufgezeigt, wie eine einmal etablierte Kalkflachmoorvegetation in Abbaustellen über Jahrzehnte erhalten und eventuell sogar werden kann. JÜRGING & KAULE (1977) berichten von einer massenhaften generativen Neuansiedlung und herdigem Wuchs von *Primula farinosa*, *Epipactis palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Tofieldia calyculata* an den Stellen, wo in früheren Jahrzehnten versucht wurde, mit einem Pflug den kiesigen, sich im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels befindlichen Grubenboden zu beackern. Ein derartiger Ausbreitungserfolg gefährdeter Pflanzenarten der Kalkflachmoore setzt das Fernbleiben von Dünger oder nährstoffreichem Oberboden voraus.

2.6.1.2 Pflegemöglichkeiten terrestrischer Lebensräume

Entbuschen

Entbuschen ist eine selektive und biozönose-schonende Pflegemaßnahme zur Erhaltung offener Lebensräume. Auf naturschutzfachlich interessanten Trockenstandorten bilden dichte Kiefern- oder Birkenaufwüchse oft eine starke Konkurrenz zu Mager-

rasenkräutern. Kiefern können durch Herausreißen bis zu einem Alter von ca. drei Jahren noch relativ leicht entfernt werden. Vorsicht ist selbstverständlich bei wurzelbrutbildenden Arten, wie der Schlehe (*Prunus spinosa*) oder dem Liguster (*Ligustrum vulgare*), geboten, die dadurch eine Wachstumsanregung bzw. Verjüngung erfahren. Für zum Stockausschlag befähigte Arten (z.B. Birken) bedeutet das Absägen des Stamms eine starke Verjüngung und ist daher als Freistellungsmaßnahme längerfristig wirkungslos. Je nach Vermehrungsfähigkeit der zu entfernenden Baumarten kann aber die passende Entbuschungsmethode gewählt werden (vgl. LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen" und II.4 "Sandrasen"). Dies erlaubt im allgemeinen keinen großen maschinellen Einsatz, sondern erfordert eine manuelle Pflege, die dadurch aber um so wirkungsvoller und selektiv sein kann.

Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt:

- Erhaltung von Bruthabitaten für Flußregenpfeifer, Flußuferläufer, Steinschmätzer, Brachpieper;
- Habitaterhaltung für Laufkäfer-Pionierarten, Ödlandschrecken, bodenbrütende Stechimmen; auf sandigen Standorten auch für den Ameisenlöwen, Wechselkröte, Kreuzkröte; Eidechsen und andere Reptilien;
- Standorterhaltung für niedrigwüchsige, heliophile Pionierpflanzen.

Streu- und Humusentfernung

Damit lassen sich in weiter fortgeschrittenen Sukzessionsstadien Primärstandorte schaffen, die dem Standort Nährstoffe entziehen. In den meisten Abbaustellen liegt ein kleinräumiges Standortmosaik aus unterschiedlichen Sukzessionsstadien vor, welches ein abschnittsweises Vorgehen verlangt, das jeweils in den am stärksten mit organischer Substanz angereicherten Bereichen vorgenommen werden sollte.

Streuentfernung kann auf besonders mageren Rohboden-Standorten, z.B. nach Einwehung von Laub, einer Eutrophierung entgegenwirken. Mit der Laubstreu werden allerdings auch die darin enthaltenen Klein- und Kleinstlebewesen entfernt. Eine stärkere Ansammlung von Fallaub oder mächtigere Altgras-Streulagen werden auch von Amphibien, Reptilien oder Kleinsäugetern zur Überwinterung aufgesucht. Bei einer Beseitigung der Streu im Frühjahr wird daher die Tierwelt am wenigsten beeinträchtigt.

Humusentfernung durch Abstechen der Oberbodenaufgabe (Abplaggen) kommt einer Rückführung fortgeschrittener Sukzessionsstadien zu Pionierstandorten gleich. Zur Schonung des darunter anstehenden, evtl. samenhaltigen Rohbodens ist hierbei ein sehr vorsichtiges Vorgehen nötig. Selbst ein geringfügiges Vermengen der Humusaufgabe mit dem darunterliegenden Magersubstrat begünstigt ein Massenaufkommen von Brombeere, Himbeere, Landreitgras und anderen Pflanzen der Schlagfluren, was diese potentiellen Mager- und Trocken-

standorte auf Jahre hinaus entwertet. Derartig gestörte Vegetationsbestände sind nur mit aufwendigen Pflegemaßnahmen wieder zu regenerieren.

Mahd mit Entfernung des Mähgutes

Mahd bewirkt allgemein v.a. die Förderung regenerationsfähiger, horstbildender Gräser (z.B. Aufrechte Treppe) und Rosettenpflanzen. Häufigkeit und Zeitpunkt der Mahd entscheiden über ihre selektierende Wirkung. Weil eine Mahd in Abbaugruben nur in seltenen Fällen zur Anwendung kommen dürfte (z.B. zur Zurückdrängung konkurrenzstarker Brachegräser und Ruderalstauden auf mageren Standorten), sei auf die LPK-Bände II.1 "Kalkmagerrasen", II.3 "Bodensaure Magerrasen", II.4 "Sandrasen" und II.9 "Streuwiesen" hingewiesen.

Mulchschnitt

Unter Mulchen versteht man einen Schnitt der Vegetation, wenn das Schnittgut auf der Fläche liegen bleibt. Beim Mulchschnitt entscheidet neben dem Schnitt-Termin auch die Aufwuchsmenge über die Auswirkungen. Er kommt vor allem für aufwuchsarmer, wiesenartige Bestände als kostengünstige Alternative zur Mahd in Betracht. Zu Auswirkungen und Durchführungsmöglichkeiten vgl. die unter dem Punkt "Mahd" genannten LPK-Bände.

Kontrolliertes Brennen

Zwar kann ein Brand auch natürlichen Ursprungs sein, dennoch bedeutet ein Feuereinsatz für die meisten in Mitteleuropa beheimateten Biozönosen eine sehr folgenschwere Pflegemaßnahme. Abbrennen der dünnen Vegetation im Winterhalbjahr ist eine effiziente Möglichkeit zur Beseitigung der Streu bzw. dichter (unerwünschter) Gehölzbestände. Die Hitzeeinwirkung tötet nicht-fluchtfähige Kleinlebewesen (besonders Larven- bzw. Puppenstadien) in der Vegetation und auf der Bodenoberfläche größtenteils; ebenso werden Rosettenpflanzen im allgemeinen letal geschädigt. Ohnehin konkurrenzstarke Pflanzenarten mit Rhizomen bzw. unterirdischen Ausläufern (z.B. Landreitgras, Schilf, aber auch Schlehen) und Pfahlwurzeln werden indirekt gefördert. Noch in der Vegetation befindliche Diasporen werden dabei mit Ausnahme sehr dickschaliger Samen größtenteils zerstört. Durch mehrjährige Abstände zwischen den einzelnen Feuereinsätzen lassen sich die Negativauswirkungen erheblich vermindern (vgl. WEGENER & KEMPF 1982).

In Bayern ist das Abbrennen sämtlicher naturnaher Flächen mit Rücksicht auf die Tierwelt generell verboten (Bekanntmachung des StMLU vom 30.07.90, 7879-618-23490).

2.6.2 Maßnahmen zur Zurückdrängung unerwünschter Pflanzenarten

Zur Zurückdrängung sehr expansiver, in mesophile Bereiche bzw. naturbetonte Lebensgemeinschaften vordringender Arten bestehen folgende artspezifische Möglichkeiten:

Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) kann von sehr weit rückwärtigen Waldbeständen aus auf

Trockenstandorte vordringen (vgl. LPK-Band II.4 "Sandrasen"), ist aber schnittempfindlich. Je nach Vorkommen in den einzelnen Vegetationstypen kann es durch frühzeitige Mahd (Ende Juli bis Mitte August, mit Entfernung des Schnittguts) bei mehrjähriger Anwendung so geschwächt werden, daß andere Pflanzenarten von Magerbiotopen wieder Fuß fassen können.

Robinie (*Robinia pseudacacia*): Dieser aus Nordamerika stammende Neophyt besiedelt Abbaustellen fast ausschließlich in den wärmsten Regionen Bayerns (Weinbaugebiete in Mainfranken). Seine hohe Konkurrenzkraft beruht auf der symbiontischen Lebensweise mit Knöllchenbakterien, wodurch der Wuchsort mit Stickstoff angereichert wird, und der Fähigkeit zur Ausläuferbildung.

Bekämpfungsmöglichkeiten: Einrichtung eines ca. 100 - 150 m breiten robinienfreien Pufferstreifens um das gesamte Abbaureal; peinlich genaue Entfernung auch kleinster Robinien-Pflänzchen durch Abzwicken im Pufferstreifen zweimalig während jeder Vegetationsperiode. Ein Zerhacken der Wurzeln begünstigt Ausläuferbildung durch Wurzelbrut und ist daher zu vermeiden.

Goldruten (*Solidago canadensis*, *S. gigantea*): Eine einigermaßen wirksame Bekämpfungsmethode erfordert einen erheblichen Aufwand:

- Bestände im April mit einer schwarzen Kunststoffolie abdecken, diese beschweren und bis Oktober belassen;
- bestandsschädigend wirkt sich ein zuvor durchgeführtes Zerhacken der Rhizome mit einer Motorhacke aus, ggf. im Herbst wiederholen;
- Ansaat der offenen Bodenstellen mit einer standortgerechten Gräsermischung;
- in den Folgejahren frühzeitige Mahd des Aufwuchses im Juni (vgl. EGLOFF 1986).

Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*): Dieser frostempfindliche, einjährige Neophyt aus Ostasien kann durch Verhinderung der Samenverbreitung zum Verschwinden gebracht werden. Ein Ausreißen sämtlicher Pflanzen zu Blühbeginn im Juli ist eine wirksame Maßnahme, sie ist jedoch ca. fünf Jahre lang zu wiederholen, bis keine keimfähigen Samen am Standort mehr vorhanden sind.

Wichtig ist stets eine **frühzeitige Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen**. Wenn sich schon Dominanzbestände entwickelt haben, kann sich bereits ein sehr persistentes Samenpotential bzw. ein dichtes Ausläufergeflecht im Boden ausgebreitet haben, so daß allein mit Vegetationsmanagement über Jahre hinaus kein effizientes Zurückdrängen mehr möglich ist. Zur Vernichtung etwaiger Diasporen empfiehlt sich ein Verbrennen des Schnittguts, außerhalb der Abbaugruben. Die Gefahr erneuter Besiedlung offener Bodenstellen durch die bekämpften Problempflanzen kann durch eine alsbaldige Einsaat (und geeignete Folgepflege) erheblich gemindert werden.

2.7 Flankierende Maßnahmen, Pufferung, Abschirmung von Konfliktnutzungen

Abbaustellen mit der Folgefunktion Naturschutz bilden oft **Inselstandorte** in der Agrarlandschaft bzw. in Forsten. Das Trophie- bzw. Nutzungsgefälle zwischen Umgebung und Abbaugrube ist oft sehr groß. Vielfältige exogene Störeinflüsse gefährden auf den grubeninternen Magerstandorten angesiedelte Lebensgemeinschaften. Für einen dauerhaften Bestand schutzwürdiger Lebensgemeinschaften in renaturierten Abbaustellen sind flankierende Maßnahmen gegen Besucherverkehr und sonstige störende Umwelteinflüsse unumgänglich. Besonders belastend ist der Nutzungsdruck durch die Bevölkerung. Ferner können Stoffeinträge über die Luft und über Niederschläge zu einer raschen Eutrophierung und damit Entwertung von Grubenstandorten führen.

Grundsätzlich sind alle in der Agrarlandschaft gelegenen Abbaubiotope von einem mehr oder weniger breiten, durch Stoffeinträge aus der Umgebung beeinflussten Bereich eingerahmt, welcher als Pufferstreifen bezeichnet wird. Bei gleichem Flächenanspruch kommt möglichst großen und runden, zusammenhängenden Abbaurealen im allgemeinen ein höherer Naturschutzwert zu als mehreren kleinen, eckigen oder buchtenreichen Biotopen.

2.7.1 Maßnahmen gegen unerwünschte Nutzungen

Zahlreiche Nutzungsansprüche unterschiedlicher Interessengruppen erschweren eine naturschutzkonforme Entwicklung. Gezielte Gestaltungsmaßnahmen im Bereich der Grubenrandzonen bzw. eine geschickte landschaftliche Einbindung sind bereits ein erster Schritt, um die Aufmerksamkeit der Bevölkerung von diesen Hohlformen abzulenken. Je eher die Einsehbarkeit z.B. durch dichte Sichtschutzpflanzungen blockiert wird, desto geringer ist nach Abbauende die Attraktivität für mißbräuchliche Nutzungen, weil unauffällige Abbaustellen kaum ins Bewußtsein der Bevölkerung rücken. Ein in diesem Zusammenhang schon bei der Planung zu berücksichtigender Gesichtspunkt kann die Anlage der Abbaustellenzufahrt an einer möglichst wenig einsehbaren Stelle sein, also außerhalb des Blickwinkels vielbefahrener Straßen oder Wohngebiete.

Das Stehenlassen eines saumartigen Gehölzbestandes um die geplante Grube erweist sich als kostengünstigster Sichtschutz, der gleichzeitig eine landschaftliche Einbindung optisch gewährleistet. Bei stärkerem Besucherandrang in Abbaustellen mit schutzwürdigem Arteninventar kann eine dichte Pflanzung aus dornigen Sträuchern und Stauden rund um das Abbaureal eine wirksame Abschirmung darstellen.

Auch steile und tiefeingeschnittene Gräben (mit dorniger, dichter Vegetation an den Böschungen) stellen sowohl bei Naß- als auch bei Trockenbaggerungen

einen effizienten Schutz gegen unerwünschten Besucherkehr und Nutzungen dar. Am wirksamsten sind dauernd wasserführende Gräben in einer nicht überspringbaren Breite (mindestens 3 m breite Wasserfläche) und nicht ohne weiteres durchwatbaren Tiefe (mindestens 50 cm). Bei Trockenbaggerungen können Gräben ohne dauernde Wasserführung diese Funktion nur bei sehr dichter Bepflanzung der Schultern und Böschungen erfüllen.

Alle Maßnahmen, die den Zutritt einschränken, müssen wirklich erforderlich, geeignet und verhältnismäßig sein!

Das Pendant zur Anlage von Gräben ist das Aufschütten von Wällen. Eine Bepflanzung mit dichter (wehrhafter) Vegetation verstärkt ihre Schutzwirkung erheblich. Nur steile und hohe Wälle mit möglichst unebener Böschungsoberfläche dürften diese Schutzfunktion erfüllen. Da sie jedoch eine erhebliche Sichtbarriere in der Landschaft sind, ist von ihrer Schüttung in Ebenen aus optischen Gründen Abstand zu nehmen (vgl. die optische Trennwirkung von Lärmschutzwällen).

Die Inanspruchnahme einer Abbaustelle durch Freizeitnutzung (z.B. Baden, Surfen, Grillen am Lagerfeuer) bzw. zur Müllentsorgung steht in engem Zusammenhang mit der Qualität der Zufahrt. "Normale", nicht allzu holprige Schotterwege ermöglichen i.d.R. eine gute Erreichbarkeit, auch mit PKWs. Ein Verkehrsverbot allein durch Beschilderung ist ohne regelmäßige Kontrollen praktisch wirkungslos. Auch eine umfassende Absperrung eines Abbaureals mit (Stacheldraht-)Zäunen kann allenfalls eine zusätzliche Schutzmaßnahme sein. Als einzige Maßnahme reduziert sie den Besucherkehr kaum. Wirkungsvoller ist ein weiträumiges Absperrn sämtlicher Zufahrten außerhalb der Betriebszeiten, z.B. durch verschlossene Schranken. Je unbequemer eine "Entsorgung" oder der Weg zum BADEWEIHER ist, desto weniger wird diese(r) in Anspruch genommen.

Folgende probate Mittel können Zubringerwege für PKWs unpassierbar machen:

- Aufschütten einer ausreichenden Menge von lockerem Sand auf wenigstens 10 m Länge, so daß auch beispielsweise ein Umfahren dieser "Einsinkstrecken" nicht möglich ist (steile, rutschungsgefährdete Wegränder); auf die Unbefahrbarkeit solcher Strecken bzw. Rutschungsgefährdung der Randstreifen müßte aus Haftungsgründen hingewiesen werden. Moto-Cross-Fahrer oder auch illegale Müll-"Entsorger" werden hiermit im allgemeinen wirksam abgehalten.
- Einbau querlaufender Riffeln in ehemalige Abbaustellen-Zufahrten; diese sollten aus fest verbackendem lehmig-sandigem Material und in ausreichender Tiefe und Dichte gestaltet werden, daß sie ein "Aufbocken" des Fahrzeugs verursa-

chen. Auch hier muß auf die Unbefahrbarkeit hingewiesen werden. Die Haftungsfragen bei Renaturierungen oder zum Schutz gegen natur-schutzwidrige Nutzungen werden in Kap. 3.1.4 behandelt.

Starker Erholungsdruck kann durch die Bereitstellung einzelner, mit PKWs gut erreichbarer Naßbaggerungen für Freizeit- und Erholungsnutzung einigermaßen gesteuert werden. Nur bei entsprechender Ausstattung der dafür vorgesehenen Naßbaggerungen besteht kein nennenswertes Interesse zum Ausweichen auf schutzwürdige Flächen. So hat sich die Anlage von Grillplätzen (auf kiesigem Untergrund, von Rasen umgeben), von Liegewiesen, leichten Geländerelieferungen im Uferbereich und die Gestaltung einzelner Tümpel* zur Attraktivitätssteigerung bewährt. Nimmt die Gestaltung durch lockere, gruppenweise Gehölzpflanzungen parkähnliche Züge an, wird sie von der Mehrzahl der Erholungsuchenden als "natürliche" Landschaft empfunden. Ein Überangebot an Erholungseinrichtungen ("Möblierung") stört dagegen das Erholungsempfinden. Wichtig für den Annahmeerfolg ist hier auch die Natürlichkeit der verwendeten Materialien, Formen und Farben.

Möglichkeiten zur Besucherlenkung im Bereich naturschutzfachlich wertvoller, größerer Abbaugruben bestehen in der Anlage von am Rande des Geländes (bevorzugt oberhalb der Abbaukante) verlaufenden Rad- und Wanderwegen, durch wehrhafte Strauchpflanzungen an den Böschungsfüßen, die zwar einen Einblick, aber kein Betreten des Geländes ermöglichen. Bruthabitate störungsempfindlicher Vogelarten (z.B. Röhrlichtzonen) sind nur durch dichte, vollständige Abpflanzung wirksam vor Besuchern abzuschirmen. Mit der Aufstellung eines Beobachtungsturms in ausreichender Entfernung kann jedoch interessierten Naturfreunden ein Einblick in für den Naturschutz wertvolle Bereiche gewährt werden (vgl. DINGETHAL et al. 1985: 157). Schließlich können auch Gebotsschilder bis zu einem gewissen Grad die Besucher zur Rücksichtnahme bewegen, wenn auf den Grund des geforderten Verhaltens (z.B. jahreszeitlich begrenztes Wegegebot) hingewiesen wird und ggf. ökologische Zusammenhänge bildlich erläutert werden.

2.7.2 Maßnahmen gegen Stoffeinträge aus der Luft

Aufgabe von Pufferungsmaßnahmen bestehen darin, Stoffeinträge weitestgehend von naturschutzbedeutsamen Abbaustellen abzuschirmen. Bei der Wahl von Schutzmaßnahmen gegen Stoffeinträge aus der Luft sind sowohl die Lage von Emissionsquelle(n) zur Immissionsstelle (hier Grubenbiotop) als auch die Hauptwindrichtung und die durch das (Gelände- und Bewuchs-) Relief bedingten lokalen

* durchaus mit Seerosen und anderen dekorativen Wasserpflanzen

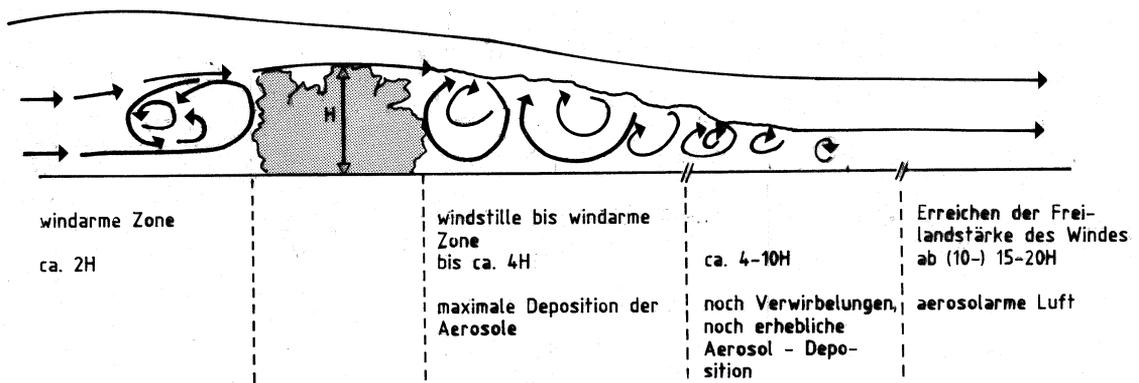


Abbildung 2/13

Änderung der vertikalen Wind-Strömungsverhältnisse durch ein Hindernis (Luv-Lee-Effekt, verändert nach NAEGELI 1946).

Windverhältnisse zu berücksichtigen. Es kommen folgende Abschirmungsmaßnahmen in Frage:

- 1) Eine sehr einfache, aber dennoch meist sehr wirksame Minderung von Stoffeinträgen ist möglich, indem eine durch einen Waldbestand verlaufende Zufahrt nicht geradewegs, sondern kurvig zu einer Abbaustelle geführt wird. So wird ein Düseneffekt (gerade Schneise im Wald) verhindert.
- 2) Eine mehrschichtige Laubholz-Mischpflanzung (dicht, aber nicht vollkommen luftundurchlässig) mit einer Breite von ca. 20 - 30 m auf der Grubenrandzone in Richtung zu einer Emissionsquelle hält einen Großteil der auf eine Abbaustelle zufliegenden (nährstoffbeladenen) Aerosole zurück. Sehr dichte Nadelholzpflanzungen erzeugen stärkere Wirbel durch den entstehenden Sog in ihrem Lee: Leichte Partikel, wie Samen, Staub etc., werden hier aufgewirbelt. Folgende Effekte kommen im Bereich einer Windschutzpflanzung zur Wirkung:
Lee-Effekt (siehe Abb. 2/13, S. 129): Hinter einem relativ wenig luftdurchlässigen Hindernis entsteht eine windarme bis windstille Zone mit einer Breite von etwa der vierfachen Hindernishöhe. In dieser Zone werden durch die nachlassende Transportkraft des Windes, also seine nachlassende Geschwindigkeit, mitgeführte (Grob-)Partikel abgesetzt. Es ist eine Zone intensiven Stoffeintrags (z.B. Sedimentation von trockenem, feinkörnigem Ackerboden, größeren Düngepartikeln, Saatgut etc.). Der Wind erreicht erst nach einer horizontalen Distanz von ca. 15- bis 20facher Hindernishöhe wieder seine volle Freilandgeschwindigkeit am Boden (van EIMERN & HÄCKEL 1979).
Luv-Effekt (siehe Abb. 2/13, S. 129): Auch auf der windzugewandten (Luv-) Seite bildet sich vor einer Gehölzpflanzung bis maximal zur doppelten Hindernishöhe eine windgeschwächte Zone, in der der Wind abgebremst und verwirbelt wird. Daher findet schon auf der windzugewandten Seite einer Anpflanzung eine verstärkte Stoffabsetzung statt.
- 3) Damit die von der Entfernung zu den gewünschten Eintragszonen und eintragsarmen Bereichen abhängige nötige Mindesthöhe einer Windschutzpflanzung bereits nach wenigen Jahren erreicht wird, kommt auch eine Pflanzung auf aufgeschütteten Wällen in Betracht.
- 4) Um den Aufprall des Windes auf die Schutzpflanzung zu vermindern und die Verwirbelungen im Lee möglichst gering zu halten, ist die Pflanzung in einer Art Graben zwischen zwei Wällen denkbar, der entweder durch Ausschürfen einer Rinne oder durch Aufschütten von einseitig zur Pflanzung verstellten Wällen geschaffen werden kann. Ein positiver Nebeneffekt einer solchen Anlage ist auch eine einigermaßen wirksame Abschirmung der Grube gegen mißbräuchliche Nutzungen und Lärm-Immissionen.
- 5) Wenn hinter der intensiven Eintragszone eine zweite Gehölzreihe gepflanzt wird, erhöht sich der Auskämm-Effekt für (nährstoffbeladene) Aerosole. Eine maximale Filterwirkung ist bei einer Entfernung der zweiten Gehölzreihe in etwa der 6- bis 12fachen Höhe zur vorgelagerten ersten Pflanzung zu erwarten (s. Abb. 2/14, S. 130).

Bei der Anlage von Windhindernissen ändern sich auch die **horizontalen Strömungsverhältnisse** der Luft (siehe Abb. 2/15, S. 131). Dieser Effekt muß bei der Planung von Pflanzungen berücksichtigt werden.

Bei all diesen Vorkehrungen ist nicht zu vergessen, daß dabei nur die gröberen vom Wind transportierten Partikel abgefangen werden. Feinere Aerosole werden oft auf die Abbaureale weiterverfrachtet, wo ihre Auswirkungen dann letztlich nur durch Pflegemaßnahmen gelenkt werden können. Gegen die Stickstoffeinträge durch Niederschläge sind solche Schutzpflanzungen natürlich unwirksam.

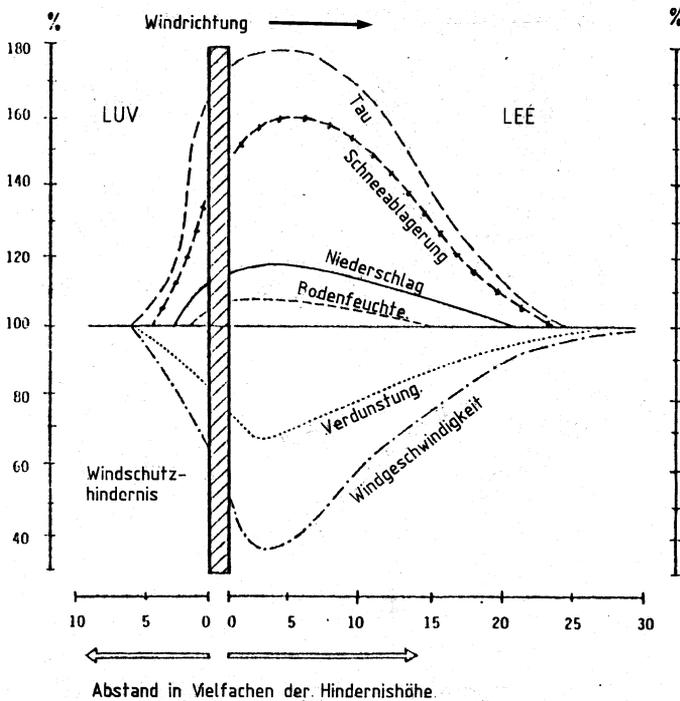
WINDSCHUTZPFLANZUNG
REICHWEITE UND WIRKUNGEN

Abbildung 2/14

Veränderung von standortrelevanten Klima-Faktoren durch eine Windschutzpflanzung (verändert nach HÄCKEL 1989).

Im Lee von Windschutzpflanzungen sedimentieren auch aus Naturschutzsicht erwünschte Diasporen schutzwürdiger Pflanzenarten und mit dem Wind transportierte, passiv einwandernde Kleintiere. Der Effekt einer beschleunigten Besiedlung mit wertbestimmenden Arten ist aber als gering einzustufen.

Weil sich mit zunehmender Höhe einer Windschutzpflanzung die durch intensiven Stoffeintrag gekennzeichnete windarme Leezone allmählich verbreitert, können schmale Abbaustellen vollständig in diesen Bereich zu liegen kommen. Um Gruben auch in fortgeschrittenerem Alter vor einer möglichst geringen Eutrophierung durch eingewehrte Nährstoffe zu bewahren, ist einer niederwüchsigen Windschutzpflanzung der Vorzug zu geben.

2.7.3 Maßnahmen gegen Einträge aus Zuflüssen

Umleitungen von Zuflüssen

Oberirdische Zuflüsse, aber auch Anbindungen von Naßbaggerungen an Flüsse bedeuten in der Regel einen verstärkten Nährstoff- bzw. Feststoffeintrag. Auch größere Oberflächeneinspülungen, wie z.B. Regenwasserabflüsse von angrenzenden Hängen, Bodeneinschwemmungen von Ackererosionen oder Abflüsse auf gefrorenem Untergrund, können oligotrophente Lebensgemeinschaften in Abbaugruben beeinträchtigen. Daher ist es erstrebenswert, auch nur periodische Fließgewässer um Naßbaggerungen herumzuleiten - am besten in Form eines

Ringgrabens. Falls der Boden um das Abbaureal sehr wasserdurchlässig ist (häufig um Sandgruben), reicht eine derartige Grabenanlage gegen Eutrophierung meist nicht aus. Düngeeinschränkungen im Einzugsbereich des Sicker- bzw. Grundwasserstroms sind dann zusätzlich erforderlich.

Anlage von Gräben

Zum Schutz oligotropher Wasserflächen vor Nähr- und Schadstoffeinträgen kommt die Anlage +/- ringförmiger, grubenwärts gut abgedichteter Gräben um **Naßbaggerungen** in Frage. Diese vermögen zuströmendes, oft mit Düngemitteln oder Pestiziden belastetes Sickerwasser abzufangen. Mit zunehmender Breite und Reliefierung der Grabensohle sowie mit zunehmender Belichtung (volle Besonnung) erhöht sich die biologische Reinigungsleistung durch die Mikroorganismen. Durch Mahd bzw. Entkrautung ist ein Entzug der in Phytomasse umgesetzten zugeführten Nährstoffe möglich. Genauere Pflegehinweise enthält der LPK-Band II.10 "Gräben".

Wenn man die meist üppige Vegetation der Grabenböschungen (v.a. Nitrophyten z.B. Brennessel) längere Zeit stehen läßt, können Gräben auch eine Barriere für störungsempfindliche Arten in der Abbaustelle darstellen.

Anlage eines Pflanzenfilters in Uferbereichen von Naßabbauen bzw. in Ringgräben

Durch die Ansaat oder Anpflanzung (Stecklinge etc.) von Sumpfpflanzen mit ausgeprägten Sorptionsfähigkeiten können zufließende oder bereits ein-

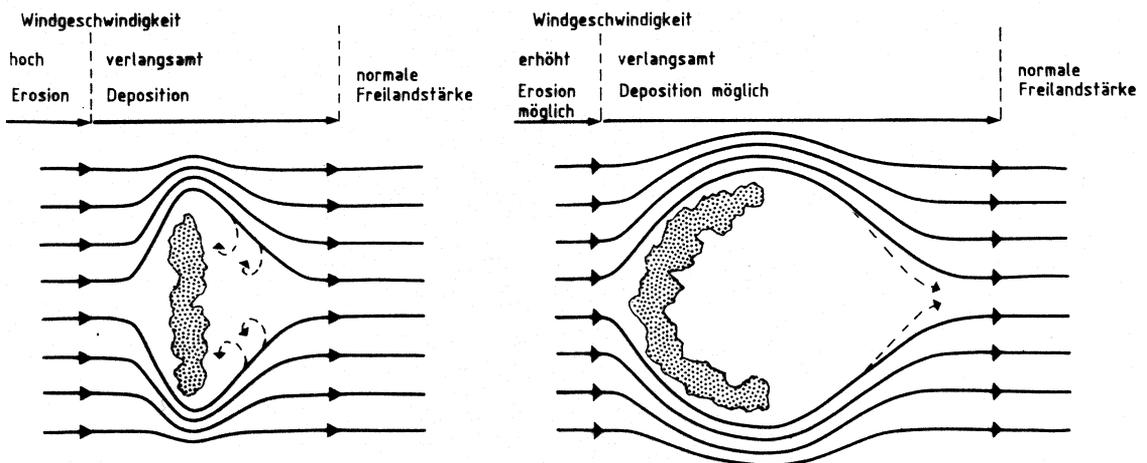


Abbildung 2/15

Änderung der horizontalen Wind-Strömungsverhältnisse durch verschiedene Hindernisse (verändert nach NAE-GELI 1946)

getragene Stoffe wieder aus dem Wasser gefiltert werden. Mit dem Schnitt solcher Sumpfpflanzenbestände im Herbst und der Beseitigung des Schnittguts aus dem Grabenbereich werden die in der Phytomasse gebundenen Nähr- und Schadstoffe zu einem Großteil aus dem Abbaustellenbiotop bzw. dem Ringgraben entfernt (KICKUTH 1984).

Zur Anlage eines Pflanzenfilters geeignete Arten:

- Arten mit allgemein hohem Nährstoffaufnahmevermögen:
 Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*),
 Steife Segge (*Carex elata*),
 Seebirse (*Scirpus lacustris*).
- Zur Aufnahme aromatischer Verbindungen (z.B. Phenol und Indol) und mineralischer Stoffe, zum Abbau pathogener Keime und zur Veränderung des pH-Wertes ist die wintergrüne Seebirse (*Scirpus lacustris*) geeignet: Sie lagert aromatische Verbindungen in ihre Zellen ein und gibt sie teilweise gasförmig wieder an die Atmosphäre ab (im Winter stark abgeschwächt).
- Colibakterienabtötende Wirkung haben:
 Wasserminze (*Mentha aquatica*),
 Sumpf-Kratzdistel (*Cirsium palustre*),
 Seebirse (*Scirpus lacustris*),
 Townsends Schlickgras (*Spartina townsendii*; in Bayern nicht heimisch).
- Die Bedeutung von Schilf (*Phragmites australis*) als Abwasserreiniger ist noch nicht ausreichend erforscht und deshalb auch in der Fachwelt noch umstritten. Einerseits wird die Reinigungswirkung auf das feinkörnige Substrat zurückgeführt, in welchem die Schilfbestände gedeihen, andererseits der aktiven Sauerstoffzufuhr durch die Wurzeln und Rhizome der Schilfpflanzen in den Untergrund zugeschrieben, wodurch die dort lebenden Mikroorganismen zum aeroben Abbau von Nähr- und Schadstoffen angeregt werden (nach KICKUTH 1970 und 1984).

2.7.4 Maßnahmen gegen Gewässerverunreinigungen

Ein neu entstandenes Grubengewässer ist während der Abbauphase durch Verschmutzung mit **Öl oder Treibstoffen** aus den Baustellenfahrzeugen, insbesondere den (Schwimm-)Baggern, gefährdet. Bereits durch geeignete Vorkehrungen und Auflagen, besonders die Aufklärung des Personals über bestehende Auflagen und die Konsequenzen bei Nichteinhaltung, kann diese Gefährdung vermindert werden: Wichtige Verhaltensregeln sind die ordnungsgemäße Verwahrung sämtlicher Ölkannister in verschlossenen Betriebseinrichtungen nach Betriebschluß, um sie vor mißbräuchlichen Nutzungen, z.B. durch Randalierer, zu schützen.

Regelmäßige Kontrollen der Polizei und/oder der unteren Naturschutzbehörden können die Einhaltung dieser Auflagen unterstützen. Gesetzliche Regelungen dafür bestehen bereits im Wasserhaushaltsgesetz (z.B. § 26, § 34, § 19 g ff) und in der Anlagen- und Fachbetriebsverordnung (VAwSF). Bereits während des Abbaus anfallender **Müll** ist durch die Aufstellung dichter Behälter zu entsorgen, die regelmäßig entleert werden, so daß davon keine Gefährdung des in Naßbaggerungen freigelegten Grundwassers ausgeht.

2.7.5 Entwicklung eines "Proto-Biotops" am Grubenrand

Zum Aufbau eines (vorläufigen) Artenreservoirs für die künftigen Gruben-Biozönosen schon zu Abbaubeginn kann am Grubenrand auf einem wenigstens 10 m breiten Streifen der Oberboden abgeschoben werden. Auf diesen Rohbodenflächen können sich Pionierarten der offenen Kies- bzw. Sandfluren ansiedeln und bereits während des Lockergesteinsabbaus für mageres Offenland typische, vorläufige (Fragment-)Lebensgemeinschaften entwickeln. Voraussetzung dafür ist natürlich das Vorhandensein

entsprechender naturbetonter Lebensräume als genetische "Lieferbiotope" in der weiteren Umgebung (Magerrasen oder magere Säume) bzw. ein Auftragen von samenhaltigem Mähgut.

Schutzwürdige, oligo- bzw. mesotraphente Pflanzenarten können aber nur bei minimalem Nährstoffeintrag gedeihen, daher erscheint diese flankierende Gestaltungsmaßnahme nur bei Abbaustellen in

düngerlos bewirtschaftetem Umfeld, insbesondere in Wäldern, erfolgversprechend.

Gezielte Pflegeeingriffe während der Abbauphase können die gewünschte Entwicklungsrichtung beeinflussen. Nach Abbauende kann von einem derartigen "Proto-Biotop" die Besiedlung der stillgelegten Grube mit schutzwürdigen Tier- und Pflanzenarten schneller erfolgen.

3 Situation und Problematik der Gestaltung, Pflege und Entwicklung

Naturschutzfachliche Situationsverbesserung muß an den geltenden administrativen Rahmenbedingungen, den bisherigen Positionen und Vorstellungen aller Beteiligten ansetzen. Diese kurz zu referieren und damit einen Ausgangspunkt für [Kap. 4](#) zu schaffen, ist Aufgabe dieses Hauptteiles.

[Kap. 3.1](#) umreißt die derzeitige Palette an naturschutzorientierten Maßnahmen in bayerischen Lockergestein-Abbaustellen. [Kap. 3.2](#) (S. 135) faßt einige die Naturschutzpraxis bestimmende Grundhaltungen, Zielvorstellungen und Präferenzen aus der Sicht der verschiedenen involvierten Partner (Abbauunternehmer bis Naturschutzfachstellen) zusammen. Aktuelle Durchführungsprobleme, Hemmnisse und Konfliktsituationen, die den naturschutzfachlichen Ideallösungen im Wege stehen, skizziert [Kap. 3.3](#) (S. 137).

3.1 Praxis der Gestaltung, Pflege und Entwicklung

Laufend entstehen neue (endausgebeutete) Gruben. Der Materialbedarf ist ungebrochen. Trotzdem ist eine Folgenutzung Naturschutz noch immer eher Ausnahme als Regel (vgl. [Kap. 1.10.2](#)).

Naturschutzorientierte Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen werden auf drei Ebenen durchgeführt:

- private Initiativen (Verbände, Einzelpersonen);
- behördlicher Naturschutz (Naturschutzbehörden, Forstämter);
- Kommunen (einzelne Gemeinden, regionale Planungsverbände usw.).

Rekultivierung für land- und forstwirtschaftliche Nutzung ist in vielen Fällen durch das Pachtverhältnis zwischen Bodeneigentümer und Abbau- bzw. Abraumbeseitigungsunternehmer vorprogrammiert. Gesetzliche bzw. planerische Festlegungen zur Erhaltung land- und forstwirtschaftlicher Nutzfläche (z.B. Bayer. Waldgesetz, Landesentwicklungsprogramm, Regionalplanung, Kiesabbaurahmenplanung) beschneiden den Spielraum für die "Folgenutzung Biotop" zusätzlich. Wo Verfüllungen unterbleiben, z.B. wegen des in ganz Bayern spürbaren Mangels an geeignetem, der jeweiligen Gesteins- und Bodenlandschaft angepaßtem Abraum, ist fast immer mit z.T. massiven Freizeit- bzw. fischereilichen Interessen zu rechnen (Motocross, Windsurfen an größeren Baggerseen, Baden, Angler bzw. pachtinteressierte Fischereivereine).

3.1.1 Private Initiativen

Hier sind an erster Stelle die Aktivitäten von Naturschutzverbänden, z.B. des Bundes Naturschutz (BN) und des Landesbundes für Vogelschutz (LBV) mit ihren Orts- bzw. Kreisgruppen, zu nennen.

Naturschutzbezogene Maßnahmen in Abbaugruben setzen Fundortkenntnisse gefährdeter Tier- und Pflanzenarten voraus, welche oftmals durch photographische Dokumentation Verbandsmitgliedern, Behörden und Politikern vermittelt werden. Abbaustellen mit besonders schutzwürdigem Arteninventar werden - wenn möglich - angekauft, gepachtet, oder die Naturschutzverbände übernehmen in Absprache mit dem Besitzer bzw. Betreiber der Grube eine meist auf einzelne spektakuläre Arten ausgerichtete Pflege.

In den meisten Fällen werden ehemalige Abbaustellen durch diese Ortsgruppen anfangs standörtlich "optimiert" bzw. ergänzt, etwa durch Ausheben von Tümpeln und/oder die Anlage von Feuchtflächen. Beispielsweise hat die LBV-Gruppe München in einer eigenen Kiesgrube in Ismaning/M Feuchtflächen als Amphibien-Laichplätze gestaltet (LBV 1987). Die BN-Gruppe Neuburg-Schrobenhausen legte in einer Abbaustelle drei Nistwände für den Eisvogel an und kleine Tümpel zur Erhaltung eines Gelbbauchunken-Vorkommens. Am Grubenrand wurden einheimische Sträucher als Sicht- und Betretungsschutz und auch als Brut- bzw. Nahrungshabitat für Vögel und Säuger angelegt.

Bei Bachern/A kaufte der LBV 1990 eine knapp über 1 ha große, stillgelegte Sandgrube mit reichhaltiger Insektenfauna und einer Uferschwalbenkolonie an. Zur Gestaltung von Amphibien-Laichhabitaten wurde der Untergrund reliefiert und verdichtet, woraufhin sich Kreuzkröte und Laubfrosch einstellen. In einer am Grubenrand gepflanzten Hecke wurde der Neuntöter als Brutvogel nachgewiesen. Ebenfalls im Lkr. A wurden zum selben Zeitpunkt zwei Kiesgruben erworben, welche die einzigen Laichplätze der Wechselkröte in Schwaben beherbergen (LBV 1991).

Meist übernehmen diese Naturschutzorganisationen mit ihren freiwilligen Helfern dann auf Jahre hinaus die Pflege dieser Biotope, die darin besteht, verlandete Feuchtflächen wieder auszuheben, aufgekommene Bäume, Sträucher und krautige Neophyten zu entfernen und Schilfbestände oder Magerrasen zu mähen. Die Jugendgruppe der LBV-Kreisgruppe München hat im Herbst 1992 in der oben erwähnten Kiesgrube bei Ismaning/M einen Bestand des Drüsigen Springkrauts durch Sensenmäh und Ausreißen von Hand entfernt. Aufgrund des zu späten Pflegezeitpunkts konnte ein erneutes Aussamen nicht vollständig verhindert werden. Daher ist ein zweiter Durchgang für 1993 bereits zu einem früheren Zeitpunkt (vor der Samenreife) geplant (LBV 1992a). Die BN-Gruppe Dachau z.B. pflegt seit einigen Jahren eine Lößsteilwand durch Entkrauten und Entbuschen, d.h. vor der Steilwand aufwachsende Vegetation wird entfernt, um den vielen tausend dort nistenden Wildbienen diese für sie existenziell bedeutsame Struktur zu erhalten. Das Nachstechen

zur Auffrischung von Steilwänden wird heute von zahlreichen Naturschutzgruppen durchgeführt.

Ebenfalls angesprochen seien an dieser Stelle die Pflegemaßnahmen in alten Bahngruben des Lechfelds mit Magerrasen-Vegetation. Die BN-Kreisgruppe Augsburg sowie der Naturwissenschaftliche Verein von Schwaben führen im mehrjährigen Abstand Entbuschungsaktionen und bedarfsweise die Mahd von botanisch besonders hochwertigen Teilflächen durch (HIEMEYER, UFFINGER, mdl.). 1991/92 wurde der Oberboden zwischen zwei floristisch herausragenden Gruben auf einer Fläche von ca. 1 ha abgeschoben, um der Haidebiozönose eine erneute Ausbreitung zu ermöglichen.

Nicht immer sind die Aktivitäten von Naturschutzverbänden vom erhofften Erfolg gekrönt, vor allem weil die Gruben durch zu starken Besucherverkehr, manchmal auch durch Müllablagerungen beeinträchtigt werden. Beispielsweise verschwand im Mai 1992 ein Gelege des Flußregenpfeifers auf einer hergerichteten Kiesfläche in einer Grube bei Planegg/M, wobei als Störungsursache freilaufende Hunde oder Eierraub durch eine Rabenkrähe vermutet werden (LBV 1993).

Initiativen von Abbauunternehmern

Manche Kies- und Sandgrubenbetreiber sind von sich aus bestrebt, während der Abbauphase auf Belange des Artenschutzes zu achten. Beispielsweise nehmen sie gezielte Gestaltungsmaßnahmen wie das Tieferschürfen von Grubensohlen mit einem Lader zur Anlage ephemerer Kleingewässer oder das bewußte Abstecken von Steilwänden vor. Ferner haben sie als engagierte Naturschützer ein wachsames Auge auf die "eigene Uferschwalbenkolonie" oder die "eigene Wechselkrötenpopulation" und versuchen Beeinträchtigungen abzuwenden. Als ein Paradebeispiel dafür ist die Gemeindeg Kiesgrube von Könnigsdorf/TÖL zu nennen.

3.1.2 Maßnahmen des behördlichen Naturschutzes

Die Aufgaben der Naturschutzbehörden bestehen u.a. in:

- der Überwachung der Abbautätigkeit, d.h. daß in naturschutzfachlich wertvollen Lebensräumen die Einrichtung von Abbaugruben verhindert wird (naturschutzfachliche Stellungnahmen im Genehmigungsverfahren);
- der Sorge für die Erstellung eines guten landschaftspflegerischen Begleitplans und Kontrolle seiner Umsetzung (Vertretung der Belange der Landschaftspflege);
- der Sorge für eine künftige Pflege von Abbaustellen mit Naturschutzfunktion.

Naturschutzbehörden können bei anstehenden Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen in Abbaustellen vor allem auf die in den meisten Landkreisen abgeschlossene Biotopkartierung als fundierte Grundlage zurückgreifen. Naturschutz von Amts wegen ist z.B. dann von Bedeutung, wenn in der Genehmigungsphase der Abbaustellen Renaturierungsauf-

gen gemacht werden und auf die spätere Geländegestaltung eingewirkt wird. Die Pflege dieser Biotope wird häufig den privaten Naturschutzorganisationen angeboten, die über Landschaftspflegemittel des Staates einen Teil ihrer Ausgaben wieder zurückerstattet bekommen. Meist klappt die Zusammenarbeit zwischen den Naturschutzverbänden und den unteren Naturschutzbehörden sehr gut. Mangels Erfahrung werden von ersteren berechnete Wünsche vielfach nicht durchgesetzt bzw. geäußert.

Nach einer effizienten Zusammenarbeit zwischen Naturschutzverbänden und der UNB RO konnte 1992 das aufgelassene Tongrubengelände Kolbermoor für den Naturschutz gesichert werden. Ursprünglich war eine Rekultivierung für die Errichtung einer Freizeitanlage vorgesehen. Die Grube wurde vom Landkreis RO angekauft, u.a. in der Absicht, eine Naturbeobachtung (z.B. für Schulklassen) zu ermöglichen. Dazu wurden 1993 am Grubenrand einige Beobachtungsplattformen errichtet (DÖRING 1993, briefl., s. auch Kap. 4.3.4).

Auch **Forstämter** zeigen heute in vielen Fällen Engagement und Bereitschaft zum Artenschutz außerhalb üblicher forstlicher Maßnahmen, so z.B. die Forstdienststelle Oberschleißheim, die eine struktureiche Kiesgrube mit sechs grundwassergespeisten Tümpeln für den Naturschutz bereitstellte und zur Pflege und weiteren Gestaltung der örtlichen LBV-Gruppe überließ (LBV 1987). Bei Altdorf/LAU verzichtete das zuständige Forstamt auf eine vollständige Rekultivierung und Wiederaufforstung eines im Wald gelegenen Sandabbauareals und veranlaßte eine artenschutzgerechte Gestaltung der Grubensohle (Flachufer am Baggersee, Anlage von Kleingewässern).

3.1.3 Kommunale Maßnahmen

In der Vergangenheit nahmen sich Kommunen nur selten der stillgelegten Abbaustellen als potentielle Naturschutzobjekte an. Um so mehr muß daher z.B. die Initiative der Gemeinde Oberschleißheim Anerkennung finden, die im Anschluß an eine von ihr veranlaßte Biotopanalyse auf Gemeindegebiet eine aufgelassene Kiesgrube pachtete und sie nach Gesichtspunkten des Artenschutzes gestalten ließ. Der Gemeinderat beschloß einstimmig einen "Vorsätze"-Katalog zur Unterlassung lebensraumgefährdender Maßnahmen. Seit Mitte der 80er Jahre findet sich in vielen Gemeinden die Bereitschaft, auch in stillgelegten Abbaustellen Natur- und Artenschutzmaßnahmen (Heckenpflanzungen, Feuchtbiotopanlagen etc.) durchzuführen, deren Erfolg aber wegen der häufig gleichzeitig zugelassenen Erholungsnutzung z.T. recht bescheiden ausfällt.

Als positives Beispiel sei stellvertretend die Gemeinde Pastetten/ED hervorgehoben, welche unter Zustimmung der Mehrheit ihrer Einwohner eine Kiesgrube von mehreren ausdrücklich der Bestimmung Naturschutz widmete und dort entsprechende Gestaltungs- und Abschirmungsmaßnahmen gegen Fremdnutzungen vornahm.

Eine Auswertung von bereits unter Schutz gestellten ehemaligen Abbauflächen war zur Zeit der Erstellung des vorliegenden Bandes (Sommer 1992) noch nicht möglich.

3.1.4 Rechts- und Genehmigungspraxis

Trockenabbau bedürfen grundsätzlich einer baurechtlichen Genehmigung, Naßabbau einer wasserrechtlichen Genehmigung. Die Herstellung eines Gewässers durch Anschneiden des Grundwasserhorizonts erfordert eine Planfeststellung oder Plangehmigung (31 WHG, Art. 58 BayWG). Abbaumaßnahmen sind Eingriffe nach Art. 6 BayNatSchG (Veränderung der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können). Die Genehmigungsbehörde entscheidet auch über die Untersagung des Vorhabens bzw. die Anordnung von Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen sowie über sonstige naturschutzrechtliche Auflagen und Bedingungen gemäß Art. 6a, Art. 6b und Art. 6d BayNatSchG. Die Entscheidung ergeht im Benehmen mit der zuständigen Naturschutzbehörde. Eine Beteiligung von Verbänden ist bei Planfeststellungsverfahren vorgesehen (Art. 29 (1) 4, BNatSchG, Art. 42 (1) 1 BayNatSchG).

Zur Genehmigung von Abbaustätten sind Bestands-, Abbau- und Folgefunktionspläne vorzulegen. Die Abbaupläne müssen insbesondere räumliche und zeitliche Abbauabschnitte festlegen. In Abhängigkeit vom Naturschutzwert der Flächen ergibt sich, ob zu Abbaubeginn die gesamte Fläche abgeschoben werden soll oder nicht. Dies ist im Abbauplan festzulegen. Art und Intensitätsstufe der Bestandserhebungen hängen von der Qualität der Flächen ab.

Der landschaftspflegerische Begleitplan kann im Bestands-, Abbau- und Folgefunktionsplan enthalten sein oder als selbständiger Plan vorgelegt werden. Er enthält das Renaturierungskonzept und erforderliche Pflegemaßnahmen.

Im Rekultivierungskonzept kann es durchaus notwendig sein, Vorlaufzeiten für Ausgleichs- und Ersatzflächen bzw. -maßnahmen vorzusehen. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß bei Abbauabschnitten etwaige Vorlaufzeiten intern auszugleichen sind. Falls Abbauvorhaben nachträglich erweitert werden sollen, ist auch die Erweiterung genehmigungspflichtig. Die Genehmigung wird auf der Grundlage der für die Erweiterung eingereichten Antragsunterlagen beurteilt.

Insgesamt sollte das Ziel der Renaturierungsplanungen und -maßnahmen darin bestehen, daß durch eine optimale Gestaltung des Abbaus vielfältige, naturraumtypische Standortverhältnisse geschaffen werden und spätere Pflegemaßnahmen nicht erforderlich sind.

Für die Folgenutzung einer Abgrabung als Abfallentsorgungsanlage ist eine eigene Planfeststellung nach dem AbfG erforderlich. Hier ist auch das Verhandlungsgeschick des Behördenvertreters gefragt.

Renaturierungspläne müssen ebenfalls angefertigt und umgesetzt werden.

Durch die Beteiligung der zuständigen Naturschutzbehörden an der Aufstellung des Regionalplans ist grundsätzlich sichergestellt, daß Überlagerungen von nach Art. 6d (1) BayNatSchG geschützten Flächen und zum Abbau vorgesehenen Vorrangflächen nicht auftreten können. Falls jedoch nach dem Beschluß über den Regionalplan "neue" 6d (1)-Flächen kartiert bzw. ausgewiesen werden, müssen die Vorrangflächen daran angepaßt werden, was eine besondere Härte für betroffene Abbaunternehmer bedeuten kann.

Inwieweit einem konkreten Abbauvorhaben aufgrund der Lage in 6d (1)-Flächen tatsächlich die Genehmigung versagt wird, ist Gegenstand der Abwägung im Genehmigungsverfahren.

Wenn und soweit Baggerseen und Trockenabbau als Ausgleich nach Abbauende ausschließlich für Naturschutzzwecke zur Verfügung zu stellen sind, muß die künftige Nutzung auf Dauer gesichert sein. Dazu kann es erforderlich sein, vor der Genehmigung der Abbaumaßnahme eine Grunddienstbarkeit oder beschränkt persönliche Dienstbarkeit im Grundbuch zugunsten des Freistaates Bayern eintragen zu lassen, welche beispielsweise lauten könnte: "Grunddienstbarkeit zugunsten des Freistaates Bayern mit dem Inhalt, daß das durch Kies- (Sand-, Ton-) Abbau auf dem Grundstück Flurst.-Nr. ... der Gemarkung ... entstehende Fischereirecht nicht ausgeübt werden darf"; oder: "Grunddienstbarkeit zugunsten des Freistaates Bayern, daß das Grundstück Flurst.-Nr. ... der Gemarkung ... nach dem Abbau von Kies (Sand, Ton) ausschließlich Naturschutzzwecken dient".

3.2 Meinungsbild

Nach wie vor stößt eine Renaturierung aufgelassener Abbaugruben, d.h. eine Herrichtung für Belange des Arten- bzw. Naturschutzes (im Gegensatz zu einer Rekultivierung), bei der Mehrheit der Bevölkerung auf Unverständnis und Ablehnung. Die Abneigung gegenüber der aufgerissenen Vegetations- bzw. Bodenschicht beruht v.a. auf dem "unästhetischen" Anblick. Abbaustellenhohlformen mit karger Vegetationsbedeckung werden von wenig umweltbewußten Zeitgenossen als willkommene Deponien für Sperrmüll, Autowracks u. dgl. verstanden. Als ansprechendes Landschaftsbild werden von weiten Kreisen der Bevölkerung weiche Reliefformen mit geschlossener Vegetationsdecke aufgefaßt.

Verfüllungen von Trockenabbauen mit Bauschutt oder Abraum werden daher nicht ungerne gesehen, wobei seit einiger Zeit wiederholt Bedenken wegen möglicher Umweltgefährdung (z.B. bei asbesthaltigen Materialien) auftauchen. Naßabbau werden als ästhetisch ansprechend angesehen, wenn sie rundum eingewachsen sind, am besten mit dichtem Rasen und einigen (Trauer-)Weiden. Auch dekorative Seggenbulte oder röhrichtbestandene Buchten werden

noch mit Wohlwollen betrachtet. Badegäste und Windsurfer sehen durch naturschutzorientierte Gestaltungsmaßnahmen von Baggerseen ihre Bewegungsfreiheit erheblich eingeschränkt. Steilwände werden im breiten Meinungsbild eher als Sicherheitsrisiko denn als wertvolle Habitatstruktur gesehen, unbewachsene Flächen als schlecht angelegt und als schnell zu beseitigender Makel.

Aus einem anderen Betrachtungswinkel empfinden folgende Bevölkerungsgruppen stillgelegte Abbaugruben: Kinder begeistern sich über Trockenabbau mit Pfützenbildung als Abenteuerspielplätze, weil sie hier ihrer Kreativität freien Lauf lassen können. Moto-Cross-begeisterte Jugendliche bevorzugen vegetationsarme Rohbodenstandorte mit kleinräumigen Reliefunterschieden zur Ausübung ihrer Freizeitbeschäftigung. Ferner werden offene Kies- und Sandflächen gerne für die Anlage eines Lagerfeuers aufgesucht.

Kommunalpolitiker wollen oft möglichst viele Naherholungsflächen schaffen, z.T. ohne Kenntnis des eigentlichen Bedarfs. Zu diesem Zweck bevorzugen sie stillgelegte Naßbaggerungen. Interesse an naturschutzorientierter Gestaltung bzw. Folgenutzung besteht v.a. dann, wenn sie mit einer kritischen Öffentlichkeit und Presse konfrontiert sind.

Von seiten des behördlichen Naturschutzes sind Naturschutz-Folgenutzungen und damit verbundene Maßnahmen selbstverständlich gerne gesehen und werden daher auch unterstützt. Lediglich Steilwände bereiten wegen der Personengefährdung oft Schwierigkeiten.

Die Unternehmer sind je nach Eigentumsverhältnissen unterschiedlicher Meinung. Pächter der Abbauflächen haben meist nur Interesse an kostengünstiger Folgenutzung und Absicherung gegen spätere Schadensersatzforderungen oder Haftungen bei Unfällen. Dies veranlaßt die Unternehmenseite meist zur Übergabe einer Naßbaggerung an öffentliche Träger zur Gestaltung eines Badesees (bei Pacht) oder die Anlage einer genehmigungsfähigen Deponie mit späterer land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung (bei Eigentum). Nur relativ wenige Eigentümer stehen einer (Re-)Naturierung wohlwollend gegenüber, obwohl sie nach Abklärung von Haftungsfragen von allen Folgenutzungen am kostengünstigsten zu erstellen ist.

Aus Sicht der Fischer bzw. Freizeitangler stellen Naßbaggerungen willkommene Gewässer zur Ausübung ihrer Freizeitbeschäftigung dar, welche die wachsende Nachfrage zu einem erheblichen Teil abdecken können. In der Mehrzahl bevorzugen Angler "naturnah" eingewachsene Dauergewässer mit nicht zu breiten, durch Trampelpfade und Stege unterbrochene Röhrichtzonen und teilweisem Ufergebüsch.

Jäger betrachten größere, überwiegend mit Gebüsch eingewachsene bzw. bepflanzte, aufgelassene Abbaugruben oft als gute Wildeinstände, vor allem in ausgeräumten Agrarlandschaften. Größere vegetationsarme Abbausohlen entsprechen nicht ihren Vor-

stellungen. Ein Biotopverbund zwischen mehreren Gruben über lineare Saum- und Gehölzstrukturen als Leit- bzw. Wanderwege für das Wild kommt ihnen ebenfalls entgegen.

Von den bisherigen Meinungen abweichenden Ansichten begegnet man bei Naturwissenschaftlern: Geologen und Geographen haben wegen der erdgeschichtlichen Aussagekraft von Erdaufschlüssen großes Interesse daran, daß Abbaustellen nicht verfüllt bzw. rekultiviert werden.

Biologen, Ökologen und Naturschützer vertreten vielfach folgende Meinung: Aufgrund des rapiden Arten- und "Biotop"-Schwundes wird in den durch Abbau neu geschaffenen Standorten eine der letzten Chancen gesehen, ausreichend große Flächen für einen effizienten Schutz gefährdeter Arten und Lebensgemeinschaften aus der Landnutzung zu nehmen. Als (volkswirtschaftliche) Rechtfertigung, einer Renaturierung den Vorzug gegenüber einer Rekultivierung zu geben, führen sie die wesentlich niedrigeren (Gestaltungs-)Kosten an. Ferner sehen Ökologen als Hinderungsgründe die häufig auftretenden Bewirtschaftungsschwierigkeiten (Bodenverdichtungen, Stauvernässung, verminderte Wuchsleistung der Kulturen), verfüllte Abbaugruben wieder einer land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung zuzuführen. Wenn Naßbaggerungen mit Abraum bzw. inertem Material verfüllt werden, kommt ihrer Ansicht nach noch eine Gefährdung des Grundwassers hinzu.

Eine **gezielte Anlage von Abbaustellen** in ausgeräumten Agrarlandschaften oder ausgedehnten, monotonen Forsten mit entsprechendem Lockergesteinsvorkommen (z.B. Schotterplatten mit ausgeprägtem Defizit an naturbetonten Lebensräumen) **nach ökologischen Standortkriterien** käme den Vorstellungen dieser Personengruppe entgegen, weil solche Gruben mit besonders hoher Wahrscheinlichkeit einen Beitrag zum Artenschutz leisten könnten. Nach Meinung der meisten Ökologen und Biologen sollte der natürlichen Sukzession, welche allenfalls durch sporadische Pflegemaßnahmen gelenkt werden soll, der Vorzug vor regelmäßigen Pflegeeingriffen eingeräumt werden; die artenschutzbedeutsamen Pionierstandorte in unserer Landschaft sollen durch optimale Gestaltung und flankierende Abschirmungsmaßnahmen einen möglichst langen Bestand haben (vgl. z.B. PLACHTER 1983, DINGETHAL et al. 1985, OTTO 1992).

Eine Meinungsverschiedenheit unter den Wissenschaftlern besteht in der räumlichen Verteilung von Abbaustellen: Viele Ökologen (siehe z.B. KREBS & WILDERMUTH 1976, PLACHTER 1983) treten für eine Verteilung der Lockergesteinsentnahme auf viele kleinere Abbaustellen und nur wenige große ein, was konträr zu den Zielen der Raumordnung und auch der Bodenschutzklausel im BauGB (§ 1 Abs. 5) steht, die eine Konzentration der Abbaustellen vorsehen.

3.3 Durchführungprobleme

3.3.1 Konflikte zwischen Gestaltungs- bzw. Pflegeansprüchen und rechtlichen Vorgaben

Einer Erhöhung des für Naturschutz-Folgenutzung vorgesehenen Anteils an Abbaustellen stehen alte Objekte aus einer Zeit entgegen, in denen die Abbaugenehmigungen noch ohne konkrete Festlegung der Folgenutzung bzw. Verpflichtung zur Rekultivierung bzw. (Re-)Naturierung erteilt wurden. Auch die danach eingeführte Verpflichtung zur Rekultivierung, die anfangs als reine Wiedernutzbarmachung des Geländes verstanden wurde, ist vielfach ein Hindernis. Bei Altgenehmigungen ist das Rekultivierungsziel häufig eine Aufforstung. Eine Aufforstung ohne vorherige Auffüllung ist zwar oft ökonomisch wenig sinnvoll, aber nicht unbedingt vermeidbar. Allerdings sind Verfüllungen meistens nicht genehmigt und daher gesondert zu beantragen, was eine neue Diskussion des Rekultivierungszieles ermöglicht.

Es gibt auch Rekultivierungsaufgaben, die über viele Jahre nicht beachtet wurden, indem stillgelegte Gruben der Sukzession überlassen wurden. Wenn sich daraufhin in vielen Fällen nach Art. 6d BayNatSchG geschützte Flächen mit Vorkommen z.T. hochgradig gefährdeter Arten entwickelt haben, stehen diese nun einer Rekultivierung entgegen. Nun dürfen sie aufgrund des höherrangigen Rechts (Art. 6d (1) BayNatSchG) nicht mehr zerstört oder beschädigt werden. Trotz ihres aktuellen gesetzlichen Schutzes besteht eine gewisse Gefährdung für solche sekundären Lebensgemeinschaften fort. Als Beispiel sei eine größere Kiesgrube bei Pattendorf/LA erwähnt, welche inzwischen Lebensraum für Neuntöter, Flußregenpfeifer, Uferschwalbe und Wechselkröte geworden ist und nun einer Wirtschaftlichkeitsprüfung für den Unternehmer bezüglich Folgenutzung unterzogen wird.

Große Probleme für Naturschutz- und Baubehörden bereiten ehemalige baugenehmigungsfreie Abbaue durch das Recht des sogenannten "Bestandsschutzes". Der Bestandsschutz gilt dann, wenn der Abbau nicht für "geraume" Zeit (etwa mindestens 1/2 - 1 Jahr) eingestellt wurde. Die ehemals für den Abbau genehmigte Fläche wird dabei durch eine Art "Salami-Taktik" abgebaut, mit der somit heute baugenehmigungspflichtige Abbaue weiterhin ohne behördlichen Zugriff ausgebeutet werden können.

Bei der Standortsuche, landesplanerischen Beurteilung und den Genehmigungsverfahren **fehlt** derzeit noch ein **fachlicher und rechtlicher Mindeststandard für die Planunterlagen**. Auch die Beurteilungen einzelner Abbauvorhaben durch die jeweilige Genehmigungsbehörde fallen sehr unterschiedlich aus. Aus diesem Grund ist derzeit eine gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern sowie für Landesentwicklung und Umweltfragen in Vorbereitung.

Auch die nach dem **Landesentwicklungsplan bzw. Landschaftsrahmenplan vorgegebenen Folge-**

nutzungen sind für viele nachträgliche Renaturierungsobjekte ein Hemmschuh. Lediglich Abbaustellen, in denen noch keine Folgenutzung festgelegt wurde oder deren Folgenutzung geändert werden soll (wobei auch Nutzungsintensivierungen als Änderung gelten), stehen dem Naturschutz dann vorrangig zur Verfügung, wenn sich dort eine 6d (1)-Fläche entwickelt hat. Bei Beantragen der Verfüllung müßte ein eigenes Genehmigungsverfahren beantragt werden, in dem dann der Art. 6 BayNatSchG Berücksichtigung finden muß.

Bei einer geplanten (Re-)Naturierung bedeutet die Herstellung einer Steilwand immer auch ein Problem der Haftung. Grundsätzlich erfolgt nach Art. 21 Abs. 3 Satz 1 BayNatSchG ein Aufenthalt in der freien Natur stets auf eigene Gefahr, auch im Bereich von Sekundärbiotopen, wie z.B. Abbruchkanten. Im Einzelfall kann allerdings doch eine **Verkehrssicherungspflicht** bestehen, wenn im Vergleich zu sonstigen in der freien Natur vorkommenden Gefahrensituationen wie Steilwänden und Felsabbrüchen eine erhöhte Gefährdungslage geschaffen wird. Dies ist insbesondere der Fall,

- wenn der Verkehr vor Gefahren geschützt werden muß, die für ihn überraschend sind oder denen er sonstwie schlecht Rechnung tragen kann, oder
- wenn die für anthropogene Einrichtungen latent vorhandene Verkehrssicherungspflicht durch Steilwände o.ä. erst konkret aktualisiert wird.

Dies bedeutet, daß bei in Betrieb befindlichen Abbaugruben in erheblichem Umfang Verkehrssicherungsmaßnahmen notwendig sind, weil nach dem objektiven Erwartungshorizont Verkehrsteilnehmer auf das Vorhandensein von Sicherheitsmaßnahmen vertrauen. Auch kurz nach Einstellung der Abbautätigkeit, wenn noch der Eindruck einer "Betriebsstätte" besteht, sollte der vorherige Sicherheitsaufwand nicht vermindert werden. Sobald jedoch ein Abbaugelände äußerlich den Eindruck freier Natur bietet, wird von einer erhöhten Aufmerksamkeit von Passanten ausgegangen und der Sicherheitsaufwand kann reduziert werden. Ausnahmen bestehen z.B., wenn Sitzgelegenheiten oder Wanderwege sich unmittelbar über einer Abbruchkante bzw. Steilwand befinden (StMLU 1992). In diesem Fall sollte ein stabiles Gelände, ggf. mit Warnungstafeln, angebracht werden.

In Naßbaggerungen kann die **Ausübung der Fischerei** eine Störung der natürlichen Lebensgemeinschaften darstellen. Vor allem Fischbesatzmaßnahmen können tiefgreifende Bestandesveränderungen verursachen.

Äußerst problematisch hinsichtlich der Durchsetzung von Naturschutzzielen bei Abbauvorhaben erweist sich oft der Bereich der sogenannten **bergfreien oder grundeigenen Bodenschätze** (z.B. Kiesel-erde und Quarzit, sofern sie sich zur Herstellung feuerfester Erzeugnisse eignen, und Bentonit). Die Gewinnung dieser Stoffe unterliegt dem Bundesberggesetz. Zuständig für diese Abbauverfahren sind i.d.R. allein die Bergämter als untere Bergbehörden. Das Naturschutzgesetz muß auch von den

Bergämtern mitvollzogen werden. Bei Betriebsplanverfahren zur Stellungnahme müssen diese mindestens das Benehmen, bei Schutzgebieten das Einvernehmen mit den Naturschutzbehörden herstellen. Ein landschaftspflegerischer Begleitplan kann verlangt werden (Art. 6 b (5) BayNatSchG).

3.3.2 Probleme in der alltäglichen Pflegepraxis

Bei der Umsetzung der in den Rekultivierungsplänen festgelegten Folgenutzung bestehen zum Teil noch erhebliche Vollzugsdefizite ("Papier ist geduldig"). Häufig wird versäumt, in den landschaftspflegerischen Begleitplänen präzise Zeitrahmen für die Durchführung der Rekultivierung oder Renaturierung einzubauen (und dazu Abbaubabschnitte und Sicherheitsleistungen vorzusehen).

Das Fehlen adäquater technischer Hilfsmittel für die Pflege oder die naturschutzorientierte Standortgestaltung ist ein häufiges Problem. Falls sich bei der Pflege Vereine bzw. Naturschutzverbände engagieren, obwohl es Aufgabe des Abbaunternehmers wäre, sind jene damit oft technisch überfordert. Mit Schaufeln eine höhere Steilwand aufzufrischen, ist wegen der Gefahr des Nachbrechens oft kaum durchzuführen und kann ohnehin nur etwa eine halbe Schaufellänge hinabgebracht werden. Dazu ist die Hilfe von Maschinenringern oder Bauunternehmen nötig, die Radlader zur Verfügung stellen. Die Anlage einer Steilwand, was ein Mindestmaß an ökologischem Fachwissen voraussetzt, wird oft von Nicht-Sachkundigen durchgeführt, staatliche Naturschutzfachkräfte oder andere Fachleute (Landschaftspflegeverbände mit ökologischer Ausrichtung, Landespfleger mit entsprechender Erfahrung) werden nicht herangezogen. Ein Bruterfolg von Uferschwalben bleibt dann meist aus.

Der große Zeitaufwand für die schonend durchzuführenden Pflegemaßnahmen überfordert die freiwilligen Helfer. Das Mähen vieler Flächen muß aus Gründen der Schonung der anderen Flächen von Hand (z.B. mit einer Motorsense) erledigt werden, was viel Zeit und Anstrengung kostet. Diesen Aufwand können wegen ihrer vielfältigen Aufgaben die meisten Verbands-/Ortsgruppen heute kaum noch leisten. Zunehmend setzt sich die Einrichtung von **Landschaftspflegeverbänden** für die Bewältigung dieser Aufgaben durch. Eine Vorreiterrolle nimmt dabei der Regierungsbezirk Mittelfranken ein (siehe Kap. 5.2).

Besonders schwierig erweist sich oft das Fernhalten von Störungen aus "Naturschutz-Gruben". Die in Kap. 2.4 beschriebenen flankierenden Maßnahmen können längerfristig nur in Verbindung mit häufigen Kontrollen einen Erfolg versprechen, was aber nicht allein von den Naturschutzfachkräften geleistet werden kann. Besonders am Wochenende und abends sind derartige Abbaustellen unerlaubten oder aus Naturschutzsicht störenden Nutzungen (Müllabladen, Baden oder Surfen, Moto-Cross-Fahren etc.) ausgesetzt. Hier könnte nur die Unterstützung durch die Polizei und ehrenamtliche Naturschutzwarte oder -wächter eine sinnvolle Ergänzung bringen. Vorteilhaft erscheint es, solche Störungen durch im

Renaturierungsplan festgelegte flankierende Maßnahmen (z.B. die Anlage von Gräben) von vornherein weitestgehend auszuschalten.

Das Bereitstellen von Pufferflächen ist oft schwierig. Über die Breite der Abstandstreifen hinaus ist es den Unternehmern oft nicht oder nur unter größerem Ausbeuteverzicht möglich, naturschutzfachlich ausreichend große Pufferstreifen zur Verfügung zu stellen. Wegen des zu erwartenden Widerstands schränken Naturschutzbehörden ihre berechtigten Forderungen hinsichtlich der Pufferstreifenbreite meist stark ein. Eine Möglichkeit, um beiden Seiten (Unternehmern und Naturschützern) gerecht zu werden, wäre z.B. die vertragliche Sicherung von Randstreifen der benachbarten Nutzflächen und die Übernahme dieser Ausgleichszahlungen durch den Unternehmer (siehe Kap. 5.2). Das Rekultivierungsziel darf keinesfalls abhängig gemacht werden von den Eigentumsverhältnissen, sondern nur von den ökologischen Zielen.

Mischnutzungen von Naturschutz und Freizeit/Erholung in einem Abbaureal sind fast immer eine Quelle des Ärgers auf beiden Seiten, da sich die einzelnen Teilbereiche wegen meist zu geringer Flächengröße oder unzureichender Abtrennung kaum sinnvoll nutzen lassen. Die naturbetonte Zone ist - fast unvermeidlich - wiederholten Störungen durch den Erholungsbetrieb ausgesetzt. Die aus naturschutzfachlicher Sicht gewünschte völlige Nutzungstrennung läßt sich in Gebieten mit relativ wenigen Abgrabungen kaum bewerkstelligen: Die Folgenutzer "stehen meist schon Schlange", um eine Abbaustelle "übereignet" zu bekommen. Daher wird von der Genehmigungsbehörde oft der Weg des Kompromisses eingeschlagen, der aber meist für alle Seiten unbefriedigend ist: Badende sehen sich durch Betretungsverbotsschilder in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt, Fischer fühlen sich davon oft überhaupt nicht betroffen, was wiederum die Naturschützer auf den Plan ruft. Erholungsuchende Wassersportler wiederum sind sowohl von Fischern als auch Naturschützern nicht gern gesehen.

In der Praxis liegt bei (Re-)Naturierungsplanungen und -gestaltungen von Abbaustellen noch vieles im argen: Vielerorts wird noch zu wenig für den Artenschutz (im Sinne von einfachem Liegenlassen) getan, mancherorts auch "zuviel des Guten". Häufig liegen den Biotopgestaltungsmaßnahmen keine Konzepte zugrunde, d.h. man kreiert einfach die "üblichen" Habitat- oder Biotopelemente (v.a. Steilwand und Tümpel).

Dabei wird oft versucht, möglichst viele verschiedene und in allen Gruben nahezu das gleiche Biotop-Repertoire anzulegen, wobei das Besiedlungspotential oder weitere, ebenso wichtige Habitatansprüche gefährdeter Arten nicht weiter beachtet werden. Oft wird von einer Art nur ein Teillebensraum berücksichtigt, z.B. beim Eisvogel das Bruthabitat, die Steilwand. Daß der Vogel dagegen auch Sitzwarten und vor allem klares, an Kleinfischen reiches Wasser benötigt, wird häufig übersehen. Mißerfolge sind die Konsequenz. Zudem erhalten immer wieder die gleichen, spektakulären, populären Abbaustellenar-

ten (z.B. Uferschwalbe, Eisvogel, Kreuzkröte, Knabenkräuter) den Vorzug vor vielen unscheinbaren Arten (z.B. Laufkäfer, Wasserkäfer, Pflanzenarten der Zwergbinsenfluren), die ebenfalls im Rückgang begriffen sind, und deren Fortbestand regional ebenfalls von Sekundärlebensräumen abhängt.

Bei der üblichen "Biotop-Mixtur" bleiben auch die Minimumarealansprüche vieler Arten unberücksichtigt, z.B. der Aktionsradius, der besagt, wie weit eine Art z.B. zur Nahrungssuche zu wandern vermag. Bietet die Abbaustellenumgebung für eine Art mit weitem Aktionsradius keine ihr zusagenden Habitatstrukturen, findet sie trotz aller Bemühungen

in der "nett eingerichteten" Grube keinen Lebensraum.

Viele Enttäuschungen bei Gestaltungsmaßnahmen in Abbaustellen liegen darin begründet, daß das Besiedlungspotential der näheren und weiteren Umgebung nicht erfaßt wird oder wegen begrenzter Mittel auch gar nicht erfaßt werden kann. Nur so aber ist ein gezieltes Standort-Gestalten möglich, wobei selbst dann ein (dauerhafter) Ansiedlungserfolg nicht garantiert ist. Dennoch entsteht dann ein gewisses Bewußtsein hinsichtlich der naturräumlichen Eigenheit, welches auch die Erkenntnis der Notwendigkeit der langfristigen Erhaltung weiterer bedrohter Arten beinhalten kann.

4 Pflege- und Entwicklungskonzept

Das folgende Pflege- und Entwicklungskonzept verarbeitet und berücksichtigt die Grundlagen und Bewertungen der vorangegangenen Kapitel.

Allgemeine Grundsätze (Kap. 4.1, S. 141) stecken den Orientierungsrahmen für ein Handlungs- und Maßnahmenkonzept (Kap. 4.2, S. 146) ab. Auf dieser Basis werden räumliche Leitbilder für die Abbaustellen-Gestaltung (Kap. 4.2.1, S. 146) abgeleitet, die wiederum den Handlungsrahmen für konkrete Umsetzungsvorschläge bilden (Kap. 4.2.2, S. 149). Regionale Aufgabenschwerpunkte sind Gegenstand des Kapitels 4.2.3 (S. 165). Anhand eines Beispiels (Kap. 4.3, S. 166) werden abschließend die Umsetzung und das Zusammenspiel gestalterischer und pflegerischer Maßnahmen für eine Abbaustellen-Renaturierung vorgestellt.

4.1 Grundsätze

Nach welchen Grundsätzen sollten Abbau- und Renaturierungsplaner, Abbauunternehmer, Naturschutzbehörden und -organisationen administrativ oder praktisch handeln? Welche übergreifenden Maximen oder Prämissen sind bei der Ableitung der Gestaltungs- und Pflegeziele (vgl. 4.2) zu beherzigen? Die Grundsätze (1) bis (9) beziehen sich auf übergeordnete Rahmenbedingungen und Konzepte, die Grundsätze (10) bis (21) auf Gestaltung und Pflege.

(1) Tabuzonen für den Abbau festlegen und einhalten!

Erhaltenswerte Biotopflächen sollten heute nicht mehr für den Abbau freigegeben werden. Zu den Ausschlußstandorten des Bodenabbaues sollten außer kartierten Biotopen, 6d (1)-Flächen, naturnahen Wäldern auch folgende Flächen gehören:

- Lebensräume gefährdeter Tierarten, die über "Biotopflächen" hinausgehen und nicht durch abbaubedingte Sekundärstandorte erweitert werden;
- erhaltenswürdige Ausschnitte des natürlichen Reliefs und Standorte mit besonderem erdwissenschaftlichen Informationsgehalt (siehe LPK-Band II.15 Geotope), z. B. auffällige Moränenkuppen, Oser, Toteislandschaften, Flußterrassen, Dünenfelder, Findlingsgebiete, Talspore in Krystallinersatzgebieten.

Auch früher ausgewiesene Abbauvorrang- und -vorbehaltszonen sollten angesichts der dramatischen Arten- und Biotopverluste der letzten Jahre neuerlich auf ihren Biotopwert überprüft werden.

Diese Tabuflächen sollten aber nicht nur auf den direkten Flächenumfang des wertvollen Biotops beschränkt bleiben, sondern auch für Flächen gelten, die in unmittelbarem Zusammenhang (z.B. über Sickerwasserzuflüsse) zu ihm stehen oder potentielle Ausbreitungs- oder Pufferflächen des Biotops darstellen. Sie können auch ehemalige Abbaustellen

sein, wenn deren schutzwürdiger Artenbestand z.B. durch die Wiederaufnahme des Abbaus gefährdet würde. Gerade nicht intensiv genutzte Flächen und sogenanntes "Ödland" werden häufig zur Kies-, Sand- oder Tonausbeute herangezogen. Doch eben diese sind oft letzte Rückzugsflächen in unseren ausgeräumten Landschaften. Diese natürlichen Potentiale müssen dringend vor Zugriff geschützt bleiben. Viele Arten sind so eng an ihre Primärbiotop gebunden, daß sie mit diesen verschwinden.

(2) Ausgleich von Biotopdefiziten mit Abbau(rahmen-)planung koordinieren!

Naturschutzkriterien sollten nicht nur Ausschlußgebiete festlegen, sondern auch die relativ geeigneten, u.U. sogar ökologisch vorteilhaften Standorte innerhalb der Optionsgebiete einengen helfen. Bei der Festlegung des Abbau-Standortes sollten auch naturschutzfachliche Gesichtspunkte mitspielen. Außerhalb der präfixierten Tabuflächen können naturschutzfreundlich betriebene oder renaturierte Abbaustellen wichtige Ergänzungselemente oder sogar Grundpfeiler raumübergreifender Biotop-Verbund-Systeme sein. Geschickte räumliche und zeitliche Koordinierung kann die Abbaufolgebiotopflächen in "Bedarfszonen des Naturschutzes" plazieren. Sie kann in bestimmten Fällen sogar die Mangelsituation "unreifer" Biotoptypen wie z.B. Kiesfluren, Sandfluren, Tümpel, (Klein)Röhrichte, Großseggensümpfe, Weidengebüsche etwas ausgleichen helfen.

Die Gestaltung der Abbaustellen soll sich am (ggf. ehemaligen) naturraumtypischen Biotop-Inventar orientieren (siehe Grundsatz 11). Bei isolierter Lage eines Gruben-Biotops ist ein großes, reichstrukturiertes Gelände geeigneter als mehrere kleine, da es hier eine Art Stützpunkt-Funktion als Kernbiotop im Rahmen des Biotop-Verbund-Systems (Minimal-areal!) übernehmen muß.

(3) (Re-)Naturierungsanteil bei Neugenehmigungen deutlich erhöhen!

Das beachtliche Arten- und Biotoppotential von Abbau-Folgebiotopen (vgl. Kap. 1.4 und 1.5) wurde bis heute nur unzureichend ausgeschöpft, weil die Mehrzahl der verpachteten Abbauflächen nach Abbauende bzw. sukzessive während des Abbaues wieder verfüllt, rekultiviert oder wiederaufgeforstet wird.

Folgenutzung Naturschutz (vgl. Grundsatz 4) sollte künftig bei mindestens einem Drittel aller Abbauflächen angestrebt werden (DINGETHAL et al. 1985: 104), nach Möglichkeit aber bei einem noch höheren Anteil. Bis zum Erreichen des Zielwertes sollten alle neuen Abbaugenehmigungen an das "Rekultivierungsziel" Naturschutz gebunden werden (DINGETHAL et al. 1985: 104).

Die "Naturschutzquote" für Abbauflächen sollte in den jeweiligen Abbauregionen nach dem dort herrschenden Defizit an Pionierstandorten und Sukzessionsflächen bemessen werden (vgl. 4.2.3, S. 165).

(4) Grubenrekultivierung ist den Bodenschutzziele verpflichtet. Verfüllung nur, wenn Substratverfremdung und Störungen des Boden- und Grundwasserhaushaltes auszuschließen sind!

Die derzeitige Praxis der Grubenverfüllung ist häufig unbefriedigend. Mangels ökochemisch, petro- und stratigraphisch dem Anstehenden verwandten Materials werden verschiedenste Bauschuttfraktionen, Bodenabraum aus andersartigen Bodenlandschaften u. dgl. eingefüllt, in Vogelschlagvermeidungsgebieten (z.B. im Nahbereich neuer Flughäfen) sogar in oligotrophe Grundwasseraufschlüsse. Grundwasserbeeinträchtigungen (z.B. Nitratfreisetzung aus eingekipptem Niedermoorabraum), Umlenkeffekte der Grundwasserströmung, oberflächliche Staunässe an einstigen Trockenstandorten und standortfremde Bodenprofile und Pedotope* können die Folge sein. Bei der Rekultivierung, im Regelfall mit (Teil-)Verfüllung verbunden, sollte vorsichtiger als bisher vorgegangen werden. Eine beträchtliche Erhöhung des Anteils unrekultivierter "Naturschutzgruben" (vgl. Grundsatz 3) hilft landschafts- und bodenökologisch bedenkliche Verfüllungen vermeiden.

Auch das früher verwendete Argument des besseren Grundwasserschutzes durch Verfüllung von Naßbaggerungen ist angesichts bedenklicher Verfüllmaterialien revisionsbedürftig.

(5) Folgenutzung Naturschutz bedeutet im wesentlichen: liegenlassen!

Abgesehen von renaturierungsfördernden Abbau-modalitäten (vgl. 4.2) und einzelnen, meist sehr begrenzten Nachbereitungsmaßnahmen bedarf die ökologische Umwidmung von Abbauflächen im allgemeinen keiner ehrgeizigen maßnahmenaufwendigen Gestaltungsplanung und ökotechnischen Betreuung. Im wesentlichen geht es darum, das Sukzessionspotential der von technischen Vorgängen hinterlassenen Sekundärstandorte nicht durch Folgemaßnahmen zu überprägen oder auszulöschen. Bedenklich wäre es, den Erhaltungswert ausgebeuteter Abbauflächen vom Grad der landschaftspflegerischen Beplanung abhängig zu machen. Beauftragte Planer sollten sich bewußt von der Versuchung freihalten, etwas "machen" zu müssen, weil der auftraggebende Unternehmer für sein Geld etwas "erwartet". Auch der an sich anerkanntswerte "ökologische" Gestaltungsdrang engagierter Abbauunternehmer, lokaler Naturschutzgruppen und mancher Gemeinden sollte die Grenze zum überflüssigen Aktionismus beachten. Kunstvolle Biotoplanlagen en miniature oder gar Aussetzaktionen von Arten dienen nur allzu leicht als Alibi für das Versäumnis, wahrhaft bedeutsame und ohne Nachgestaltung ausreichend strukturierte Grubenareale dauerhaft für die natürliche Entwicklung zu sichern. Keineswegs darf in der Öffentlichkeit der Eindruck erweckt werden, eine alte Grube würde erst zum "Biotop", wenn

darin Tümpel ausmodelliert, Totholzrequisiten ausgelegt und Kammolche ausgesetzt werden. Andererseits gibt es natürlich Abbausituationen, in denen Nachgestaltung den Biotopwert deutlich verbessern kann (vgl. aber Grundsatz 6).

(6) Folgegestaltung: den Arten- und Biotopschutz gegenüber ästhetischen Belangen stärker berücksichtigen!

Das verständliche Bestreben, Eingriffe in die natürliche Morphologie der Landschaft wenigstens optisch wiedergutzumachen, sollte dort zurückstehen, wo mit artenschutzgewichtigen Spontanhabitaten und/oder einem reichhaltigen Komplex an Abbaustandorten zu rechnen ist. Dies ist der häufigste Fall. Optischen Beeinträchtigungen ist durch Abbauvermeidung an morphologisch exponierter Stelle vorzubeugen (siehe Grundsatz 1), nicht durch nachträgliches Ausmodellieren von Großverfüllungen auf Kosten wertvoller Rohbodenstandorte und Kleingewässer nur unvollkommen entgegenzuwirken. Das unkaschierte Stehenlassen von Abbaukonturen erhöht nicht nur die Standortdiversität der Landschaft, sondern ist auch ein Akt historischer Ehrlichkeit und zivilisationsgeschichtlicher Zeugenschaft.

(7) Den Charakter von Abbau-Folgebiotopen nicht künstlich verschleiern!

Unsere technisch geprägte Zeit hat den Punkt längst überschritten, wo in falsch verstandener Nostalgie die allgegenwärtigen Spuren großtechnischer Landschaftseingriffe kaschiert oder geschönt werden sollten. Infrastrukturen, Bergbauhalden, arrondierte Schläge und Abbaustellen sind nun einmal der kulturgeschichtlich originäre Beitrag dieser Zeit zur Landschaftsentwicklung. Dazu sollte man stehen. Deshalb sollten unrekultivierte Gruben ungeachtet ihrer oft bedeutenden Biotopfunktion nicht in landschaftsbaulich-landschaftsgärtnerische "Spielwiesen" mit allem möglichen "Schnickschnack" mißverstanden werden. Auch nicht in Wild- und Zierpflanzengärten, wie man verschiedentlich beobachten kann.

Die Abgeschlossenheit mancher Gruben verleitet dazu, mangelnde Durchsetzung landschaftsökologischer Mindestqualitätsziele in der übrigen Nutzlandschaft durch Übermanagement in diesen "verlassenen Ödlandinseln" zu kompensieren. Den natürlichen Entwicklungen in ehemaligen Gruben von außen zusehen, nicht unnötig eingreifen, diese "in statu nascendi-Ökosysteme" aber vor Konfliktnutzungen bewahren, ist im Regelfall sinnvoller als eine kunstvoll detaillierte und gutgemeinte Möblierung nach naturlandschaftlichen Vorbildern, die innerhalb eines ehemaligen Abbaukomplexes erratisch wirken müssen (z.B. altwasserartige Tümpelketten, künstliche Dünenzüge in Sandgruben weit außerhalb von Flugsandgebieten).

* homogene Ausschnitte der Bodenlandschaft

(8) Trockenabbau auch in potentiellen Naßabbaubereichen! Biotopfunktion und Empfindlichkeit des Grundwassers berücksichtigen!

Das Biotop- und Artenpotential von Gruben resultiert, insbesondere in Kies-, Sand- und Tongruben der Terrassen- und Beckenlandschaften, vor allem aus der Ausdehnung und nicht aus der Tiefe. Vorwiegend flache, in sich differenzierte Kuhlten bieten naturschutzfachlich mehr als tiefe Löcher. Auch dort, wo aufgrund hoher Lagerstättenmächtigkeit tiefer Naßabbau möglich ist, sollte aus Naturschutzgründen der Trockenabbau, notfalls auf deutlich größerer Fläche, nicht vernachlässigt werden (beachte aber Grundsatz 1!).

Aber auch Grundwasseraufschlüsse in richtiger Flächenrelation zu Trockenabbauen sind bereichernd, wenn

- Konfliktnutzungen (insbesondere Badebetrieb, Wassersport, Angeln, Fischbesatz),
- grundwasserbeeinträchtigende Teilverfüllungen (aus Bauschutt und humusreichem Abraum),
- Oberflächeneinträge aus dem Umfeld

geregelt werden und Naßbaggerungen nicht als steilwandig-rechteckige Becken fast das gesamte Abbaureal einnehmen.

Die nach §2 BNatSchG gewünschte Vermehrung von Wasserflächen darf nur unter diesen Voraussetzungen auch auf Naßbaggerungen bezogen werden. Selbstverständlich kann das Ziel "lieber flacher und großflächiger als tiefer und kleinflächig" mit ökonomischen (Pacht- und Bodenpreise!) bzw. agrarischen Interessen in Konflikt stehen. Leichter verwirklichen läßt es sich aber in Gebieten mit relativ flachen Lagerstätten (z.B. Terrassensanddecken in mittelfränkischen und oberpfälzer Tälern, Verwitterungssande im Rätsandsteingebiet, über dem tertiären Flinz ausgeilende Niederterrassenschotter der nördlichen Münchner Ebene).

(9) Konfliktnutzungen im Abbaubereich entzerren!

Erfahrungen der letzten Jahrzehnte zeigen, daß Arten- und Biotopschutzziele schwerlich mit anderen Nutzungen im selben Grubenareal vereinbar sind. Da aber eine Naturschutzwidmung aller künftig entstehenden Abbauflächen ebenso illusorisch ist wie eine Renaturierung aller bereits für Erholungszwecke oder Teichwirtschaft hergerichteten Kies-, Sand- und Tongruben, bedarf es einer Funktionstrennung. Die angestrebte Renaturierungsquote (vgl. Grundsatz 3) sollte eher durch größere, ausschließlich dem Naturschutz gewidmete Gruben als durch viele kleinere "Ökosektoren" innerhalb von Mischnutzungsbereichen erreicht werden.

GRUNDSÄTZE FÜR GESTALTUNG UND PFLEGE

Nicht immer genügt es, ausgebeutete Gruben einfach sich selbst zu überlassen ("Null-Management"). In bestimmten Situationen wird nur eine (nach-) gestaltete bzw. (vorübergehend) aktiv gepflegte Abbaustelle den gehobenen Artenschutz-Er-

fordernissen des betreffenden biogeographischen Raumes gerecht (vgl. aber Grundsatz 5).

(10) Bei der (Re-) Naturierungsgestaltung naturraumtypische Standort- und Habitatmerkmale begünstigen!

Zum Naturraum-Inventar gehörende bzw. ehemals vorhandene Biotope stecken den Rahmen ab für die Abbaustellen(re-)naturierung. Naturraumfremde und hochisolierte Sekundärbiotope finden kaum typische spezialisierte Besiedler. Zwar sollten in den Gruben keine verkrampften Landschaftsimitate entstehen (vgl. Grundsätze 6/7), doch sollten naturraumtypische, aber vielleicht selten gewordene Lebensraummerkmale (z.B. Rohboden, stark erwärmende Versteilungen, wechselfeuchtes Milieu, abbröckelnde Kanten und Überhänge) im Rahmen eines oftmals durchaus technisch geprägten Gesamterscheinungsbildes in den Mittelpunkt gerückt werden.

Abbaustellen sollen vornehmlich dort angelegt werden, wo durch geeignete Gestaltung Defizite in der Biotopausstattung eines Gebietes vermindert werden können (siehe Grundsatz 2). Als Grundlagen für eine gezielte Gestaltung können die Kenntnisse über das Vorkommen spezieller (gefährdeter) Arten bzw. über deren spezielle Lebensraumansprüche dienen, wie sie vor allem den Biotopkartierungen, den einschlägigen LPK-Biotoptypenbänden sowie den Landkreisbänden des ABSP zu entnehmen sind.

(11) Gestaltung an Abbaustellen-Leitarten orientieren!

Eine Abbaustellen(re-)naturierung kann i.d.R. nicht allen schützenswerten "Einwanderungsaspiranten" gerecht werden. Daher muß man sich bei der Gestaltung auf sogenannte Leitarten stützen: im Naturraum (ehemals) beheimatete Arten, deren spezielle Lebensraum- oder Standortansprüche heute in diesem Rahmen zunehmend schwieriger zu erfüllen sind, aber vom typischen Habitatspektrum der Abbaustellen gedeckt werden können. Das "Leitartenmanagement" kommt immer auch anderen Arten derselben Nische zugute. Solche Arten werden in [Kap. 1.7.1](#) und [1.7.2](#) in ihren Grundansprüchen vorgestellt.

Wirksame Artenhilfe kann aber nur im Zusammenhang mit dem ganzen Aktions- bzw. Jahreslebensraum geschehen. Insofern ist die Bereitstellung artspezifischer Engpaßstrukturen oder Teilhabitate (z.B. Laichgewässer im Abbaubereich) stets von einigermaßen artgerecht (hergerichteten) Komplementärhabitaten im Grubenumfeld abhängig zu machen. Bei vielen Arten kann indessen die Umfeldabhängigkeit durch relativ großflächige und heterogene Grubenareale sowie durch Verbannen konkurrierender Folgenutzungen wie Freizeitnutzung und Fischerei reduziert werden. Dieses Moment kann manchmal für den relativ großflächigen Abbau anstatt mehrerer mittelgroßer Abbaue sprechen (siehe Grundsatz 2).

(12) Biotop-Mixturen vermeiden! "Habitat-Möblierung" kann nivellierend wirken!

Die häufig geforderte Strukturvielfalt sollte nicht in einem "Biotop-Cocktail" enden, bei dem alle möglichen bekannten "Zutaten" verwendet werden, was letztlich nur zu ubiquitären Standardbiotopen führt. So ist es z.B. nicht sinnvoll, in jeder Trockenabbau-stelle noch eine Wasserstelle anzulegen (außer es ist ein Wechsel- oder Kreuzkröten-Vorkommen aus nächster Nähe bekannt). Dagegen sollte auch ebenen Abbausohlen mehr Beachtung geschenkt werden. Vielen Tierarten ist z.B. die oft praktizierte Relieffierung des Geländes eher hinderlich (z.B. Ödland-schrecken, Sandlaufkäfern, Limikolen).

Die Natur schafft meist von selbst weitere Standort-differenzierungen (zumindest in den Anfangsphasen der Sukzession) durch Erosionsvorgänge oder Sedi-ment-Fraktionierung bei Verschwemmung. Der Ver-such, jedes ökologische Detail gestalten zu wollen, bleibt oft ineffizient, wenn die Unterschiede durch Sukzession oder unerwartete Naturereignisse bald verwischen oder die gewünschte Tierart diese Stand-orte gar nicht aufsucht.

Zwischen den einzelnen Biotopen einer Abbaustelle sollten keine harten Grenzen geschaffen werden. Fließende Übergänge gewähren eine gewisse Habi-tatausdehnung und erleichtern Kolonisierungen. In bestimmten Fällen ist aber auch ein Nebeneinander extremer und extrem unterschiedlicher Standorte wichtig (siehe Ansprüche vieler Wildbienen-Arten nach RIESS 1986, Kap.1.5.3.4.2).

(13) Nährstoffarme Verhältnisse erhalten!

Dies gilt sowohl für Wasser als auch für die Böden. Oligotrophe Standorte sind sehr selten geworden in unseren reifen, d.h. nicht mehr von Naturereignissen (wie Überschwemmungen oder Nachbrechen unter-spülter Flußufer etc.) aufgefrischten Landschaften. Die intensive Nutzung unserer Kulturräume bringt zudem auf dem Großteil der Flächen ein unnatürlich übersteigertes (oft auch noch unausgewogenes) Nährstoffverhältnis, wodurch Pflanzenarten nähr-stoffarmer Standorte und Tierarten vegetationsar-mer Flächen stark zurückgedrängt worden sind. Die-se Standorte müssen vorrangig der natürlichen Suk-zession zur Verfügung gestellt werden.

Tongruben tendieren wegen der leichten Nährstoff-verfügbarkeit des Substrats (Ausnahme: kaolinthal-tige Tone und Chlorite), also ihrer Aufweitbarkeit und damit Anlagerung und Austauschbarkeit von Nährstoffionen, schneller zu eutrophen Verhältnissen. Hier könnte evtl. mit Pflege zu starkes Vegeta-tionsaufkommen in Grenzen gehalten werden (siehe Grundsatz 15), wenn kein Ausweich- oder Ersatz-standort in der Nähe angeboten werden kann.

Auch die Eutrophierung der Baggerseen kann durch Verzögerung der Beckenabdichtung und damit der längeren Erhaltung des Wasserdurchsatzes hinaus-geschoben werden. Mutterboden sollte gleich zu Abbaubeginn vollständig aus den Abbaustellen ent-fernt werden. Weitere Eutrophierungs-Schutz-maßnahmen sind die Verhinderung von Einträgen aus der Luft und von Zuflüssen. Die mit der Eutro-phierung einhergehende bzw. durch sie verursachte

Trübung des Wassers hat die Meidung dieses poteni-ellen Lebensraumes durch verschiedene Tierarten zur Folge.

(14) Extrem-Standorte schaffen!

Die Kultivierung der Landschaft überprägt natur-raumtypische Biotope und nivelliert schließlich Standortunterschiede. Die starke Gefährdung extre-mer Standorte (extrem trocken, naß, nährstoffarm, grobkörnig, feinkörnig, steil, sonnig etc.) fordert eine Bevorzugung in der (Re-) Naturierungsgestal-tung der Abbaustellen.

Daher muß beim Abbau gelten, daß auftretende, deutlich unterschiedliche Substrate, die nicht ge-bräucht werden, getrennt gelagert werden, um später für die Renaturierung nicht nur einheitliches Substratgemenge zu haben, sondern mehrere unter-schiedliche Substrate zur Schaffung deutlich unter-schiedlicher Standorte. Standfestes Substrat sollte wo möglich (bevorzugt an süd- bis südwestexpon-ierten Seiten) zur Anlage von Steilwänden genutzt werden. Potentiell wertvolle Standorte sollten nicht durch Gestaltung minderwertiger Strukturen ver-geudet werden.

(15) Natürlicher Sukzession den Vorzug vor Pflanzungen oder Ansaaten geben!

Eine Bestimmung der Vegetationszusammenset-zung durch Pflanzung, Ansaat etc. birgt die Gefahr einer Florenverfälschung für den Standort! Eine natü-rlische Ansiedlung von Arten benachbarter, selte-ner Standorte (natürliche Florenausbreitung) wird gleichzeitig verhindert. Auch dem Diasporenreser-voir des offengelegten Substrats, das oft wertvolle Überraschungen birgt (siehe FISCHER 1987), wird die Chance zur Entfaltung genommen.

Die natürliche Sukzession läßt durch ihre meist langsame Veränderung der Standorte/Habitate zu-dem der Tierwelt eines bestimmten Stadiums Zeit zur Umsiedlung. Auch schon im laufenden Abbau entsteht durch die natürliche Sukzession eine inein-ander übergehende Abfolge von verschiedenen Suk-zessionsstadien, die den Besiedlern ein problemlo-ses Weiterwandern auf die passenden Standorte er-möglicht.

Dieser Grundsatz sollte auch bei Gruben im Wald gelten, so daß als Ausgleichs- oder Ersatzmaßnah-men vorgesehene Aufforstungen nicht im Abbau-areal selbst, sondern außerhalb vorgenommen wer-den sollen, was letztlich einer Vermehrung der Wald-fläche entspricht, wenn das Grubenareal durch na-turschutzfachlich wertvolle Sukzession wieder be-waldet ist.

Selbst die Renaturierungsgestaltungen sollten, wenn die laufende Sukzession eine andere, wertvollere Richtung mit entsprechenden Besiedlern zeigt, nicht stur nach Plan durchgeführt werden. Eine gewisse Flexibilität ist im Naturschutz erforderlich. Geht die Sukzession aber in eine unerwünschte Richtung, wenn sich z.B. nur ubiquitäre Ruderalflora und ihre Begleiter breit machen, weil z.B. keine Lieferbio-tope in geeigneter Entfernung liegen, kann durch Pflege oder auch durch Bepflanzungen und Ansa-aten ein gewisser Sukzessions-Startpunkt gesetzt

werden. Dabei sollten aber auf jeden Fall folgende Grundsätze beachtet werden:

- **Pflanzwerbungen in anderen Gruben-Biotopen:** Hier darf nur soviel entnommen werden, daß der Artenbestand in der Spender-Grube diese Lücken wieder auffüllen kann. Der Bestand am Gewinnungsort darf auf keinen Fall gefährdet werden (Maßnahmen nur im Einvernehmen mit den Naturschutzbehörden).
- Das große Angebot an dekorativen **Wasserpflanzen** darf nicht zu einem **ziergärtnerischen Gestalten der Gewässer** führen! Nur heimische und insbesondere naturraumeigene Wasserpflanzen (gilt auch für Nicht-Wasserpflanzen!) sollen verwendet werden!
- Eine **Pflanzung hoher Bäume** (etwa aus Sichtschutz- und landschaftsgestalterischen Gründen) sollte sich wegen der großen Beschattungswirkung nur auf die Nord-Seite der neuen Biotope beschränken oder ganz vermieden werden, z.B. dann, wenn ein Gewässer durch die Maßnahme optisch stark verkleinert würde. Für viele Vogel-Arten ist die Gewässergröße ein ausschlaggebendes Ansiedlungs-Kriterium.
- Artenschutzrechtliche Bestimmungen sind zu beachten!

(16) Pflegemaßnahmen minimieren!

Jeder Pflegeeinsatz bringt auch eine (Teilzer-) Störung der entwickelten Biozönose mit sich. Nicht vermeidbare Pflegeeingriffe sollten daher auf jeden Fall zeitlich und räumlich gestaffelt durchgeführt werden. Beispielsweise bei Kleintierpopulationen kann ein Pflegeeingriff auf der gesamten Abbaustellenfläche zum falschen Zeitpunkt zu einem Totalausfall führen (z.B. herbstliche Mahd bei stengelüberwinternden Insekten). Darüber hinaus sind auch die Auswirkungen von Trittschäden auf bodenbewohnende und -nistende Arten nicht zu unterschätzen. Nur falls keine geeigneten Biotope und Habitate in besiedelbarer Entfernung zum Abbaustellenbiotop angeboten werden können oder ein Biotop-Verbund-System (noch) nicht funktioniert, sollte ein vorübergehendes Konservieren eines Sukzessionsstadiums durch gestaffelte Pflegemaßnahmen akzeptiert werden.

Die Ansiedlung der für die Renaturierungsbiotope gewünschten Arten soll gleich zu Beginn und während des Abbaus auf oder neben dem Abbaugelände (z.B. auf den Abstandsflächen) durch Anbieten geeigneter Standorte (z.B. humusfreie, vegetationslose Grubenränder) in die Wege geleitet bzw. erprobt werden, um etwaigen unerwünschten Entwicklungen frühzeitig (durch selektierende Pflege) und auch auf relativ kleinen Flächen entgegenwirken zu können.

(17) Schädliche Umwelteinflüsse minimieren - Pufferzonen anlegen!

Zu selten wird bei Renaturierungs-Abbaustellen während der Ausbeutung und auch bei der Gestaltung nach Abbaue für eine möglichst ungestörte Entwicklung der Biotope gesorgt (siehe Grundsatz 13). Aufwendige Pflege (siehe Grundsatz 16) oder

Mißerfolge der gewünschten Entwicklungsrichtung (siehe Grundsatz 15) sind die Konsequenz.

Als schädliche Umwelteinflüsse wirken stoffliche Einträge (Dünger, Pestizide, unerwünschte Samen etc.) oder Störungen und Schäden durch Besucher-verkehr. Sie sind bis auf Einträge durch den Regen (etwa Stickstoff aus Kraftfahrzeugen und Industrie-Emissionen) durch geschickte Gestaltungs- und Schutzmaßnahmen stark reduzierbar.

Zur Schonung der wertvollen Extrem-Standorte sollten flankierende Maßnahmen schon zu Beginn des Abbaus wirksam werden, da bereits hier nährstoffarmes Substrat offengelegt wird. Es ist auch an eine Abnahme dieser Vorkehrungs-Maßnahmen als letzte Hürde für eine Abbaugenehmigung durch die untere Naturschutzbehörde zu denken. Einwehungs-schutz-Pflanzungen sollten i.d.R. mindestens eine Vegetationsperiode vor Abbaubeginn angelegt sein.

(18) Ersatzbiotope frühzeitig und in besiedelbarer Entfernung anbieten!

Dieser Grundsatz darf nicht vor dem Punkt (1) als Alibi zur Zerstörung wertvoller Biotope mißbraucht werden!

Für die Übersiedlung der Arten eines künftigen Abbaugeländes sollten Ausweichflächen in ausreichender Größe und Ausstattung mindestens 2 Vegetationsperioden vor Abbaubeginn bereitstehen. Eine genaue Bestandsaufnahme (Flora und Fauna) des vorgesehenen Abbaugeländes samt seines biologischen "Einzugsgebietes" sollte längst Standard in den landschaftspflegerischen Begleitplänen sein.

(19) Negative Auswirkungen von Abbaumaßnahmen auf die Landschaft minimieren!

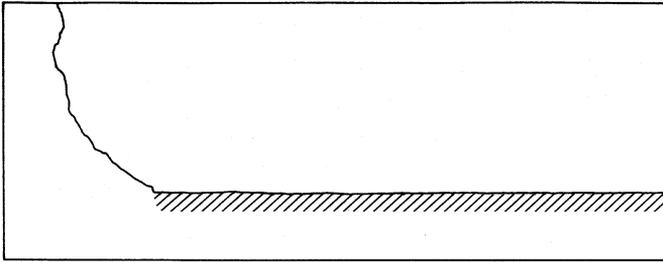
Störungen des Landschaftsbildes sollen durch geschickte topographische Anlage ("Sichtraumtiefe") oder geeignete Gestaltungsmaßnahmen vermieden oder vermindert werden. Je größer eine Abbaustelle ist, um so wichtiger sind landschaftsästhetische Gestaltungsmaßnahmen vor, während und nach dem Abbau.

Die Anlehnung der äußerlich sichtbaren Form an natürliche Formen (z.B. runde, geschwungene statt rechteckiger, gerader Linien und das Aufgreifen von Terrassenkanten in Flußlandschaften) ist i.d.R. anzustreben. Eine Abwägung mit den ökologischen Erfordernissen im Sinne des Biotop-Verbund-Systems muß selbstverständlich erfolgen.

(20) Ggf. ökologische Bauleitung bei den Renaturierungen!

Das ökologische Verständnis der Angestellten der Abbauunternehmen reicht vielfach nicht aus, um die Renaturierungen fachlich korrekt zu gestalten und durchzuführen. Zahlreiche Beispiele mißglückter Biotop-Schaffungsmaßnahmen mahnen zur Forderung nach einer "ökologischen" Bauleitung, also einer Bauleitung durch ein beauftragtes Landschaftsplanungsbüro. Dies könnte zur Sicherung wertvoller Standortpotentiale in den Abbaustellen zur Genehmigungs-Auflage gemacht werden.

VORHER



NACHHER

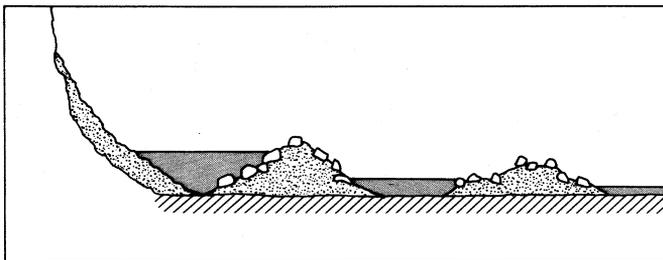


Abbildung 4/1

Gestaltungsmuster für Abbausohlen auf wasserstauendem Untergrund

Leitbild 1: Förderung der Lachenbildung durch netzartiges Aufschütten der Fahrsohle (Querschnitt)

(21) Zwischennutzung Naturschutz ermöglichen!

Es sollte bei jedem neuen Abbaueingriff (egal welche Folgenutzung er hat) die Ermöglichung der Zwischennutzung Naturschutz angestrebt werden. Diese Zwischennutzung muß dabei die Lebensrhythmen der eingewanderten Tier- und Pflanzenarten berücksichtigen und die Übersiedlung der Arten in benachbarte Ersatzbiotop gewährleisten. Eine Ausdehnung der Abbaueiträume ist für diese Zwischennutzung besonders wünschenswert.

Bei geplanten Abbauen sollten auch die Zwischennutzung mit Biotoptypenvorgaben (Gestaltungsraster) und eine zeitliche Rahmgebung für ihre Herstellung und Beibehaltung in die Genehmigung mitaufgenommen werden. Die einzelnen Teilschritte sind dann bei den Zwischenberichten der Unternehmer bzw. bei den Begehungen zu kontrollieren und in den Protokollen festzuhalten.

Rekultivierungen sollten dabei nicht mehr abschnittsweise, also vor Beginn des übernächsten Abschnitts, durchgeführt werden müssen, sondern erst nach Beendigung des Abbaus auf der ganzen Fläche. Um die geforderten Rekultivierungen sicherzustellen, sollte ggf. eine ausreichende Sicherheitsleistung vom Unternehmer vor Abbaubeginn geleistet werden!

4.2 Handlungs- und Maßnahmenkonzept

Im Mittelpunkt steht hier die technische Gesamtgestaltung der Grube und weniger die klassische Biotoppflege.

Klare Leitbilder für die Standortwahl, Abbauart und Folgegestaltung helfen den Genehmigungsbehörden und Abbaunehmern, das mit jeder Ausbeutung verbundene Biotopentwicklungspotential wirkungsvoll für die Deckung örtlicher lebensräumlicher Defizite einzusetzen und die ökologische wie optische Störwirkung zu minimieren.

Anschließend werden nach Abbautypen (vgl. [Kap. 1.1](#)) differenzierte Maßnahmen vorgeschlagen ([4.2.2](#), S. 149). Zuletzt werden regionale, naturraum- und landkreisbezogene Handlungsschwerpunkte angesprochen ([4.2.3](#), S. 165).

4.2.1 Leitbilder und Pflegeziele

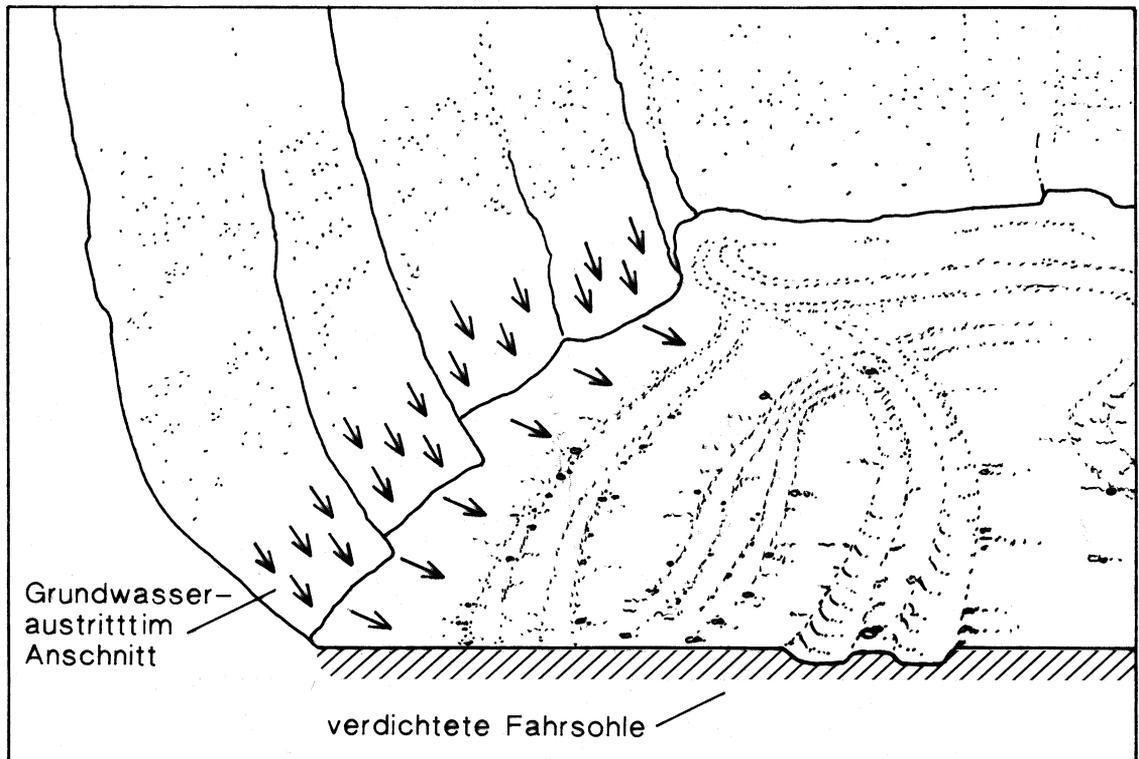
Die Leitbilder Abb. 4/1 (S. 146) mit Abb. 4/6 (S. 151) zeigen Gestaltungsvorschläge für unterschiedlich in die Landschaft eingebundene Kies-, Sand- und Tongruben.

Vergleicht man die potentiellen Lebensräume im Abbaubereich mit "Altbiotopen" wie Naßwiesen, Magerrasen, Bächen etc., so bieten sie ungleich größere Gestaltungsspielräume. Vorbehaltlos gültige Modelle sind nur in Sondersituationen vorhanden. Lassen sich Abgrabungen von naturfernen Anschlußnutzungen freistellen, so stehen im Grunde sämtliche Möglichkeiten der Relief-, Substrat-, Gewässer- und Vegetationsgestaltung offen.

Freilich dürfen der gestalterische Spieltrieb und die planerische Phantasie auch hier nicht losgelöst von

- standortspezifischen Voraussetzungen (Substrat, Mesoklima, Grundwasser),
- Biotop- und Populationsstrukturen der Umgebung,

VORHER



NACHHER

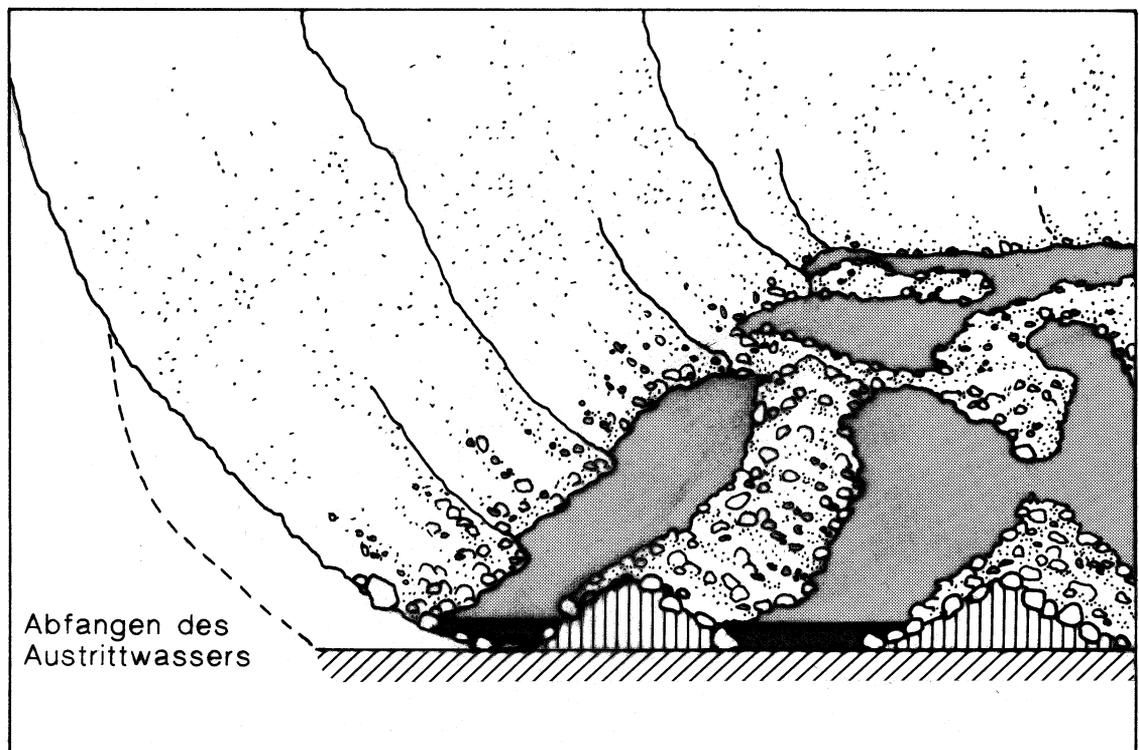
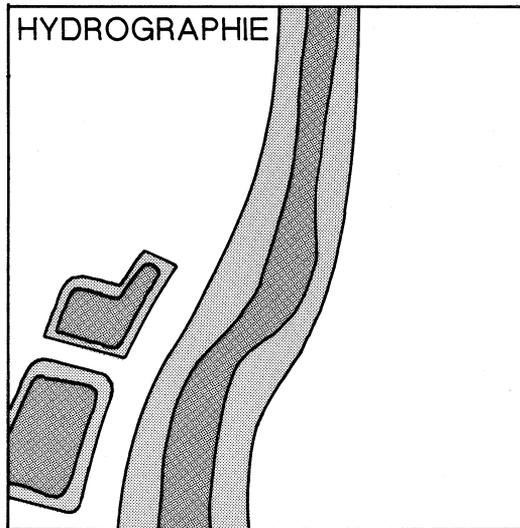


Abbildung 4/2

Gestaltungsmuster für Abbausohlen auf wasserstauendem Untergrund

Leitbild 1: Förderung der Lachenbildung durch netzartiges Aufschütten der Fahrsohle (perspektivische Ansicht)

VORHER



NACHHER

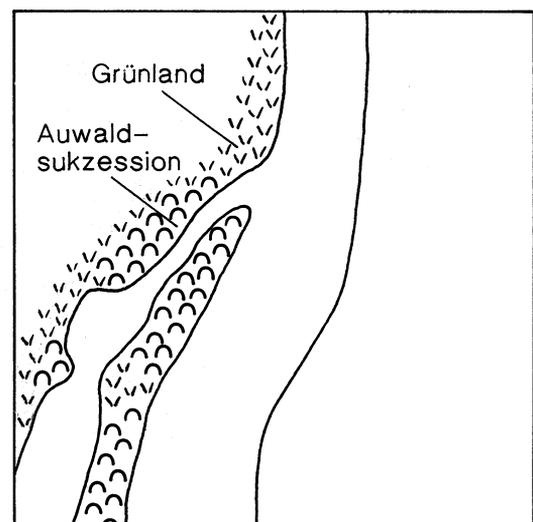
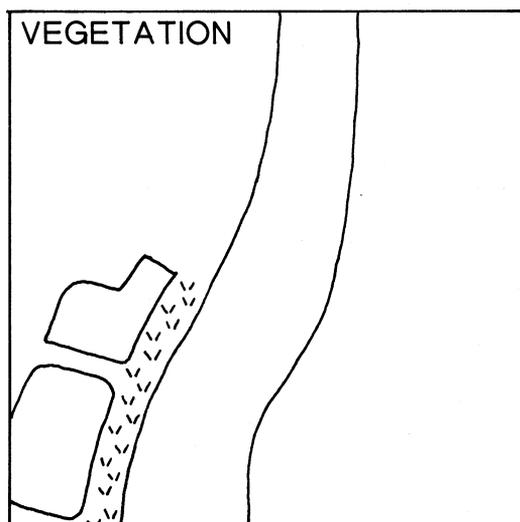
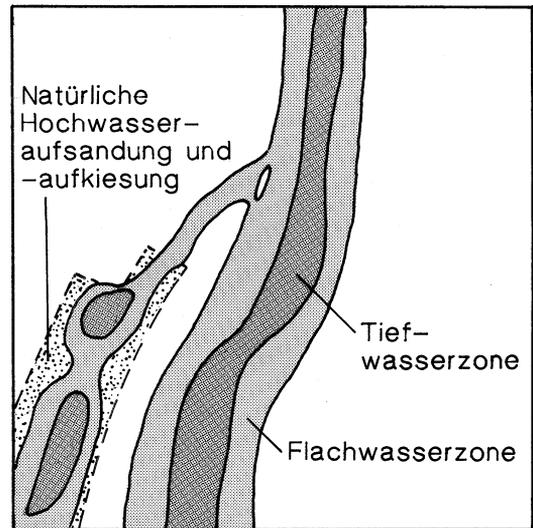


Abbildung 4/3

Anlagemuster für Abbaugruben in Flußauen

Leitbild 2: Im Kontaktbereich zu einem begradigten Flußlauf angelegte Abbaustellen, hydrologische Anbindung an das Hauptfließgewässer.

Gebietsbeispiele: Main bei Sommerach/KT, Main bei Ebensfeld-Zapfendorf/BA, LIF, Naab bei Köblitz/NEW,SAD, Ilm bei Ilmendorf/PAF.

- raumspezifischen "ökologischen Strukturschwächen" oder Defiziten

ins Kraut schießen. Der Drang zur Vielgestaltigkeit darf nicht in "Möblierungssucht" ausarten. Die bestgemeinte Ansammlung aller möglichen Habitatrequisiten (Pseudo-Uferänder, Kiesflöße, künstlich gedichtete Gewässer usw.) kann nicht das Handlungsdefizit des Artenschutzes in der gesamten Landschaft ausgleichen.

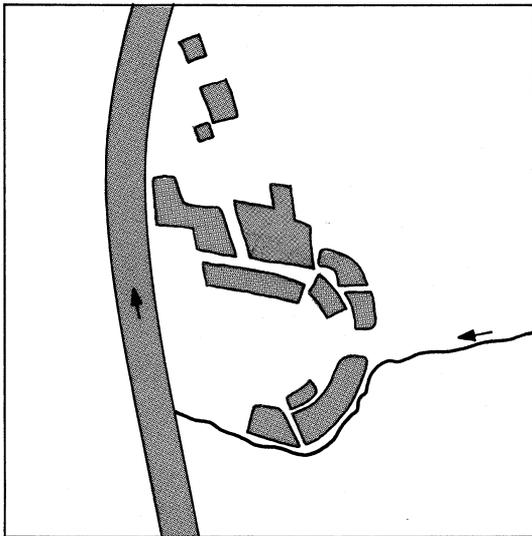
Jede bestehende oder neu eröffnete Grube hängt in einem für diesen und nur diesen Raum bezeichnen-

den landschaftlichen Faktorengefüge und biologischen Einflußfeld, dem in der Abbaufolgegestaltung und in der Weiterentwicklung von Altabbauen Rechnung zu tragen ist.

Technischen Konstruktionsplänen nachempfundene Standards, in denen immer dieselben "Bausteine zusammenmontiert" werden, würden der umfassenden Gestaltungsherausforderung in den Abbauarealen nicht gerecht.

Unentbehrlich sind aber Leitbilder, die dem für unsere Zeit typischen Habitatkomplextyp "Abbaustelle" ein klares Profil geben, dabei aber Raum für die

VORHER



NACHHER

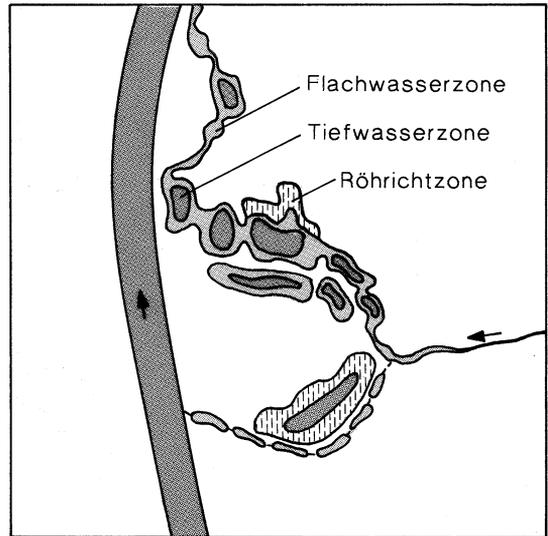


Abbildung 4/4

Anlagemuster für Abbaugruben in Flußauen

Leitbild 3: In ehemaliger Flußschlinge gelegene Abbaustellen.

Entwicklungsideale:

- Seitenbach wird durch Baggerweiherkette geleitet;
- altes Bachbett bleibt als Tümpelkette mit periodischem Durchfluß erhalten (evtl. perlenartige Auskofferung);
- einige Kiesweihern bleiben abgetrennt (Durchfluß nur bei Hochwasser).

Gebietsbeispiele: Main bei Heidenfeld/SW, Paar bei Manching-Westenhausen/PAF.

notwendige Anpassung an örtliche Bedürfnisse lassen. Diese Leitbilder sollen nicht vorschreiben, sondern anregen und zu bedenken geben.

Sie gruppieren sich in

- zur Endgestaltung anstehende bzw. künftig entstehende Abbaustellen in ökologisch verarmten Räumen (Defizitgebilden),
- noch zu gestaltende Gruben im Kontakt- oder Nahbereich zu naturnahen Biotopen oder förderungsbedürftigen Artvorkommen,
- längst eingewachsene Altbaue mit ausgeprägtem Biotopcharakter.

Soweit erforderlich, wird dabei auf die einzelnen Abbaustellentypen (siehe 1.1) zurückgegriffen.

Liegen Gruben oder Grubenkomplexe weitab von stützungsbedürftigen Lebensgemeinschaften in biotoparmen Gebieten, kann und sollte sich der Eigencharakter dieses Sekundärlebensraumes relativ unabhängig entfalten. Brücken- und Ergänzungsfunktionen zu anderen Biotopen können in der Gestaltung zurücktreten. Hoher Strukturreichtum, allerdings ohne ein Abkippen ins "ökologische Disneyland", ist anzustreben. Habitate sollten gezielt für artenschutz wichtige Weitwanderer (z. B. vogelverbreitete Fische und Pflanzenarten der Submers-, Ufer-, Wechselwasservegetation, Wanderspinnen, als Trockenstadien mechanisch verwehte Kleintierarten, wie z. B. Planktonorganismen) oder Arten mit hoher Mobilität und weiten Suchflügen (z. B. viele Libellenarten, Vögel) angeboten werden.

4.2.2 Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen

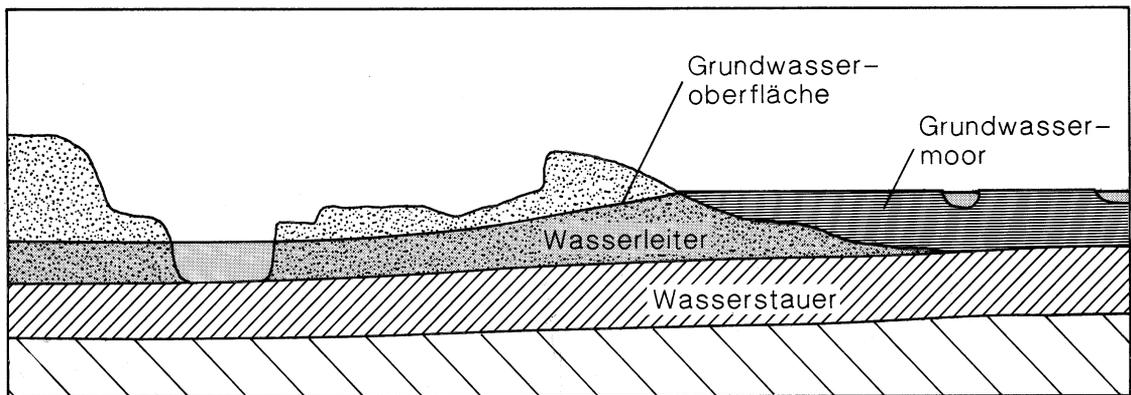
Dieses Kapitel bietet „operative“ Orientierungshilfen und Detaillösungen, wie die oben beschriebenen Grundsätze und Ziele für die Folge- und Nebennutzung Naturschutz in Abbaustellen am besten realisiert werden können.

Die Darstellung gliedert sich in:

- Festlegungen vor Abbaubeginn, Planungsphase (Kap. 4.2.2.1)
- Start- und Betriebsphase von Abbaustellen (Kap. 4.2.2.2)
- ökologisch qualifizierte Abbaubeendigung / Stilllegungsphase (Kap. 4.2.2.3)
- „Folgepflege“/Management in längst aufgelassenen Gruben (Kap. 4.2.2.4)
- Flankierende Maßnahmen/ Abschirmung (Kap. 4.2.2.5)
- Biotopverbundwirksame Maßnahmen (Kap. 4.2.2.6)

In diesem Band und Kapitel geht es zuallererst um die Förderung des Arten- und Biotopschutzes. Gestaltung und Management zum Zwecke anderer legitimer Interessen, z.B. Fischerei, Motocross, Badebetrieb, Landwirtschaft werden nur am Rande und insoweit erwähnt, als es der notwendige Abgleich mit den Naturschutzfunktionen erfordert. Dieser Abgleich obliegt den zuständigen politischen Instanzen und Planungsinstrumentarien. Den demnächst erscheinenden neuen Abbaurichtlinien für

VORHER



NACHHER

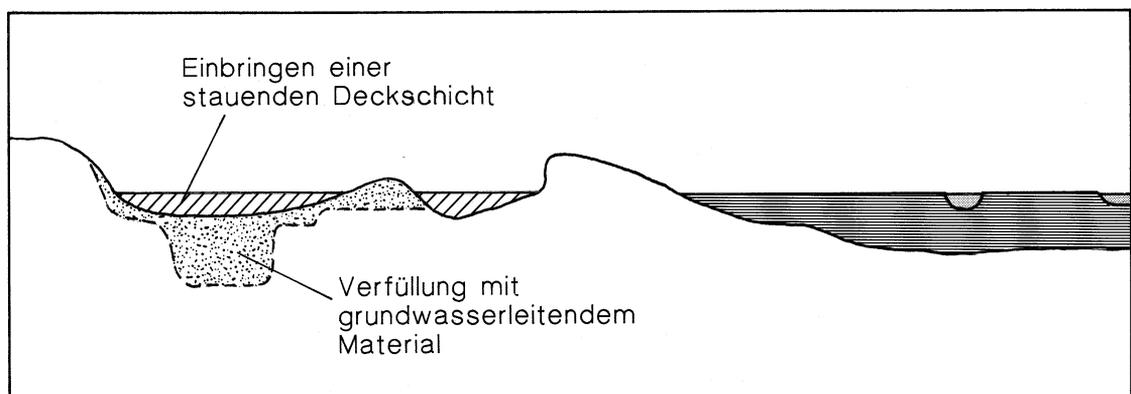


Abbildung 4/5

Gruben im Nahbereich schutzwürdiger Biotope

Leitbild 4: Abbaustelle im hydrologischen Verflechtungsbereich zu einem Grundwassermoor.

Gebietsbeispiele: Nördliche Münchner Schotterebene, Zungenbecken im Voralpinen Hügel- und Moorland (z.B. Weilheimer Becken, Osterseengebiet/WM), Donaumoos/ND, PAF.

Anlagen zur Gewinnung von Kies, Sand und Erden wird im folgenden nicht vorgegriffen.

Soweit sinnvoll, wird das Procedere in zeitlicher Reihenfolge dargestellt.

Dargestellt sind nicht nur Handlungswege, sondern auch die dazugehörigen Beurteilungskriterien und fachlichen Motive, soweit sie den Detaillierungsgrad von Grundsätzen, Leitbildern und Grobzielen ([Kap. 4.1](#), [Kap. 4.2.1](#)) überschreiten.

4.2.2.1 Festlegungen vor Abbaubeginn, Planungsphase

Naturschutz und Landschaftspflege in Abbaustellen „funktionieren“ ganz anders als bei Solitäräumen, Feuchtwiesen oder Dolinen. Sie sind oft zufällig - unbeabsichtigtes oder auch geplantes Resultat des

- "Zusammenraufens" mit starken naturschutzunabhängigen, gleichwohl aber legitimen Interessen

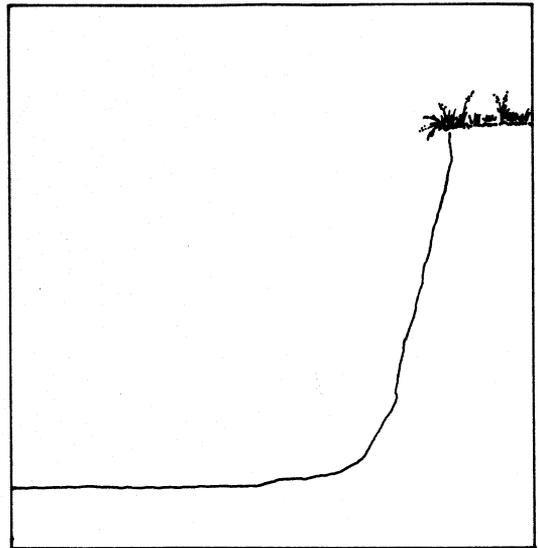
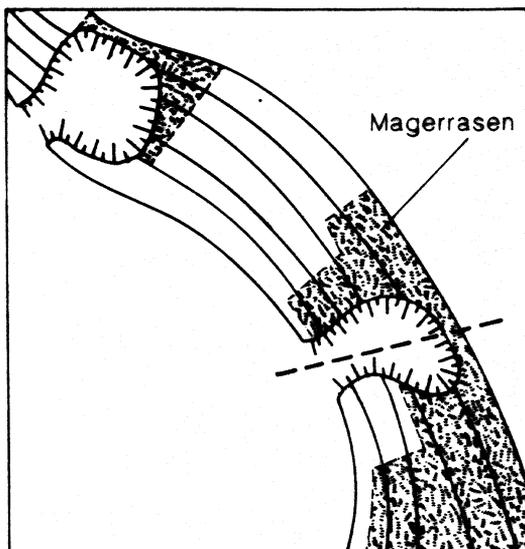
- Auffindens und Arrangierens von nutzbaren Spielräumen mit anderen Partnern, z.B. Abbaunternehmern.

Vorausschauend-strategisches Handeln ist hier noch viel wichtiger als bei naturgegebenen oder Halbkulturbiotopen, um überhaupt Naturschutzfreiräume durchsetzen zu können. Naturschutzkämpfer unter dem Motto "veni, vidi, vici" werden nur wenig erreichen.

Geht es bei anderen Lebensräumen vor allem um die Pflege bestehender, vielfach bereits dem Naturschutz gewidmeter Bestände, so steht hier die **Vorausplanung noch nicht existenter, erst als Nebenprodukt der wirtschaftlichen Entwicklung anfallender Sekundärlebensräume** im Mittelpunkt.

Werden die nötigen Abstimmungen und Zielfestlegungen vor Abbaubeginn vernachlässigt, so kann dies durch spätere ad-hoc-Maßnahmen kaum mehr wettgemacht werden. Insofern rangieren strategisch-planerische Vorkehrungen und Abstimm-

VORHER



NACHHER

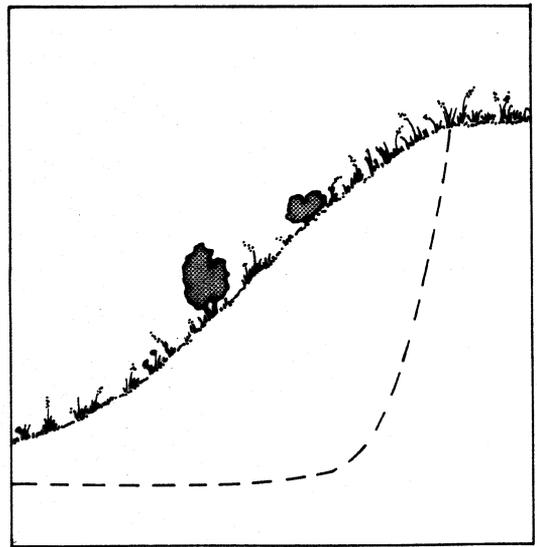
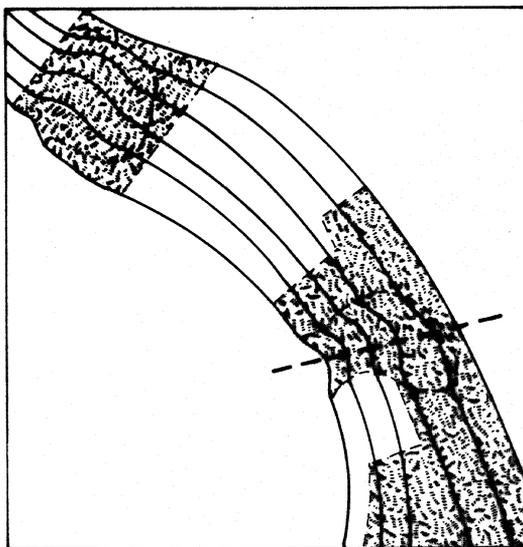


Abbildung 4/6

In wichtiger Biotopverbundachse gelegene Abbaustellen

Leitbild 5: Trockenabbau an einer Hangkante bzw. Leite.

Anwendungsbeispiele: Endmoränenbogen, Leiten bzw. Hangkanten von Flußtälern.

ungen hier weit vor Nachgestaltung und Biotoppflegeaktivitäten. Sie werden deshalb an den Anfang gestellt.

4.2.2.1 Frühzeitige Reservierung von Naturschutz-Folgeflächen, Wege zur Konfliktbewältigung in Abbaustellen

Wie lassen sich Konfliktpotentiale zwischen erfahrungsgemäß unverträglichen Folge- und Nebennutzungen im Rahmen geltender Rahmenplanungsaussagen (LEP, Regionalpläne) am nachhaltigsten austarieren? Das heißt, einvernehmlich so regulie-

ren, daß auch die Belange der Lebewelt ihr Recht erlangen. Welche Anforderungen sollten in den querschnittsorientierten Abbauplanungsprozeß aus Naturschutzsicht eingebracht werden?

Wichtigste Partner in diesem Abstimmungsprozeß sind meist die Kommunen, einschlägige Zweckverbände und Vereine, Raumordnungs- und Regionalplanungsstellen, Wasser(rechts)- und Abfallbehörden, die Landwirtschaft, Fischereivertretungen, sowie Ländliche Entwicklung und Forstverwaltung, die beide das Lagemuster kleinerer Schotter- und Sandgruben bestimmen können.

Versäumte Weichenstellungen und ungenügende Rahmenbedingungen liegen als fatale Hypothek

über späteren Naturschutzbemühungen und mindern von vornherein die Effizienz späterer Nachgestaltungs- und Pflegearbeiten .

Wesentlich zur Konfliktlösungsstrategie beitragen können landkreis überschauende und vorausschauende Präventivkonzepte zur Entzerrung konkurrierender Neben- oder Folgenutzungen in Abbaustellen.

Diese werden in mehreren Schritten und Aspekt-ebenen dargestellt.

4.2.2.1.1.1 **Behandlung der (künftig) freiwerdenden und bereits jetzt naturschutzwirksamen Abbaustellen als in sich geschlossenes Flächen(verbund)system (disponible Flächenkulisse)**

Arten- und Sukzessionsanalysen (vgl. [Kap.2](#)) bestätigen immer wieder, daß der Artenschutzwert von Abbaubiotopen zumindest im Bereich biotisch verarmter Terrassen und Sander ("Terrassenkiesgruben", "Terrassensandgruben"; vgl. [Kap.1.1](#)) und Hügelländer ("z.B. Hügellandsandgruben") weniger von biotischen Verflechtungen mit den hier nur spärlich vorhandenen und meist abgerückten "Altbiotopen", sondern von biotopunabhängigen Arten(weit)wanderungen und dem grubenspezifischen "Eigenentwicklungspotential" geprägt sind. Die meisten landkreisbedeutsamen Arten sind hier zumindest regional gesehen mehr oder weniger grubenspezifisch (z.B. viele Arthropoden des bewuchsarmen "Ödlandes", Uferschwalbe, Wechselkröte, Pionier-Libellenarten, bestimmte aquatische Arthropoden, Pflanzenarten der Zwergbinsenfluren; vgl. hierzu [Kap. 1.4](#)) und können meist nicht (mehr) in anderen bzw. in ihren ursprünglichen Biotoptypen erhalten werden.

Es liegt daher nahe, Abbaufolgeflächen als eigenständiges Flächen- und Populationsverbundsystem anzusehen und zu behandeln.

Dies ist umso wichtiger, als abbau-bürtige Biotope immer noch wegen ihrer dem klassischen Naturschutzideal widerstrebenden Herkunft weit unter Wert gehandelt werden und die Erkennung ihres gebietsweise geradezu unverzichtbaren Naturschutzpotentials immer noch von tradierten Vorbehalten blockiert ist. Der Vergleich mit dem „häßlichen Entlein“, das zwar zum strahlenden Schwan wurde, aber wegen seiner sonderbaren Herkunft lange nicht zum Familienverband gehörte, liegt manchmal nahe.

Über die grubenspezifische Eigenart und Vernetzung hinaus sind natürlich auch biotische Beziehungen zum System der „Altbiotope“ außerhalb von Abbaubereichen zu berücksichtigen (siehe [Kap. 4.2.2.1.1.5](#)).

4.2.2.1.1.2 **Frühzeitige Verständigung mit konkurrierenden Folgenutzungen**

Die rechtzeitige Klärung des Ob, Wie und Wo naturschutzbeeinträchtigender Folge- und Nebennutzungen dient nicht nur dem Arten- und Biotopschutz, sondern auch anderweitigen Betroffenengruppen wie auch der kommunalen und überkommunalen Planungssicherheit. Erfahren die Betroffenen und Interessenten **frühzeitig** und mit transparenten Argumenten, woran sie sind, so werden sie unvermeidliche Abstriche bei den eigenen Wünschen und Handlungsspielräumen leichter akzeptieren und einhalten. Immer mehr Gemeinden und ihre Gemeinderäte sind inzwischen grundsätzlich überzeugungsfähig, zugunsten gut begründeter Naturschutzpotentiale und damit z.T. überlagerbarer Extensiverholungsformen von früheren Mischnutzungs- oder Rekultivierungsaufgaben abzugehen (Beispiele: Rottenburg/LA, Pastetten/ED). Abbaunehmen würden angesichts des Aufwandes und der Knappheit verfügbaren unbedenklichen Verfüllmaterials ohnehin oft lieber auf Rekultivierungsaufgaben verzichten.

In Querschnittskonzepten einzubindende konkurrierende Nutzungspartner sind vor allem:

- Landwirtschaft (nach Rekultivierung),
- Forstnutzung (nicht generell, sondern vor allem bei Rekultivierung und Aufforstung, die den natürlichen Gehölzanflug unterdrückt)
- intensive Freizeitnutzung (Baden, FKK, Bootsbetrieb, Motocross, Vereins-Schießanlagen, Sportplätze usw.),
- Fischerei (künstliche Begründung von Fischbeständen, Beunruhigung durch Angler)
- Entsorgungswesen (Deponie, Bauschutt-, Asphaltrecycling u.dgl).

Diese Interessen sind grundsätzlich ebenso legitim wie die spätere Widmung für Arten- und Biotopschutzzwecke. Ausschließlichkeitsansprüche (auch des Naturschutzes) sind nicht durchsetzbar. Die dringend erforderliche Mehrung nutzungsfreier oder wenigstens -armer Renaturierungsflächen (siehe Grundsatz 3) wird nur im Rahmen eines fairen Abgleiches mit anderen Interessenlagen gelingen. Dieser Abgleich wird im Regelfall nur in überörtlicher Zusammenschau möglich sein.

So wie mehrere Menschen mit ihren unterschiedlichen Lebensansprüchen erst ab einer bestimmten Wohnungsgröße durch Respektierung des jeweiligen Individualbereiches und nicht in einem einzigen Zimmer störungsfrei zusammenleben, lassen sich auch die teilweise konfliktären Folgenutzungswünsche von Abbaubereichen nicht in ein und demselben Baggerloch, sondern nur durch überlegte räumliche Verteilung innerhalb eines größeren Bezugsraumes realisieren..

Naturschutzkonkurrierende Belange mit eigenen Planungsoptionen, Fachinstanzen und mitgliederreichen Interessenverbänden (z.B. Abfallwirtschaft, Bauwirtschaft mit speziellem Entsorgungsbedarf, Fischerei) beschneiden die ökologischen Gestal-

tungsspielräume beträchtlich. Nur in Abstimmung und Beiziehung der Vertreter und amtlichen Sachwalter dieser zumindest in den Augen der Bevölkerung vorrangigen oder zumindest gleichrangigen Folgenutzungen können Naturschutzfreiräume in Abbaurealen dauerhaft gesichert werden.

4.2.2.1.1.3 Kein Ausgrenzen, sondern ökologisch verträgliche Standortreservierung für "humanökologische Zufluchtsfunktionen"

Im abbaufächenbezogenen Güterabwägungsprozeß hat nicht nur der Arten- und Biotopschutz einen schweren Stand, sondern auch "ödländgebundene", nichtsdestoweniger wichtige Freizeitaktivitäten, die auf einen naturnahen, unrekultivierten Grubenzustand angewiesen sind. Dazu gehören:

- Ungestörter Jugendtreff, Lagerleben (manchmal dienen Kiesgruben geradezu als Freilandersatz für nicht vorhandene oder unattraktive Jugendzentren), Feuermachen garantiert ohne polizeiliche Beanstandung
- ungestörte Ausübung siedlungsunverträglicher Spiel- und Sportarten wie Pfeilschießen und "Schuttrodeln",
- erste Begegnung von Kleinkindern mit natürlichen Materialien, natürlichen Prozessen und Lebensgemeinschaften (ungestörtes Planschen und Erdbauen, Kennenlernen von Wasserbiozöosen, Erleben von Substraten, Bodenbewegungen und Sukzessionen)
- Bauen von Grotten, Verschlügen und Baumhäusern, u.U. auch Geländefahren und Grillparties.

Abbaulöcher und -kleinlandschaften mit ihren oft allerletzten Wildnissen inmitten einer allenthalben nutzungsfixierten und ertragsdominierten Kulturlandschaft sind in gewissem Sinne auch humanökologische Regenerations- und Entfaltungsräume, wo insbesondere die Jugend ihr notwendiges Quantum an "unzivilisiertem" Verhalten austoben kann.

In diesen letzten "Ödnissen" zeigen Allgemeinheit und Kommunen, z.T. auch Abbaunternehmer und Besitzer oft eine kaum anderswo realisierbare Toleranz für psychosozial bedeutsame, z.T. "gefährliche" oder "abenteuerliche" Freilandaktivitäten, angelockt durch die Vielgestaltigkeit, den Nischenreichtum, die Abgelegenheit und Abgeschlossenheit der Gruben.

Landschaftspflege ist auch dem Menschen verpflichtet (Definition siehe LPK-Band I). Sie wäre schlecht beraten, diese aus der Nivellierung unserer zivilisierten Welt entspringenden Bedürfnisse, wie bisher meist üblich, nur als Störfaktor abzutun und damit psychosoziale Defizite in andere Lebensbereiche abzudrängen, wo sie Konflikte erzeugen können. Viel besser ist es, sie bis zu einem gewissen Grade dort als rekreative Kofunktion zu akzeptieren, wo dies mit der bioökologischen Grubenfunktion verein- oder überlagerbar ist. Nicht immer muß dadurch eine Zerstörung des Sekundärbiotops einhergehen.

4.2.2.1.1.4 Landkreisbezogene Leitkonzepte zur Sicherung von Biotopotentialen und zur Entmischung unverträglicher Folgenutzungen in den Abbaufächen

Mitunter ergeben sich Folgenutzungsregelungen erst gegen Ende des Abbaubetriebes. Im Regelfall erfolgen die Weichenstellungen aber in der Planungsphase. Ist z.B. die Perspektive "Biotop" eindeutig festgelegt, so können in Rekultivierung mündende Pachtverhältnisse zwischen Unternehmer und landwirtschaftlichem Grundeigentümer vermieden werden und dafür der Flächenankauf (eventuell mit späterer Übernahme durch die Öffentliche Hand oder Naturschutzverbände) zur Abbauvoraussetzung gemacht werden.

Im Regelfall wird die geeignete Bezugseinheit der Abbaufächen-Zielkonzeption der Landkreis sein. Dafür spricht:

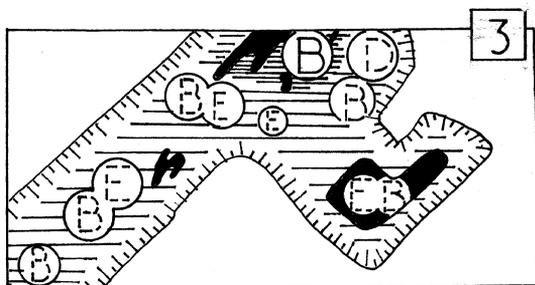
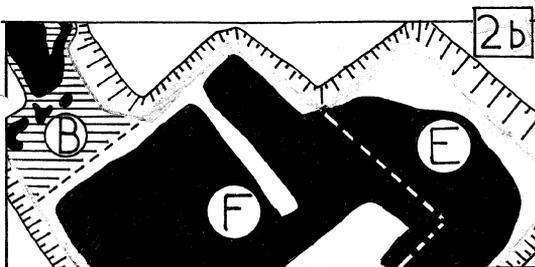
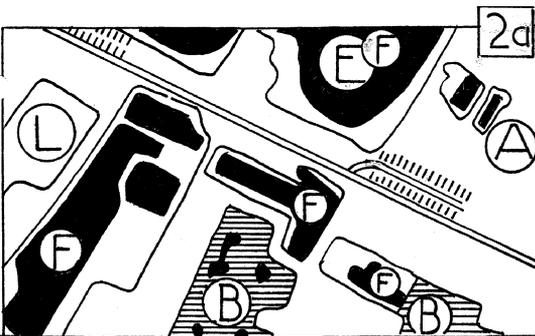
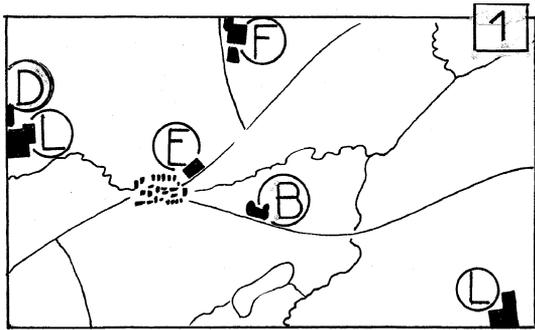
- die kontinuierliche Beratungs- und Steuerungsmöglichkeit seitens der unteren Naturschutzbehörde, gegebenenfalls assistiert durch einen Landschaftspflegeverband
- die für bestimmte Nutzungspartner wie z.B. Angler, Jäger, Biotoppfleger und Lehrekursionsteilnehmer noch überbrückbare Entfernung,
- eine gewisse Mindest-Bezugsraumgröße, die es erlaubt, Ausweichstandorte etwa für Deponien, Badeseen oder Fischereigewässer zu finden, wenn Reservierungen für die Biotopfunktion dies erfordern.

In abbaustellenreichen Gebieten wird die notwendige synoptische Funktionsfestlegung und -entmischung auch innerhalb kleinerer Bezugseinheiten (z.B. Gemeinde, Verwaltungsgemeinschaft) möglich sein, z.B. im Rahmen des gemeindlichen Landschaftsplanes.

Enthält aber eine Gemeinde nur 1 oder 2 Abbaustellen bzw. Optionsstandorte, so existieren keine Ausweichmöglichkeiten für notwendige Funktionsentmischungen. Der Landschafts- oder Begleitplan kommt dann nicht umhin, naturschutzbeeinträchtigende Mehrfachnutzungen oder Nutzungskompartmentierungen in ein und demselben Grubenareal vorzuschlagen.

Landschaftsrahmen- und Abbaurahmenplanung stecken für die genannten Aufgaben zwar einen auf Planungsregionen bezogenen Grobrahmen ab, treffen aber keine Funktionsaussagen für einzelne Abbauparzellen.

Es bedarf also auch einer landkreis- (oder auch naturraum)übergreifenden Sichtweise. Dies bedeutet allerdings keine neue Planungsebene zwischen Regional- und Begleitplanung. Einzelfallverwendbare Handlungsleitlinien sind nicht immer graphisch und textlich ausführliche, dabei vielleicht zu unflexible Auftragswerke. Wichtiger sind klar begründete, dabei aber dynamische, ständig aktualisierte Rohkonzepte z.B. an den unteren oder höheren Naturschutzbehörden, die aber für den einzelnen Planungs- und Diskussionsfall abruf- und präsentierbar sein sollten. Als Ausgangspunkt können die



Legende zu Abb. 4/7

- 1 Räumliche Distanzierung der Funktionen;
Grube/Abbaukomplex jeweils (fast) nur monofunktional genutzt ("entweder/ oder")
 - 2 Zonierung der Funktionen
 - 2a Separierung innerhalb eines Abbaukomplexes
 - 2b Sektorenbildung innerhalb einer einzigen Grube
 - 3 Überlagerung der Funktionen, Mischnutzung
- B** Biotopfunktion
E Verschiedene Erholungsformen
F Fischerei
L Land- und Forstwirtschaft
D Deponie
A Fortsetzung des Abbaubetriebes

Vorschläge von ABSP-Landkreisbänden dienen. Aber nur deren ständige, dem Abbaufortschritt und bereits früher eingeleiteten Rekultivierungsforgang und der Artendynamik folgende Weiterentwicklung liefert befriedigende Ergebnisse. Im Rahmen von ABSP-Umsetzungsprojekten ist in Einzelfällen auch die mehrjährige Entwicklungsbetreuung für Grubensysteme vorgesehen. Dieser Ansatz sollte ausgebaut werden.

Stark vereinfacht, bieten sich für die räumliche Verteilung der Folgenutzungen theoretisch folgende Möglichkeiten (siehe Abb 4/7, S. 154.):

Typ 1:

Räumliche Distanzierung konkurrierender Funktionen: Ein Teil der Grubenareale (bzw. Abbau-Optionsflächen) wird später ausschließlich dem Naturschutz gewidmet ("Naturschutzgruben", Mono-Funktion Naturschutz). Letztere sind in sich geschlossen und ohne räumlichen Kontakt zu Typ 2 und 3.

"Naturschutzgruben" sind bis heute nur relativ selten verwirklicht, am allerwenigsten bei Baggergewässern. Beispiele: Haider Sandgruben/FO, Neukissinger Bahnseitengruben/A, Seitengruben bei der Rosenau/DGF, bei Kaufering und an der B 17/LL, Tongrubenbiotop Kolbermoor/RO .

Viel häufiger sind reine Erholungsseen (z.B. bei Deisenhausen/GZ, Feldkirchener Baggersee und Feringasee/M, Erlensee bei Kiefersfelden/RO und Lichtenau/ND) und Fischereiseen (z.B. Finsinger Alm/ED, Schnabelmoos bei Moosinning/ED

Typ 2:

Funktionszonierung im Abbauareal: Innerhalb desselben Abbauareales findet eine Segregation unver-

Abbildung 4/7

Verteilungsmöglichkeiten konkurrierender Folgenutzungen

träglicher Nutzungen statt ("Biotop-, Badezone" usw.). Dabei gibt es 2 Varianten:

Typ 2a:

Verteilung auf einzelne Gruben innerhalb eines Abbaukomplexes.

Annähernd realisierte Beispiele: Happinger Au-Gruben (Stadt Rosenheim), Pastetten-Forsterner und ehemaliger Notzinger Abbaukomplex (ED)

Typ 2b:

Sektorenbildung innerhalb einer großen Grube: Versuch, durch gewisse Abschränkungen und/oder Hinweisschilder nutzungsspezifische Aktivitätsbereiche und Naturschutzzonen voneinander abzugrenzen. Geplante Beispiele: Sandgrube Erlenbach/AB, Wiesen bei Königsdorf/TÖL, Feldmochinger See/M, ungeplante Beispiele: Auengruben bei Unterfahlheim/NU, Grundremmingen/DLG und Bergrheinfeld/SW, Happinger See/RO

Typ 3:

Funktionsüberlagerung: Gewollt oder ungewollt durchdringen sich unterschiedliche Funktionen und Nutzungen, insbesondere Naturschutz und Fischerei bzw. bestimmte Erholungsformen (oligo- oder multifunktionale Abbaufolgeflächen, Mischnutzung). Abschnittsweise können Naturschutzfunktionen oder verschiedene Nutzungen überwiegen (z.B. massiert ausgeübte Freizeitnutzung i.w.S. einschließlich mäßiger Angelfischerei). Funktionsdurchmischungen entstehen natürlich auch schon während der Abbauphase (siehe Abb. 4/7). Beispielsweise nutzen Kiesbrüter und Amphibien die räumliche Nische gerade nicht abgebaggerter Grubenteile und die zeitliche Nische des badegästearmen Frühjahrs.

In der Praxis verschimmen häufig diese Ordnungskonzepte. Vorrangkriterien für "reine Naturschutzgruben" (Typ 1) sind u.a.:

- überdurchschnittlicher kleinmorphologischer Nischenreichtum (Vielteiligkeit des Abbaureliefs) bei beträchtlicher Ausdehnung des Grubenareals
- vielfältige Morphometrie des aquatisch-amphibischen Bereiches z.B. auffallende Abweichung einer grundwasseraufschließenden Abgrabung von der Viereckswannenform, vielfältige Uferneigungs- und Wassertiefenverhältnisse
- größere Abbausohlenanteile liegen im Grundwasserschwankungsbereich (besonders günstige Ansiedlungswahrscheinlichkeit vieler RL-Arten und RL-Pflanzengesellschaften); bei nährstoffarmen Verhältnissen übernehmen solche Standorte sogar gewisse Ersatzfunktionen für früher zerstörte Streuwiesen, Kalkflachmoore, Schwemmländer.
- länger schüttende Quellen und Sickerwasserhorizonte
- Einbettung in bzw. Benachbarung zu naturnahen Kontaktbiotopen, Lage in oder am Rand von Naturschutzgebieten, reservat-äquivalenten

Sperrgebieten und Flächennaturdenkmalen (z.B. S Puppling/TÖL, Haider Sandgruben/FO, Ofenstetten-Siegenburg/KEH, Tennenlohe/ERH)

- Lage in/ oder Zuordnungsmöglichkeit zu realistisch umsetzbaren Biotopverbundachsen (z.B. Kiesgruben S Eching/FS in der geplanten Heideverbundachse Münchner Norden, Flachauskiesungen und Baggerseen längs der A 11 in der vorkonzipierten Groß-Extensivierungsachse Unteres Isartal/DGF, LA)
- Nährstoff-Milieu voraussichtlich oligotroph bleibend, d.h. begründete Hoffnung auf Entwicklung eines der landesweit extrem seltenen dystrophen oder kalkoligotrophen Gewässer; Indizien dafür sind: Nährstoffwerte im Wasser deutlich unterhalb der Gewässer des gleichen Naturraumes, dabei guter Eintragungsschutz auf Grund fehlender landwirtschaftliche Kontaktflächen, angrenzender ungedüngter Wälder, Extensivwiesen und Heiden, keine Emittenten im Grundwasserzustrom der Grube
- Abbaureal kann durch den unübertrefflichen "Biotopbaumeister" Natur ohne menschliches Zutun bei entsprechender Nutzungsverdünnung renaturiert und in Funktionssysteme anderer Biotoptypen integriert werden (z.B. biotische Ankoppelung an Fließgewässer, Auen, Altwasser, Flutrinnen, Dünen-Sandfluren, Schluchtwälder, Quellfluren, natürliche Schuttreißen und Tobel am Alpenrand). Solche standort- und lage-spezifischen Renaturierungspotentiale sind z.B.:
 - Fluß- und Bach-Anschlüsse (u.U. nach Durchstich; z.B. Günz bei Kötz und Deisenhausen/GZ, Mindel bei Bayersried/GZ, Sempt bei Zustorf und Wifling/ED),
 - beim Abbau angeschnittene Hangwasserrinnen und Quellhorizonte (z.B. bei Niklasreuth/MB)
 - dynamische Hochwässer mit Übersandung, Überkiesung, Sedimentations-Gesimse nach energiereichem Hochwasserdurchgang an Abbauböschungen, (z.B. Unkenbachmündung/SW, N Forchheim)
 - hochwasserbedingte Abrundung und Verunregelmäßigung von rechteckigen Baggerlöchern (möglich z.B. an Rezat bei Georgensgöndl/RH, Rednitz-Regnitz z.B. bei Altendorf-Eggolsheim/FO, am Main z.B. in der Schonunger Bucht/SW, Volkacher Schleife, bei Grafenrheinfeld/SW und Baunach/BA, Haidenaab/NEW, Naab bei Teublitz und Schwarzenfeld/SAD, AS)
 - starke Hangbewegungstendenz in Abbauböschungen; gelegentliche Abbrüche bilden u.U. kleine Nackenseen (Kleinststauseen in Staffelbrüchen) und Aussinterungsstellen (z.B. alte Tuffbrüche in der Ammerleite bei Murgbach/WM, Hangkiesgruben am Beckenrand bei Raisting - Paterzell/WM, S Osendorf/ED)
 - bereits vor Abbauende sind naturschutzvorrangige Arten, deren Populationen zumin-

dest mittelfristig stabilisierbar scheinen, sowie gefährdete Pflanzengesellschaften nachgewiesen. Beispiele: "ausbaufähige" Uferschwalbenkolonie, Kiesbrüter, Bienenfresser, Steinschmätzer, Heidelerche, Sandschrecke, Kleinling-Hornmoos-Gesellschaft in feuchten Sandgruben, Starknervmoos-Quellflur in quelligen Kiesgruben, Frühlingsspörgel-Silbergrasflur in Sandgruben, Gifthahnenfußflur an Baggerseenufern, Sandstrohblume, Zwerglein, Mauergipskraut, Vogelfuß, Pillenfarne, Deutsche Tamariske, seltene Armleuchteralgen-Arten.

Viele Arten- und Biotopschutzreserven auf (vormaligen) Abbaubereichen bleiben ungenutzt, weil eine biostrategisch und standortökologisch übergreifende, d.h. über das einzelne Abbaugelände hinausreichende, gleichwohl aber flächengenaue Planung noch unterentwickelt bzw. noch nicht umgesetzt wird.

Erste Ansätze für landkreisübergreifende Arten- und Biotopschutzkonzepte innerhalb des Systems der (ehemaligen) Abbaustellen liefert das **ABSP**, z.B. in den Landkreisen Neuburg-Schrobenhausen, Günzburg, Dillingen, Fürth, Erlangen-Höchstadt.

Naturgemäß "veralten" solche Zielfestlegungen im Abbaubereich schneller als bei anderen Lebensräumen. Deshalb sind Aktualisierungen bzw. von den jeweiligen unteren Naturschutzbehörden oder Landschaftspflegeverbänden selbständig in Gang gesetzte und weiter betreute Konzepte unerlässlich.

Hier ist erheblicher Nachholbedarf. Dies mit Vorzug in jenen Räumen, wo sehr wenige "Altbiotope" vorhanden/übrig geblieben sind und auch außerhalb von technisch geschaffenen Sonderflächen kaum Aussichten auf Wiederherstellung/Neuschaffung größerer Komplexbiotope bestehen.

Derzeit werden

- die landschaftspflegerische Begleit-/Renaturierungsplanung bzw.
- freiwillige Konzepte von Naturschutzgruppen, z.T. auch Abbaunehmern

einzel- bzw. einzelunternehmerbezogen abgewickelt. Für die notwendige räumliche Trennung und Entmischung unverträglicher Folgenutzungen steht daher nur ein sehr beschränkter Raum zur Verfügung. Etwas entfernte Abbaugelände können in die naturschutzstrategischen Dispositionen kaum einbezogen werden. Der ökostrategische Dispositionsraum und die Naturschutzeffizienz der Abbaustellenplanung wären deutlich größer, wenn die Zielperspektiven für mehrere oder viele (potentielle) Abbaugelände in einem Landkreis oder zumindest einer Gemeinde interdependent festgelegt würden. Im örtlichen Betrachtungsmaßstab ist die Gefahr viel größer, daß an sich schwer verträgliche Misch- und Mosaiknutzungen, z.B. Bade-, Angler- und Biotopzonen, in ein und demselben Abbaubereich Platz greifen.

4.2.2.1.1.5 Große durch kleine Lösungen ergänzen: Sicherung und Entwicklung von Naturschutzrestflächen bei anderweitiger Hauptnutzung vormaliger Abbaustellen

Die in Kap. 4.2.2.1.1.4 skizzierten "großen Lösungen" werden oft nur mit Abstrichen zu verwirklichen sein. "Naturschutzgruben" liegen natürlich nicht immer in den für den spezifischen Arten- und Individuenaustausch von Grube zu Grube optimalen Entfernungen zueinander. So mancher große Sekundärbiotopkomplex bleibt wegen übermächtiger Konkurrenzinteressen eine unerreichbare "Taube auf dem Dach".

Deshalb sollte man die vielen kleinen "Spatzen in der Hand" nicht übersehen, nämlich kleine Grubenrestareale oder Randflächen, die sich meist leicht neben anderen Hauptnutzungen wie landwirtschaftliche Rekultivierung, Sportgelände oder sogar Deponie erhalten lassen. Es handelt sich beispielsweise um:

1) Von der Verfüllung ausgesparte Abbaubuchten mit Restgewässern:

Dabei ist zu beachten: Je kleiner der Restbiotop, desto spürbarer werden die ungünstigen Randwirkungen aus dem wieder in Nutzung genommenen Rekultivierungsbereich (Einspülung von feinerem oder gar bauabraumhaltigem Auffüllmaterial, Verschlammungsgefahr der vorher kiesigen Sohlen, Veränderung von Wasserchemismus, Wasserhaushalt und Geländeklima). Sehr kleine Abbaufächenrelikte im Wald erhalten wenig Licht und Wärme, das Windklima verändert sich, Frostlochwirkungen werden deutlicher, relativ stärkerer Einfluß von Nadel- und Laubfall bzw. die Humuseinwaschung können zur Gewässerversauerung beitragen.

Je größer die Abbautiefe, desto geräumigere Restflächen sollten also zugestanden werden.

Soweit Auffüllungen von Naßbaggerungen etwa im Interesse der Vogelschlagminimierung in Flughafennahbereichen nicht abgewendet werden können, sollten wenigstens kleinere Buchten, die keine gefährbringenden Wasservogelansammlungen bedingen, offen bleiben und damit das Kleingewässernetz erweitern.

2) Teilverfüllte Restlöcher zwischen Rekultivierungsflächen:

Immer häufiger werden Kleinbiotopbereiche innerhalb von Rekultivierungsbereichen ausgespart, deren Sohle aber angehoben. Die Gründe hierfür können sein: reichliches Abraumangebot; Rücksicht auf Zielarten wie Amphibien (Naturschutzgruppen) oder Stockenten (Jäger), für die zu tief und steil eingesenkte, steilufrige und schlecht erwärmbare Gewässer ungünstig sein können; bereits unter (1) genannte Motive.

Die Wasserfüllung solcher Biotoplanlagen beruht i.d.R. auf zisternenartigem Stau über dem dichten Verfüllkörper, der Grundwasseranschluß ist meist verlorengegangen.

Wegen der starken Eutrophierung, Verschlammung, hohen Verlandungsgeschwindigkeit und Austrocknungsgefahr ist der ökologische Wert oft recht zweifelhaft. In jedem Falle ist die Erhaltung eines größeren Restloches in einer Abbaubucht ohne Sohlenauffüllung mit verbleibendem Grundwasseraufschluß die bessere Lösung (siehe 1).

Beispiel:

S Pastetten/ED

Noch ungünstiger und generell abzulehnen sind ästhetisch-morphologisch vielleicht gutgemeinte Ausmodellierungen des Restloches. Außer Sohlenanhebung erfolgt oft ein Schräganfüllen der Restwände und eine geradezu liebevoll-exakte Ausrundung. Hier erreicht die Feinkorneinschwemmung aus den trotz Einplanierung leicht ausspülbaren, konzentrisch zum Gewässer geneigten Verfüllböschungen ein Maximum. Entsprechend explosiv breiten sich Eutrophierungs- und Verschlammungszeiger wie Breitblättriger Rohrkolben und Algenwatten aus. Die Lebensdauer von Flachgewässern ist oft recht kurz.

Im auffälligen Kontrast hierzu entwickeln kleine Restlöcher mit unabgeschrägten Steilwänden ein oft sehr bemerkenswertes Vegetationsmosaik (z.B. an der Bahn S Seeshaupt/WM)

Negativbeispiele:

Künstliches "Pseudo-Toteisloch" zwischen Wieskirche und Schwaig/WM, ehemalige Kiesgrube im Forst S Unterelkofen/EBE, Forstgrube im Isener Forst/ED.

3) Nach land-/forstwirtschaftlicher Sohlenrekultivierung verbleibende Oberkanten- und Böschungsflächen:

Wo immer möglich, sollte eine Verfüllung bis zur Abbauberkante vermieden werden. So verbleiben die standortökologisch extremsten Teilstandorte des ehemaligen Abbauloches einschließlich der z.B. für Erdbeienen und Hummeln besonders wichtigen Abbruchkanten. Die standörtliche und Artenvielfalt dieser Randstrukturen kann vergleichbar große Ranken, Feldgehölze und Hecken übertreffen, weil der meist rechteckige Böschungsverlauf einen Expositions- und Mikroklimawechsel bedingt.

Beispiele:

SE Brunnen/ND, Windsberg bei Freinhausen/PAF, Dürnhart/KEH, N Heimertingen/MN, SE Großhiendlbach/ED, NE Amelgering/ED und E Aufkirchen/ED

4) An Bade- und Angelseen in stillen Winkeln verbleibende Sukzessionsflächen:

Restlos nach den veralteten Gestaltungsprinzipien des „Landschaftssees“ zum „Dorf-Lido“ hergerichtete Naßbaggerungen sind limnologisch oft auffal-

lend störanfällig (vgl.z.B. Feldkirchener See östlich München) . Auch innerhalb des offiziellen Erholungsgeländes sollten gezielt wenig einladend und schwer zugängliche Ecken (z.B. landseits wenig einladende Steilabbrüche), zwischengeschaltet werden, die als Regenerationszellen nicht nur einen gewissen Restbiotopwert erhalten, sondern auch das gesamte Freizeitambiente steigern können.

Beispiele:

Parkstetten/SR, Königsmoos/DGF, Semptquellgebiet N Forstinning/EBE, Pullinger Baggerseengebiet/FS, Kronthaler "Weiher" N Erding

5) Pufferzonen zwischen rekultivierten Deponien und angrenzenden Bodennutzungen in ehemaligen Abbaustellen:

Oft sehr unansehnlicher "Biotop"-Standort; ergibt sich aber vielfach durch freiwilliges Abrücken der Bodennutzungen. Mögliche Sickerbelastung kann vom "Randbiotop" abgehalten werden, wenn dieser auf der Gegenböschung des Deponieabhangs und/oder dahinter liegt.

6) Abbaurestböschungen um Sportanlagen:

Vgl. die Anmerkungen zu (3). Der Biotopwert für störanfällige Säuger und Vögel dürfte allerdings deutlich reduziert sein.

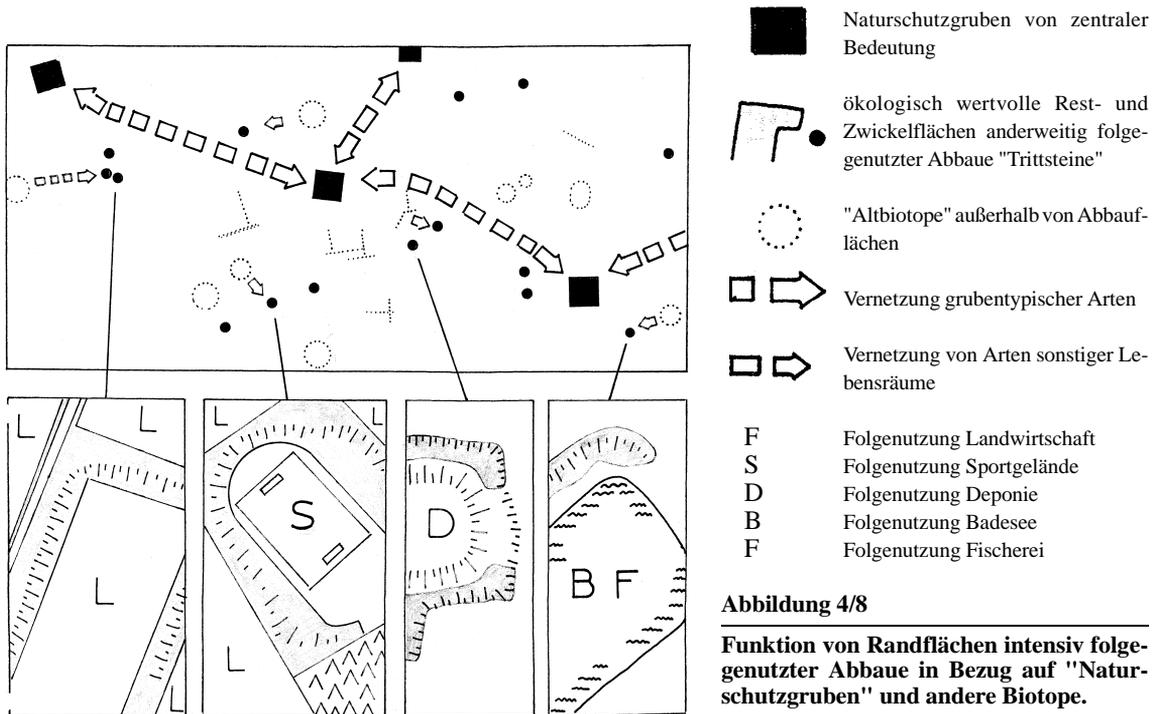
Beispiel:

Marching/KEH.

Diese und andere "Dreingabe-Biotope" weichen in ihrem Biotoppotential deutlich von naturbelassenen, viel komplexer gegliederten Großabbauen ab, ebenso wie die vielen nicht anderweitig folgegenutzten nichtgewerblichen Kleingruben. Offene Pionierflächen treten hier gegenüber Gehölzen und Grasfluren zurück. Böschungsabbrüche und Hangerosionen werden meist nicht geduldet. Gezielte Bodenöffnungsmaßnahmen wie in großen Gruben sind nur selten möglich; dagegen können oft neben naturnahen Böschungsgehölzen, Breithecken, Stauden- und Hochgrasfluren auch mähbare Magerrasenstandorte entstehen, insbesondere dort, wo der Ackerbauer hereinwachsende Gehölze vermeiden will. Viele dieser Strukturen entsprechen ökologisch den Hochrainen (Ranken), also einem stark gefährdeten Biotoptyp, dessen Naturschutzrelevanz heute auch in der ländlichen Entwicklung unbestritten ist und sogar schon zu mühsamen Neuanlagen geführt hat (vgl. Band II.12 „Agrotope“) Häufig überwiegt der Saumcharakter.

Aufgrunddessen entwickeln derartige Abbaureststrukturen eher biotische Beziehungen zu "Altbiotopen" wie Wäldern, Waldsäumen, Hecken, Feldholzinseln, Magerrasen, Hochrainen, Hohlwegen, während der Arten- und Individuenaustausch typischer Pionierstandortsbewohner viel stärker auf die großen und vielfältig gegliederten Naturschutzgruben, z.T. auch den noch extensiv genutzten nicht-gewerblichen Kleingruben angewiesen ist.

Noch so viele dieser Zwickelbiotope können also das System der "Naturschutzgruben mit zentraler



Bedeutung“ (vgl. Abb. 4/8, S. 158) nicht ersetzen. Sie ergänzen es aber, übernehmen z.T. auch Trittsteinfunktionen für einzelne "Grubenarten", vor allem aber für andere bereits vorhandene Biotopstrukturen der Kulturlandschaft. Liegt die Bedeutung der großen "Naturschutzgruben" unter anderem im speziellen, auf Zielarten gerichteten Artenschutz, so helfen die Abbaurandstrukturen vornehmlich dem allgemeinen Artenschutz, also noch relativ verbreiteten, aber durch Intensivnutzungen immer mehr in die Defensive gedrängten Arten wie z.B. Hase, Hermelin und Mauswiesel, Rebhuhn, Sperber, Heckenbraunelle, Goldammer, Feldgrille, Hohe Schlüsselblume und Karthäusernelke sowie vielen agrarökologisch bedeutsamen Prädatoren (Schädlingssteuernde Arthropoden). Den Strukturreichtum etwa einer neugepflanzten Hecke oder Feldholzinsel erreichen sie allemal.

Abb. 4/8 schematisiert die sich ergänzenden Funktionen der zentralen Grubenbiotope und hebt die Verbundbeziehungen dieser Abbau-Randflächen zu den "Altbiotopen" hervor.

Die Randflächensicherung ist eine wichtige Aufgabe in Fällen, wo eine komplette Naturschutzumwidmung, vielfach aufgrund bereits früher ergangener und nicht mehr den veränderten naturschutzpolitischen Rahmenbedingungen anzupassender Rekultivierungs- und Nachnutzungsauflagen, nicht mehr möglich ist. In der Landschaftspflegepraxis und bei der Anschlußgestaltung auslaufender oder längst stillgelegter Abbaue ist grundsätzlich auf die Sicherung eines gewissen "Ökoflächenanteiles" zu achten. **Dies ist freilich kein Alibi für die ungleich schwierigeren Bemühungen, größere Grubenareale insgesamt der Natur zurückzugeben.**

Wie kann das begrenzte Entwicklungspotential dieser Restzwickel optimiert werden?

Hierzu einige ausgewählte Vorschläge.

- **Böschungshöhe nicht mehr als nötig reduzieren:** Im Regelfall ist bei landwirtschaftlicher Rekultivierung die Auffüllhöhe nicht festgelegt. Im Einvernehmen mit dem Unternehmer und nachnutzenden Landwirt (Gärtner, Baumschulunternehmer usw.) sollte versucht werden, von der Abbauwand so viel wie möglich zu erhalten. Ausnahme: Wiederherstellung der alten Landschaftsgestalt in den unter 4.2.2.1.2 aufgeführten Sonderfällen.
- **Vegetationsentwicklungsziel der Restböschungen an örtlichen ökologischen Defiziten und Verbundbeziehungen ausrichten:** Nicht nur Anliegerwünsche, sondern auch Biotopstrukturdefizite und das zu erwartende Ansiedlungspotential förderungswürdiger Arten sollten hier den Ausschlag geben. Münden die Kunstböschungen in natürliche Böschungen mit Biotopverbundcharakter (z.B. Eichen-Hainbuchenwald-, Trockenwald- oder Trockenrasenbänder der Flußterrassenränder), sollten sie entsprechend der Anschlußvegetation entwickelt werden. In gehölzarmen Intensivgebieten (z.B. Gäulandschaften, Albüberdeckung der Flächenalb) können dagegen natürliche Gehölzanflüge besonders wünschenswert sein.
- **Restlöcher in engen Randbuchten, nicht in der Mitte:** Auf diese Weise ist der der Resttümpel nicht allseitig von frischen, leicht auswaschbaren Verfüllböschungen, sondern von humus- und feinerdearmen Sand-, Kies- oder Tonwänden umgeben.

4.2.2.1.2 Präventive Bestandsbewertung im geplanten Abbaubereich

Eine Wertermittlung/ Beweissicherung des geplanten Abbaustandortes ist eine notwendige Voraussetzung für die Abbaugenehmigung und/oder die Festlegung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Diese Erhebung sollte im projektierten bzw. beantragten Abbaubereich u.a. folgende Bedeutungsebenen umfassen:

- Arten- und Biotopausstattung
- Bedeutung für die Ressourcensicherung (außer Bodenschätze), z.B. Wasserdargebot, Filteraufgaben in Bezug auf Trinkwasser, Hochwasserretention
- geowissenschaftlich bedeutsame Elemente (z.B. Geomorphologie, schutzwürdige inselartige Bodenvorkommen)
- umfeldbezogene landschaftsästhetische Bedeutung, Eingriffswirkung in landschaftsprägende, noch völlig intakte Hauptkonturen und Formenserien wie z.B. weithin sichtbare Terrassenstufen, Dünenzüge, Drumlinfelder, arenaartig abschließende Wallmoränenzüge
- kulturhistorische Ausstattung bzw. Bedeutung.

Die Bewertung kann entfallen, wenn von vornherein (auf Grund vorliegender Daten oder auf einen Blick) dem Abbau vorrangige Flächenfunktionen erkennbar sind (vgl. Grundsatz 1):

A: Ungeeignete Standorte:

- Nationalparke (Art. 8 BayNatschG),
- Naturschutzgebiete und Naturdenkmäler (Art. 7 und 9 BayNatSchG) einschließlich einstweilig nach Art. 48 Abs. 2 Bay NatSchG sichergestellter Gebiete und geplanter Schutzgebiete, für die das Veränderungsverbot nach Art. 48 Abs. 3 Bay NatSchG gilt,
- Landschaftsbestandteile (Art. 12 BayNatSchG), soweit sie nicht ersetzbar sind,
- die Umgebung dieser Gebiete und Bestandteile, soweit sich der Abbau auf ein geschütztes Gebiet oder einen geschützten Bestandteil nachteilig auswirken kann,
- Feuchtflächen, Mager- und Trockenstandorte i.S.d. Art. 6d Abs. 1 BayNatSchG i.V.m. § 20 c BNatSchG,
- Naturwaldreservate (Art. 18 Abs. 3 BayWaldG),
- festgesetzte und vorläufig sichergestellte Trinkwasser- und qualitative Heilquellenschutzgebiete,
- wasserwirtschaftliche Vorranggebiete, die in Regionalplänen ausgewiesen sind.

B. In der Regel ungeeignete Standorte

- Landschaftsschutzgebiete und Schutzzonen von Naturparks (Art. 10, 11 BayNatschG),
- Landschaftsbestandteile und Grünbestände (Art. 12 BayNatschG), soweit sie nicht unter A fallen
- (Teil-)Lebensräume naturschutzvorrangiger (= landkreisbedeutsamer) Arten, Vorranggebiete des Arten- und Biotop-schutzes (siehe ABSP

Band I, Landkreisbände ABSP, Kap. 4.3 der LPK-Biotoptypenbände),

- Wiesenbrüter-Lebensräume (Art. 6d Abs. 2 Bay-NatSchG),
- Pufferzonen von Naturschutzgebieten, Naturdenkmälern und unersetzbaren Landschaftsbestandteilen,
- Biotope der Biotopkartierungen, insbesondere mit einem vom Bayer. Landesamt für Umweltschutz geprüften Vorschlag zur Inschutznahme nach Art. 7, 9 oder 12 BayNatSchG,
- landschaftsprägende, für den Naturraum typische Bereiche und kulturhistorisch bedeutende Landschaftsteile,
- erhaltenswerte Geotope (vgl. LPK-Band II.15, GEOSHOB-Datei beim Bayer.Geol.Landesamt), landschaftsästhetisch besonders ansprechende Landschaftsteile, landschaftlich bevorzugte Erholungszonen
- kulturhistorische und archäologische Vorrangzonen (z.B. Nahbereiche von Grabhügelfeldern, Schanzen, Reihengräberfelder, alte Schlachtfelder, kulturelle Ensembles, erhaltenswerte Ackerterrassenfluren, Hohlwege, Galgen- und Kalvarienberge usw.)
- Schutz- und Bannwald (Art. 10, 11, i.V.m. Art. 9 BayWaldG) sowie Wald in Gebieten mit geringem Waldanteil (Bewaldung unter 20 %),
- Einzugsgebiete öffentlicher Trinkwassergewinnungsanlagen, sofern der geplante Abbau oder seine Folgenutzung zu einer schädlichen Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit führen kann,
- geplante Trinkwasser- und qualitative Heilquellenschutzgebiete,
- Überschwemmungsgebiete (Art. 61 BayWG).

C. Vielfach ungeeignete Standorte

- landschaftliche Vorbehaltsgebiete und regionale Grünzüge,
- Waldflächen, die im Waldfunktionsplan (Art. 6 BayWaldG) mit besonderen Schutz-, Erholungs- und Sonderfunktionen belegt sind.

Für diese Faktoren liegen aber leider **nur zum Teil** ortsgenaue Vorerfassungen und Kartierungen vor (Bodendenkmalsverzeichnis, Biotopkartierung, Waldfunktionsplanung, Artenschutzkartierung u.s.w.). Auch bei "fertigen" Kartierungen ist stets mit Erfassungslücken zu rechnen. Viele fachspezifische Dateien sind auf Fortschreibung angelegt und liefern zum Abfragezeitpunkt lediglich einen Daten-Grundstock. Für andere relevante Faktoren, z.B. für diverse Tiergruppen, für den landschaftsästhetischen, geomorphologischen und geohydrologischen Bereich, liegt im Regelfall überhaupt keine zugriffsfähige Datenbasis im Erhebungs- bzw. Planungsmaßstab vor. Natürlich sind auch Vorbehaltskriterien **außerhalb** des Naturschutzes zu berücksichtigen (z.B. Lärm- und Immissionsschutz in Bezug auf Wohn- und Verkehrsbereiche, Infrastrukturanbindung, Minimierung des Erschließungsaufwandes im Falle einer Anschlußnutzung Erholung und/oder Fi-

scherei, Entsorgungsmöglichkeiten für eventuell mögliche Grubenausträge).

- Mächtigkeit der Lagerstätte, damit möglichst wenig Fläche beansprucht wird
- Qualität des Rohstoffvorkommens im Hinblick auf die beabsichtigte Verwendung
- Transportmöglichkeiten und verkehrsmäßige Anbindung der Abbauflächen sowie räumliche Zuordnung zu Bedarfsschwerpunkten.

Aus den genannten Gründen ist eine zumindest überschlägige Schnellerfassung der Natur- und Landschaftsausstattung des beabsichtigten Abbaustandortes und seines Umfeldes in den o.g. Faktorenbereichen in vielen Fällen unerlässlich.

Diese Vorerhebung und Beweissicherung sollte den gesamten **potentiellen Auswirkungsbereich des Abbaues** einschließen.

Bei dessen landschaftsökologischer Abgrenzung spielen folgende Kriterien an vielen Stellen eine wichtige Rolle (selbstverständlich können landschaftsästhetische und kulturelle Belange andere Wirkungsfelder nach sich ziehen; vgl. 4.2.2.1.2):

- (1) Reichweite baggerseenbedingter Grundwasser-Anhebung, -Absenkung und -Umlenkung (vgl. [Kap.1.3](#)),
- (2) mögliche Ablagerungsbereiche äolischer und fluvialer Grubenausträge (können Biotope mit sehr empfindlichem Stoffhaushalt betroffen sein?),
- (3) mögliche Reichweite geohydrologischer Beeinflussung umliegender Biotope durch Abriegelung oder Schmälerung von Oberflächenwasser-, Sickerwasserströmen und schwebenden Grundwasserkörpern bzw. Naßgallen, denkbarer Stop der Tuffbildung im Unterstrom einer kalkreichen Kiesgrube (oder eines Steinbruches)
- (4) mögliche Stoffausschwemmungen späterer Abraumverfüllungen in Quellhorizonte, Talnaßwiesen und Niedermoore auf dem Sickerwasserpfad oder über Druckwasserkörper
- (5) möglicherweise existenzwichtige Aktions- und Jahreslebensraumanteile naturschutzvorrangiger Tierarten.

Es liegt in der Natur dieser komplexen und nicht durch eine einfache Geländebegehung ermittelbaren Wirkzusammenhänge, daß sie durch Landschaftsplaner/Vegetationskundler/Naturschutzfachkräfte nur zum Teil sachgerecht beurteilt werden können. Die Hinzuziehung erfahrener Spezialisten wie Hydrogeologen, Bodenkundler und Faunisten ist daher in vielen Fällen dringend anzuraten, die Heranziehung der landkreisspezifisch fortzuschreibenden Artenschutzkartierung und des ABSP selbstverständlich.

Die gegenwärtige Beurteilungspraxis dürfte hier manchmal nicht mehr ausreichend und sachgerecht sein.

4.2.2.1.3 Prognose der Eingriffswirkung in das Landschaftsbild und ihrer Minderungsmöglichkeiten, Grundregeln zur landschaftlichen Einbindung (vgl. Grundsatz 17)

Dieser Handlungsbereich wird hier recht knapp gehalten, weil:

- die Vorrangigkeit des Arten- und Biotopschutzes innerhalb des Naturschutzes unbestritten ist und deshalb die landschaftsarchitektonischen Belange etwas zurücktreten, wenn auch nicht nebensächlich sind (siehe Band I ABSP, Einleitung zu diesem Kapitel)
- vor allem die ältere Literatur ausführliche Gestaltungsempfehlungen im Abbaubereich bereithält (vgl. z.B. WEINZIERL 1964, ACKEN & SCHLÜTER 1973, BUCHWALD & ENGELHARDT 1980, DINGETHAL et al. 1985)

Landschaftsplaner von einst sahen offene Gruben und Anschnitte fast grundsätzlich als "Landschaftschaden" an. Das bedeutsame Biotoppotential wurde kaum beachtet oder war gar nicht bekannt. Dies führte zur einseitigen Betonung der visuellen Abschirmung dieser "Wunden in der Landschaft", "Wiedereingrünung" und Re-Integration in die Landschaft. Einfach liegenbleibende Abbaustellen hatten in der vor allem ästhetisch und landeskulturell motivierten Landschaftspflege zwangsläufig ein schlechtes Image. Tier- und Pflanzengemeinschaften der technologischen Sekundärbiotope wurden daher erst mit großer Verspätung untersucht. Vegetationskundler haben die technischen Ödlandbiotope vielleicht auch deshalb gemieden, weil ihre Sukzessionsstadien mit den Schulmethoden der Pflanzensoziologie nur schwer zu klassifizieren sind.

Heute erscheint das äußere Erscheinungsbild nicht mehr übergewichtig und das Bio-Potential nicht mehr nebensächlich. Gleichwohl darf "die Ästhetik" im Planungs- und Gestaltungsprozeß nicht unterschlagen werden. Hierzu einige Vorschläge.

Vor Abbaubeginn bzw. zum Genehmigungsverfahren sollte abgeklärt werden, ob und inwieweit der Abbaustandort und die geplante Abbauf orm gewisse **Mindestanforderungen der Landschaftsbildverträglichkeit** erfüllen oder verletzen. Maßstab für die Beurteilung sind landschaftsgestalterische Grundregeln (vgl. hierzu SCHULTZE-NAUMBURG 1916), die nachfolgend in Auswahl skizziert werden sollen:

(1) Einfügung ins morphologische Grundmuster der Landschaft:

Abbaustellen sollten sich der Konfiguration aus größeren Voll- und Hohlformen unterordnen und diese nicht durchbrechen (z.B. durch Halb- oder Ganzabbau markanter Hügel oder Ausfransen zentraler Terrassen- und Stufenränder). Insbesondere die bestimmenden Hochpunkte, Tiefpunkte und Schwerlinien (z.B. Flanken, Böschungszüge und Stufen, rückgratartige Hügelketten) sollten nicht angetastet werden.

Abb. 4/9, (S. 161) illustriert hierzu vertretbare und unvertretbare Abbauförm.

(2) Schonung der Silhouetten:

Bestimmende naturraumtypische Silhouetten und Horizontlinien sollten ungestört bleiben. Beispiele für entstellende Silhouettendurchbrüche zeigen die Abb. 4/9 und Abb. 4/10.

Die Empfindlichkeit der Horizontlinie für großangelegten künstlichen Reliefumbau ist mit dem Grad der morphologischen Unverwechselbarkeit einer Landschaft und der Seltenheit einer natürlichen Landschaftsform eng verknüpft. Beispielsweise sind hoch aufragende, sichraumbildende Jungendmoränenwälle wie z.B. im Raum Kaufbeuren, Hohenschäftlarn/M, TÖL, Schnaitsee-Kling/TS,RO oder Tyrlaching-Asten/TS,AÖ oder schulmäßig auf Lücke stehende "Delphinschwärme" der Drumlins bei Marnbach/WM, Wagegg/OAL, Reicholzried-Altusried/OA oder Lampoding/TS bayernweit gesehen etwas Kostbares, das nicht leichtfertig durch exponierte Großabbau entstellt werden soll. Weniger dramatisch empfindet man vielleicht einige verstreute Sandgruben im zentralen Tertiärhügelland, dessen Grundmorphologie sich über viele Kilometer kaum ändert.

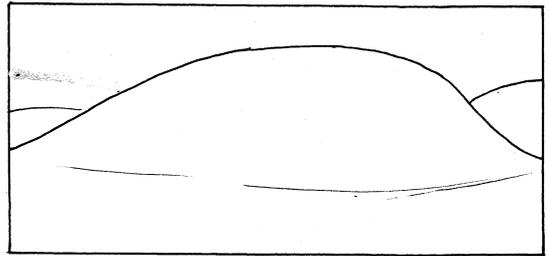
Die Wahrscheinlichkeit eines visuell belastenden Silhouettendurchbruches sinkt mit zunehmender Breite der horizontbildenden Vollformen ab: Ein breiter Riedel in der Aisch-Rezat-Abdachung oder in Mittelschwaben kann nicht durch Abbau durchbrochen werden. Nach der Renaturierung hält sich hier die optisch auffällige Gestaltveränderung sehr in Grenzen.

Viel größer ist die Gefahr einer horizontverändernden Schartenbildung (= Silhouettendurchbruch) in einem

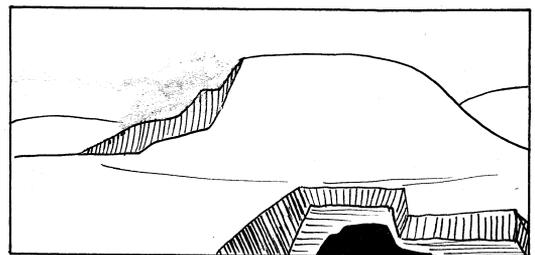
- skelettartig verschmälerten Rest-Landrücken oder schmalen Zeugenbergrest (z.B. am Nordrand der Windsheimer Bucht/NEA, am stark erosionszerschnittenen Kristallinzersatzgebiet am Westrand des Grundgebirgsspezzartes/AB, bei Pobenhausen - Freinhausen/PAF, N Thürnthenning/DGF, bei Grünbach-Hammerthal/ED),
- Osrücken (vgl. LPK-Band II.15 Geotope), z.B. im Ostermoosgebiet/GAP
- Endmoränenwall von geringer Tiefe (z.B. bei Nonnreit/AÖ und Aitrang/OAL).

(3) Größenbeziehung der Abgrabungsfläche zum umgreifenden topographischen Raum:

Abbaugrößen sprengen einen vorgegebenen topographischen Rahmen, wenn dieser natürliche Raum klein und das Abbaubereich groß ist. Das Flächen- und Volumenverhältnis von natürlicher morphologischer Landschaftseinheit und Abbau-Optionsfläche ist ein wichtiges ästhetisches Beurteilungskriterium von Abbauanträgen. Vorzubegebende Abbau-Maximalgrößen sollten sich an der unterschiedlichen Geräumigkeit der umgebenden natürlichen Reliefeinheiten orientieren, z.B. Schottertälern, Flußtalsoh-

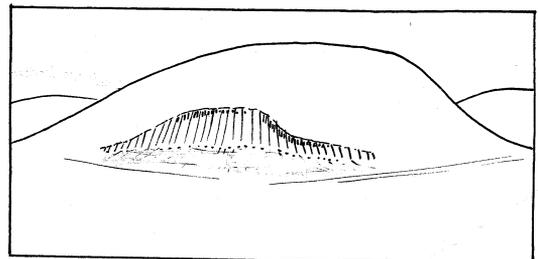


Geomorphologisch eindrucksvolle Hügellandschaft



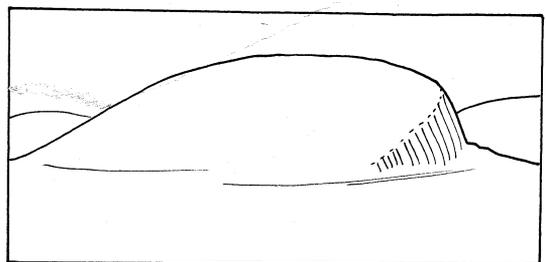
Unvertretbare Abbauförm:

zerstört den Gesamtcharakter; Abbaukanten laufen den natürlichen Konturen zuwider



Vertretbare Abbauförm:

Kleinabbau läßt die Dominanz der natürlichen Vollformen unangetastet; künstliche Versteilung kann sogar bereichernd wirken.

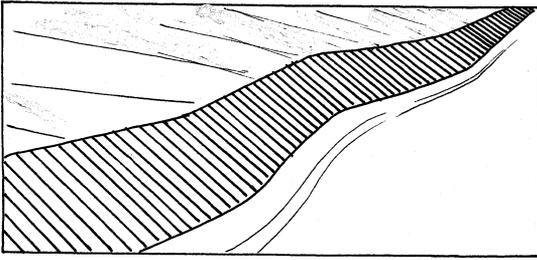


Vertretbare Abbauförm:

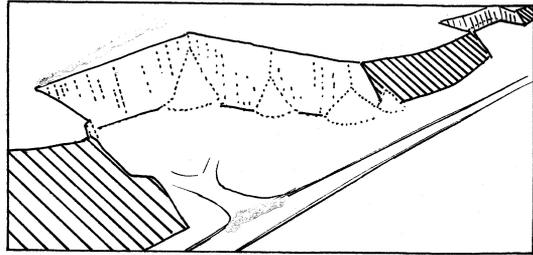
Begrenzter Abbau verstärkt lediglich eine bereits natürlich angelegte relative Steilheit

Abbildung 4/9

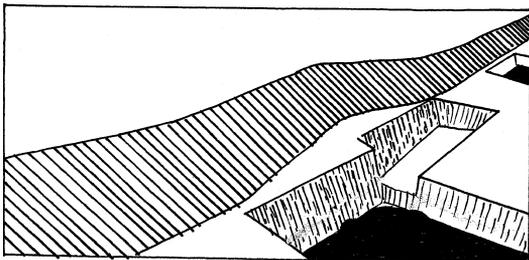
Morphologisch rücksichtslose und -volle Abbauplanung in einer schönen Hügellandschaft



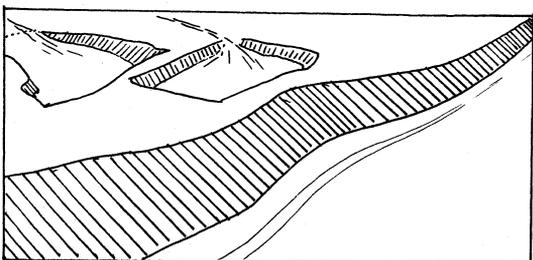
Landschaftsbeherrschender Terrassenrand in einem Flußtal



ungünstiger Abbaustandort:
natürliche Leitlinie unterbrochen, geomorphologischer Bauplan der Landschaft wird unkenntlich



ungünstiger Abbaustandort:
technogene Böschungen konterkarieren die natürliche Hauptkontur



vertretbarer Abbaustandort:
von Terrassenkante etwas nach hinten gerückt; Hauptkontur bleibt erhalten; Zwischenraum Terrassenkante/Abbaukante bietet sich für Ackerrenaturierung an

Abbildung 4/10

Vertretbare und unvertretbare Abbaustandorte im Bereich markanter Flußtalterrassen

len, Niederterrassenbreiten, Wannen und Mulden, Hügeln und Becken.

Kleinkammerige Landschaften wie z.B. bewegte Binnendünen- und Endmoränengebiete vertragen, wenn überhaupt, nur kleine, weit verstreute Abbaue (beachte aber zusätzlich die biologischen Kriterien, die einen Abbau vielleicht überhaupt ausschließen!). Gering bewegte Räume wie z.B. flachwellige Ackerplateaus, Niederterrassenfelder und Alluvialebenen werden dagegen auch durch großflächigen Abbau (aus landschaftsästhetischer Sicht) optisch weniger angegriffen, zumindest für den Fall, daß bei Grundwasserferne und erheblicher Abbautiefe die Halden, Quetschwerke und andere Hochbauten weitgehend unter die Geländeoberkante verschwinden.

Dagegen sind Sand- und Kiesgruben in grundwassernahen Terrassenfeldern, wo störende Elemente nicht in tiefen Löchern "versenkt" werden können, nur dann einigermaßen landschaftsbildneutral, wenn größere Hochbauten und Aufschüttungen ausbleiben.

Abb. 4/10, S. 162 zeigt im unteren Fenster eine im horizontalen Sichtfeld unauffällige Abbau-Lokalität und -form, darüber hinaus aber die besondere Abbau-Empfindlichkeit markanter Terrassen- und Stufenränder, deren landschaftliche Wirkung auf ihrer ununterbrochenen Linienführung beruht.

(4) Abbau-Folgeformen als willkommene Reliefkonturen und als kulturgeschichtliche Zeugnisse:

Abbau als Akt der Reliefbereicherung! Dies mag in den Ohren manchen Landschaftsschützers paradox klingen. Trotzdem muß auch dieser Teilaspekt angesprochen werden, wenn auch mit den nötigen, sehr differenzierten Vorbehalten gegen unzulässige Verallgemeinerung.

Der Mensch zerstört durch Lockergestein-Abbau nicht nur gewachsene Landschaftsformen, sondern schafft artifizielle Geländeformen und -konturen, die manchmal durchaus als bereichernd empfunden werden können. Was für das Schutzgut frühindustrieller, archäologischer und agrarhistorischer Formen wie z.B. Ackerterrassen, Hohlwege, Schwedenschanzen und mittelalterliche Erzgrubenfelder heute selbstverständlich ist (vgl. z.B. LPK-Band II.12 Agrotopen), kann auch für Abgrabungsformen grundsätzlich nicht von der Hand gewiesen werden.

In bestimmten, insbesondere morphologisch strukturarmen, flachwelligen oder flachhügeligen Landschaften können vom Abbau zurückgelassene Böschungen, Arenen und Hohlkehlen (vor allem nach horizontalem Abbau-Vortrieb bei relativ flacher Auskofferung) durchaus willkommene Formakzente setzen und zum Schutzgut werden, so etwa, wenn flache Anstiege zu Steilböschungen verkürzt werden (s. Abb. 4/11, S. 163) Künstliche Hangunterschnidungen, Böschungen, Absätze und Nischen abseits vielbefahrener Verkehrswege können den erlebnis- und freizeitwirksamen Reliefwert erweitern (Rodeln, Geländefahren, "Kraxeln" usw.).

Vgl. hierzu die vielen alten Mergelgewinnungs- und Ziegelei-Gruben z.B. auf der Flächenalb, auf der Föhringer Lehmzunge bei München, in der Erding-Schwaiger Altmoräne, auf den Hochflächen der Iller-Günz-Platten, in der Alzplatte, im Oberpfälzer Wald z.B. bei Prackendorf, die flachen Aussandungen in den die Abens begleitenden Sandterrassen (KEH), bei Amelgering (ED), die kleinen Abbauhohlkehlen im Hangfußbereich des Tertiärhügellandes (z.B. im nördlichen Lkr. Landshut).

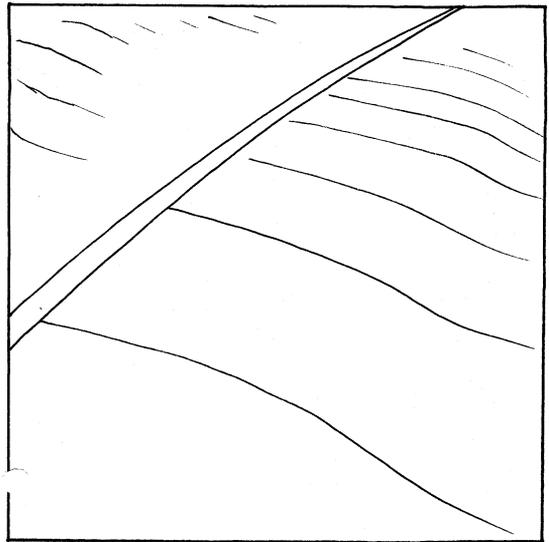
Bei der Unterscheidung landschaftsarchitektonisch "positiver" und "negativer" Abbauförmungen kommt es wohlgemerkt entscheidend auf Art, Tiefe und Zuordnung der Abbaustellen und auf das natürliche Umgebungsrelief aber auch auf den kultur- und technikgeschichtlichen Zeugniswert an. Allgemeingültige Kriterien können hier nicht erwartet werden. Ihre Formulierung ist vielleicht auch nicht sinnvoll.

Wer wollte beispielsweise entscheiden, ab welchem Mindestalter eine Abbaustelle als Reliefdenkmal gelten kann? Seitenentnahmestellen für Römerstraßen, vielleicht auch für den Ludwig-Donau-Main-Kanal 1836 - 1846 (BOSER 1994) gehören sicher dazu. Denselben historisch-morphologischen Wert wird man den durch den Mittlere Isar-Kanal (1922 - 1929), die ersten Reichsautobahnen (1933 - 1936) oder die Moormergelung der Moorkultivierungsperioden zwischen 1880 und 1940 geschaffenen Abbauförmungen aber nicht ohne weiteres, oder doch wohl erst in späteren Zeiten, zubilligen. Können am Ende nicht sogar die heute laufend entstehenden Abbaueugnisse im Zeichen historischer Ehrlichkeit einen gewissen Dokumentationswert beanspruchen?

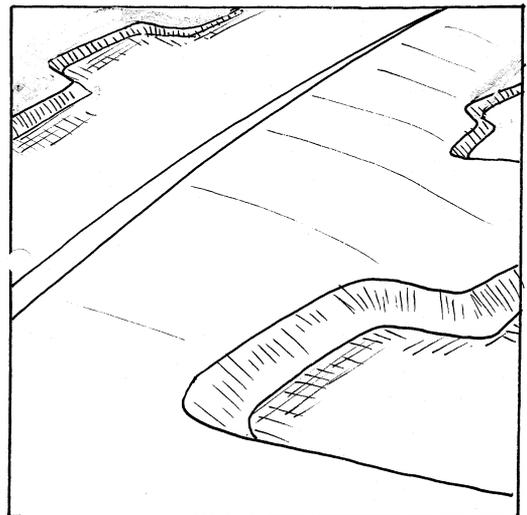
Faktum ist, daß auch die aufwendigste Rekultivierung und Relief-Rekonstruktion praktisch nie das morphologische (geschweige denn das feinmorphologische, stratigraphische und edaphische) Original erreichen wird: Legt dies nicht nahe, sich bereitwilliger mit dem Abbau-Endrelief abzufinden und sich vielleicht dafür auf dessen zeitdokumentarischen Wert zu besinnen?

Diese Fragen seien hier lediglich aufgeworfen, um die involvierten Planungsbüros und Behördenvertreter daran zu erinnern, daß die Entscheidungsspielräume und Beurteilungskriterien oftmals weit über die altgewohnte Praxis hinausreichen. Fruchtbare Anstöße können und müssen vielleicht sogar am Anfang provozierend wirken. "Altbewährte" Denkmuster müssen in der Landschaftspflege und -planung immer wieder modifiziert oder gar verlassen werden.

Besonders gilt dies im Kielwasser großtechnischer Landschaftsnutzung mit ihrer konjunkturegebundenen Dynamik. Der Naturschutz kann diese wegen der dahinter stehenden wirtschaftlichen Energien nicht aufhalten und ihre vielgescholtenen Hinterlassenschaften nicht wegwetschieren; er kann und sollte aber einen Codex für den Umgang mit diesem Erbe finden. Dies indessen nicht nur im landschaftsästhetischen, sondern genauso im biotischen und landschaftsökologischen Bereich.



Morphologisch einförmige Flachhügellandschaft z.B. im Alborland und Altmoränengebiet am nordrand des Tertiärhügellandes, auf der Albhochfläche und den schwäbischen Riedelplateaus



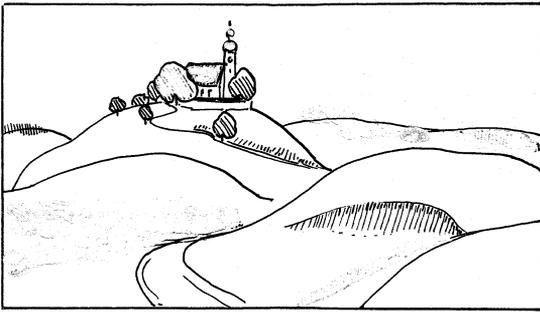
Relativ flache Ziegelei- oder Sandgruben setzen nach Abbauende durchaus willkommene morphologische Akzente: durch horizontalen Abbauvortrieb verkürzen sich leichte Geländeabfälle zu markanten Böschungslinien. Im Sichtfeld entstehen Konturen

Abbildung 4/11

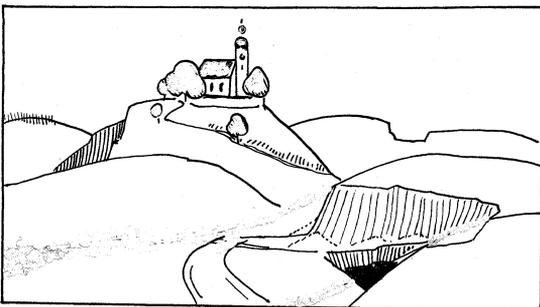
Morphologische Strukturierung einförmiger Landschaften durch bestimmte Abbauförmungen

(5) Schonung des Umgriffs von Kultur- und Erdenkmalern:

Morphologisch hervorstechende Archäotope, Schlösser, Burgen, freistehende Kirchen und andere Kulturdenkmäler, schutzwürdige geomorphologische Elemente und andere prominente Landschaftselemente beanspruchen eine opti-



Kleinabbau (Mittelgrund rechts) stört nicht das Ensemble aus Kirchenhügel und umliegender Landschaft.
Positivbeispiele: Reutberg in Kirchbichl/TÖL



Notwendige optische Pufferzone des Baudenkmals ist durch deplacierte Kiesgruben beeinträchtigt

Abbildung 4/12

Rücksichtsvolle und -lose Abbaustandorte im Weichbild eines wertvollen Kulturensembles

sche Pufferzone, in der wirkungsmindernde technische Gegenakzente vermieden werden sollten (Einzelheiten hierzu siehe Band I Kap.6.12 sowie Band II.15 Geotope). Der Veranschaulichung dient Abb. 4/12.

(6) Dauer der visuellen Belastung:

Bei der visuellen Bewertung sollte auch die voraussichtliche Bestandesdauer landschaftsstörender Anlagen wie Verarbeitungsgebäude, Fließbänder und Halden ins Kalkül gezogen werden.

Die Berücksichtigung derartiger Gestaltungs- und Dimensionierungskriterien verringert die Konflikte zwischen den "Ästheten" und "Artenschützern" innerhalb des Naturschutzes.

Werden gravierende Landschaftsbildeingriffe durch sorgfältige Wahl des Standortes und der Abbauförm minimiert, so erübrigt sich eine "Wiederherstellung des Landschaftsbildes" durch Rekultivierung und Auffüllung zu Lasten der Sekundärbiotope zumindest aus landschaftsästhetischer Sicht.

Außer den oben genannten Grundregeln spielen bei der landschaftsarchitektonischen Eingriffsprognose eine Rolle:

- Einsehbarkeit, Sichtraumweite, eventuell im Vergleich alternativer Abbaustandorte, auch vor dem Hintergrund der Erholungsattraktivität und -beanspruchung dieser Landschaft
- Möglichkeiten zur Abmilderung der visuellen Störförm durch Drehung der Abbauförm, andere Abbaudimensionierung und -förm, Belassen vorgelagerter Reliefförm
- Visuelle Abschirmungsmöglichkeiten durch Pflanzung bzw. gezielte Erhaltung bestehender Gehölze und Waldteile.

Ergänzende Vorkehrungen und Gestaltungsmöglichkeiten hierzu sind in Kap.2 beschrieben. Unvermeidlich subjektive Bewertungen des Stellenwertes der einzelnen, vorstehend angedeuteten Kriterien werden hier bewußt ausgeklammert. Das LPK kann und soll lediglich die notwendige Breite und Vielschichtigkeit des Beurteilungsrahmens umreißen. Jeder Verantwortliche muß darin selbst seinen Entscheidungsweg finden und für seine Beweggründe transparent und fundiert Rechenschaft ablegen können.

4.2.2.1.4 Umgang mit dem Oberboden und der ursprünglichen Vegetation; Gestaltung zwischen aktueller Abbauförm und rechtlicher Abbauförm

Für den Naturschutz können außer den eigentlichen Abbauförm auch die (einstweilig noch) nicht abgebauten Restförm bis zur Gestattungsgrenze des Abbaues (i.d.R. Flurstücksgrenze) von Bedeutung sein. Ökologische Optimierungsmaßnahmen in diesem Zwischenbereich lassen sich am besten zusammen mit der Oberbodensicherung und der Beseitigung der ursprünglichen Pflanzendecke im anstehenden Abbauförm kombinieren, sodaß sie hier zusammen dargestellt werden.

Dieser Gestaltungs- und Entwicklungsbereich ist grundsätzlich geeignet zur Schaffung von zumindest phasenweise bestehenden

- produktionschwachen Rohboden-, Trocken- und Magerstandorten,
- mageren Säumen (im Waldkontakt),
- wertvollen Ersatzstandorten für gefährdete Ackerwildkräuter,
- Sukzessionsgebüsch, -wäldern und -hecken,
- mehrjährigen Acker- oder Grünlandbrachen ohne oder mit Management,
- hochstaudenreichen Ruderalstandorten,
- Kahlschlagsukzessionsstadien mit/ohne Management (im Falle von Abbauförm im Forst).

Derzeit wird er häufig entweder liegengelassen (Acker- oder Grünlandbrache, im Forst auch Kahlschlagfluren), als Zwischendeponie für den Oberboden aktueller Abbauförm oder für Fremdmaterialien benutzt. Ist ein Abbau genehmigt und beginnt der Abbau, sollte der humushaltige Oberboden möglichst über den gerade anstehenden Abbauförm hinaus abgetragen werden, möglichst sogar auf der gesamten Genehmigungsförm (bzw. Pacht- oder Eigentumsförm des Abbauförm). Auf diese Weise entstehen relativ nährstoff- (u.U. auch biozidrückstands-) arme Pionierstandorte, also ein

Mangelbiotop der Kulturlandschaft, eventuell über mehrere bis viele Jahre (je nach Abbau-Fortgang). Denkbar ist auch eine Aufteilung in Zonen mit vollständiger und teilweiser Humusbeseitigung.

Ist dies nicht realisierbar, so sollte als Minimalforderung zumindest entlang der geplanten Abbaubaußenkante ein mehrere Meter breiter oberbodenarmer Kragen geschaffen werden, der neben einer gewissen Pufferfunktion (bei intensivlandwirtschaftlichem Umfeld) auch einen trocken-mageren linearen Trockenstandort mit erhöhten Ansiedlungschancen für Arten entsprechender Naturstandorte vorsieht.

4.2.3 Aufgaben einzelner Landkreise bei der Umsetzung

In diesem Kapitel werden räumliche Schwerpunkte für bestimmte Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen in Abbaustellen auf Landkreisebene herausgestellt. Die regionalspezifischen landschaftsökologischen Aufgaben von Abbaustellen lassen sich aus deren Geologie, räumlichen Verteilung und Größe, Habitat- bzw. Artenausstattung, (potentiellen) Funktion im Biotopverbund usw. ableiten. Ebenfalls finden dabei mit dem Naturschutz konkurrierende Nutzungen Berücksichtigung. Zunächst wird am Beispiel einiger über ganz Bayern gestreuter Landkreise die landschaftsökologische Problematik und landschaftspflegerische Aufgabenstellung von Abbaugruben kurz dargestellt, welche für Räume mit vergleichbarer Naturausstattung, Siedlungs- und Sozialstruktur bis zu einem gewissen Grad übertragbar sind.

- **Günzburg:** Der **starke Erholungsdruck** aus der benachbarten gewässerarmen Schwäbischen Alb Baden-Württembergs auf die Naßabbaustellen im Norden des Landkreises (Donaubene) sollte stärker kanalisiert werden. Darüber hinaus sollte vor allem eine Anzahl kleiner Kiesgruben-Feuchtbiotope in ein naturraumweites Biotopverbundsystem einbezogen werden. Dieses Vorgehen ist besonders in bezug auf den sich immer mehr auch auf die Donau-Zuflüsse (Günz, Mindel) ausweitenden Kiesabbau zu verfolgen. Da die großen Baggerseen aller Voraussicht nach der Erholungsnutzung auch künftig nicht vorenthalten werden können, sollte zumindest eine **saisonale Mischnutzung mit dem Naturschutz** angestrebt werden, da diese Seen in der weiteren Umgebung wichtig für Zugvögel und auch Brutvögel der Feuchtgebiete sein können. Eine Sperrung wenigstens einiger großer, bereits als Bruthabitat von seltenen Vogelarten angenommener Baggerseen für jegliche Erholungsnutzung bis zum 1. Juli eines jeden Jahres wäre ein approbates Mittel. **Vorrangig sind im Landkreis magere Trockenstandorte zu schaffen**, die bisher nahezu ausschließlich in Abbaustellen zu finden sind. Dazu müßten neue Abbauvorhaben an geologisch geeigneten Standorten gezielt nach den Erfordernissen eines Biotopverbundsystems ausgewählt werden und als kleine

Trockenabbau in sogenannten Defiziträumen angelegt werden.

- **Dachau:** Die Naßbaggerungen im Landkreis erreichen i.d.R. durch den großen **Erholungsdruck des Ballungsraums München** kaum ökologische Bedeutung. Daher sollten vermehrt sehr kleine Wasserstellen am Rande größerer Trockenbaggerungen im Verbund oder Kontakt zu den größeren Wasserflächen angelegt werden, welche eine Habitat- Ersatzfunktion für Arten bzw. Lebensgemeinschaften des inzwischen fast vollständig kultivierten Dachauer Moooses und der Ampereue erfüllen könnten (wechsellasse, oligotrophe Kiesflächen). Viele Gruben sind durch natürliche Sukzession schon stark verwachsen. Offene Bereiche müßten daher verstärkt angelegt werden (siehe Wildbienen-Brutwand neben den Bahngleisen am nördlichen Stadtrand Dachaus). Bereits ein Entbuschen der Böschungen brächte einen Habitatgewinn für Pionierarten. Eine besondere Bedeutung im ebenen, vorwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzten Dachauer Moos kommt der **Anlage wirkungsvoller Pufferzonen** zu, um das Einwehen von nährstoffreichen Partikeln und Eindringen konkurrenzstarker Ruderalarten zu verringern. Mit weiteren **flankierenden Maßnahmen** könnte der in Nähe von Ballungsräumen verstärkt bestehende Besucherandrang in Kiesgruben mit besonderer Artenschutzbedeutung gelenkt werden. **Neue Abbaue** sollten im Landkreis im Bereich der Niedermoore, Wiesenbrüterflächen und Auwälder künftig **unterbleiben**.
- **Pfaffenhofen:** Die zahlreichen Naßbaggerungen in der Donauebene sind einem **starken Erholungsdruck** aus Ingolstadt und einem weiten ländlichen Einzugsbereich ausgesetzt. **Naturschutz-Folgenutzungen** konnten bisher kaum durchgesetzt werden oder sie befinden sich inmitten von Erholungsseen, wodurch sie **beträchtlichen Störungen** ausgesetzt sind. Eine **strikte räumliche Trennung der Folgenutzungen** und auch das Vermeiden von Mischnutzungen wäre dringend angebracht und angesichts der Vielzahl an Kiesgruben auch machbar. **Weitere Naßabbaue sollten bevorzugt in bisher intensiv genutzten Agrarflächen genehmigt werden, die ansonsten aus naturschutzfachlicher Sicht keine Bedeutung haben**. Dadurch bleiben Wiesenbrüterflächen, Nahrungshabitate seltener Greifvögel, Rastplätze und Nahrungshabitate von Limikolen, Lebensräume für Niederwild etc. erhalten. **Bei Trockenbaggerungen im Tertiärhügelland wird bisher zu wenig auf flankierende Maßnahmen** zur landschaftlichen Einbindung, zum Schutz gegen Einträge aus benachbarten Landwirtschaftsflächen, gegen wilde Mülldeponien und gegen Lärm- und Staubemissionen des Abbaubetriebs geachtet. Eine gezielte Folgenutzung Naturschutz ist in diesem ökologisch verarmten Naturraum dringend nötig. **Maßnahmen zum Aufbau von Biotopverbundsystemen** sind zur Erhaltung der in den Natur-Restflächen angesiedelten gefährdeten Arten dringend erforderlich.

- **Aschaffenburg:** Die **hohe Bevölkerungsdichte im Maintal** schränkt die Möglichkeiten einer natürlichen Entwicklung der dortigen Sandgruben erheblich ein. **Absperrmaßnahmen** in Form hoher Zäune, wehrhafter Sträucher und eine abweisende Ufergestaltung für Erholungssuchende brachten **lediglich Teilerfolge**. Die **häufig noch zu geringe landschaftliche Einbindung** der Abbaustellen bzw. fehlender Sichtschutz machen die Durchführung einer Naturschutz-Folgenutzung noch schwieriger. Da der Sandabbau im Landkreis allmählich beendet werden soll, wäre es hier dringend nötig, **im Rahmen eines Biotopverbundkonzepts** eine ausreichende Anzahl stillgelegter Abbaustellen für den Naturschutz zu sichern. **Sicherungsmaßnahmen gegen mißbräuchliche Nutzungen und Sichtschutzmaßnahmen schon zu Beginn des Abbaus** haben hier ebenso Vorrang. Die **gestalterischen Anforderungen** an die Planer der Renaturierungsflächen sollten erhöht werden.
- **Amberg-Sulzbach:** Der intensive Kaolinitabbau im Nordosten dieses Landkreises hat das Landschaftsbild nachhaltig und tiefgreifend verändert (Aufschüttung des "Monte Kaolino"). **Bei der (Renaturierungs-)Gestaltung von Naßbaggerungen bestehen erhebliche Vollzugsdefizite**, die z.T. noch durch **alte Genehmigungen** bedingt sind. Beispiele für zu umfangreiche Rekultivierungsbestrebungen (vor allem Aufforstungen) finden sich in den Keupergruben im Hahnbacher Becken und bei den ausgedehnten Sandabbauen im Freihölser Forst (umfangreiche Kreuzkrötenpopulationen).
- **Weilheim-Schongau:** In landschaftlich derart sensiblen Räumen wie im Ammer-Loisach-Hügelland sollte die Abbautätigkeit **sehr sorgfältig geprüft** werden. **Großer Wert sollte auf die landschaftliche Einbindung** bereits bestehender Abbaustellen gelegt werden. Durch geschickte topographische Anlage und Abbauplanung können weitere landschaftliche Schäden (z.B. Kappung von Drumlins) minimiert werden. Auch sollten **bevorzugt kleine Abbaustellen** in dem hauptsächlich kleinteiligen Naturraum der Jungmoräne angelegt werden. Ebenfalls sind **wirkungsvolle Schutzmaßnahmen gegen mißbräuchliche Nutzungen dringend nötig**.

Da Abbaustellen ein relativ offenes Feld für Landschaftsplaner sind, kann ihr Biotoppotential für die Schaffung fehlender oder bedrohter Biotoptypen in den einzelnen Landkreisen eingesetzt werden. Es ist also die Aufgabe der Naturschutzfachkräfte und der Planer, diese Potentiale sinnvoll für den Arten- und Biotopschutz einzusetzen. Die räumliche (hier landkreisbezogene) Bestandssituation einzelner bayernweit bedrohter Lebensraumtypen läßt sich in folgenden drei Stufen untergliedern:

- **Schwerpunktverantwortung:** Trotz erheblicher Bestandseinbußen befinden sich im Landkreis noch Rumpf- oder Zentralvorkommen dieses Lebensraumtyps. In der Peripherie solcher Kernzonen gelegene Abbaustellen sollen Erweiterungs- und Biotopverbundaufgaben wahrnehmen, um die Populationen gefährdeter Arten zu stabilisieren. Die Anlage neuer Abbaustellen ist in diesen Bereichen jedoch sehr sorgfältig zu prüfen.
- **Alarmsituation:** Rumpf- bzw. Zentralvorkommen des betreffenden Lebensraum- bzw. Vegetationstyps sind weitgehend verschwunden, es überwiegen mehr oder weniger degradierte Splitterflächen, so daß den Abbaugruben eine erhöhte Artenschutz-Bedeutung zukommt. Auf Rekultivierungen sollte möglichst verzichtet werden.
- **Notstandssituation:** Nur noch wenige, winzige Reliktbestände der jeweiligen Lebensraum- bzw. Vegetationstypen kommen vor. Um weitere Arteneinbußen durch Unterschreitung von Minimumarealen in den "Primär"biotopen aufzufangen, sollten nach Möglichkeit sämtliche irgendwie verfügbaren Abbaustellen mit allen der jeweiligen Situation angepaßten Maßnahmen als möglichst ausgedehnte Ersatzlebensräume gestaltet werden.

Tab. 4/1, S. 167, gibt einen Überblick, für welche Lebensraum- bzw. Vegetationstypen in den einzelnen Landkreisen Abbaustellen vorrangig eine Ersatzfunktion übernehmen sollten. Durch entsprechende Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen soll die Basis für entsprechende Entwicklungsmöglichkeiten gelegt werden.

4.3 Beispiele für Gestaltungs-, Pflege- und Entwicklungsmodelle

Es ist unmöglich, im Rahmen dieser Arbeit einen bayernweit repräsentativen Querschnitt an Gestaltungs-, Pflege- und Entwicklungsbeispielen zu geben. Ziel ist es, an einigen Beispielen aufzuzeigen, wie naturraumspezifische Biotopbausteine bei der Grubengestaltung zu einem "funktionalen Lebensraumgefüge" beitragen könnten.

4.3.1 Renaturierung einer Sandgrube im Bereich der Abensberger Binnendünen/ KEH

Renaturierungsplan im Auftrag der Regierung von Niederbayern (1989)

Ausgangssituation

Eine Sandgrube im **Binnendünengebiet bei Abensberg/KEH** soll auf ein westlich benachbartes Grundstück, das als Riedel zwischen dem noch laufenden und einem vor ca. fünf Jahren "rekultivierten"* Abbaugelände stehengeblieben war, erweitert werden. Das Gelände ist in ein ausgeprägtes, wenn auch schon z.T. gekapptes Dünenrelief eingebunden

* Bei der Rekultivierung wurden die Grubenränder abgebösch, und es siedelten sich durch Sukzession Kiefern auf dem leicht humusierten Boden an; z.T. wurde das Gelände mit Bauschutt verfüllt.

Tabelle 4/1

Bestandssituation gefährdeter, naturbetonter Vegetations- bzw. Biotoptypen in den einzelnen Landkreisen als Maßgabe für die Biotopentwicklung in Abbaustellen

Vegetations-/ Biotoptyp	Schwerpunktverantwortung	Alarmsituation	Notstandssituation
Sandrasen, Sandgrasheiden (Flechten-, Silbergras-, Grasnellen-Fluren)	BA, FÜ, KEH, KT, RH, WUG	NM, SAD	AS, BA, DON, FÜ, KEH, KT, MIL, MSP, ND, NEW, R, RH, SW, WÜ, WUG
Binnendünen, Sandfelder (auch unter landschaftlichem Aspekt)	KEH	ERH, FÜ, ND	AB, KT, MIL, MSP, ND, SR, WÜ
Basische Kleinseggenrieder (Standorte im GW-Wechselbereich)	AIC, AÖ, DEG, GAP, KEH, MN, NES, PAF, PAN, TÖL, WM	BGL, FFB, LI, MB, RO, STA, TS	AIC, AN, AÖ, BA, DAH, DEG, DON, ED, EI, ERH, FS, FO, HO, KEH, LS, LL, M, MN, ND, NES, PAF, PAN, WUG
Saure Seggenrieder, Braunseggenrieder (Standorte im GW-Wechselbereich)	FRG, PAN, REG	DEG, HO, KC, MIL, MSP, PA, R, SR, TIR, WUN	PAN
Zwergbinsenfluren, Teichbodenvegetation	ERH, NEW, SAD		A, AB, ERH, FÜ, LI, MN, NEA, NEW, SAD
ephemere Abbaustellengewässer	DEG, ERH, FÜ, M, MN, ND, NEA, NM, RH, SW		AN, DEG, ERH, FÜ, M, MN, ND, NEA, NM, RH, SW

und von einem Sand-Kiefernwald bestanden. Es schließt nordwestlich des NSG "Binnendünen bei Offenstetten" an, welches sich aus lichten Berghaarstrang- und Wintergrün-Kiefernwäldern mit offenen bis halboffenen Sandmagerrasen auf Binnendünen zusammensetzt. An gefährdeten Pflanzenarten wurden u.a. nachgewiesen: Frühlings-Küchenschelle *Pulsatilla vernalis*, Doldiges Winterlieb *Chimaphila umbellata*, Frühlings-Spörgel *Spergula morisonii*, Grasnelle *Armeria elongata*, zahlreiche seltene Flechtenarten, Silbergrasfluren und sogar ein Sandstrohblumen-Vorkommen. Gleich daneben schließt ein ehemaliger aufgelassener Kalksteinbruch mit wechselseuchten und trockenen Standorten an. Auf den (halb)offenen Sandfluren wurden u.a. Ameisenlöwe, Kreiselwespen und Wechselkröte festgestellt.

Renaturierungsziel

Das Grubengelände sollte grundsätzlich der natürlichen Wiederbesiedlung und der reliefgestaltenden Winderosion überlassen werden, um eine naturnähe-

re Binnendünenformung zu erzielen. Dabei soll der Lebensraum der auf offene, weitgehend vegetationsfreie Sandflächen angewiesenen Tier- und Pflanzenarten erweitert werden. In Anbetracht der langsamen Sukzession auf trockenen Sanden und des auch künftig stattfindenden Abbaus auf benachbarten Flächen stützt sich das Konzept darauf, daß auf lange Sicht immer wieder neue Pionierstandorte zur Verfügung stehen. Um eine zusammenhängende Renaturierungsfläche zu erhalten, wurde auf Sicherheitsabstände zum laufenden und ehemaligen Abbaugelände verzichtet, womit Wannenformen vermieden wurden.

Vorgesehene Gestaltungsmaßnahmen

Zur Optimierung des gegenwärtigen Sand-Kiefernwaldes als Lebensraum für die dort nachgewiesenen hochgradig gefährdeten Arten wurde dieser zunächst um ca. 30% aufgelichtet. Außerdem wurde die Rohhumusaufgabe dieses Bestandes durch Abstechen oder Abrechen entfernt, wobei ein Vermi-

schen mit der darunter befindlichen Flugsanddecke unbedingt zu vermeiden war.

Das westlich des beantragten Abbaugeländes liegende humushaltige Material und der Bauschutt wurden gleich anfangs mit einer bindigen humusfreien Kies-schicht (mit Lehmbeimengungen) mindestens 40 cm überdeckt, um einer Ansiedlung eutrapher Arten entgegenzuwirken. Die Geländemodellierung und spätere geringe Pflegeeingriffe waren letztlich als Renaturierungsmaßnahmen für das eigentliche Abbaugelände und die angrenzenden Abbaugrundstücke vorgesehen, wobei sämtliche Oberflächen-substrate aus inertem, nährstoffarmem, autochtho-nem (ausschließlich von der Abbaustelle stammendem) Material zu bestehen hatten: Flugsand, Quarz-sand, unbrauchbare Kiesfraktionen, Lehm (für Ver-nässungsrinnen vorgesehen).

Die folgenden Strukturelemente wurden auf der gesamten Abbaufäche nach einem Konzept verteilt, das die optische Einbindung und die natürliche Ent-wicklung, v.a. auch in bezug auf die Windeinflüsse berücksichtigt.

Dünenartige Vollformen: Aufschüttungen aus inertem Abraum, die sich nach den angrenzenden naturnahen Dünenformen orientieren. Es wurden steile Lee- und flache Luvseiten, längliche, in Ost-West-Richtung verlaufende Sandkörper geschaffen, einige auch mit Andeutungen querlaufender Verbindung (sicheldünenähnlich). Um das etwas spärlicher vorhandene Flugsandmaterial einzusparen, wurden vier verschiedene Materialien für die Dünenkernfüllung vorgeschlagen (Dünen-Typen A - D):

- A) Reine Flugsanddünen (siehe Abb. 4/13, S. 168) wurden dort geschaffen, wo offene, magere Sandflächen vorgesehen waren und wo mit einer gewissen Windverwehung bzw. -verformung zu rechnen ist.
- B) Flugsand-"Dünen" mit Abraumkies-Kern (s. Abb. 4/14, S. 169) wurden dort angelegt, wo keine Pflegeeingriffe die Sukzession bremsen sollten. Da mit einer gewissen Windverdriftung in den ersten 5-10 Jahren bis zur Reliefstabilisierung zu rechnen ist, wurde die Flugsanddecke auf der westlichen Seite (= Luv-Seite) in stärkerer

Mächtigkeit (mindestens 30 cm) aufgebracht als auf der östlichen Seite.

- C) Flugsanddecke mit Wurzelstock-Geäst-Kern: Dieser "Dünen"-Typ (s. Abb. 4/15, S. 169) war als Alternative zu Typ B vorgesehen. Der Wurzelstock-Geäst-Kern (Überbleibsel der Rodungen) mußte verdichtet werden (durch Zerkleinern, Befahren) bevor die Flugsanddecke aufgetragen wurde, um die Verluste an nährstoffarmem Sand in den Zwischenräumen zu minimieren. Durch Zersetzungsvorgänge des organischen Kerns ist im Verlauf der Jahre mit einem Nachsacken zu rechnen, so daß immer wieder neue, kleine Pionierstandorte entstehen dürften.
- D) Dünen" aus dem anstehenden Quarzsand: Der teilweise unter Sand und Kies anstehende Quarzsand bildet ein relativ verfestigtes Reliefierungsmaterial, das durch den Wind bis zur Ansiedlung einer Initialvegetation nur wenig verdriftet werden dürfte. "Dünen" werden hier aus dem Anstehenden herausgeschürft (s. Abb. 4/16, S. 169).

Bei der Anlage aller vom Wind zu gestaltenden oligotrophen Flugsand-Strukturtypen (Dünen und unruhige Abbausohlenüberdeckungen) wurde auf **windhemmende Wirkungen etwaiger Hindernisse geachtet:** Der Kiefernwaldbestand im Westen der Abbaureale verursacht einen östlich anschließenden windberuhigten Streifen in bis zu 8facher Höhe der Bäume, der infolge der Sedimentation mittransportierter Stoffe eine gewisse Eutrophierung und Anreicherung von Diasporen ubiquitärer Pflanzenarten erwarten läßt. Erst hinter diesem Sedimentationsraum wirkt der Wind wieder stärker gestaltend auf die Geländeoberfläche ein: Austrocknen, Überwehungen mit nährstoffarmem Lockersand, wiederholte Unterbrechungen der Sukzession. Des weiteren wurden zwischen den raumprägenden Vollformen der Dünen auch **flachere "Gestaltungs"-Elemente** gewählt:

- unruhige, nicht geplante Abbausohle: kleine Reliefunebenheiten erhöhen die Mikrostandortvielfalt erheblich. Durch den Abbau freigelegte Quarzsand- und evtl. Malmkalkstandorte sollten weder nivelliert noch mit Abraum überdeckt werden;

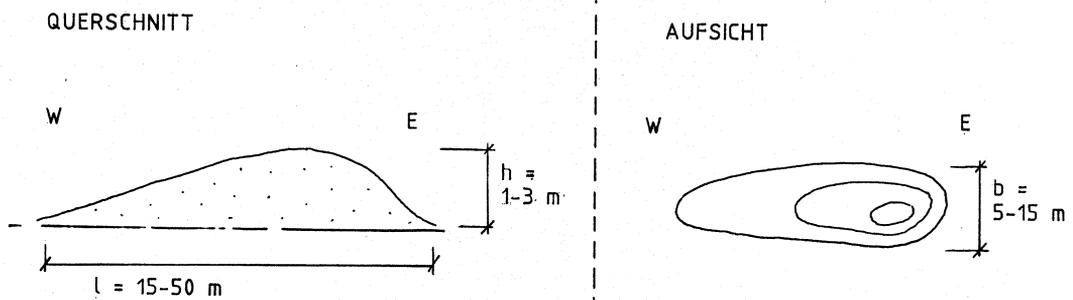


Abbildung 4/13

Dünentyp A - reine Flugsand-Düne.

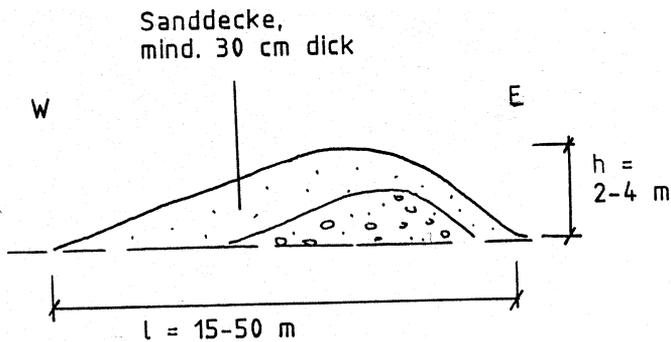


Abbildung 4/14

Dünentyp B - mit Kern aus Abraumkies

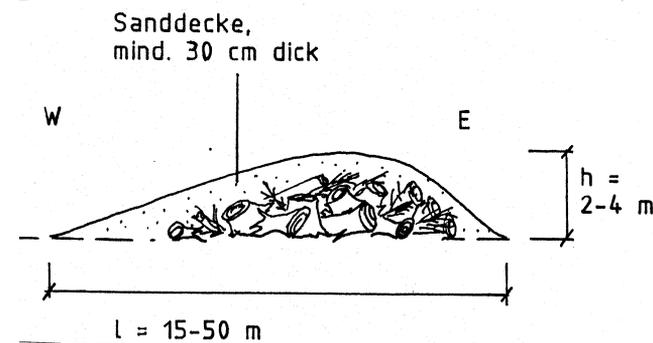


Abbildung 4/15

Dünentyp C - mit Kern aus Wurzelstockgeäst

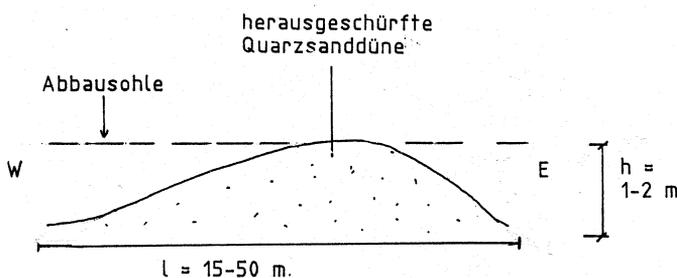


Abbildung 4/16

Dünentyp D - aus Quarzsand geschürft

- **Flachwellige Sandschüttungen:** diese wurden vor allem zwischen den Dünen angelegt, um ein durchgehendes Substrat auf verschiedenen Reliefstufen (Dünen, Abbausohle, Grubenrand) anzubieten, das der Kraft des Windes ausgesetzt ist;
- **Verdichtungen:** die durch den Abbaubetrieb verursachten Verdichtungen in bindigem Material (hier: Feinkies mit lehmigem Sand bis hin zu lehmigen Tonlinsen) ergeben ephemere Wasserstellen (= Laichbiotope für die in der Umgebung, auch auf dem ehemaligen Abbaugelände, festgestellten Kreuz- und Wechselkröten). Diese Verdichtungen werden vorrangig auf vorher festgelegten Zu- und Abfahrtsstreifen zwischen dem ehemaligen und dem neuen Abbaugelände geschaffen.
In der Hauptwindrichtung West wurde vor ephemeren Wasserstellen die Entwicklung einer dichteren grasreichen Vegetation vorgesehen, um ein Zuwehen mit Sand zu vermeiden (bei solch geringen Hindernishöhen greift keine Luv-Lee-Wirkung, sondern es ist ein "Auskämmen" der Windfracht zu beobachten);
- **Schürfrinnen und -mulden:** zur Reliefbetonung der angeschütteten Dünen wird teilweise auf der

Nordseite der Dünen im Anstehenden nachträglich tiefer geschürft.

Ergänzende Gestaltungselemente

Wenngleich die Planer nicht den Anspruch erhoben, eine natürliche Dünenlandschaft zu gestalten, wurden für die Renaturierung der Sand-Kies-Grube dennoch viele "machbare" Strukturelemente der angrenzenden Dünenlandschaft übernommen, z.B. die West-Ost-Ausrichtung, die Neigungen und die relativen Höhen der Sanddünen.

Beim Abbau ist darüber hinaus eine Vielzahl künstlicher Strukturelemente, wie Verdichtungsstellen, offengelegtes, in unteren Schichten liegendes Substrat etc., entstanden. Man entschied sich dafür, quasi als Reminiszenz an den Abbau einzelne "Abbaukliffe" als Steilwände im Gelände zu belassen, welche gleichsam ein wertvolles Brut- bzw. Nisthabitat für die Tierwelt darstellen.

Ferner wurden zur optischen Bereicherung und als Habitatstrukturen kegelförmige Aufschüttungen angelegt (siehe Abb. 4/17, S. 170). Diese bestehen aus Sand oder aus nicht verwertbarem (sandigem) Kies. Der Kegel wurde entweder direkt auf der Abbausoh-

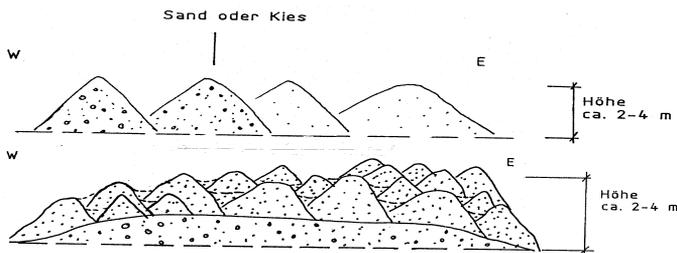


Abbildung 4/17

Kegelförmige Aufschüttungen auf der Abbausohle oder auf verfestigter Kiesaufschüttung

le oder auf einem durch Befahren und Planieren verfestigten Kieshügel durch einfaches Abkippen von der Lkw-Ladefläche geschaffen.

Die **Abbaugrenzen** (im Westen und Osten), also die Ränder des laufenden und ehemaligen Abbaugeländes, wurden teilweise als Steilwände mit einem Sicherheits- und Pufferabstand in ca. 3 m Entfernung von der Grundstücksgrenze angelegt; teilweise wurden auch Dünen (der Typen B oder C) vorgebaut, die dann als "Dünenmasken" den Grenzverlauf optisch auflockern und eine fließende Übergangszone schaffen.

Folgepflege

Das Gelände sollte ausschließlich der natürlichen Sukzession überlassen bleiben, wobei kleinere Pflegeeingriffe die Entwicklung der auf den verschiedenen Bereichen und Strukturen des Geländes angestrebten, in Abb. 4/18, S. 171, dargestellten Zielbestände der Sukzession steuern sollen. Diese Zielbestände entsprechen Sukzessionsphasen, die auf dem jeweiligen Standort so lange als vorläufiger Endzustand erhalten bleiben sollen, bis durch fortschreitenden Sandabbau erneut vergleichbare Flächen zur Verfügung stehen.

Die Sukzession steuernde Maßnahmen werden sich auf das sporadische Entfernen von Kiefern aufwuchs und eventuell kleinflächige Mahd mit Mähgutentfernung nach frühestens drei Jahren beschränken lassen. Dabei sollen folgende Punkte beachtet werden:

- Eine massenhafte Ansiedlung von Zwergsträuchern, wie z.B. Besenheide (*Calluna vulgaris*) oder Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), soll wegen der Anreicherung von Rohhumus auf der Bodenoberfläche verhindert werden.
- Eventuell aufkommende Bestände von Landreitgras (*Calamagrostis epigejos*) oder anderen konkurrenzstarken Polykormonbildnern sind in einer breiten Puffer-Pflegezone (Pflegestreifen von ca. 150 m Breite in den angrenzenden Wäldern) an der Ausbreitung zu hindern.
- Tritt- und Besucherverkehr sollte wegen der empfindlichen Sandrasen-Ökosysteme und wegen potentieller Ansiedlung äußerst seltener und störungs- bzw. trittempfindlicher Arten (Heidelerche, Brachpieper, Ameisenjungfer, Kreiswespe) in der Zeit vom 1. März bis 30. September ausgeschlossen werden. Bei der Seltenheit dieser Arten sollte diese Nutzungs-Einschränkung gleich nach Ende der Renaturierungs-gestaltung prophylaktisch in Kraft treten und nicht

erst, wenn schon ein Besiedlungsversuch erfolgt ist.

4.3.2 Rekultivierung der Gemeinkiesgrube Bernbeuren/WM

im Auftrag der Gemeinde Bernbeuren/WM (GfL 1988)

Ausgangssituation

Die Kiesgrube liegt im Burggener Moränengebiet an einer Hangflanke, welche sich südwärts in ein Bachtal hinabzieht. Die Talsohle wird als Rinderweide mit zum Bachlauf hin abnehmender Intensität genutzt. Oberhalb der bergseitigen Abbauböschungen befinden sich einem Laubwald-Mischbestand vorgelagert streifenartige, artenreiche Halbtrockenrasen.

Auf den kiesigen Rohbodenböschungen der Kiesgrube haben sich Pioniergesellschaften mit Trockenrasencharakter, u.a. mit Ochsenauge *Buphthalmum salicifolium*, Thymian *Thymus pulegioides*, Kleinem Wiesenknopf *Sanguisorba minor* und Gekieltem Lauch *Allium carinatum*, angesiedelt. An einigen Stellen ist der Oberboden von der Abbruchkante schollenartig abgerutscht. Die darunter entstandenen, humosen Schuttkegel sind mit Ruderalvegetation nährstoffreicherer Standorte (u.a. Ackerdistel-Bestände) bewachsen.

Rekultivierungs- bzw. Gestaltungsziele

- Teilverfüllung der ausgekiesten, bestehenden Grube mit Bauschutt;
- Anpassung der Böschungskante an die natürliche Hangkante, welche eine Neigung bis zu 54% aufweist;
- Vorverlagerung der Böschungsoberkante um 10 m nach Süden, damit möglichst viel Bauschutt eingelagert werden kann;
- nur geringfügige Auffüllung der Abbausohle, welche den nördlichen Abschluß des Talbereichs bilden soll.

Abbauplan für weitere Kiesentnahmen

Als Vorbereitung für die Auskiesung des Abbaubereichs II war zum Zeitpunkt der Planerstellung bereits Wald gerodet und der Oberboden in zwei Mieten an den beiden Enden abgelagert. Beim Abbau sind folgende Auflagen einzuhalten:

- Einhaltung einer Abstandsfläche (Grubenrandzone) von 4 m zum nordwestlich angrenzenden Fichtenforst;

Die Sukzessionszielbestände und einige Standorttypen

(Darstellung nicht maßstabsgetreu)

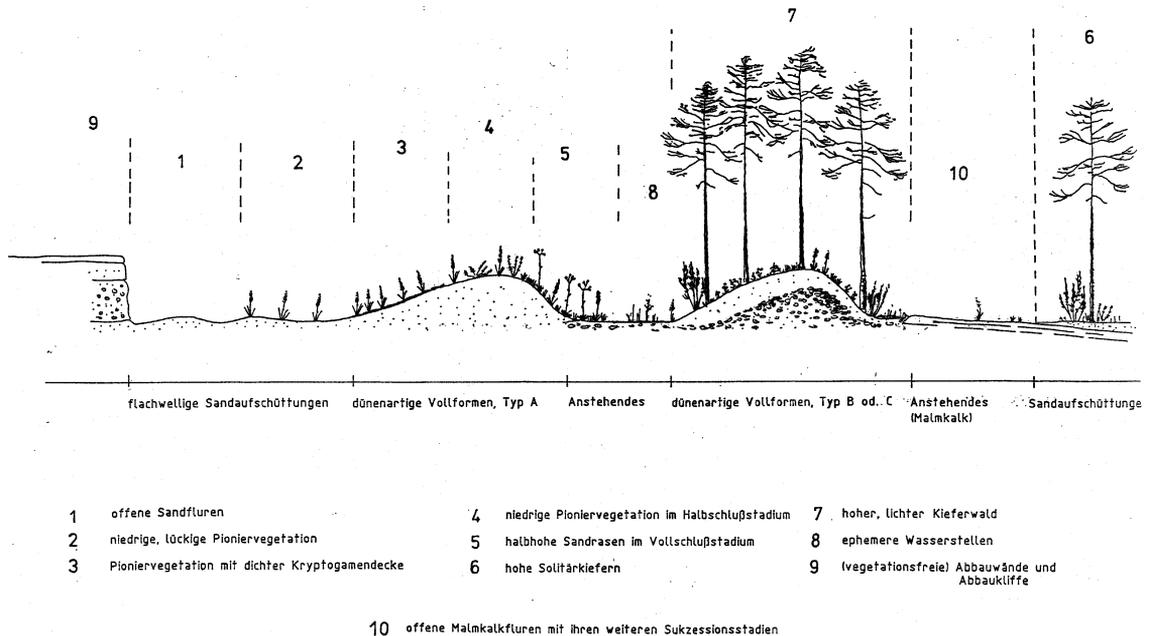


Abbildung 4/18

Sukzessions-Zielbestände auf verschiedenen Standort- und Strukturtypen des Abbaugeländes.

- Einhaltung eines Abstands von mindestens 2 m zum Oberbodenlager im Südwesten;
- Erhaltung der Abbaukante an der südlichen Grenze des Abbaubereichs II aus Gründen des Landschaftsbildes und des Artenschutzes (Besiedlung der Abbauböschung mit wertvollen Pioniergesellschaften) in ganzer Länge.
- daran anschließend auf der +/- ebenen, nur wenig verfüllten Abbausohle Aufbringen einer ca. 30 cm dicken Oberbodenschicht mit hohem Kiesanteil, Fräsen und Einsaat einer Grasmischung und Entwicklung zu einer extensiven Weide;
- im Steilhangbereich nach vollständiger Verfüllung der Grube mit Bauschutt Aufbringen einer 40 cm dicken Deckschicht aus kiesigem, möglichst humusfreiem Material; natürliche Sukzession; eine Entwicklung lückiger Pioniermagerasen mit seltenen Pflanzenarten und thermophilen Tierarten ist anzustreben.

Landschaftspflegerische Maßnahmen nach erfolgter Auskiesung des Abbaubereichs II

Auch dieser Grubenabschnitt soll teilweise mit Bauschutt verfüllt werden. Dabei sollen u. a. folgende Biotoptypen entstehen (Querprofil und Lebensraumzonierung s. Abb. 4/19, S. 172):

- Aufbau eines naturnahen Mischwalds im östlichen Grubenbereich im Anschluß an den bestehenden Fichtenforst; Aufforstung mit ca. 50% Schwarzerle, 30% Buche und truppweiser Beimischung von 10% Bergahorn, Eberesche und anderen standortgerechten Laubböhlzern; die zur Aufforstung vorgesehenen Flächen sollen zuerst mindestens 50 cm hoch mit einem Mischsubstrat aus sandigem Kies und wenigstens zu 30% mit Oberboden abgedeckt werden. Verdichteter Untergrund ist vor der Pflanzung bzw. Ansaat zu lockern.
- südseitig Anlage eines Waldmantels, Bepflanzung eines wenigstens 3 m breiten Streifens mit Sträuchern und Bäumen II. Ordnung (u.a. Eingrifflicher Weißdorn *Crataegus monogyna*, Heckenkirsche *Lonicera xylosteum*, Hartriegel *Cornus sanguinea*);

4.3.3 Pflege- und Entwicklungsplan der Tongrube Jedenhofen/DAH

im Auftrag der Regierung von Oberbayern (HAASE & SÖHMISCH 1991)

Ausgangssituation

Die Tongrube liegt auf der Gemarkung Petershausen/DAH am Rande des Glonnals im lößreichen Teil des Donau-Isar-Hügellandes. Sie gliedert sich in drei Teilabgrabungen, welche durch schmale Stege aus stehengebliebenem Material voneinander getrennt sind.

In der strukturarmen Agrarlandschaft zeichnet sich die mittlere der drei Gruben als herausragender Lebensraum mit einer Vielzahl seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten aus (vgl. PLACHTER 1983). Durch ehemaligen Moto-Cross-Betrieb und Einbringung von Bauschutt bzw. Abraum sind

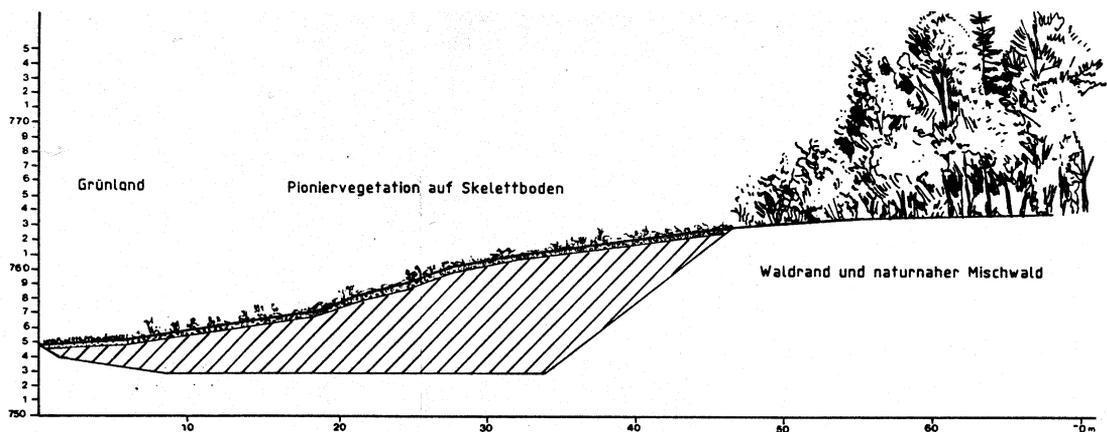


Abbildung 4/19

Geplante Verfüllung (schraffiert) und Biotoptypen-Abfolge in der Gemeindekiesgrube Bernbeuren/WM nach der Rekultivierung (GfL 1988).

Teilflächen bereits entwertet. Die Tongrube umfaßt folgende fünf Teilbereiche:

- 1) perennierendes Gewässer im tiefsten Teil der Grube mit breiten, nur zeitweilig wasserbedeckten Flachuferzonen; mit Röhricht, Binsen- und Kleinseggenbeständen;
- 2) Hügel aus Bauschutt unterschiedlicher Korngröße; bewachsen mit einem sehr kleinteilig differenzierten Mosaik aus xerothermophiler Vegetation; überwiegend lückige, z.T. auch +/- geschlossene Grasflur; in den "Hügeltälern" Binsen-/Seggenbestände;
- 3) weitgehend ebene Lehmfäche im Südteil; Staunässe infolge Verdichtung (zeitweilige Pfützenbildung); überwiegend sehr vegetationsarm;
- 4) südwestexponierte Steilwand; überwiegend beschattet mit nitrophytischen Hochstauden; im unteren Bereich mit Weidengebüsch; nur steilste Abschnitte noch vegetationsarm;
- 5) Abbauböschungen überwiegend mit ruderaler Grünlandvegetation bewachsen; auf der nordostexponierten Seite Entwicklung eines Purpurweidengebüschs.

Besondere Beachtung verdient das Vorkommen der Wechselkröte (*Bufo viridis*), der Kleinen Pechlibelle (*Ischnura pumilio*), der Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*), der Laufkäferarten *Elaphrus riparius*, *Bembidion lunulatum*, *Cicindela silvicola* und der Bienenarten *Andrena mitis*, *A. nycthemera*. Insgesamt läßt sich die Tongrube als wichtige Rückzugsfläche für Arten der Flußaua einstufen.

Entwicklungsziel

Erhalt bzw. Neuschaffung folgender Lebensraumtypen:

- Pionierstadien von Kleingewässern (unter 30 m²);

- reife Stadien von Stillgewässern mit einer vollständigen Vegetationsabfolge von Unterwasservegetation, Schwimmblatt- und Ufervegetation (Röhrichte, Großseggen- und Hochstaudenbestände);
- Rohboden bzw. Pioniervegetation unterschiedlicher Feuchtestufen und Substrate;
- (vegetationsarme) Steilwände;
- Vegetation früher bis mittlerer Sukzessionsstadien (Magerrasen, Pfeifengrasbestände, Ruderalfluren an wärmebegünstigten Standorten).

Außerdem wird eine Verbesserung der Einbindung in das Landschaftsbild durch Pflanzung einer Gehölzreihe im Süden und Westen angestrebt.

Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen:
(s. Abb. 4/20, S. 173)

Einmalige Gestaltungsmaßnahmen:

- **Pflanzung doppelter Gehölzreihen** auf der nordwestlichen, südwestlichen und südöstlichen Grubenrandzone, einige Meter von der Abbaukante zurückversetzt; auf der Südseite ausschließlich Verwendung von Sträuchern, um eine stärkere Beschattung der Grube zu vermeiden; Verwendung von Weiden und Dornsträuchern. Mit der Gehölzreihe sollen Zugang zur Grube erschwert und nährstoffreiche Einwehungen von der angrenzenden Deponie zurückgehalten werden.
- **Abschrägen der Böschung im Südwesten** der Grube, damit das im Südteil der Grube gelegene Plateau von Maschinen erreicht werden kann.

Unregelmäßig wiederkehrende Maßnahmen:

- **Entfernung von Gehölzen** vor allem am Fuß der Steilwand im Nordosten, wobei *Salix caprea* und *Salix myrsinifolia* weitgehend verschont bleiben sollen; Herausziehen neu anfliegender Weiden von Hand alle paar Jahre.

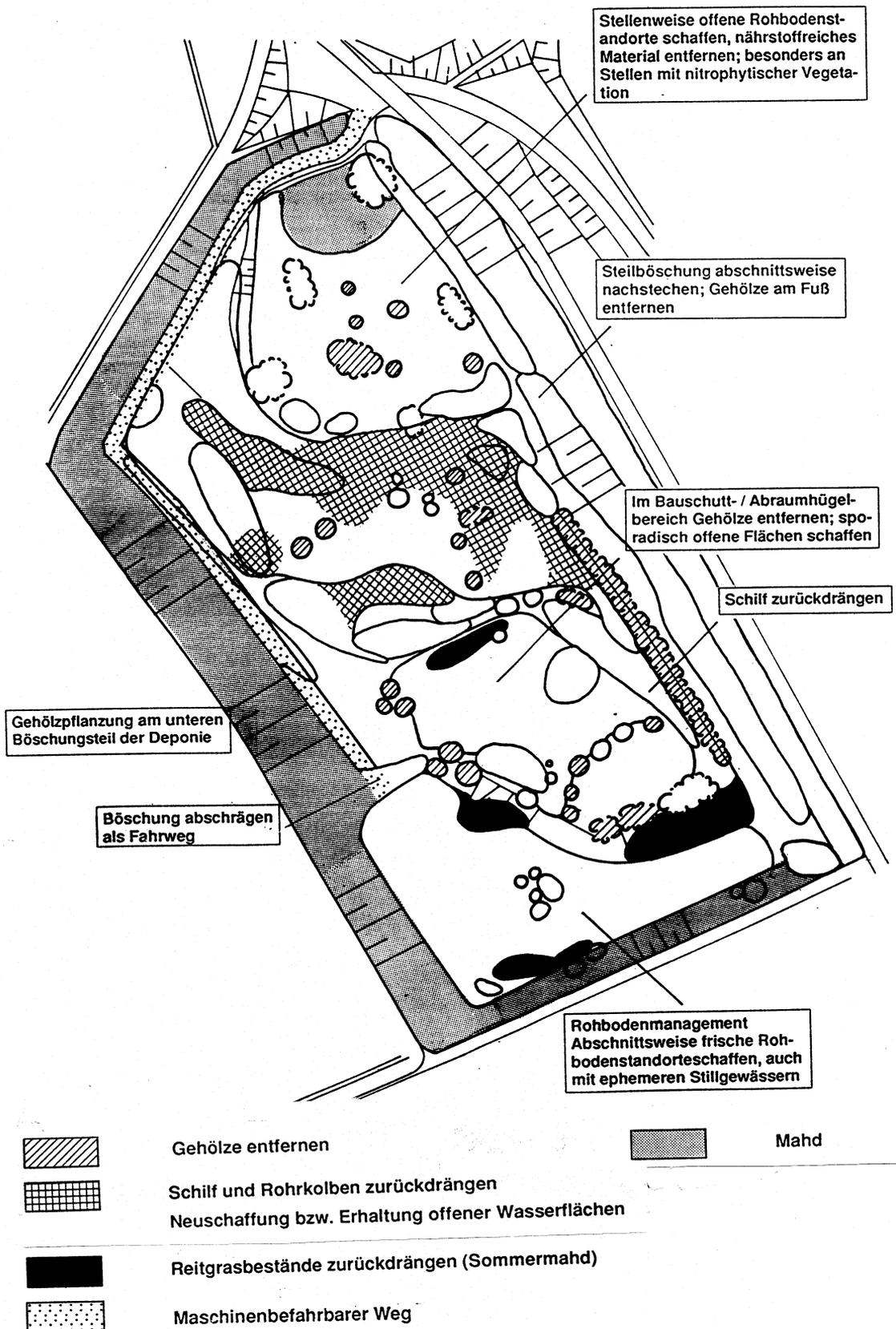
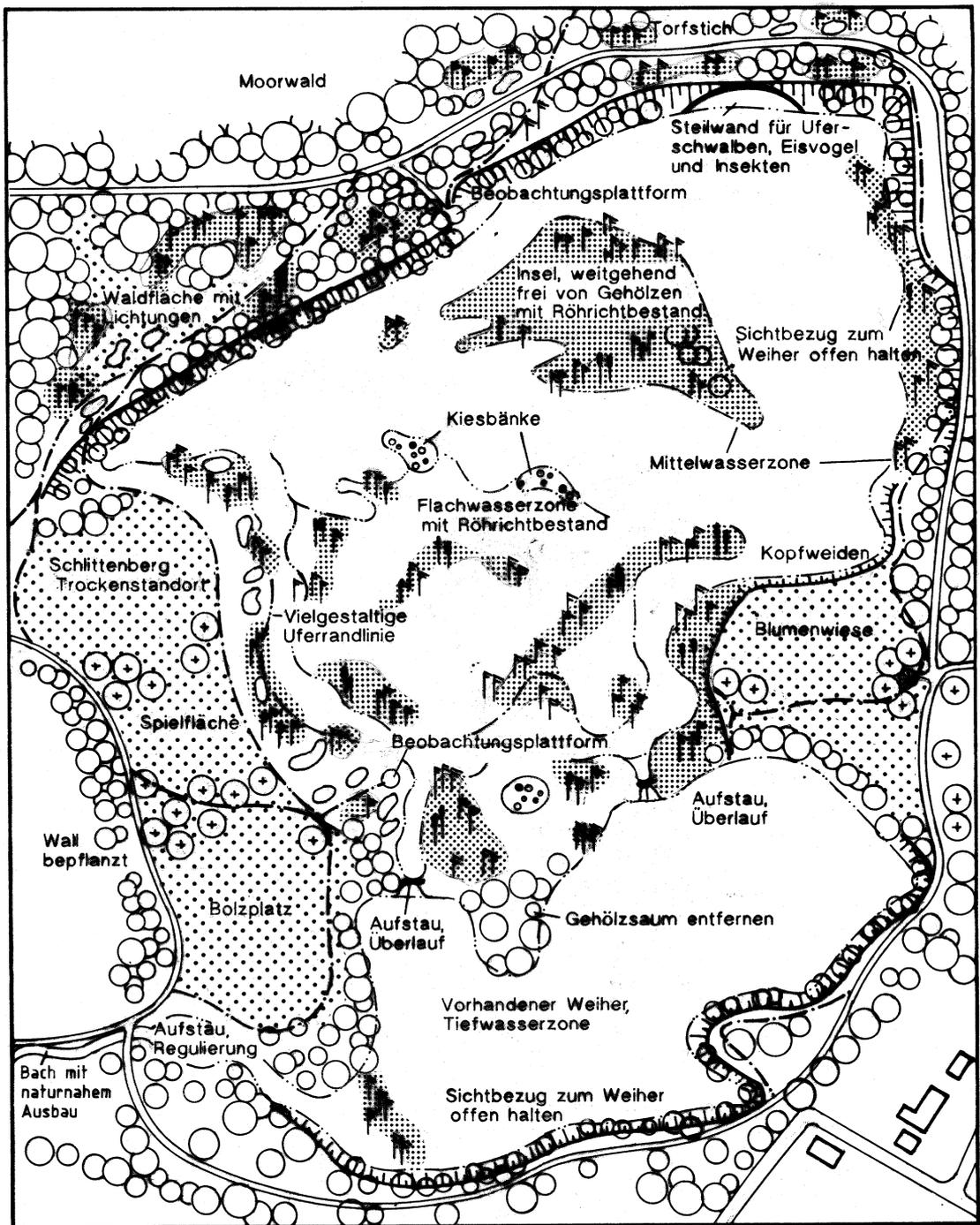


Abbildung 4/20

Vorgesehene Pflegemaßnahmen für die Tongrube Jedenhofen/DAH (HAASE & SÖHMISCH 1991: 13-14).



Tümpel



Röhricht



Offene Rohbodenstandorte



Extensivgrünland



Neu zu pflanzende Bäume



Gehölze, Bestand

----- Fußweg

Abbildung 4/21

Gestaltungsvorschläge für das Tonwerksgelände Kolbermoor (verändert nach MEIDINGER 1993, briefl.)

- **Unterwassermahd des Röhrichts** zur Zurückdrängung der Schilf- und Rohrkolbenbestände, sukzessives Vorgehen.
- **Schaffung von Pionierstandorten** auf drei Teilflächen durch Abschieben des Oberbodens und Aushebung bis zu 50 cm tiefer Mulden, teils mit Radladern, auf der mittleren Teilfläche von Hand; Entfernung von nährstoffreichem Substrat aus der Grube.
- **Nachstechen der Steilböschung** im Nordosten der Grube mit einem Bagger; Ablagerung des anfallenden Materials teilweise auf dem südlichen Plateau; Abtransport des nährstoffreichen Substrats.
- **Saatgutgewinnung** im Umfeld der Tongrube **zur Einsaat von Teilflächen der neugeschaffenen Pionierstandorte** (von einer mageren Böschung der nahegelegenen Bahnstrecke); damit soll eine floristische Bereicherung vor allem der Bereiche südöstlich der großen Röhrichtbestände erreicht werden.

Regelmäßig wiederkehrende Maßnahmen:

- **Mahd von grünlandartigen Teilflächen** mit Schnittgutentfernung, vor allem der Böschungsbereiche; wüchsiger Bestände zweimal jährlich (Mitte Juni bis Ende Juli und September/Oktober), magere Bestände nur einmalig im Spätsommer, jeweils gestaffelt über vier Wochen; sporadische, kleinflächige Herbstmahd von Teilbereichen der Abraum- und Bauschutthügel im Südosten.
- Zweimalige jährliche **Mahd der Landreitgrasbestände**, um diese zurückzudrängen (25. Juli bis 15. August und September/Oktober);
- **Aufsammeln von eingewehtem Müll** aus der benachbarten Deponie, vor allem von Papier- und Plastikfetzen, alljährlich während der Vegetationsperiode.

Für die Umsetzung der Maßnahmen, insbesondere für die Anlage der horizontalen und vertikalen Pionierstandorte, ist während der ersten Jahre eine Fachkraft mit landschaftsökologischer Ausbildung als Bauleitung vorgesehen.

4.3.4 Gestaltungsvorschläge für das Tonwerksgelände Kolbermoor/RO

Ausgangssituation

Die ca. 20 ha große Tongrube befindet sich nördlich des Bahnhofs Kolbermoor/RO. Auf der Süd- und Ostseite grenzen Wohnbebauung sowie gewerbliche Nutzung an, auf der Nord- und Westseite ein Moor-

wald mit Torfstichen. Auf der Grubensohle hat sich eine ca. 15 ha große Feuchtfläche, bestehend aus Weiher und Röhrichtbeständen, entwickelt, in welcher u.a. erfolgreiche Bruten von Flußregenpfeifer, Bekassine, Kiebitz sowie Laubfrösche und zahlreiche Libellenarten beobachtet wurden. Im Zuge der Öffentlichkeitsarbeit, initiiert durch den BN, LBV und eine eigens hierfür gegründete Bürgerinitiative, wurde ein Gestaltungsplan zur Biotopoptimierung von einem örtlichen Landschaftsplanungsbüro angefertigt (vgl. [Kap. 3.1.2](#)).

Entwicklungsziel

Ausstattung des Grubengeländes mit artenschutzrelevanten Strukturelementen zur Biotop-Optimierung, anschließend natürliche Entwicklung; Schaffung von Möglichkeiten zur Naturbeobachtung.

Vorgesehene Maßnahmen

(s. Abb. 4/21, S. 174):

- Anlage eines Rundweges um die Tongrube mit abzweigenden Pfaden zu naturschutzfachlich interessanten, wenig störungsempfindlichen Bereichen.
- Ergänzung des Gebüsches am Grubenrand als Abschirmungsmaßnahme vor Besucherverkehr; an einigen unzugänglichen Uferabschnitten Herstellung eines Sichtbezugs vom Rundweg zum Weiher durch Unterbrechung des Gebüschstreifens.
- Bereitstellung eines Spielgeländes auf der südlichen Grubenrandzone; Entwicklung als dreischüriges, nährstoffarmes Grünland; Abgrenzung von Biotopflächen durch einen Wassergraben und dichtes Weidengebüsch.
- Gestaltung des Zentralbereichs als Flachwasserzone mit Röhrichtbeständen und einzelnen offenen Kiesbänken; Abschirmung dieses Vogelbruthabitats vor Besuchern durch einen breiten Wassergraben; Offenhalten der Kiesflächen und des Röhrichts durch regelmäßiges Entbuschen.
- Gestaltung der westlichen Teilfläche der Abbau-sohle als Tiefwasserbereich.
- Anlage einiger Steilwandabschnitte am Grubenrand als Bruthabitat für Uferschwalben, Eisvogel und Stechimmen; Freihalten von Vegetation; Sicherung vor Marder und Katzen.
- Extensivierung des Grünlands am nördlichen Grubenrand, Rücknahme der Beweidung in feuchten Bereichen (Auskoppelung), teilweise Ergänzung mit einer Streuobstpflanzung.
- Vernässung des angrenzenden Moorwalds als flankierende Maßnahme zur Biotoperweiterung bzw. zum Biotopverbund (MEIDINGER und DÖRING 1993, briefl.).

5 Technische und Organisatorische Hinweise

Dieses Kurzkapitel gibt einige praktikable Hinweise zur "Technik der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen" (Kap. 5.1), benennt Möglichkeiten der "Organisation und Förderung" landschaftspflegerischer Maßnahmen (Kap. 5.2, S. 178) und erteilt Anregungen zur fachlichen bzw. wissenschaftlichen Betreuung der sich in Abbaugruben entwickelnden Lebensgemeinschaften (Kap. 5.3, S. 178).

5.1 Technik der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen

An dieser Stelle wird auf einige (technische) Details der in Kap. 4.2 empfohlenen Maßnahmen hingewiesen, die in der Praxis von Bedeutung sein können. Ausführliche Hinweise finden sich in den Technikkapiteln (Kap. 5.1) der jeweiligen LPK-Lebensraumbände (z.B. LPK-Band II.1 "Kalkmagerrasen" oder LPK-Band II.12 "Hecken und Feldgehölze").

5.1.1 Pflegegeräte

Das in Abbaustellen i.d.R. sehr kleinflächige Standort- bzw. Vegetationsmosaik erlaubt nicht immer den Einsatz größerer Maschinen. Zur anfänglichen Grubengestaltung (Herrichtung der Teilstandorte) empfiehlt sich die Verwendung von Fahrzeugen, insbesondere **Radlader, Planierraupe und Hydraulikbagger** (DINGETHAL et al. 1985: 120ff.). Auf besonders empfindlichen Pionierstandorten (z.B. mit Zwergbinsenfluren besiedelte Standorte) soll ggfs. eine **Gestaltung der Kleinstandorte von Hand** (mit Schaufel, Spaten usw.) durchgeführt werden, ebenso an Stellen ohne Zufahrtsmöglichkeit.

Für eine Mahd ist meist ein **Einachs-Balkenmäher** verwendbar, auf sehr unebenem Untergrund (z.B. auf Abraumhaufen) oder auf recht steilen Böschungen, welche vielfach mit nitrophytischen Staudenfluren bewachsen sind, kann der Einsatz einer **Motorsense** notwendig sein. Entbuschungsmaßnahmen sollen soweit möglich durch **Ausreißen von Hand** durchgeführt werden, bereits ältere Gehölzbestände sind mit **Astscheren** knapp über der Bodenoberfläche abzuschneiden, was bei ausschlagfähigen Gehölzarten wie z.B. Weiden mehrfach wiederholt werden muß. Alternativ können nur wenige cm dicke Gehölztriebe sehr effizient mit der **Motor-sense** abgeschlagen werden.

5.1.2 Durchführung vegetationstechnischer Maßnahmen

Pflanz-Methoden:

- **Ausstecken von Schilf:** Nach Erfahrungen von BITTMANN (1965, zit. in DINGETHAL et al. 1985) hat es sich bewährt, junge, hüfthohe Schilfhalme von ihrem im Boden befindlichen Rhizomen abzutrennen und als Stecklinge in das nasse Ufersubstrat zu setzen, wo sie sich in kürzester Zeit bewurzeln.

- **Ausbringen von Wasserpflanzen:** Es empfiehlt sich, Topf-Ware von Sumpf- oder Schwimmblattpflanzen aus ihrem Gefäß zu lösen und das humose Substrat außerhalb des Abbaustellen-Gewässers auszuspülen, ehe man die Pflanze an ihren vorgesehenen Standort setzt.

Sodentransplantationen:

Am Entnahmeort sind die zur Transplantation vorgesehenen Bestände mit wertvollem Artenpotential zuerst mit Metallscheiben in mehrere m² große Stücke bis in mindestens 0,5 m Tiefe zu zerschneiden. Die einzelnen Stücke sind vorsichtig mit ausreichend großen Schaufeln von Laderaupen oder Tieflöffelbaggern aufzunehmen und möglichst unverzüglich ohne Zwischenlagerung auf die verdichteten Rohbodenstandorte zu transportieren, indem sie einlagig auf Lkw-Ladeflächen gesetzt werden. Dort sollen sie langsam von der Ladefläche abrutschen und möglichst lückenlos der Reihe nach in der richtigen Richtung wieder zusammengefügt werden. Dennoch zwischen den einzelnen Soden verbleibende schmale Fugen sollen sogleich mit diasporenhaltigem Substrat des Entnahmeorts gefüllt werden. Bei anhaltend trockener Witterung ist eine mehrwöchige Bewässerung lang notwendig (vgl. ZAHLHEIMER 1989; SCHUSTER 1984). Dieses aufwendige Verfahren ist nur bei entsprechend wertvollen Vegetationsbeständen gerechtfertigt (s. auch Kap. 2.1.4.2).

5.1.3 Technische Durchführung von Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen

Renaturierungs-Gestaltungen können im laufenden Abbau bzw. bei Abbauende in "Leerzeiten" erledigt werden, wenn das Maschinen-Bedienungspersonal des Abbau-Unternehmens von der Bauleitung (Fachkräfte mit landschaftsökologischer Ausbildung) entsprechend begleitet wird. Häufig sind jedoch separate Renaturierungs-Zeiten einzuplanen. Dennoch sind die Renaturierungen insgesamt recht kostengünstig, da die Mehrzahl der während der Abbauphase entstanden Strukturen übernommen werden können. Gestaltungsmaßnahmen nach Abbauende fallen meist nur in geringem Umfang an. Die technische Durchführung einiger ausgewählter Maßnahmen kann folgendermaßen erfolgen:

- **Gestalten von naturnahen Wasserzonen**
In Wasserzonen, Uferbereichen und ufernahen Bereichen werden Vertiefungen und ein Kleinrelief bei Naßbaggerungen mit einem Radlader und einer Planierraupe gestaltet.
- **Verpflanzen von Magerrasen als Sodentransplantation**
Mindestens 25 cm starke Soden in 5 - 6 m große Stücke schneiden, vom Untergrund lösen, transportieren und einbauen mit Spezial-Steckschaufel an Radlader; Einpassen der Soden und Verfüllen der Fugen mit Unterboden in Handarbeit.

- **Verpflanzen von Feuchvegetation in feuchtem Gelände**
Wiese in Paketen lösen, transportieren und einbauen, Verfüllen der Fugen; Ausgangsmenge von 1200 m und Transportentfernung von 1,5 - 2 km.
- **Absperrungen durch Zäune**
Errichten von verzinkten Geflechtzäunen an Holzpfählen mit einer Höhe von 1,25 m und einem Pfostenabstand von 3 m.

5.2 Organisation und Förderung

- 1) Frühzeitig, am besten schon bei der Genehmigung eines Abbaus, sollten die Träger späterer Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen bestimmt werden, die in Absprache mit der zuständigen Naturschutzbehörde die Maßnahmen durchführen.
- 2) Die Sichtung von Tabuflächen für den Lockergesteinsabbau soll auf den Biotop-Kartierungskarten aufbauen und diese ggfs. ergänzen, v.a. auf den Abbauvorrang- und -vorbehaltsflächen. Sie sollte als Grundlage für eine Ergänzung oder bei Neuerstellungen der Kiesabbaurahmenpläne zum Vollzug der Naturschutzgesetze dienen. Zur Umsetzung dieser Ergebnisse und für die Erstellung des Biotop-Verbund-Konzepts sollten, wie schon in Kap. 4.2.2.4 erwähnt, den einzelnen Biotoptypen verschiedene Signaturen übertragen werden. Verwandte Biotope (z.B. Baggerseen, Teiche, Altwässer) sollten dabei ähnliche Signaturen erhalten, so daß eine sinnvolle Vernetzung der Typen erleichtert wird. Die kartographische Darstellung der Vernetzungswege und deren zeitliche Rahmenplanung erleichtern die Umsetzung und das Bewahren des Überblicks enorm.
Die **Erfassung sollte auf Kreis- oder Regional-ebene** mit möglichst ansässigen Naturschutzfachleuten erfolgen, denen das Gebiet vertraut ist, die auch die "Sprache der Bevölkerung" sprechen und mit deren Mentalität vertraut sind, weil auf diese Weise z.T. zusätzliche wertvolle Hinweise zur Artenausstattung erhalten werden können.
- 3) Dem Bereich der Öffentlichkeitsarbeit wird vielfach derzeit noch zu wenig Beachtung geschenkt. Die lokalen Medien (Presse, Rundfunk und ggfs. auch Fernsehsender) sind oft dankbar für Informationen. Diese Möglichkeiten sollten auch im Naturschutz in Zukunft verstärkt genutzt werden, z.B.:

- **Durchführung von Pflege- und Gestaltungsaktionen mit Schülern**, z.B. zur Entbuschung oder Pflanzung. Gefährliche Aktionen müssen jedoch ausgeschlossen werden. Dieser lebendige Biologie-Unterricht wird ganz besonders von den Schülern und auch von Lehrern und den Medien i.d.R. gerne angenommen. Neben der Öffentlichkeitswirksamkeit kommt auch der pädagogische Effekt solcher Maßnahmen den Zielen des Naturschutzes entgegen.

- **Regelmäßige Veröffentlichungen in der Lokalpresse** bspw. über den ökologischen Wert von Strukturbestandteilen (z.B. Rohboden-Standorte), die bei der breiten Bevölkerung bisher auf wenig Verständnis stoßen, können auf Dauer für mehr Respekt und eine verbesserte Einhaltung von Nutzungs-Beschränkungen sorgen.
- **Organisierte Führungen zu renaturierten Abbaustellen** für die breite Bevölkerung oder zusammen mit Vereinen (z.B. Naturschutz-Vereinen, aber besonders auch Gartenbau-Vereinen, Angelvereinen und Jägern) können ebenfalls zu mehr Verständnis für den Naturschutz beitragen und können auch eine Diskussionsbasis schaffen.

- 4) Wenn in Abbaugruben aus Gründen des Naturschutzes Nutzungsbeschränkungen notwendig werden, muß dies durch ausreichende Beschilderung vor Ort mitgeteilt werden. Ist ein ganz bestimmter Personenkreis davon betroffen, sollte dieser zuvor gesondert informiert werden. **Sinnvollerweise werden auch der Schutzzweck und ökologische Zusammenhänge auf Informationstafeln erklärt.** Eine gute Aufklärung der Bevölkerung ist die **Voraussetzung für die Bereitschaft zur Einhaltung von Beschränkungen.**
- 5) Die anfallenden arbeitsintensiven und auch geräteintensiven Pflegemaßnahmen sind allein auf ehrenamtlicher Basis von privaten Naturschutzvereinen kaum noch zu leisten (vgl. **Kap. 3.3**). Eine gute Ergänzung können die in den letzten Jahren eingerichteten **Landschaftspflege-Verbände** bringen. Deren Arbeitskräfte-Potential besteht i.d.R. aus Landwirten, welche Erfahrung im Umgang mit den Pflegegeräten haben. Inzwischen haben viele Landkreise Landschaftspflegeverbände eingerichtet. Beim StMLU gibt es Hinweise für die Gründung und Organisation solcher Verbände. Auch der **psychologische Effekt** spielt hier eine Rolle: örtliche Pflegekräfte setzen sich für den Erhalt wertvoller Biotope in ihrer heimatlichen Umgebung ein.

5.3 Fachliche und wissenschaftliche Betreuung

Trotz der zahlreichen, in diesem Band gesammelten Untersuchungsergebnisse über die Auswirkungen von Pflege- und Gestaltungsmaßnahmen auf Lebensgemeinschaften in Abbaugruben bestehen noch Wissensdefizite vor allem über langjährige Bestandesentwicklungen und über die Funktion von Abbaugruben in Biotop-Verbundsystemen. Dazu wäre die **Einrichtung von repräsentativen Dauerbeobachtungsflächen** wünschenswert. Die wissenschaftliche Betreuung solcher Probestellen sollte neben der Vegetationsentwicklung folgende Tiergruppen berücksichtigen: Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien, Stechimmen, Heuschrecken, Libellen, Tagfalter, Laufkäfer, Spinnen sowie hochbe-

drohte Vertreter aus anderen Arthropoden-Gruppen und Schnecken.

Die Erstellung eines **Sukzessions-Kataster** -Bandes wäre zur Verifizierung und Fortschreibung der Ergebnisse dieses LPK-Bandes hilfreich. Damit ließe sich für alle Naturraum-Untereinheiten Bayerns wenigstens grob die natürliche Entwicklung auf Rohböden aufzeigen.

Eine gute Betreuung und Aufsicht bei Renaturierungen von Abbaustellen stellt die geforderte **Bauleitung durch ökologisch geschulte Naturschutzfachkräfte** der Fachrichtungen Biologie, Landschaftspflege oder Geographie dar.

Für **wissenschaftliche Untersuchungen naturschutzfachlich besonders hochwertiger Abbaustellen und für Beratungen** sind außerdem auch **Institute** an Universitäten und **selbständige Gutachter** in Anspruch zu nehmen. Aus derartigen Untersuchungsergebnissen sollten in Einzelfällen Pflege- und Entwicklungspläne sowohl für noch im Abbau befindliche als auch für stillgelegte Gruben erstellt werden.

Weiterhin kann noch auf die **amtlichen Naturschutzfachleute** in den Ministerien, Regierungen, dem Landesamt, der Akademie und den Landratsämtern verwiesen werden, die bei Fragen der Renaturierung ihre fachlichen Kenntnisse einbringen können.

6 Anhang

6.1 Literaturverzeichnis

ABSP = Arten- und Biotopschutzprogramm.

ARBEITSGEMEINSCHAFT BERUFLICHER UND EHRENAMTLICHER NATURSCHUTZ (Hrsg.) (1982):
Bodenabbau und Naturschutz.- Jb. Natursch. u. Landschaftspflege 32, 136 S.; Bonn.

ACKEN, D. van & SCHLÜTER, U. (1973):
Probleme, Kriterien und Verfahren zur Bestimmung von Folgenutzungen auf Entnahmestellen.- Nat. u. Landsch. 48 (7/8):220-223; Bonn.

AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (Hrsg.) (1980):
Baggerseen und Naturschutz - Tagungsbericht ANL 6/80; Selbstverlag: Laufen/Salzach.

AMMER, U., HUIS, G., UTSCHICK, H. & WEBER, G. (1989):
Materialentnahme und Naturschutz im Wald.- Forstw. Cbl. 108: 350-368, Verlag Paul Parey: Hamburg/Berlin.

AMMER, U. & POHLMANN, A. (1977):
Beispiele zur Rekultivierung von Aufschüttungen und Abgrabungen in stadtnahen Wäldern.- Forschungsberichte Forstl. Forschungsanstalt München (36), München.

ANDERLIK-WESINGER, G. & KÜHN, N. (1992):
Zu einem Fund von *Ammi visnaga* (APIACEAE) in Scheyern (Lkrs. Pfaffenhofen).- Ber. Bayer. Bot. Ges. 63: 145-147

ANL = Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege.

ARNHEM, R. (1977):
Die Vögel Europas.- Aus dem Flämischen übers. u. bearb. von DEMUTH, H. (1980) (= Kosmos-Naturführer), Franckh'sche Verlagshandlung: Stuttgart.

ASSMANN, O. (1977):
Die Lebensräume der Amphibien Bayerns und ihre Erfassung in der Biotopkartierung.- Schriftenr. Naturschutz u. Landschaftspflege des Bayerischen Landesamtes f. Umweltschutz (8): 43-56; Selbstverlag: München.

ASSMANN, O., HAMMINGER, E., LANG, U. & WEID, S. (1985):
Fachbeitrag Amphibien und Reptilien zur Landschaftsrahmenplanung für den Nationalpark Bayerischer Wald und dessen Vorfeld.- Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz.

BANSE, G. SCHWAIGER, H. & REICHART, S. (1986):
Libellenkartierung Landkreis Erding 1986.- 12 S. Ismaning.

BANOUB, M.W. (1980):
Über hydrochemische Veränderungen des oberen Grundwassers in der Umgebung von Baggerseen.- ANL-Tag.Ber. 6/80: Baggerseen und Naturschutz: 61-97; Laufen/Salzach.

BAUER, G. (1973):
Die Bedeutung künstlicher Wasserflächen für den Naturschutz.- Natur und Landschaft 48 (10): 279-248; Bonn.

BAUER, H.J. (1980):
Biotopgestaltung bei Abgrabungen.- LÖLF-Mitteilungen, Sonderheft; Recklinghausen.

BAUER, H.J. & PRAUTZSCH, H.J. (1973):
Sekundäre Naturbiotope in einer Sandgrube.- Natur u. Landschaft 48 (10): 285-290; Bonn.

BAUMER, W. (1985):
Baggerseen in Oberfranken.- In: BEZIRKS-FISCHEREIVERBAND OBERFRANKEN e.V. (Hrsg.): Fischerei in Oberfranken.

BAYERISCHER INDUSTRIEVERBAND STEINE UND ERDEN e.V. (1982):
Rekultivierungsleistungen der bayerischen Sand- und Kiesindustrie.- Schriftenreihe der Bayerischen Sand- und Kiesindustrie (1), 24 S.; München.

BAYERISCHER INDUSTRIEVERBAND STEINE UND ERDEN e.V. (1990):
Sand- und Kiesgruben. Lebensräume für Amphibien.- Schriftenreihe der Bayerischen Sand- und Kiesindustrie (3); München.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1981):
Geologische Karte von Bayern 1: 500.000.- 3. Aufl.; München.

— (1984):
Oberflächennahe mineralische Rohstoffe von Bayern.- Geologica Bavarica 86; München.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (1987):
Schutzwürdige Biotope in Bayern. Außer-alpine Naturräume.- Allg. Teil 1, Selbstverlag: München.

— (1990):
Artenschutzkartierung Bayern.

— (1987-1991):
ABSP-Landkreisbände. München.

— (1992):
Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns.- Schriftenreihe des LfU, Heft 111, München

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN (Hrsg.) (1990):
Allgemeines Ministerialblatt (AMBI), Nr. 14; München.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (Hrsg.) (1988):

Renaturierung.- Arbeitstagung vom 25.- 27. Mai 1988 im Nationalpark Bayerischer Wald; München, unpubl.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.) (1972):

Landtagsdrucksache 7373-V/2a-13970 (zur Anfrage bezüglich Kiesabbau in den Donauauen).

— (1979):

Ordnung und Sicherung des großflächigen Kies- und Sandabbaus.- Materialien 9, Selbstverlag: München.

— (1986):

Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns.- Selbstverlag: München.

BEHLING, G., MERX, I. & THEMA, B. (1982): Kiesabbau und Naturschutz.- Garten und Landschaft 92 (11): 837-842, Callwey-Verlag: München.

BENTZ, A. & MARTINI, H.-J. (Hrsg.) (1969): Lehrbuch der angewandten Geologie.- Bd. 2, Teil II: Geowissenschaftliche Methoden; Stuttgart.

BERNHARDT, K.-G. & HANDKE, K. (1989): Untersuchungen zur Erstbesiedlung von Bodenarthropodengemeinschaften (COL., CARABIDAE, HET., SALDIDAE) sandig-kiesiger Pionierstandorte im Emsland.- Natur u. Landschaft 64 (4): 146-152; Bonn.

BERTRAM, E. (1967):

Die rechtlichen Möglichkeiten der Landschaftspflege beim Abbau von Kies und Sand.- 167 S., Kommissionsverlag Merkel, Erlangen.

BEUTLER, A. (1992):

Fortpflanzungserfolg und Laichplatzvernetzung als Bewertungskriterium im Amphibienschutz.- Schr.R. LfU 112: 85-94.

BEZZEL, E. (1982):

Vögel in der Kulturlandschaft.- 350 S., Ulmer-Verlag: Stuttgart.

BFANL (1993):

Rekultivierung und Folgenutzung von Entnahmestellen.- Pok. Umweltsch. Landespf. 23 N.F. (S.H. 2), 51 S.

— (1998):

Abgrabung und Landschaft.- Pok. Umweltsch. Landespf. 28 N.F. (S.H. 11), 175 S.

BITTMANN, E. (1965):

Die Lebendbaumethoden, zit. in Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz 4, München 1969.

BLAB, J. (1979):

Amphibienfauna und Landschaftsplanung.- Nat. u. Landsch. 54 (1): 3-7.

— (1986a):

Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere - Ein Leitfaden zum praktischen Schutz der Lebensräume unserer Tiere.- Schr.R. Landschaftspflege u. Naturschutz Nr.24, Kilda-Verlag: Greven.

— (1986b):

Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien.- 3. Auflage, Bonn-Bad Godesberg.

BLAB, J. & KUDRNA, O. (1982):

Hilfsprogramm für Schmetterlinge.- Naturschutz aktuell (6), 135 S., Kilda-Verlag: Greven.

BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (1984):

Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland.- Naturschutz aktuell 1, 4., neubearb. Aufl., Kilda-Verlag: Greven.

BN = Bund Naturschutz.

BOSER, V. (1994):

Vegetationskundliche Studien am Ludwig-Donau-Main-Kanal zwischen Nürnberg und Dietfurt.- Hoppea 55: 319-353

BÖTTGER, M., HÖTZL, H. & KRÄMER, F.

(1978):

Die landschaftliche Gestaltung von Materialentnahmestellen; 2. Die Standsicherheit von Böschungen in Kiesgruben.- Beih. Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Baden-Württemberg 13: 1-62.

BRAUN, W. (1974):

Niedermoore und Streuwiesen als Lebensstätten besonderer Pflanzen und Probleme ihrer Erhaltung.- Seminar "Arten- und Biotopschutz für Pflanzen" der Bayer. Naturschutzakademie, 21./22.11.1974, unveröff. Mskr.

BUCHWALD, K., ENGELHARDT, W. (1981):

Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz, Band 3, München: BLV, 753 S.

BURMEISTER, E.-G. (1988):

Unsere heimischen Libellen - Aufgaben für die Faunistik und Vorschläge für Hilfsprogramme.- Schr.R. LfU 79: 13-26.

CATCHPOLE, C.K. & TYDEMAN, C.F. (1975):

Gravel pits as new wetland habitats for the conservation of breeding bird communities.- Biol. Conserv. 8: 47-53.

CHRISTLEIN, R. & BRAASCH, O. (1982):

Das unterirdische Bayern.- Beck, Stuttgart.

CHRISTMANN, G. (1940):

Unsere Almlager in der Kriegswirtschaft.- Bayer. Heimat (Beil. Münchner Zeitung) 21 (25), Lieferung 99, München.

CLAUSNITZER, H.-J. (1980):

Hilfsprogramm für gefährdete Libellen.- Natur u. Landschaft 55 (1): 12-15.

DAHL, H.-J. & JÜRGING, P. (1982):

Abgrabungen als Sukzessionsflächen für Flora und Fauna.- Jb. Naturschutz u. Landschaftspflege 32: 55-80.

- DARMER, G. (1968):
Zur Entwicklung von Biotopen und Biozönosen im Bereich von Erdaufschlüssen.- Naturschutz in Niedersachsen 6 (13/14): 66-75.
- DIDION, A. & HANDKE, K. (1989):
Zum Einfluß der Nutzung und Größe von Weihern und Teichen im Saarbrücker Raum auf die Artenvielfalt der Libellen.- Natur u. Landschaft 64 (1): 14-17.
- DINGETHAL, F.J. (1982):
Der Abbau von Kies, Sand, Steinen und Erden - volkswirtschaftliche Ressourcen, ökologische Folgen und soziale Kosten.- Jb. Naturschutz u. Landschaftspflege 32: 9-11.
- DINGETHAL, F.J., JÜRGING, P., KAULE, G. & WEINZIERS, W. (Hrsg.) (1985):
Kiesgrube und Landschaft.- 2., vollst. neubearb. u. erw. Aufl., 285 S.; Hamburg/Berlin.
- DISTLER, C. (1992):
Amphibienkartierung im Lkr. Nürnberger Land.- Schr.R. LfU 112: 131-134.
- DÖBLER, P. & ÖSER, R. (1986):
Baggerseen im Obermaingebiet - Probleme der Nachfolgenutzung ausgebeuteter Kiese.- In: Franken - ein Führer zu Projekten der Raumplanung. Carl: Nürnberg, S. 343-362.
- DÖRR, E. (1972):
Flora des Allgäus (6).- Ber. Bay. Bot. Ges. 43; München.
- (1975):
Flora des Allgäus (9).- Ber. Bay. Bot. Ges. 46; München.
- (1978):
Flora des Allgäus (12).- Ber. Bay. Bot. Ges. 49: 203-270; München.
- DRACHENFELS, O.v. (1983):
Tierökologische Kriterien für die Sicherung und Entwicklung von vernetzten Biotopsystemen - Pilotstudie im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Rheinland Pfalz, 126 S.; Hannover.
- EGLOFF, T. (1986):
Auswirkungen und Beseitigung von Düngungseinflüssen auf Streuwiesen.- Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich 89.
- EIMERN, J. van & HÄCKEL, H. (1979):
Wetter- und Klimakunde.- 3. Aufl., 269 S., Ulmer: Stuttgart
- ELLENBERG, H. (1986):
Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen aus ökologischer Sicht.- 4. verb. Aufl.; 989 S.; Ulmer: Stuttgart.
- FISCHER, A. (1987):
Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen.- Habil.-Schrift, Univ. Gießen.
- FISCHER, H. (1975):
Doppelbaurs Kartei der Flora von Günzburg.- Ber. Naturf. Ges. Augsburg 30: 78-144
- FRANZ, D. (1989):
Grundlagen und Strategien eines Schutzkonzeptes für das Blaukehlchen (*Luscinia svecica cyaneacula*).- Schr.R. LfU 92: 19-28; München.
- (1993):
Flußregenpfeifer, Vogel des Jahres 1993.- Vogel-schutz 1/93.
- FREI, H. (1967):
Der frühe Eisenerzbergbau im nördlichen Alpenvorland.- Jb. bayer. Bodendenkmalpflege (6/7): 67ff.
- FRESEMANN, T. (1981):
Zur ökologischen Herrichtung von Sand- und Kiesgruben in Schleswig-Holstein.- Hrsg.: Landesamt f. Naturschutz u. Landschaftspflege Schleswig-Holstein (4), 3. Aufl.; Selbstverlag: Kiel.
- FRIESE, H. (1926):
Die Bienen, Wespen, Grab- und Goldwespen - Bd.I, 1. Teil: HYMENOPTEREN.- Stuttgart.
- FÜRST, R. & DUELLI, P. (1988):
Fensterfallen und Klebgitterfallen im Vergleich: Die flugaktive Insektenfauna einer Kiesgrube.- Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 6: 194-199; Gießen.
- GALLONSKE, D. (1982):
Landschaftsentwicklung von Abbaubereichen in der Regionalplanung.- Jb. Naturschutz u. Landschaftspf. 32: 32-42.
- GANSSEN, R. (1972):
Bodengeographie.- Stuttgart.
- GEISER, R. (1980):
Grundlagen und Maßnahmen zum Schutz der einheimischen Käferfauna.- Schriftenr. Natursch. u. Landschaftspflege 12: 71-80.
- GESELLSCHAFT FÜR LANDESKULTUR (Hrsg.) (1988):
Abbau- und Rekultivierungsplan Gemeindokiesgrube Bernbeuren.- i.A. Gemeinde Bernbeuren/WM, unveröff.
- GLA = Bayerisches Geologisches Landesamt
- GRIMS, J.P. (1979):
Plant strategies and vegetation processes.- John Wiley & Sons: Chichester/ New York/ Brisbane/ Toronto.
- HAASE, R. & SÖHMISCH, R. (1991):
Tongrube Jedenhofen, Pflege- und Entwicklungsplan.- i.A. Reg. von Obb., unveröff.
- HAASE, R., ZEHLIUS, W., LITTEL, M., LORENZ, W. & SÖHMISCH, R. (1990):
Neuanlage von Trocken-Lebensräumen im Tertiärhügelland.- Wissenschaftl. Dokumentation i.A. d. Flurbereinigungsdirektion München, 101 S.
- HACKER, H. (1986):
"Gaabsweiher" und "Großer Naßanger" bei Lichtenfels im Obermaingebiet - Zwei gefährdete Feuchtgebiete.- LXI Ber. Naturforsch. Ges. Bamberg: 105-146.

- HÄCKEL, H. (1989):
Das Gartenklima: verstehen, nutzen, lenken.- Ulmer: Stuttgart.
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (1989):
Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland, 768 S., Ulmer: Stuttgart.
- HALDER, U. (1983):
Lebensraum Kiesgrube.- Kosmos 79 (6): 48-54; Stuttgart.
- HAMM, A. (1975):
Chemisch- biologische Gewässeruntersuchung an Baggerseen im Großraum München.- Münchner Beitr. Abwasser- u. Flußbiologie 26: 75-100.
- HARTMANN, K. & DUELLI, P. (1988):
Flächenbezogene Angaben zur Erfassung der Produktion (Schlüpfrate) von adulten Aphidophagen in naturnahen Gebieten.- Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Ang. Ent. 6: 182-187; Gießen.
- HARZ, K. (1960):
Geradflügler oder Orthopteren.- In: DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, Teil 46; Jena.
- HEBAUER, F. (1984):
Der hydrochemische und zoogeographische Aspekt der Eisenstörfer Kiesgrube bei Plattling.- Ber. ANL 8: 79-103; Laufen/Salzach.
- (1989):
Entwurf einer Entomosoziologie aquatischer COLEOPTERA.- Auszug aus unveröff. Mskr; Deggen-dorf.
- HEHENWARTER, E. (1966):
Baggerseen, künstliche Kleingewässer und ihre limnologischen Probleme.- Garten & Landschaft 76 (11): 360.
- HEIMBUCHER, D. (1991):
Habitatansprüche des Laubfroschs *Hyla arborea arborea* (L. 1758) und praktische Konsequenzen für ein Schutzprogramm.- Schr.R. LfU 113: 37-44.
- (1992a):
Amphibienkartierung im Lkr. Weißenburg-Gunzenhausen.- Schr.R. LfU 112: 123-127.
- (1992b):
Amphibienkartierung im Lkr. Fürth.- Schr.R. LfU 112: 135-139.
- HERTKORN-OBST, U. (1980):
Tracerversuch zur Untersuchung des Wasseraustausches zwischen einem Baggersee und dem benachbarten Grundwasser.- ANL-Tag.Ber. 6/80: Baggerseen und Naturschutz:48-60; Laufen/Salzach.
- HEUSSER, H. (1972):
Kiesgruben als Lebensraum.- Natur u. Landschaft 46 (2): 40-42.
- HEYDEMANN, B. (1981):
Ökologische Renaturierung von Kiesgruben.- Forschungsprojekt i.A. des Landesamtes f.Naturschutz u. Landschaftspflege Schleswig-Holstein (4); Kiel.
- (1982):
Die Bedeutung der Kiesgruben als Renaturierungsgebiete.- Jb. Natursch. u. Landschaftspfl. ABN 32: 93-99.
- (1986):
Grundlagen eines Verbund- und Vernetzungskonzepts für den Arten- und Biotopschutz.- ANL (Hrsg.): Laufener Seminarbeiträge Nr. 10: 9-18.
- HIEMEYER, F. (1970):
Alte Baugruben der Eisenbahn als Heimstätten ursprünglicher Lechflora.- Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben 74 (2): 30-35; Augsburg.
- (1975):
Die Flora der Heidefläche bei Neukissing.- Ber. Bay. Bot. Ges. 46, Selbstverlag: München.
- (1978):
Flora von Augsburg.- Augsburg, 332 S.
- (1992):
Über einheimische Veilchen im mittelschwäbischen Raum.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 63: 81-102; München.
- HÖLZINGER, J. (1975):
Untersuchungen zum Verhalten des Flußregenpfeifers *Charadrius dubius* bei gestörtem und ungestörtem Brutablauf.- Anz. Orn. Ges. Bay. 14 (2): 166-173.
- (1976):
Toxikologische Aspekte der Ernährung des Flußregenpfeifers in Sekundärbiotopen der Kulturlandschaft.- Anz. Orn. Ges. Bay. 22 (3/4): 461-466.
- (1987):
Die Vogelwelt Baden- Württembergs.- 3 Bände, Ulmer: Stuttgart.
- HÖLZINGER, J. & ZÖLLER, W. (1975):
Gefährdung, Schutz und erfolgreiche Ansiedlungsversuche des Eisvogels.- In: Die gefährdeten Vogelarten Baden-Württembergs; Beih. Veröff. Natursch. Landsch.pfl. Bad.-Württ. 7: 78-82.
- HOFFMANN, A. (1990):
Das Naturschutzgebiet "Reiherteich bei Böddiger". Momentaufnahme der Vegetationsentwicklung eines aufgelassenen Kiesteiches im Edertal.- Naturschutz in Nordhessen (11): 147-160.
- HOFMANN, M. (1979):
Flächenbeanspruchung durch Sand- und Kiesabgrabungen.- Natur u. Landschaft 54 (2): 39-45.
- HOHENESTER, A. (1960):
Die Grasheiden und Föhrenwälder auf Diluvial- und Dolomitsanden im nördlichen Bayern.- Ber. Bay. Bot. Ges. 33: 30-85; München.
- HORST, K. (1982):
Freilandlabor Kiesgrube - Modellbiotop für Ökologieunterricht vor Ort.- Jb. Natursch. Landschaftspfl. 32, 100 S.; Bonn.

- HÜBNER, T., PUTZER, D. & VOLPERS, T. (1986): Die Ausweisung eines Wasservogelreservates in einem Kiesgrubensee in der Trinkwasserschutzzone gefährdet nicht die öffentliche Trinkwasserversorgung.- Natur u. Landschaft 61 (4): 144-127.
- HUIS, G. (1988): Rekultivierung und Wiederbesiedelung von künstlichen Aufschlüssen im Wald.- Dipl.-Arbeit Univ. München, Inst. f. Geographie.
- HUNSDORFER, M. (1989): Kostendatei für Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege.- Materialien 55 des StLMU (Hrsg.), 2. Aufl.; München.
- IVL = Institut für Vegetationskunde und Landschaftsökologie.
- (1982): Vegetationskundliches Gutachten zu den ehemaligen Sandgruben bei Röhrach/Mittelfranken.- Röttenbach, unpubl.
- JEDICKE, E. (1990): Biotopverbund. Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie.- 254 S., Ulmer: Stuttgart.
- JÜRGING, P. (1981): Gutachten zur Schutzwürdigkeit des "Oberstimmer Schachtes".- 4 S., Freising-Weihestephan.
- (1985): Rekultivierung und Renaturierung von Kiesgruben.- Landschaftswasserbau 6: 45-58; Wien.
- JÜRGING, P. & KAULE, G. (1977): Entwicklung von Kiesbaggerungen zu biologischen Ausgleichsflächen.- Schr. R. Natursch. Landschaftspf. (8): 23-42.
- KAMPE, D. (1970): Überlegungen zur Steigerung der natürlichen Selbstreinigung der Flüsse durch Einschaltung von Kiesbaggerteichen.- Landschaft + Stadt 2 (2): 85-94
- KÄMPFER, M. (1973): Rekultivierung und Folgenutzung von Entnahmestellen (Kies-, Sand- und Tongruben, Steinbrüche, Baggerseen).- Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz u. Landschaftspflege Bonn (Hrsg.) (= Bibliographie Nr. 28); Bonn-Bad Godesberg.
- KAULE, G. (1986): Arten- und Biotopschutz.- 461 S., Ulmer: Stuttgart.
- KAUS, D. (1979): Abbaufächen - Chance für Artenerhaltung und Stabilisierung des Naturhaushalts.- Garten u. Landschaft 89 (3): 172-175.
- KEIL, W. (1975): Renaturierung von Kiesbaggerungen zu Naturschutzgebieten mit ornithologischem Schwerpunkt.- Schr.R. Landschaftspf. u. Natursch. (12).
- KICKUTH, R. (1970): Ökochemische Leistungen höherer Pflanzen.- Die Naturwissenschaften 57: 255-261.
- (1984): Das Wurzelraumverfahren in der Praxis.- Landschaft & Stadt (6).
- KLEMENT, O. (1952): Zur Flechtenflora Schwabens.- Ber. Nat.forsch. Ges. Augsburg 5: 43-91.
- KNAPP, E., KREBS, A. & WILDERMUTH, H. (1983): Libellen.- Neujahrsblatt Naturforsch. Ges. Schaffhausen 35; Schaffhausen-Thayngen.
- KOGNITZKI, S. (1988): Die Libellenfauna des Landkreises Erlangen-Höchstadt.- Schr.R. LfU 79: 75-82.
- (1988): Untersuchungen zur Libellenfauna von neugeschaffenen Sekundärgewässern in Nürnberg und Umgebung.- Schr.R. LfU 79: 137-141.
- KOHN, J. (1980): Hydraulische und hydrologische Auswirkungen von Baggerseen auf das umliegende Grundwasser.- ANL-Tag.Ber. 6/80: Baggerseen und Naturschutz: 17-29; Laufen/Salzach.
- KOPPE, F. (1952): Über die Moosflora von Altötting und Mühldorf in Oberbayern.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 29: 15-37; München.
- KORNECK, D. (1985): Beobachtungen von Farn- und Blütenpflanzen in Mittel- und Unterfranken sowie angrenzenden Gebieten.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 56: 53-80; München.
- KRACH, J.E. & HEUSINGER, G. (1992): Anmerkungen zur Bestandsentwicklung und -situation der heimischen Amphibien.- Schr.R. LfU 112: 19-64.
- KRACH, J.E. & KRACH, B. (1992): Ergebnisse der Untersuchung von Amphibienlaichgewässern im Lkr. Eichstätt.- Schr.R. LfU 112: 103-122.
- KRAFT, B. (1984): Die Folgenutzungsausweisung und zielorientierte Rekultivierung von Baggerseen, dargestellt am Beispiel des Abgrabungsgebietes Lippstadt-Ost.- Gießener Geographische Schriften 52, 180 S.
- KRAUSE, W. (1983): Zum Formenkreis der *Chara aspera* in Bayern.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 54: 151-160.
- KREBS, A. & WILDERMUTH, H. (1976): Kiesgruben als schützenswerte Lebensräume seltener Pflanzen und Tiere.- Mitt. Naturw. Ges. Winterthur 35: 19-73.
- (1981): Lebensraum Kiesgrube.- Schweizer Naturschutz, Sonder-Nr. II/1981.
- KREUZBERGER, H. (1979): Feuchtgebiete (Lachen, Tümpel, Teiche, Weiher, Kleinseen, Quellen) in den Staatswaldungen des Forstamtes Eichstätt.- 61 S., Manuskript.

- KUHN, K., BECK, P. & REICH, M. (1988):
Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern gefährdeten Libellen.- Schr.R. LfU 79: 7-13.
- LANDAU, H. (1981):
Einfluß von Rekultivierungsmaßnahmen an Baggerseen auf die Flora und den Wasserchemismus.- Dat. Dok. Umweltschutz (Hohenheim) 31: 141-149.
- LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (Hrsg.) (1986):
Bergbau und verarbeitendes Gewerbe in den kreisfreien Städten und Landkreisen Bayerns 1985.- Statist. Bericht Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung; München.
- LBV = Landesbund für Vogelschutz.
- LBV (Hrsg.) (1987a):
Vogelschutz (1); Selbstverlag: Hilpoltstein.
- (1987b):
Vogelschutz (2), Selbstverlag: Hilpoltstein.
- (1987c):
Vogelschutz (3), Selbstverlag: Hilpoltstein.
- (1991):
Vogelschutz (3), Selbstverlag: Hilpoltstein.
- (1992a):
Naturschutz-Report 2. Halbjahr 92.- Berichte der Kreisgruppen München und Starnberg; München.
- (1992b):
Vogelschutz (4), Selbstverlag: Hilpoltstein.
- (1993):
Naturschutz-Report 2. Halbjahr 93.- Berichte der Kreisgruppen München und Starnberg; München.
- LEMMERTZ, G. (1987):
Vegetationsentwicklung auf Kiesrohböden der nördlichen Münchner Ebene.- Dipl.Arb. TUM-Weihenstephan.
- LEUTENEGGER, G. & PFÄNDLER, U. (1980):
Hecken, Bachgehölze und Kiesgruben im Kanton Thurgau.- Ergebnisse eines ornithologischen Inventars 1979.- Amt für Raumplanung Kanton Thurgau, Thurgauische Vogelschutzvereinigung.
- LfW = Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.
- LfW (Hrsg.) (1982):
Verzeichnis der Seen in Bayern.- 566 S.
- LIPPERT, H. & FISCHER, G. (1989):
Pilotstudie zur naturschutzfachlichen Bewertung obertägiger Materialabbaustellen.- München.
- LNSH (Landesamt für Naturschutz Schleswig-Holstein) (1982):
Zur ökologischen Herrichtung von Sand- und Kiesgruben in Schleswig-Holstein.- Schr.R. LNSH (4), 65 S.
- LOHMANN, M. (1975):
Kiesgruben-Fibel.- Deutscher Naturschutzring e.V. (Hrsg.).
- LOSERT, W. (1982):
Auf dem Kiesberg wächst ein Wald. Die Bedeutung städtischer Natur am Beispiel des geplanten Rangierbahnhofes München-Nord.- Lehrstuhl f. Landschaftsökologie TUM (3); Freising/Weihenstephan.
- LUKOWICZ, M. von (1980):
Fischereiliche Möglichkeiten in Baggerseen.- ANL-Tag.Ber. 6/80: Baggerseen und Naturschutz: 219-242; Laufen/Salzach.
- MADER, H. J. (1981):
Untersuchungen zum Einfluß der Flächengröße von Inselbiotopen als Trittstein oder Refugium.- Natur u. Landschaft 56: 235-242.
- (1985):
Die Verinselung der Landschaft und die Notwendigkeit von Biotopverbundsystemen.- LÖLF-Mitteilungen (4): 6-14.
- MAIER, G. (1987):
Limnologische Untersuchungen zur Eutrophierung flußnaher Baggerseen.- Jh. Ges. Naturkde. Württemberg 142: 227-241; Stuttgart.
- MAHLER, U. (1977):
Das aufgelassene Tongrubengelände "Schwetzingener Wiesen - Edinger Ried - Vorderer Koller".- Zool. Inst. Univ. Heidelberg.
- MALKMUS, R. (1986):
Die Amphibien im Landkreis Aschaffenburg.- Schr.R. zur Fauna und Flora im Landkreis Aschaffenburg; 1, 95 S., Landratsamt Aschaffenburg.
- (1987):
Die Reptilien im Landkreis Aschaffenburg.- Schr.R. zur Fauna und Flora im Landkreis Aschaffenburg 2, 103 S., Landratsamt Aschaffenburg.
- MEIER, W., BUCERIUS, M. & PLACHTER, H. (1984):
Biotopneuschaffung beim Kies- und Sandabbau.- Merkblätter zur Landschaftspflege und zum Naturschutz, (Hrsg.) Bayer. Landesamt f. Umweltschutz & Akademie für Naturschutz u. Landschaftspflege.
- MEIEROTT, L. (1991):
Neues und Bemerkenswertes zur Flora von Unterfranken (2.Folge).- Ber. Bayer. Bot. Ges. 62: 97-105.
- MERKEL, E. (1980):
Sandtrockenstandorte und ihre Bedeutung für zwei Ödland-Schrecken der Roten Liste.- Schr.R. Natursch. u. Landschaftspf. d. Bay. Landesamt f. Umweltschutz 12: 63-69.
- MERKEL, J. & WALTER, E. (1988):
Liste aller in Oberfranken vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen und ihre Gefährdung in den verschiedenen Naturräumen.- Neubearbeitung der Roten Liste für Oberfranken, 137 S., Bayreuth.
- MICHELER, A. (1950):
Geochronologische Tabelle des Mittleren und Südlichen Lechrains.- Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg 3: 3-25.

- MIOTK, P. (1979):
Das Lößwandsystem im Kaiserstuhl.- Veröff. Natursch. Landschaftspf. Baden- Württemberg 49/50: 159-198.
- MÖLLER, J. (1949):
Die Entwicklung der Pflanzengesellschaften auf den Auffüllplätzen.- Unveröff. Diss.; Kiel.
- MÜLLER, N. (1990):
Die Entwicklung eines verpflanzten Kalkmagerrasens - erste Ergebnisse von Dauerbeobachtungsflächen in einer Lechfeldheide.- Natur u. Landschaft 65 (1): 21-27.
- (1991):
Verbreitung, Vergesellschaftung und Rückgang des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe).- Hoppea 50: 323-342.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1983):
Verbreitungsbiologie (Diasporologie) der Blütenpflanzen.- Veröff. Geobot. Inst. Zürich, Inst. Rübel, 3., durchges. Aufl.
- MÜNICHSDORFER, F. (1927):
Über Almbildung und einen interglazialen Alm in Südbayern.- Geogr. Jh. 40: 59-85, München.
- NAEGELI, W. (1946):
Untersuchungen über die Windverhältnisse im Bereich von Windschutzstreifen.- Mitt. Schweiz. Anstalt forstl. Versuchswesen 24: 657-737.
- NATURLANDSTIFTUNG HESSEN e.V. (Hrsg.) (1987):
Biotopvernetzung in der Kulturlandschaft. - Schriftenr. Angewandter Natsch. 1, Symposiumsbericht, 119 S.; Bad Nauheim.
- (1988):
Biotopvernetzung in der Kulturlandschaft II.- Schriftenr. Angew. Natsch.; 5; Symposiumsbericht; Bad Nauheim; 107 S.
- NEZADAL, W. (1989):
Artenschutzprobleme bei kurzlebigen Pflanzengesellschaften.- Schr.R. LfU 92: 51-60; München.
- NITSCHKE, G. & PLACHTER, H. (1987):
Atlas der Brutvögel Bayerns 1979-1983.- 269 S.; München.
- OBERDORFER, E. (1977):
Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I.- 2., stark überarb. Aufl., Gustav-Fischer-Verlag: Stuttgart.
- (1978):
Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II.- 2., stark überarb. Aufl., Gustav-Fischer-Verlag: Stuttgart.
- (1979):
Pflanzensoziologische Exkursionsflora.- 4. Aufl., Ulmer: Stuttgart.
- (1983):
Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III.- 2., stark überarb. Aufl., Gustav-Fischer-Verlag: Stuttgart.
- OEHLERT, U. (1990):
Luxus-Quartier für wilde Bienen.- Kraut & Rüben (12): 27-29, BLV: München.
- OTTO, A. (1987):
Die Vegetation in Naßbaggerungen der Donauebene - Zustand und Funktion von Naßbaggerungen aus vegetationskundlicher Sicht.- Zwischenbericht der Promotion an der TU München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Landschaftsökologie.
- (1992):
Die Vegetationsentwicklung in Naßbaggerungen der Donauebene.- Libri Botanici, Band 4, IHW- Verlag: Eching.
- PAULER, K. (1972):
Künstliche Ansiedlung einer Uferschwalbenkolonie.- Egretta 2: 55-60; (in: DINGETHAL et al. (1985): Kiesgrube und Landschaft.- 2., vollst. neu bearb. u. erw. Aufl., 285 S.; Hamburg/Berlin).
- PETERSEN, M. (1984):
Grundlagen eines Hilfsprogrammes für Schmetterlinge (BOMBYCES und SPHINGES).- Unpubl. Dipl.-Arbeit, Univ. Hannover.
- PLACHTER, H. (1983):
Die Lebensgemeinschaften aufgelassener Abbaustellen - Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen mit Feuchtbiotopen.- Schr.R. LfU 56, 109 S.; München.
- (1984):
Artenschutzmaßnahmen an Gewässern.- Laufener Seminarbeiträge (7): 40-54; Laufen/Salzach.
- (1985):
Faunistisch-ökologische Untersuchungen auf Sandstandorten des unteren Brombachtals (Bayern) und ihre Bewertung aus der Sicht des Naturschutzes.- Ber. ANL 9: 45-92; Laufen/Salzach.
- (1986a):
Composition of the carabid beetle fauna of riverbanks and man made secondary habitats.- München.
- (1986b):
Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz.- Ber. ANL 10: 119-147; Laufen/Salzach.
- (1991):
Naturschutz.- 463 S., Gustav-Fischer-Verlag: Stuttgart.
- PREUSS, G. (1980):
Voraussetzungen und Möglichkeiten für Hilfsmaßnahmen zur Erhaltung und Förderung von Stechimmen in der Bundesrepublik Deutschland.- Natur u. Landschaft 55 (1): 20-26.
- PRIEHÄUSSER ():
Geologica Bavarica. s. Geotope
- RADEMACHER, K.H. (1982):
Abschlußdiskussion und Zusammenfassung der Tagungsergebnisse.- Jb. Natsch. u. Landschaftspf. 32; Bonn

- RANFTL, H. (1983):
Zum Brutvorkommen des Flußregenpfeifers *Charadrius dubius* in Nordbayern.- Anz. Orn. Ges. Bay. 22 (1/2): 103-109; München.
- RAPP, M. (1988):
Kiesgewinnung und Landschaftsgestaltung - ein Interessenkonflikt?- Neue Landschaft 33: 667-671.
- RAULFF, H.G. (1982):
Erfahrungen der Abgrabungsindustrie mit den für sie bedeutsamen rechtlichen Vorschriften.- Jb. Natursch. u. Landschaftspf. 32; Bonn.
- REGIONALER PLANUNGSVERBAND LANDSHUT (Hrsg.) (1985):
Regionalplan Region Landshut (13).- Selbstverlag: Landshut.
- REICH, M. & KUHN, K. (1988):
Stand der Libellenerfassung in Bayern und Anwendbarkeit der Ergebnisse im Arten- und Biotopschutzprogramm.- Schr.R. LfU 79: 27-66, Beiträge zum Artenschutz 4: Libellen; München.
- REICHHOLF, J. (1970):
Der Einfluß von Störungen durch Angler auf den Entenbrutbestand auf den Altwässern am Unteren Inn.- Die Vogelwelt 2: 68-72.
- (1975):
Die quantitative Bedeutung der Wasservögel für das Ökosystem eines Innstausees.- Verh. Ges. f. Ökologie; Wien.
- REIDEL, K. (1977):
Untersuchungen von Ton- und Lehmgruben der Landkreise Freising und Erding aus landschaftsökologischer Sicht.- Unpubl. Dipl.-Arbeit TU München-Weihenstephan; Lehrstuhl für Landschaftsökologie.
- RIEDERER, M. (1977):
Untersuchungen an der Vogelwelt ostbayerischer Kiesgruben unter Berücksichtigung verschiedener Sukzessionsstadien und Rekultivierungstypen.- Jb. Orn. Arb.Gem. Ostbayern: 16-41.
- (1979):
Kiesgrube und Kulturlandschaft - Die Vogelwelt als Vergleichsmaßstab.- Ber. Naturwiss. Ver. Landshut 27: 102-113.
- RIESS, W. (1986):
Konzepte zum Biotopverbund im Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern.- Laufener Seminarbeiträge ANL Nr. 10: 102-115; Laufen/Salzach.
- RINGLER, A. (1981):
Landschaftsgliederung, nutzungsspezifische Empfindlichkeitsanalyse und Naturschutzkonzept für die Region Südostoberbayern (18) - Erweiterter Auszug aus dem Originalgutachten.- StMLU (Hrsg.) Materialien 33, 280 S.; München.
- (1987):
Gefährdete Landschaft.- BLV: München.
- RITZL, I. (1985):
Limnologische Untersuchungen an Kiesweihern verschiedenen Alters.- Unpubl. Dipl.-Arbeit TU München-Weihenstephan; FB Biologie.
- SACHTELEBEN, J. (1989):
Abbaustellen im Landkreis Forchheim; Teil 1: Sandgruben.- 112 S., Selbstverlag der Bund-Naturschutz-Kreisgruppe Forchheim.
- SÄNGER, K. (1977):
Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (ORTHOPTERA: SALTATORIA) und der Raumstruktur ihrer Habitate.- Zool. Jb. 104; Jena.
- SCHAILE, K. (1991):
Die Amphibien des Landkreises Neuburg-Schrobenhausen - Untersuchungsergebnisse über Amphibienvorkommen in den Jahren 1982 bis 1990.- Schr.R. LfU 113: 137-153; München.
- SCHARRER, S. (1992):
Amphibienkartierung im Landkreis Miltenberg.- Schr.R. LfU 112: 147-151.
- SCHEIBLE-OTTO, A. (1986):
Die Vegetation der Dämme der Lechstauseen zwischen Landsberg und Augsburg.- Unpubl. Dipl.-Arbeit TU München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Landschaftsökologie.
- SCHEUENPFLUG, L. (1981):
Ehemalige Tongruben im westlichen Augsburger Umland.- Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben 85 (3/4).
- SCHMID, K. (1987):
Zur Faunistik und Ökologie aculeater Hymenopteren in Sand- und Kiesgruben der Region Donau-Ilter.- Dipl.-Arbeit Univ. Ulm.
- SCHMIDTLER, J.F. & GRUBER, U. (1980):
Die Lurchfauna Münchens - Eine Studie über die Verbreitung, die Ökologie und den Schutz der heimischen Amphibien.- Schriftenr. Natursch. u. Landschaftspf. 12: 105-139; München.
- SCHMITZ, W. (1980):
Das limnische System der Baggerseen.- ANL-Tag.Ber. 6/80: Baggerseen und Naturschutz.
- SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (1990):
Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns.- 752 S., Ulmer: Stuttgart.
- SCHOLL, G. (o.J.):
Modellstudie Zoologischer Artenschutz in Bayern - Schlußbericht.- unpubl. Gutachten.
- SCHOLL, G. & STÖCKLEIN, B. (1980):
Die Bedeutung der Kleingewässer für die Amphibien- und Wasserinsektenfauna.- Schr.R. Natursch. u. Landschaftspf. 12: 141-152; München.
- SCHREINER, J. (1982):
Rekultivierung von Abbaufächen unter ökologischen Gesichtspunkten.- Sonderdruck aus Naturschutz u. Nationalparke (107).
- SCHUSTER, H.J. (1984):
Schaffung von Trockenbiotopen - Anlage, Bedingungen, Substrate.- Laufener Seminarbeiträge 5/84; Laufen/Salzach.

- SCHWOERBEL, J. (1984):
Einführung in die Limnologie.- 5., neubearb. und erw. Aufl., 233 S.; Jena.
- SEGATZ, E. (1984):
Pedologisch-ökologische Untersuchungen zur Problematik der Rekultivierung von Trockenbaggerungsflächen im Hardtwald des Oberrheintales.- Freiburger Bodenkundl. Abh. (13).
- SEIBERT, P. (1958):
Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet "Pupplinger Au". - Landschaftspf. u. Vegetationskde. (1); München.
- SEIFFERT, P., SCHWINEKÖPER, K. & KONOLD, W. (1995):
Analyse und Entwicklung von Kulturlandschaften.- Umweltforsch.Bad.-Württ., Landsberg: ecomed, 456 S.
- SELMEIER, A. (1958):
Die Kieselhölzer des Bayerischen Miozäns.- Ber. Naturwiss. Ver. Landshut 23: 24-95.
- SELMEIER, A. (1972):
Verkieselte Sequoia-Hölzer aus jungtertiären Schichten Südbayerns.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 43: 109-126; München.
- (1992):
Kiesgruben als Fundstätten fossiler Gehölze.- Ber. Bay. Bot. Ges. 63, München.
- SIEBECK, O. (1980):
Einführung in das Symposium.- ANL-Tag.Ber. 6/80: Baggerseen und Naturschutz: 3-7.
- SINSCH, U. (1988):
Auskiesungen als Sekundärhabitats für bedrohte Amphibien und Reptilien.- Salamandra 24 (2/3): 161-174; Frankfurt.
- StMLU = Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.
- STRESEMANN, E. (Hrsg.) (1978):
Exkursionsfauna, Teilband Wirbellose.- 6. Aufl.; Berlin.
- THEISINGER, D. (1977):
Die Flora zwischen Hersbruck und Altdorf.- Zulass.arb. Univ. Erlangen, 117 S.
- THEISS, N. (1984):
Ornithologisches Gutachten "Großer Naßanger Weiher".- Landesbund für Vogelschutz, Kreisgruppe Lichtenfels.
- THIENEMANN, A. (1928) zit. in SCHWOERBEL, J. (1984):
Einführung in die Limnologie.- 5. neubearb. u. erw. Aufl., 233 S.; Jena. S. 71ff.
- TITZE, P. (1978):
Ein Beitrag zur Entwicklung des Baggerseegebietes im Kurbereich Staffelstein, Maintal aus der Sicht von Ökologie und Naturschutz.- Erlangen.
- WAEBER, G. (1992):
Unsere heimischen Heuschrecken, Teil 1: Trockenbiotop.- Vogelschutz 3/92.
- WALDSCHMIDT, ? (1975):
Der Münchener Eisvogel-Nistblock.- Ornithol. Mitt. 27: 49-53.
- WALENTOWSKI, H., RAAB, B. & ZAHLHEIMER W.A. (1991):
Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften.- Beiheft 2 zu den Ber. Bay. Bot. Ges. 62; München.
- WALENTOWSKI, H., RAAB, B. & ZAHLHEIMER W.A. (1992):
Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften, Teil I-IV.- Beihefte 4-7 zu den Ber. Bay. Bot. Ges.; München.
- WEBER, K. (1988):
Faunistisch-ökologische Untersuchungen an aculeaten Hymenopteren in Sandgruben (VESPOIDEA, POMILOIDEA, SPHECOIDEA, APOIDEA) - Anthropogene Lebensräume als Rückzugsgebiete. Dipl.-Arbeit Univ. Erlangen-Nürnberg, Inst. für Zoologie, 219 S.
- WEGENER, U. & KEMPF, H. (1982):
Das Flämmen als Methode landwirtschaftlich nicht genutzter Rasengesellschaften.- Landschaftspflege Naturschutz Thüringen 19 (3): 57-63; Jena.
- WEINZIERL, H. (1964):
Kiesgrube und Landschaft, Teil III.- Bayer. Industrieverband Steine u.Erden, München, 136 S.
- WEISH, P. (1985):
Kiesgruben als ökologische Ausgleichsmaßnahme.- Landschaftswasserbau 6: 59-78; Wien.
- WESTRICH, P. (1989):
Die Wildbienen Baden- Württembergs (Band 1 und 2).- 972 S., Ulmer: Stuttgart.
- WIEDMANN, W. (1954):
Die Trockenrasen zwischen Würm- und Ammersee.- Ber. Bay. Bot. Ges. 30: 126-162; München.
- WILDERMUTH, H. (1982):
Die Bedeutung anthropogener Kleingewässer für die Erhaltung der aquatischen Fauna.- Natur u. Landschaft 57 (9): 297-306.
- WÖBSE, H.H. (1978):
Ökologie und Landschaftsplanung.- 2. Aufl.; Graz.
- WOLF, G. (1985):
Primäre Sukzession auf kiesig-sandigen Rohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier.- Schriftenr. Vegetationskde. (16), 203 S.; Bonn-Bad Godesberg.
- WOLF, G. & MATTERN, H. (1984):
Die Hülben der Ostalb.- Schr.R. Landsch.pfl. Natursch. (Karlsruhe) 14: 23-84; 15: 1-25.
- WROBEL, J.-P. (1980):
Beeinflussung des Grundwassers durch Baggerseen.- ANL-Tagungsbericht 6: 30-47, Laufen/Salzach.

WÜST, W. (1979):

Avifauna Bavariae.- 727 S., Geiselberger-Verlag: Altötting.

ZAHLHEIMER, W. (1989):

Ausbau des Deichs am Kößnach- Perlbach- Ableiters; Sicherung von hochwertigem Artenpotential.- Unveröff. Schreiben an das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf.

ZIELONKOWSKI, W. (1973):

Wildgrasfluren der Umgebung Regensburgs.- Hoppea 31, 181 S.

ZINTZ, K., ROTHMUND, D. & RAHMANN, H. (1993):

Kiesgruben im Voralpenland - schützenswerte Ersatzlebensräume?- Verh. GfÖ 22: 123-127.

6.2 Mündliche und schriftliche Mitteilungen

Herr AUGSBURGER, untere Naturschutzbehörde Amberg-Sulzbach.

Herr BOCK, untere Naturschutzbehörde Altötting.

Herr Dr. DINGETHAL, Bayerischer Industrierverband Steine und Erden.

Herr Dr. DÖRING, LBV-Kreisgruppe München.

Herr DÖB, untere Naturschutzbehörde Günzburg.

Herr EURINGER, untere Naturschutzbehörde Erding.

Herr ENGEMANN, Giesenbach/FS.

Herr FLIEGER, untere Naturschutzbehörde Lichtenfels.

Herr FRITZ, untere Naturschutzbehörde Aschaffenburg.

Herr GOTTSCHALK, Regierung von Schwaben, Augsburg.

Herr GUMPLINGER, Bund Naturschutz, Ortsgruppe Rottenburg.

Herr HABLE, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, München.

Herr HETT, untere Naturschutzbehörde Weilheim-Schongau.

Herr HEUSINGER, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Außenstelle Kulmbach.

Herr HIEMEYER, Augsburg.

Herr HÖGER, untere Naturschutzbehörde Rosenheim.

Herr HUBER, untere Naturschutzbehörde Pfaffenhofen.

Herr Dr. JÜRGING, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München.

Kreisgruppe Straubing des LBV

Herr MOHR, untere Naturschutzbehörde Forchheim.

Herr Dr. OTTO, Regierung von Schwaben, Augsburg.

Herr SCHLICKENRIEDER, untere Naturschutzbehörde Landshut.

Frau SEIF, untere Naturschutzbehörde Coburg.

Herr SORG, untere Naturschutzbehörde Neuburg.

Herr STAHL, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, München.

Herr UFFINGER, BN- Kreisgruppe Augsburg.

Herr VOITH, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, München.

Herr Dr. WARNCKE, Dachau/Vierkirchen.

Herr WEINIG, Geologisches Landesamt, München.

6.3 Gesetze, Verordnungen, Vorschriften

Anlagen- und Fachbetriebsverordnung (VAwSF)

BauGB

Bayerisches Naturschutzgesetz (BayNatSchG) (BayRS 791-1-U), zuletzt geändert durch Gesetz vom 16. Juli 1986 (GVBl S. 135)

Bayerisches Staatsministerium des Inneren: Abbrennen von Hecken und Feldrainen.- MaBl. Nr. 10/1965: 117

Bayerisches Waldgesetz vom 1. Januar 1975

Bayerisches Wassergesetz

Bayerische Verfassung

Bürgerliches Gesetzbuch

Bundesberggesetz

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)

DIN 4188 von 1957

Wasserhaushaltsgesetz

6.4 Abkürzungsverzeichnis

Behörden, Gesetze, Projekte etc.

ABM = Arbeitsbeschaffungsmaßnahme
 ABSP = Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern; LfU
 AID = Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V.
 ANL = Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufing/Salzach
 BaWüMELUF = Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg
 BayNatSchG = Bayerisches Naturschutzgesetz (Neuaufgabe 1990; StMLU)
 BdB = Bund deutscher Baumschuler
 BN = Bund Naturschutz in Bayern e.V.
 BNatSchG = Bundesnaturschutzgesetz
 BUND = Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
 DBV = Deutscher Bund für Vogelschutz
 DLG = Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
 EG = Europäische Gemeinschaft
 e.V. = eingetragener Verein
 FH = Fachhochschule
 FlBerG = Flurbereinigungsgesetz
 KuLaP = Kulturlandschaftsprogramm des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
 LBV = Landesbund für Vogelschutz
 LfU = Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
 LfW = Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
 LPK = Landschaftspflegekonzept Bayern
 NSG = Naturschutzgebiet
 RL = Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns bzw. der Bundesrepublik und Rote Liste gefährdeter Tiere
 SLKV = Schweizerisches Landeskomitee für Vogelschutz
 SRU = Rat von Sachverständigen für Umweltfragen
 StMELF = Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
 StMLU = Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
 TU = Technische Universität.

Sonstige Abkürzungen

Abb. = Abbildung

Anm. d. Verf. = Anmerkung des Verfassers

Art. = Artikel

Aufl. = Auflage

bzw. = beziehungsweise

cm = Zentimeter

ders. = derselbe

d.h. = das heißt

dies. = dieselben

DM = Deutsche Mark

dt = Dezitonne

E = östlich

ebd. = ebenda

erw. = erweitert

etc. = et cetera

f = folgende Seite

ff = folgende Seiten

ggf. = gegebenenfalls

GV = Großvieheinheit

ha = Hektar

Hrsg. = Herausgeber

i.d.R. = in der Regel

inkl. = inklusive

insbes. = insbesondere

Kap. = Kapitel

km = Kilometer

Lkr. = Landkreis

m = Meter

m.o.w. = mehr oder weniger

N = nördlich

NE = nordöstlich

NW = nordwestlich

neubearb. = Neubearbeitet

o.a. = oder anderem

o.ä. = oder ähnlichem

s. = siehe

S. = Seite

S = südlich

SE = südöstlich

SW = südwestlich

Tab. = Tabelle

u.a. = unter anderem

u.E. = unseres Erachtens

unpubl. = unpubliziert
 usw. = und so weiter
 u.U. = unter Umständen
 u.v.m. = und vieles mehr
 v.a. = vor allem
 verb. = verbessert
 vgl. = vergleiche
 z.B. = zum Beispiel
 z.T. = zum Teil
 zit. = zitiert

Abkürzungen der Regierungsbezirke

UFr = Unterfranken
 OFr = Oberfranken
 MFr = Mittelfranken
 Obb = Oberbayern
 Ndb = Niederbayern
 Schw = Schwaben
 Opf = Oberpfalz

6.5 Verzeichnis der Autokennzeichen Bayerns

Alphabetisch geordnet, mit Angabe der Kreisschlüsselnummern

A	772	Augsburg	EI	176	Eichstätt
AB	671	Aschaffenburg	ERH	572	Erlangen-Höchstadt
AIC	771	Aichach-Friedberg	FFB	179	Fürstenfeldbruck
AN	571	Ansbach	FO	474	Forchheim
AÖ	171	Altötting	FRG	272	Freyung-Grafenau
AS	371	Amberg-Sulzbach	FS	178	Freising
BA	471	Bamberg	FÜ	573	Fürth
BGL	172	Berchtesgadener Land	GAP	180	Garmisch-Partenkirchen
BT	472	Bayreuth	GZ	774	Günzburg
CHA	372	Cham	HAS	674	Haßberge
CO	473	Coburg	HO	475	Hof
DAH	174	Dachau	JN	??	Ingolstadt
DEG	271	Deggendorf	KC	476	Kronach
DGF	279	Dingolfing	KEH	273	Kelheim
DLG	773	Dillingen	KF	??	Kaufbeuern
DON	779	Donau-Ries	KG	672	Bad Kissingen
EBE	175	Ebersberg	KT	675	Kitzingen
ED	177	Erding	KU	477	Kulmbach
			LA	274	Landshut
			LAU	574	Lauf (= Nürnberg Land)
			LI	776	Lindau
			LIF	478	Lichtenfels
			LL	181	Landsberg am Lech
			M	184	München
			MB	182	Miesbach
			MIL	676	Miltenberg
			MN	778	Unterallgäu
			MSP	677	Main-Spessart
			MÜ	183	Mühldorf am Inn
			N	??	Nürnberg
			ND	185	Neuburg-Schrobenhausen
			NEA	575	Neustadt -Bad Windsheim
			NES	673	Rhön-Grabfeld
			NEW	374	Neustadt a.d. Waldnaab
			NM	373	Neumarkt i.d.Opf.
			NU	775	Neu-Ulm
			OA	780	Oberallgäu
			OAL	777	Ostallgäu
			PA	275	Passau
			PAF	186	Pfaffenhofen a.d. Ilm
			PAN	277	Rottal-Inn

R	375	Regensburg
REG	276	Regen
RH	576	Roth
RO	187	Rosenheim
SAD	376	Schwandorf
SR	278	Straubing
STA	188	Starnberg
SW	678	Schweinfurt
TIR	377	Tirschenreuth
TÖL	173	Bad Tölz-Wolfratshausen
TS	189	Traunstein
WM	190	Weilheim-Schongau

WÜ	679	Würzburg
WUG	577	Weißenburg-Gunzenhausen
WUN	479	Wunsiedel

6.6 Anlagen

Anlage 1: Rasenmischung für das Flachland nördlich der Mittelgebirge bzw. für das Hügel- und Bergland und die Ebene südlich des Nordrandes der Mittelgebirge (aus DINGETHAL et al. 1985: 146 ff.)

Anlage 2: Übersicht über Beschaffung, Ansiedlung und Substrat heimischer Röhricht- und Verlandungsgesellschaften (DINGETHAL et al. 1985: 166 u. 170).

Anlage 3: Arten heimischer Schwimmblattgesellschaften zur Ansiedlung an Baggerseen.

Anlage 1

Rasensmischungen für das Flachland nördlich der Mittelgebirge																				
Boden		Stark sauer				Sauer				Schwach bis mäßig sauer				Neutral				Alkalisches		
Rohhumusreich	sandiger Rohboden	Kulturboden	g/qm	1a	1b	1c	Mischung Nr.	2a	2b	2c	2d	Mischung Nr.	3a	3b	Mischung Nr.	4a	4b	Mischung Nr.	5	Mischung Nr.
sehr trocken	0,5	0,5	Agrostis ericetorum	0,5	1	1	1	Agrostis ericetorum	1	0,5	Agrostis tenuis	1	0,5	Agrostis tenuis	0,5	Agrostis tenuis	6	Brachypodium pinnatum		
	2	0,5	Agrostis tenuis					Agrostis tenuis	2	2	Anthoxanthum odoratum	8	6	Brachypodium pinnatum	6	Festuca ovina				
	4	3	Corynephorus canescens	1	1	1	1	Corynephorus canescens	4	5	Festuca ovina	7	4	Festuca ovina	0,5	Poa compressa				
	3	3	Deschampsia flexuosa	2	4	4	4	Deschampsia flexuosa	4	5	Festuca rubra	4	5	Festuca rubra	1	Lotus corniculatus				
trocken	3	3	Festuca ovina	2	1	2	2	Festuca ovina	0,5	1	Poa pratensis	1	1	Poa pratensis	0,3	Plantago media				
	3	3	Festuca ovina capillata	6	6	3	6	Festuca ovina capillata	2	2	Pimpinella saxifraga	1	1	Pimpinella saxifraga	2	Sanguisorba minor				
	0,3	0,3	Calluna vulgaris	0,2				Calluna vulgaris	2	2	Plantago media	1	1	Plantago media	1	Scabiosa columbaria				
frisch	6a	6b	6c	Mischung Nr.	7a	7b	7c	7d	Mischung Nr.	8a	8b	Mischung Nr.	9a	9b	Mischung Nr.	10	Mischung Nr.			
	0,5	0,5	Agrostis ericetorum	0,3	1	1	0,6	Agrostis ericetorum	1	1	Agrostis tenuis	0,5	Agrostis tenuis	10	Brachypodium pinnatum					
	2	0,5	Agrostis tenuis	0,2	2	2	2	Agrostis tenuis	8	6	Festuca rubra	6	2	Brachypodium pinnatum	6	Festuca ovina				
	4	3	Corynephorus canescens	2	2	2	2	Anthoxanthum odoratum	0,5	1	Poa pratensis	7	3	Festuca ovina	5	Festuca rubra				
mäßig mäßig	4	3	Deschampsia flexuosa	3	4	4	4	Festuca ovina	0,1	0,1	Achillea millefolium	4	4	Achillea millefolium	0,1	Lotus corniculatus				
	3	3	Festuca ovina	3	6	6	6	Festuca ovina capillata	0,3	0,3	Chrysanthemum leucanthemum	0,5	1	Poa pratensis	1	Medicago lupulina				
	3	3	Festuca ovina capillata	6	6	6	6	Festuca rubra	1	1	Lotus corniculatus	0,2	0,1	Achillea millefolium	1	Pimpinella saxifraga				
	0,3	0,3	Calluna vulgaris	0,3				Poa pratensis	1	1	Pimpinella saxifraga	0,5	0,5	Lotus corniculatus	3	Sanguisorba minor				
mäßig mäßig	11a	11b	11c	Mischung Nr.	12a	12b	12c	12d	Mischung Nr.	13a	13b	Mischung Nr.	14a	14b	Mischung Nr.					
	0,4	0,4	0,6	Agrostis tenuis	0,3	1	1	1	Agrostis tenuis	1	1	Agrostis gigantea	1	1	Agrostis tenuis					
	3	4	0,6	Deschampsia flexuosa	2	2	2	2	Anthoxanthum odoratum	2	2	Agrostis gigantea	5	5	Festuca pratensis					
	2	4	4	Festuca ovina	2	2	2	2	Anthoxanthum odoratum	5	5	Agrostis gigantea	6	5	Festuca rubra					
mäßig mäßig	2	4	2	Festuca ovina capillata	2	4	4	4	Festuca ovina	0,5	1	Agrostis gigantea	0,5	1	Poa pratensis					
	2	4	8	Festuca rubra	1	9	9	9	Festuca ovina capillata	0,1	0,1	Achillea millefolium	0,1	0,1	Achillea millefolium					
	0,3	0,3	0,3	Calluna vulgaris	2	2	2	2	Festuca rubra	5	5	Festuca rubra	0,3	0,3	Chrysanthemum leucanthemum					
					0,3	1	1	1	Nardus stricta	1	1	Poa pratensis	1	1	Lotus corniculatus					
mäßig mäßig	15a	15b	15c	Mischung Nr.	16a	16b	16c	16d	Mischung Nr.	17a	17b	Mischung Nr.	18a	18b	Mischung Nr.					
	0,4	4	0,6	Agrostis tenuis	1	2	2	2	Agrostis stolonifera	0,7	0,6	Agrostis gigantea	0,7	0,7	Agrostis gigantea					
	2	4	4	Festuca ovina	1	2	2	2	Anthoxanthum odoratum	0,5	0,4	Agrostis stolonifera	0,4	0,4	Agrostis stolonifera					
	1	2	6	Festuca rubra	3	3	3	3	Anthoxanthum odoratum	2	2	Anthoxanthum odoratum	6	6	Festuca pratensis					
mäßig mäßig	1	2	6	Molinia coerulea	3	3	3	3	Festuca ovina	10	10	Agrostis gigantea	8	8	Festuca rubra					
	0,3	0,3	0,3	Calluna vulgaris	5	10	10	10	Festuca ovina capillata	10	10	Festuca rubra	1	1	Poa trivialis					
				Lotus uliginosus	2	2	2	2	Festuca rubra	0,5	0,5	Poa trivialis	1	1	Trifolium repens					
					1	1	1	1	Molinia coerulea	1	1	Lotus uliginosus	0,5	0,5	Trifolium repens					
mäßig mäßig	19a	19b	19c	Mischung Nr.	20a	20b	20c	20d	Mischung Nr.	21a	21b	Mischung Nr.	22a	22b	Mischung Nr.					
	0,5	1	0,7	Agrostis canina	0,7	1	1	1	Agrostis canina	0,7	0,8	Agrostis stolonifera	0,7	0,7	Agrostis gigantea					
	3	7	7	Festuca ovina capillata	7	10	10	10	Agrostis stolonifera	2	2	Anthoxanthum odoratum	0,5	0,5	Agrostis stolonifera					
	3	3	2	Festuca rubra	2	2	2	2	Festuca rubra	10	8	Festuca rubra	2	2	Anthoxanthum odoratum					
mäßig mäßig	3	3	2	Molinia coerulea	2	2	2	2	Molinia coerulea	1	1	Festuca rubra	7	7	Festuca rubra					
				Lotus uliginosus	1	1	1	1	Poa trivialis	1	1	Poa trivialis	1	1	Festuca rubra					
					1	1	1	1	Lotus uliginosus	1	1	Lotus uliginosus	1	1	Poa trivialis					
Stark sauer				Sauer				Schwach bis mäßig sauer				Neutral				Alkalisches				

Anmerkungen:

Rohhumusreich: Hierunter ist eine obere Bodenschicht zu verstehen, die mit Beimengungen von Waldstreu oder vertorfte Wald- oder Moorboden versetzt ist.

Rohboden: Diese Bezeichnung gilt für alle Flächen ohne Mutterbodenbedecke.
Kulturboden: Diese Bezeichnung gilt für alle Flächen mit Mutterbodenbedecke, die aus ackerbaulich oder als Wiese genutzten Flächen stammt.

Zur Beachtung: Die angegebenen Saatmengen entsprechen 25000 Korn/qm bei vorwiegend grobem Samen, 35000 Korn/qm bei feinem Samen. Diese Kornzahlen sollten nicht unterschritten werden. Es sind daher, falls gewisse Arten nicht erhältlich sind, die Saatmengen der übrigen auf die volle Zahl zu ergänzen, (Saattgewichte siehe Tabelle 2 des Anhanges)

Zusammengestellt von Prof. Dr. R. Hansen und Prof. L. Reemer unter freundlicher Beratung durch C. Eisele, Dr. W. Lohmeyer, Dr. E. Oberdorfer und Prof. E. Preisig. Frühjahr 1964

Anlage 2

Röhricht-Arten	Beschaffung				Ansiedlung			Substrat				Nährstoffe						
	Handelsware Sorten	Sammeln möglich	Selbstansiedlung	Aussaat	Pflanzung	Steckling	Einfräsen	Kies	Sand	Schluff	Schlamm	niedrig	mittel	hoch	hoch	mittel	niedrig	
												a) kalkarm	b) kalkreich					
<i>Alisma plantago-aquatica</i> Gemeiner Froschlöffel	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
<i>Acorus calamus</i> Kalmus	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○
<i>Butomus umbellatus</i> Schwanenblume	●	○	●	○	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○
<i>Carex acutiformis</i> Sumpfschilf	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Carex elata</i> Steife Segge	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Carex gracilis</i> Zierliche Segge	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Carex paniculata</i> Rispen-Segge	●	○	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Carex pseudocyperus</i> Falsches Zypergras	●	○	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Cladium mariscus</i> Schneiderried	○	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●
<i>Glyceria maxima</i> Wasserschwaden	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○
<i>Hippuris vulgaris</i> Tannenwedel	●	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●
<i>Iris pseudacorus</i> Gelbe Schwertlilie	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Juncus conglomeratus</i> Knäuel-Binse	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Juncus effusus</i> Flatterbinse	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○
<i>Juncus glaucus</i> Blaugrüne Binse	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> Strauß-Gilbweiderich	●	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●	○
<i>Lythrum salicaria</i> Blutweiderich	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Phalaris arundinacea</i> Rohrglanzgras	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Phragmites communis</i> Schilf	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Ranunculus lingua</i> Großer Hahnenfuß	●	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●	○
<i>Sagittaria sagittifolia</i> Pfeilkraut	●	○	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○
<i>Schoenoplectus lacustris</i> Grüne Teichbinse	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> Graue Teichsimse	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○
<i>Sparganium erectum</i> Ästiger Igelkolben	●	○	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●	○
<i>Typha angustifolia</i> Schmalblättr. Rohrkolben	●	○	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●	○
<i>Typha latifolia</i> Breitblättr. Rohrkolben	●	○	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○

● zutreffend (geeignet) ● mit Einschränkungen ○ nicht zutreffend (ungeeignet)

Anlage 3

Schwimmbblatt-Arten	Beschaffung				Ansiedlung				Substrat				Nährstoffe					
	Handelsware	vorwiegend Sorten	Sammeln möglich	Selbstansiedlung	Aussaat	Pflanzung	Steckling	Auswerfen	Kies	Sand	Schluff	Schlamm	a) kalkarm		b) kalkreich			
													niedrig	mittel	hoch	hoch	mittel	niedrig
<i>Hottonia palustris</i> Wasserfeder	●	○	○	○	○	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> Froschbiß	●	○	●	○	○	○	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○
<i>Nuphar luteum</i> Teichrose	●	○	●	●	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Nymphaea alba</i> Seerose	●	●	●	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Nymphoides peltata</i> Seekanne	●	○	○	●	○	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Polygonum amphibium</i> Wasserknöterich	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○
<i>Potamogeton crispus</i> Krauses Laichkraut	○	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○
<i>Potamogeton lucens</i> Spiegelndes Laichkraut	○	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○
<i>Potamogeton natans</i> Schwimmendes Laichkraut	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Potamogeton perfoliatus</i> Durchwachsenes Laichkraut	○	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○
<i>Ranunculus circinatus</i> Spreizender Hahnenfuß	○	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○
<i>Stratiotes aloides</i> Krebsschere	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○
<i>Trapa natans</i> Wassernuß	●	○	○	○	●	●	○	●	○	○	●	●	●	○	●	●	●	○

● zutreffend (geeignet) ● mit Einschränkungen ○ nicht zutreffend (ungeeignet)

6.7 Bildteil

(alle Fotos: Alfred Ringler)

Foto 1 Pionierstadium einer Kiesgrube; im Vordergrund wechsellasige Feinkornausschlammung, auf den Rohboden-Böschungen im Hintergrund Ansiedlung von *Myricaria germanica*; bei Moosach/EBE 1985 (zu [Kap. 1.1.1](#); [1.4.3](#))



Foto 2 Regeneration einer Kies-Naßbaggerung am Rand der Pupplinger Au/TÖL 1983 (zu [Kap. 2.1.2](#)).



Foto 3 Entwicklung einer ruderalen, sekundären Kalkmagerrasens im Komplex mit Weidengebüsch in der Tuffgrube bei Polling/WM 1981 (zu [Kap. 1.4.2.3](#); [2.3.2.1](#)).



Foto 4 Kleingewässer auf der durch Fahrzeuge verdichtete Sohle einer Kiesgrube im Norden Münchens; im Vordergrund Ansiedlung eines Froschlöffelbestands; Laichhabitat der Wechselkröte 1981; inzwischen durch den Bau des Rangierbahnhofes München Nord verfüllt (zu [Kap. 1.5.3](#); [2.3.1](#)).





Foto 5 Moränenkiesgrube bei Peiting/WM; vorbildhafte Strukturausstattung, Leitbild 1 (zu Kap. 1.1.1; 4.2.1).



Foto 7 Flache Terrassensandgrube bei Fetschenreuth/AN; Kiefernaufwuchs auf dem Sandrücken, davor abrieselnde Abbaukante, in den wechsellastigen Mulden Vorkommen von *Radioia linoides*; 8/1988

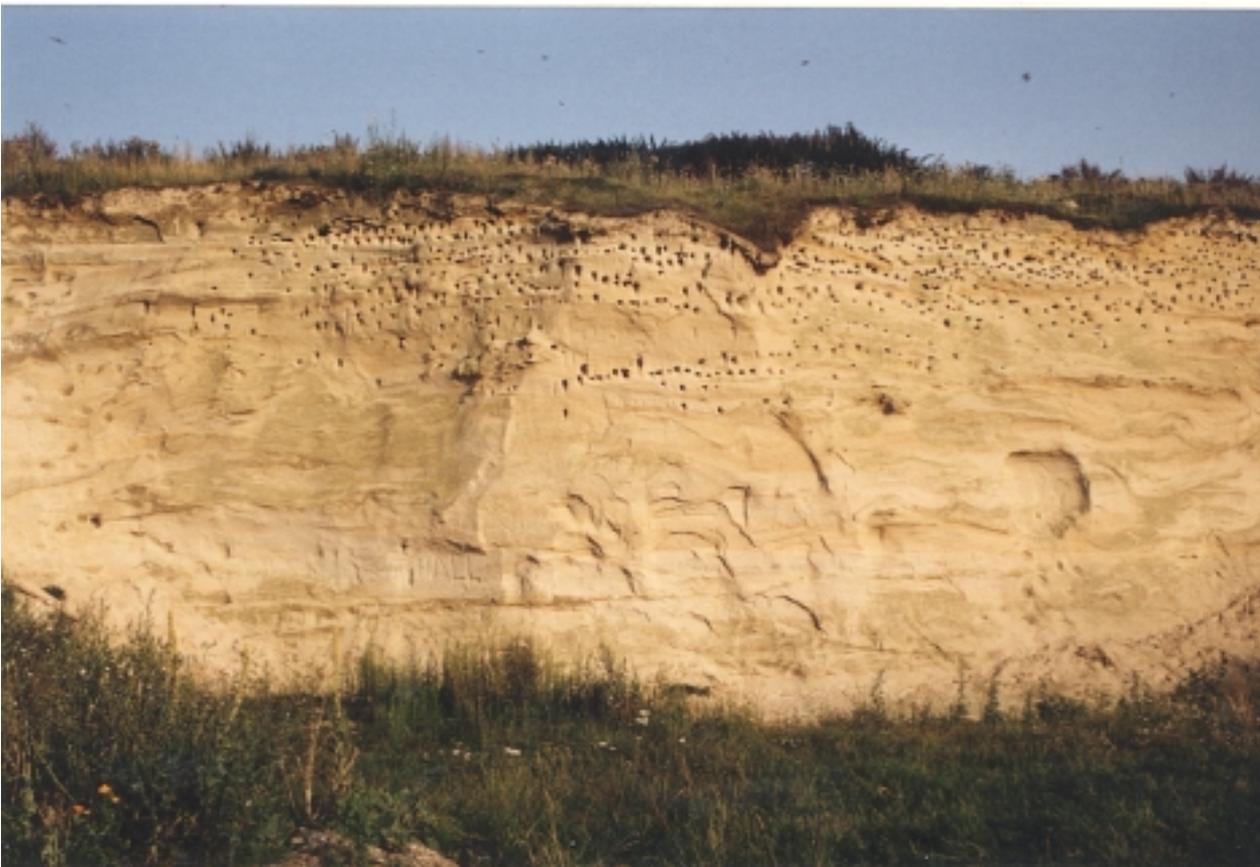


Foto 6 Steinwand einer Sandgrube in der Schwäbischen Riedellandschaft mit einer Uferschwalbenkolonie; bei Tiefenried /MN 8/1 (Kap. 1.5.3; 2.1.3).

Foto 8 Sukzession von flachen sauren Sandgrubengewässern zu einem Zwischenmoor; Bechhofer Heide/AN 1988 (zu [Kap. 1.4.2.5](#); [2.3.1](#)).



Foto 9 Dystropher Baggerweiher in einer Sandgrube in der Bechhofer Heide/AN 1988 (zu [Kap. 1.1.1](#); [2.3.1](#)).

Foto 10 Keupergrube im Hahnbacher Becken/AS; stellenweise Ansiedlung von Staudenfluren auf dem nährstoffreichen tonigen Substrat, auf der verdichteten Sohle ephemere Kleingewässerbildung (zu [Kap. 1.1.1](#); [4.2.1](#)).

Foto 11: Entwicklung eines Großseggenrieds auf der Sohle einer Tongrube bei Kreuzstraße/RO 1981 (zu [Kap. 1.4.2](#); [2.3.1](#)).

Foto 12 Rekultivierte Sandgrube bei Offenstetten/KEH; die verbliebene Abbauböschung im Hintergrund stellt eine Biotopverbundachse für Magerrasen dar; 1986 (zu [Kap. 2.1.2](#); [2.5](#); [4.2.24](#)).

8



10



11



12



9



Foto 13 Neben einer Streuwiese angelegte Kiesgrube bei Pfaffing/RO; indirekte Biotopschädigung durch Beeinträchtigung des Grundwasserhaushaltes und standortfremde Aufforstung des rekultivierten Teilbereiches mit Fichten (zu Kap. 1.9.1; 1.9.2).



Foto 14 Bestand von *Linum austriacum* im Übergangsbereich von offener Pionierflur zu thermophilem Gebüsch; rechts Ablagerung von Altreifen; Kiesgrube bei Weitramsdorf/CO 1989 (zu Kap. 1.9.2; 2.3.2.1).