



**Abb. 1:** Spuren erzählen Geschichten: Auf dem Bild kreuzen sich die Spuren einer Krähe nach dem Abfliegen (Abdruck der Flügelfedern) und die eines Marders im Schnee.

## Tierspuren

Eine Spurensuche spricht die detektivischen Fähigkeiten der Schüler an und bringt einen Hauch von Kriminalistik in Freilandaktionen. Viele Tiere sind nur mit hohem Aufwand zu finden oder sehr scheu, manche nur in der Dämmerung oder nachts aktiv. Dennoch kann immer etwas entdeckt werden: **ihre Spuren.**

### Grundlegende Ziele der Aktionen

- Spuren als sichere Zeichen der Anwesenheit von Tieren lesen lernen
- Beobachtungssinn und Sensibilität für scheue Wildtiere schärfen
- Rückschlüsse auf die Lebensweise der Spurenleger ziehen
- Zusammenhänge zwischen Spuren und Lebensraumnutzung begreifen

### Übersicht über die Aktionen

#### A 1 Trittspurensuche

Spuren lesen; Ökologische Zusammenhänge

#### A 2 Fraßspuren unter Baumrinde

Borkenkäfer; Entwicklung eines Käfers; ökologische Zusammenhänge

#### A 3 Borkenkäfer im Waldökosystem

Anregungen zu wissenschaftlichen Untersuchungen: Umgang mit einer konflikträchtigen Tierart

#### A 4 Fraßspuren an Haselnüssen

Spuren lesen; Ökologische Zusammenhänge

#### A 5 Gewölleuntersuchung

Skelette von Säugetieren; Zusammenhang Beutetier-Nahrungsspektrum



Abb. 2: Feldhasenspur im Schnee



Abb. 3: Marderspur im Schnee

Die Vielfalt der Tierspuren ist hauptsächlich auf die Aktivitäten von Säugetieren, Vögeln und Insekten zurückzuführen. Aufgrund dieser Spuren können Rückschlüsse auf morphologische Merkmale und Verhaltensweisen der Tiere gezogen werden. Insbesondere Fraßspuren haben den Vorteil, dass sie über längere Zeit zu finden sind und Aufschluss über deren Verursacher geben.

Vier Unterkapitel behandeln im Folgenden die für Freilandaktionen am besten geeigneten Spuren:

**Teil I: Trittspuren im Schnee**

**Teil II: Fraßspuren unter Baumrinden**

**Teil III: Fraßspuren an Haselnüssen**

**Teil IV: Gewölle**

#### Ziele der Aktion

- Trittspuren entdecken und bestimmen
- Zusammenhänge zwischen Spuren, Lebensraumnutzung und Nahrungswahl erkennen

### Teil I: Trittspuren im Schnee

Tierspuren im Schnee sind ein faszinierendes Phänomen, sozusagen die Zeichensprache der belebten Natur. Die meisten Tiere verstecken sich oder flüchten, wenn wir uns ihnen nähern.

Manche Tiere sind nur in der Dämmerung oder nachts aktiv. Leicht zu finden sind nur ihre Spuren. Sie erzählen Geschichten über diejenigen, die sie hinterlassen haben und verraten etwas über die Lebensweise der Spurenleger. Nur im Schnee lassen sich Spuren über längere Strecken verfolgen. Spurensuche im Schnee erlaubt uns damit, mehr über die Aktivitäten der Tiere zu erfahren.

#### I.1 Fachliche Informationen zu Trittspuren im Schnee

##### Die Kunst des Spurenlesens

##### Fußabdruck und Spur

Der einzelne Fußabdruck wird **Trittsiegel** genannt. Am besten lassen sich Trittsiegel in weicher Erde oder im Neuschnee finden. Tiere hinterlassen je nach Fußform, Gewicht, Größe und Art der Fortbewegung Fußspuren beziehungsweise Fährten. Die Entfernung der Trittsiegel eines Tieres gibt Hinweise zu dessen Geschwindigkeit, die Eindringtiefe zu seinem Gewicht.



Die meisten Trittsiegel im Winter stammen von Säugetieren. Dabei lassen sich **Sohlen-**, **Zehen-** und **Zehenspitzen-** unterscheiden. Füße der Sohlen- und Zehengänger, hierzu zählen Raubsäuger, Nagetiere, Hasentiere und Insektenfresser, werden als Pfoten bezeichnet. Während Sohlengänger mit der ganzen Fußsohle auftreten (Eichhörnchen, Dachs), drücken sich bei Zehengängern nur Zehen und Hauptballen ein (Katze, Fuchs, Hund).



**Abb. 4:** Von links nach rechts: Trittsiegel eines Zehenspitzengängers (Reh als Paarhufer), Zehengängers (Hund) und Sohlengängers (Eichhörnchen)

Bei den Huftieren (Paar- und Unpaarhufer) sind die Endglieder durch Hufe (Hornschuhe) geschützt. Als Zehenspitzen- oder Zehengänger haben sie paarige (Reh, Rothirsch, Wildschwein) oder unpaarige (Pferd) Trittschritte. Die Trittschritte der Vögel sind meist am Abdruck der vier Zehen um die Basis des langen Laufs zu erkennen. Bei den Schwimmfüßen der meisten im oder am Wasser lebenden Vögel drücken sich neben den vier Zehen die Schwimmhäute mit ab.

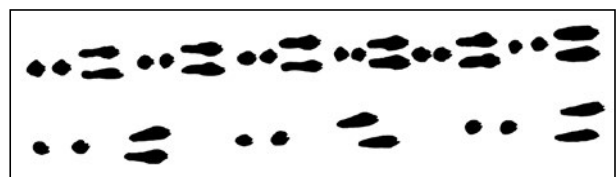
Die in der Fortbewegung sich aneinander reihenden Trittsiegel formen die Spur oder Fährte. Stammen sie von Rothirsch, Reh, Gämse oder Wildschwein spricht der Fachmann von einer **Fährte**. Alle anderen Trittschritte, wie zum Beispiel jene von Hasen, Eichhörnchen oder von Raubsäugetieren wie Marder, Fuchs oder Dachs heißen **Spur**.

### Spurbilder

Beim gemächlichen Ziehen und beim rascheren Traben tritt das **Reh** mit den Hinterläufen mehr oder weniger genau in die Tritte der Vorderläufe, sodass ein solches Trittsiegel effektiv aus zwei übereinander liegenden Tritten besteht, nämlich Hinter- über Vorderlaufabdruck. Beim Flüchten dagegen erfolgt die Fortbewegung sprunghaft von den abstoßenden Hinter- auf die Vorderläufe, wobei die hinteren die vorderen überfliegen, sodass die ersteren vor die letzteren gestellt werden, und zwar umso weiter, je rascher die Flucht.

Der **Fuchs** weist ein sehr charakteristisches Spurbild auf. Beim ruhigen Traben (Schnüren) setzt er seine Tritte der Vorder- und Hinterläufe genau ineinander als auch schnurgerade hintereinander, wodurch das Spurbild einer Perlenkette gleicht.

Der **Hase** bewegt sich nur in zwei Gangarten, hoppelnd oder flüchtend. Sein charakteristischer „Hasensprung“ kann nur mit dem des Kaninchens verwechselt werden. Dabei setzt er die viel längeren Hinterläufe paarweise vor die kürzeren Vorderläufe.



**Abb. 5:** Spurbilder des Feldhasen: hoppelnd (oben) und flüchtend (unten)

Analog verhält es sich beim **Eichhörnchen**.

Auch die **Marder** bewegen sich hüpfend fort, setzen jedoch die Tritte der Vorder- in die der Hinterläufe. In der Spurabfolge erscheinen nur zwei paarweise nebeneinander stehende Trittsiegel, weshalb man dies als Paarsprung bezeichnet.

### Spuren als Hinweise für Nahrungswahl und Raumnutzung

Spuren verraten mehr von den Tieren als ihre bloße Anwesenheit. Sie geben Einblick in ihre Lebensweise, Nahrungswahl und Raumnutzung. In der nahrungsarmen Winterzeit konzentrieren sich die Spuren von Pflanzenfressern wie Reh und Hase auf den Flächen mit den letzten Nahrungsquellen. Die Tiere suchen spärliche, trockene Gräser an



Abb. 6: Rehverbiss an Fichten. Häufiger Verbiss führt zum charakteristischen Kümmerwuchs der Bäume.

schneefreien Stellen und weichen bei geschlossener Schneedecke auf Knospen und Triebe aus, Rehe bevorzugen diese sogar. In sehr strengen Wintern weichen sie auch auf Rinde aus.

Rehe bevorzugen bekannte Wanderwege (Wechsel) und ziehen größere Strecken, um ihren Nahrungsbedarf zu decken. Eichhörnchenspuren sind meist nur im unmittelbaren Umfeld von Gehölzen, unter anderem wegen der Suche nach im Herbst versteckten Nüssen, zu finden. Meist kurz und in guter Deckung verlaufen Spuren von Mäusen, die oft nur sehr kurze Strecken von den Mäuselöchern wegführen. Sie müssen am meisten vor den vielen Fressfeinden auf der Hut sein. Es gilt die Regel: Je größer die Tiere, umso größer ist ihr Aktionsradius.

Fleischfresser wie Fuchs und Marder folgen ihren Beutetieren. Ihre Spuren treten deshalb häufig zusammen mit Mäusespuren oder Spuren von Nagetieren auf. Spuren von Hund und Katze sind häufig in und um Siedlungen zu entdecken.

Hundespuren sind auch entlang von Feld- und Waldwegen (Spaziergänger mit Hunden) zu finden.



Abb. 7: Spuren am Waldrand

### Tierspuren und Schutz unserer Wildtiere

Spuren von Wildtieren sind Zeugnisse von Nahrungssuche oder dem Knüpfen sozialer Kontakte. Wenn Fluchts Spuren dominieren – was leider durch Störungen des Menschen vermehrt der Fall ist – dann gibt dies zu Besorgnis Anlass. Trotz erfolgreicher Überlebensstrategien der Wildtiere bedeutet der Winter für sie eine Gratwanderung zwischen Leben und Tod. Das Futter ist knapp und jede zusätzliche Störung erhöht ihren Energieverbrauch enorm. Lebensbedrohlich werden Störungen bei besonders hoher Schneelage, da hier der sehr hohe Energieverbrauch beim Flüchten durch den Tiefschnee mit dem akuten Nahrungsmangel zusammentreffen.

Sämtliche Freizeitaktivitäten im Winter sollten daher auf Wegen und Wintersport nur auf den ausgewiesenen Pisten und Loipen erfolgen. Diese regelmäßig durch den Menschen genutzten Bereiche sind den Tieren bekannt und werden von diesen gemieden. Somit werden die Tiere nicht unnötig aufgeschreckt und aus ihren Ruhezeiten vertrieben.

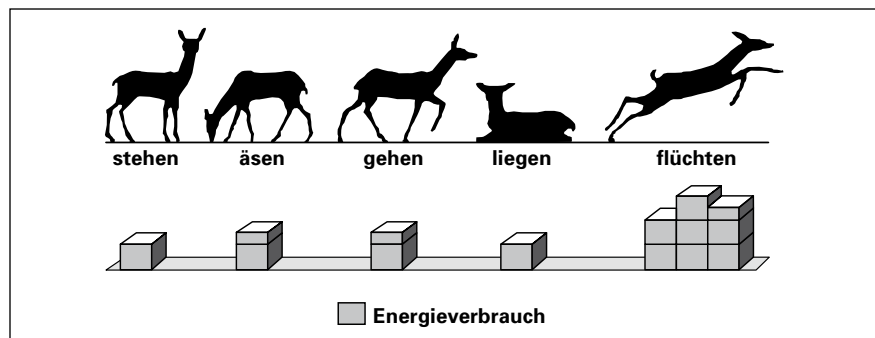


Abb. 8: Energieverbrauch des Rehs in Abhängigkeit von seiner Aktivität (Angaben nach: Schweizerische Dokumentationsstelle für Wildforschung, Zürich).



## Literatur

HECKER, F. (2018):

**Tierspuren – lebensgroß.** Franckh Kosmos Verlag.

*Eine spannende Spurensuche mit Tierspuren in Originalgröße.*

RICHARZ, K. (2006):

**Tierspuren.** Ulmer Verlag, Stuttgart.

*Sehr guter, handlicher Spurenführer mit Übersichtstafeln von Spuren und Spurenmustern.*

LANG, A. (2010):

**Spuren und Fährten unserer Tiere.** BLV Buchverlag, München.

*Sehr guter, handlicher Spurenführer.*

DAHLSTRÖM, P. & BANG, P. (2009):

**Tierspuren.** 3. Aufl. BLV Buchverlag.

*Schön illustriertes Bestimmungsbuch für Trittsiegel, Fraßspuren, Exkrememente, Gewölle, Bauten, Verstecke und andere Spuren. Übersichtliche Bestimmungstabellen zeigen die jeweilige Spurart und verweisen auf die Beschreibungen im Text. Leichtes Bestimmen durch Übersichtstableaus.*

## Internetadressen

[www.nabu.de/natur-und-landschaft/natur-erleben/natur-tipps/12243.html](http://www.nabu.de/natur-und-landschaft/natur-erleben/natur-tipps/12243.html)

*Umfassende Informationen zu Trittspuren, Losungen und anderen Spuren, die von Tieren hinterlassen werden.*

## Bildnachweis

**Teil I Trittspuren im Schnee:** Abb. 1, 3, 10 Wilhelm Holzer;

Abb. 2 Alfred Limbrunner; Abb. 4–5, 8 Hermann Netz;

Abb. 6–7, 9 u. 11 Alfred Limbrunner

**Teil II Fraßspuren unter Baumrinde:** Abb. 12 LWF Archiv;

Abb. 13 Ralf Petercord; Abb. 14 Thomas Steiner; Abb. 15: LWF Archiv;

Abb. 16: Claude Parini; Abb. 17–19 LWF-Archiv

**Teil III Fraßspuren an Haselnüssen:** Abb. 20 Alfred Limbrunner;

Abb. 21 Hermann Netz

**Teil IV Gewölle:** Abb. 22–24 Wilhelm Holzer

**Anlage A 1\_1–A 1\_2:** Hermann Netz (alle Abb.)

**Anlage A 2\_1:** LWF Archiv (alle Abb.)

**Anlage A 2\_2:** LWF Archiv (4 Abb.); Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL Archiv (Kleiner bunter Eschenbastkäfer)

**Anlage A 4\_1–A 5\_1:** Hermann Netz (alle Abb.)

**Anlage A 5\_2 (Vorderseite):** Peter Sturm (alle Abb.)

**Anlage A 5\_2 (Rückseite):** Wolfgang Erz aus Deutsche Waldjugend (Hrsg.) Fang 5/79



**Abb. 9:** Fuchs- wie Marderlosung sind meist an einem Ende schraubenförmig zugespitzt. Die hier dargestellte Fuchslosung ist acht bis zehn Zentimeter lang und etwa zwei Zentimeter breit. Sie verströmt einen intensiven Raubtiergeruch und ist meist an erhöhten Stellen (Baumstümpfe, Maulwurfshügel und so weiter) zu finden. Die Farbe kann je nach Nahrung sehr unterschiedlich sein und variiert von schwärzlich bis hellgrau.

## I.2 Hinweise zur Sicherheit

Tierspurenaktionen in der kalten Jahreszeit sind relativ unproblematisch. Um diese Zeit ist keine Zeckengefahr und Wildtiere werden nicht direkt berührt. **Einzig Losungen (Kot der Tiere) sollten im Rahmen der Aktionen nicht angefasst werden!** Dies gilt besonders für Fuchs- (Fuchsbandwurm!) und Marderlosung.

**Die Schüler vor der Aktion darauf hinweisen, keine Losung anzufassen!**



## Aktion 1

### Trittspurensuche

Die Aktion kann gut mit der Biberspuren-Aktion A 1 „Dem Biber auf der Spur“ im Kapitel Biber kombiniert werden.

#### Fachlicher Hintergrund

Für Trittspurensuche ist die günstigste Zeit der Winter bei **Neuschnee**. Die Aktion sollte deshalb kurzfristig geplant werden. Meist sind Trittspuren zusammen mit anderen Spuren wie Losungen und Fraßspuren an Pflanzen (insbesondere bei den Pflanzenfressern Reh und Hase) verbunden. Die häufigste Huftiersspur im Freien stammt vom Reh, die häufigsten Pfotenspuren von Hund und Katze (in und um Siedlungen, an Wegen) sowie Fuchs, Hase oder Kaninchen und Eichhörnchen. Kleinere Spuren von Mäusen und Singvögeln fallen erst bei genauerer Suche an oder um Gehölze auf.

Spuren lassen Zusammenhänge mit der Raumnutzung und den Nahrungsquellen der Tiere erkennen. Da **sonnseitige, wärmebegünstigte Stellen** eher schneefrei werden, konzentrieren sich häufig viele Spuren in diesen nahrungsreicheren Bereichen. Alle Pflanzenfresser nutzen bei geschlossener Schneedecke auch Knospen und Triebe von Gehölzen. Ihre Spur folgt diesen Nahrungsquellen. Sie bevorzugen deckungsreiches Gelände, deren Spuren können aber durchaus bei der Suche nach neuen Nahrungsplätzen im Offenland angetroffen werden. Nur im näheren Umfeld größerer Gehölze finden sich Eichhörnchenspuren (Suche nach im Boden versteckten Nüssen als Winternahrung). Mäusespuren mit ihrem typischen Schleifschwanz-Abdruck sind vor allem in guter Deckung an oder um Gehölze zu entdecken. Sie enden in der Regel an einem Mäuseloch.

#### Durchführung

- **Vorexkursion** durchführen, um sonnseitige Saumstrukturen an Waldrändern und Hecken zu erkunden.
- Inhaltliche Einführung für Schüler: Was ist eine Spur? Welche Arten von Spuren gibt es (zum Beispiel Fraßspuren, Fußabdrücke, Kot, Wohnbauten)?
- Günstiger Zeitpunkt ist eine Nacht zwischen Schneefall und der Spurenaktion.
- Spuren vorher anhand der Anlagen A 1\_1 und A 1\_2 Bestimmungsblätter **Häufige Tierspuren im Schnee** erklären.

#### Jahreszeit:



#### Schulstufe:



#### Umsetzung:



#### Ziele der Aktion

- Trittspuren entdecken und bestimmen
- Zusammenhänge zwischen Spuren, Lebensraumnutzung und Nahrungswahl erkennen

#### Materialien

- Anlage A 1\_1 Bestimmungsblatt **Häufige Tierspuren im Schnee: Trittsiegel** und Anlage A 1\_2 Bestimmungsblatt **Häufige Tierspuren im Schnee: Spurenbilder**
- Weißes Blatt Papier (DIN A4), Schreibbrett, Bleistift, Spitzer, Radiergummi
- Digitalkamera
- Angemessene Winterbekleidung



**Abb. 10:** Als Einstieg in eine Spurenaktion kann ein am Vortag im Schnee ausgelegter, halber Apfel dienen. Die Amselspur zeigt, dass dieser als Nahrungsquelle genutzt wurde.



- Mögliche Arbeitsaufträge für Schülergruppen:
  - Spurensuche im Gelände: Die Gruppe berichtet, wo sie eine Spur gefunden hat und welches Tier sie hinterlassen haben könnte.
  - Spur verfolgen: Rehspur, Hasenspur, Fuchsspur längere Strecke verfolgen und alle Beobachtungen aufzeichnen (Nahrung, Liegeplätze, Losung).
- Die verschiedenen Spuren werden auf Papier gezeichnet.
- Nach dieser Phase wird die Klasse aufgefordert, nur noch Spuren zu zeigen, die bisher nicht vorgestellt wurden. Interessante Spuren im Gelände werden anschließend mit der ganzen Gruppe aufgesucht.
- **Tipp:** Ein kurzer Wettlauf durch Tiefschnee verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Störung und Energieverbrauch.

Folgerung: Störung der Wildtiere im Winter vermeiden.

- Mögliche Nachbereitung: Spuren-Ausstellung mit Digitalfotos und Zeichnungen

### Beobachtungstipps

- Rehspur: Winternahrung (Knospen von Laubgehölzen, Knospen und weichere Triebe von Nadelgehölzen; Fegespuren von Rehböcken), Losung (schwarz, wie kleine Kaffeebohnen), Liegeplätze (wannenförmig)
- Hasenspur: Winternahrung (Altgras, Knospen von Gehölzen, Nagespuren an Laubgehölz-Rinde an untersten, bodennahen Zweigen und Ästen), Liegeplätze (wannenförmig, etwas kleiner als beim Reh), Losung (rundlich, faserreich)
- Eichhörnchen: Spuren beginnen und enden an Bäumen, Wühlspuren (Suche nach versteckten Nüssen), Nussschalen (typischen Nagespuren an der Spitze des spitzen Nussendes), angenagte Fichtenzapfen und abgenagte, kleine Fichtentriebe (oft in größeren Mengen)
- Fuchsspur: Oft mit Mäusespuren und Kleinnagerspuren (Hase, Kaninchen) zusammen. Mit etwas Ausdauer ist auch der Fuchsbau zu entdecken (Spur 0,5–1 km weit verfolgen).

**TIPP:** Das längere Verfolgen einer Fährte am besten gemeinsam durchführen, da sich sonst die Schüler im Eifer zu weit entfernen könnten. Erfahrungsgemäß möchten sie bereits während der Suche der Lehrkraft ihre Funde zeigen.



Abb. 11: Losung des Feldhasen





## Teil II: Fraßspuren unter Baumrinde

Allgegenwärtig und überall zu entdecken sind geheimnisvolle Spuren, die sich hinter Baumrinde verbergen. Diese Tierspuren mit ihren oft filigranen Mustern haben erstaunlich kleine Verursacher: die Borkenkäfer. Trotz ihrer geringen Größe machen sie doch den größten Bäumen zu schaffen. Am bekanntesten ist der Buchdrucker, der als nur 5 mm kleiner Käfer zu rasanter Vermehrung fähig ist.

### Ziel der Aktionen

- Borkenkäfer und ihre Rolle in Waldökosystemen kennenlernen



Abb. 12: Brutbild eines rindenbrütenden Borkenkäfers (Buchdrucker an Fichte)



Abb. 13: Brutbild eines holzbrütenden Borkenkäfers (Laubnutzholzborkenkäfer an Buche)

### II.1 Fachliche Informationen zu Fraßspuren unter Baumrinde

Bäume sind für eine Vielzahl von Insektenarten Lebensraum und Nahrungsquelle. Aus der Ordnung der Käfer haben insbesondere Pracht-, Bock- und Borkenkäfer die Bast- beziehungsweise den Holzkörper von Bäumen für sich als Lebensraum erschlossen.

Ihre Fraßaktivität hinterlässt charakteristische Spuren an Rinde und Holzkörper. Borkenkäfer haben gegenüber den ästhetisch attraktiveren Pracht- und Bockkäfern den Vorteil, dass sie allgegenwärtig und auch für Laien einfach zu finden sind. Ihre Spuren sind so eindeutig zu erkennen, dass eine Zuordnung eines vorgefundenen Fraßbildes zur jeweiligen Borkenkäferart möglich ist. Das folgende Kapitel bleibt aus diesem Grund auf diese Gruppe begrenzt.

#### Borkenkäfer

Die Familie der Borkenkäfer wird in die drei Unterfamilien Splintkäfer (*Scolytidae*), Bastkäfer (*Hylesininae*) und Borkenkäfer im engeren Sinne

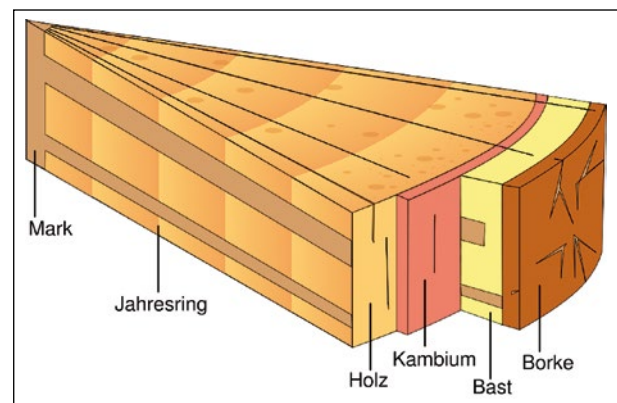


Abb. 14: Querschnitt durch einen fünfjährigen Kiefernstamm



(*Ipinae*) unterteilt. In Mitteleuropa gibt es etwa 120 verschiedene Borkenkäferarten. Sie sind 1 bis 10 mm groß, haben einen walzenförmigen Körperbau und sind hellbraun bis braunschwarz gefärbt. Sie sind typische Bewohner von Holzgewächsen und an jeder mitteleuropäischen Baumart kommen Borkenkäfer vor. Im Gegensatz zu anderen Insektenarten verbringen bei den Borkenkäfern auch die ausgewachsenen Tiere den Großteil ihres Lebens im Inneren ihrer Fraß- beziehungsweise Brutpflanze, da sie zur Eiablage spezielle Brutsysteme anlegen. Dies macht sie für Beobachtungen besonders interessant.

### **Rindenbrütende Borkenkäfer**

Rindenbrütende Borkenkäferarten leben in der Grenzschicht zwischen Bast und Splintholz, ohne tief in den Holzkörper vorzudringen. Sie ernähren sich direkt von den nährstoffreichen Zellen des Kambiums und des Leitungsbastes. Ihre Brutsysteme sind auf die Grenzschicht zwischen Rinde und Holz beschränkt. Bei Rindenbrütern kann man grundsätzlich zwischen Arten an Nadelbäumen und solchen an Laubbäumen unterscheiden. Bei den Holzbrütern ist diese Untergliederung nicht so eindeutig möglich. Zur Unterscheidung der beiden Ernährungstypen kann auch die Farbe des ausgeworfenen Bohrmehls dienen. Rindenbrütende Arten werfen ausschließlich **braunes Bohrmehl** aus, Holzbrütende Arten in der ersten Befallsphase braunes und nachfolgend ausschließlich **weißes Bohrmehl**.

Die meisten Rindenbrüter sind auf geschwächte Bäume angewiesen (Sekundärbesiedler). Es gibt allerdings auch Arten, die bei ausreichend hoher Populationsdichte vitale Bäume angreifen und erfolgreich besiedeln können. Diese Arten werden als **primäre Arten** (Primärbesiedler) bezeichnet und sind aus wirtschaftlicher Sicht die gefährlichsten Arten in Mitteleuropa.

### **Holzbrütende Borkenkäfer**

Holzbrütende Borkenkäferarten sind auf den Holzkörper als Lebensraum spezialisiert. Sie nutzen einen Nährpilz, den sie in ihre Brutsysteme einbringen und pflegen. Diese Nährpilze (Ambrosia-Arten) erschließen die Nahrungsquelle Holz. Der Pilz bildet an den Gangwänden der Brutsysteme regelrechte Pilzrasen, von denen sich die Borkenkäfer ernähren. In der Regel hat jede Holzbrütende Borkenkäferart ihre eigene Ambrosia-Art, mit der sie in einer engen Symbiose lebt. Borkenkäfer-Weibchen transportieren in speziellen Körperöffnungen den Pilz in ihre Brutsysteme und pflegen den Pilzrasen durch ständiges Abfressen. Im Gegenzug erhält der Borkenkäfer die notwendigen Nährstoffe für sich und seine Brut. Da das Holz lebender, vitaler Bäume in der Regel zu feucht für das Pilzwachstum ist, sind Holzbrüter auf geschwächte, absterbende oder bereits abgestorbene Bäume angewiesen. Der Befall durch diese Arten wird daher als **Sekundärbefall** bezeichnet.

### **Brutbilder rindenbrütender Borkenkäfer**

Die Brutbilder der Rindenbrüter sind sehr charakteristisch und von außen nur am Einbohrloch erkennbar. Im einfachsten Fall schließt sich an die Eingangsröhre eine platzförmige Erweiterung (Platzgänge) an. Diese Kammer wird dann von den Weibchen zur Eiablage genutzt und die Eier einzeln oder in Häufchen an den Kammerwänden abgelegt. Je nach Form der Eiablage fressen die Larven dann einzelne, voneinander getrennte **Larvengänge** oder fressen gemeinschaftlich in einem Familiengang. Bei anderen rindenbrütenden Arten findet die Eiablage in speziellen Muttergängen statt. Diese Muttergänge haben ihren Anfangspunkt an der Eingangsröhre und verlaufen in Faserrichtung des Stammes (**Längsgänge**) oder quer zur Faserrichtung (**Quergänge**). Begattet ein



Männchen nur ein Weibchen (monogam), so hat das Brutbild nur einen oder zwei Muttergänge. Begattet ein Männchen mehrere Weibchen, so hat das Brutbild zwei oder mehr Muttergänge, die ihren Anfangspunkt in einer gemeinsamen Kammer haben. Diese Kammer wird als **Rammelkammer** bezeichnet, vom Männchen angelegt und zur Paarung mit den verschiedenen Weibchen genutzt.

Die Larvengänge verlaufen zunächst senkrecht zum jeweiligen Muttergang. Bei Längsgängen also quer zur Faserrichtung, bei Quergängen in Faserrichtung. Die Larvengänge werden mit zunehmender Größe der Larven breiter und sind mit dem Kot der Larven gefüllt. Sie enden in der sogenannten **Puppenwiege**, in der sich die Larve über das Puppenstadium in den Jungkäfer verwandelt. Die Puppenwiege liegt häufig nicht in derselben Ebene wie der Larvengang. Nach Abschluss der Entwicklung verlassen die Jungkäfer die Brutsysteme über eigene Ausfluglöcher. Zur ausreichenden Sauerstoffversorgung legen die Weibchen zusätzliche Luftlöcher an. Hinzu kommen die Ausfluglöcher der Jungkäfer auf der Rindenoberfläche.

#### Entwicklung und Generationswechsel

Borkenkäfer gehören wie alle Käferarten zu den Insekten mit vollständiger Verwandlung (Metamorphose). Aus den Eiern entwickeln sich Larven, die sich nach mehreren Larvenstadien verpuppen und schließlich zum ausgewachsenen Käfer werden. Je nach Art können Borkenkäfer innerhalb eines Jahres eine, zwei oder mehrere Generationen durchlaufen. Die Entwicklungsdauer hängt vom Witterungsverlauf und den Temperaturverhältnissen ab. In trocken-warmen Jahren ist sie am höchsten. Legen die Elterntiere nach Abschluss einer Eiablage eine weitere Brut an, so bezeichnet man diese als Geschwisterbrut. Borkenkäferarten, die mehrere Generationen durchlaufen und Geschwisterbruten anlegen, können innerhalb eines Jahres ihre Populationsdichte dramatisch erhöhen. In günstigen Jahren treten aus diesem Grund **Massenvermehrungen** auf.

#### Ökologische Bedeutung der Borkenkäfer

Borkenkäfer sind essenzielle Bestandteile der natürlichen Wald-ökosysteme. Ihre ökologische Bedeutung liegt in der Einleitung der Holzersetzung, gleichzeitig sind sie Nahrungsquelle für viele andere Tiere. Als **Erstbesiedler** gehören Borkenkäfer zu den Organismen, die absterbende beziehungsweise frisch abgestorbene Bäume als Nahrungsquelle nutzen. Sie eröffnen über ihre Brutsysteme nachfolgenden Arten der Zersetzerkette die Besiedlung der abgestorbenen Bäume. Die Brutsysteme der holzbrütenden Arten stellen mit einer Tiefe von etwa 10 cm für holzersetzende Pilze direkte Eintrittspforten in den Holzkörper dar. Ohne den Befall durch Borkenkäfer verläuft das erste Zersetzungsstadium der Bäume deutlich langsamer.



Abb. 15: Einbohrlöcher des Buchdruckers auf Fichtenrinde



Abb. 16: Holzbrütender Borkenkäfer (Laubnutzholzborkenkäfer) an einem Einbohrloch



Massenvermehrungen von Borkenkäferarten, die zum Befall gesunder Bäume (Primärbefall) befähigt sind, können zu großflächiger Waldzerstörung führen. In natürlichen Waldökosystemen setzt nach solchen Ereignissen die Wiederbesiedlung der Waldflächen durch Pionierbaumarten, wie zum Beispiel Birke und Kiefer, ein.

Die Gegenspieler der Borkenkäfer lassen sich in drei übergeordnete Gruppen einteilen: Krankheitserreger, Fressfeinde (Singvögel, Käfer-, Fliegenarten und andere) und Parasitoide (Parasiten, die ihren Wirt letztlich töten). Insgesamt ist die Bedeutung der natürlichen Gegenspieler allerdings begrenzt. Ihre Populationsdynamik kann Massenvermehrungen nicht verhindern und nicht beenden.

Die moderne Forstwirtschaft bekämpft Massenvermehrungen der Borkenkäfer, um eine großflächige Waldzerstörung zu verhindern und damit die vielfältigen Funktionen des Waldes für die Bevölkerung zu schützen. Bäume, aus denen die Brut bereits ausgeflogen ist und die damit kein Risiko darstellen, können zur Förderung ihrer zahlreichen Gegenspieler (unter anderem Spechte) auch im Wald belassen werden.

### **Naturnaher Waldbau und Borkenkäfervermehrung**

Waldbaulich kann das Risiko der Massenvermehrung von Borkenkäfern nachhaltig gesenkt werden. Ein moderner Waldbau hat aus diesem Grund unter anderem folgende Ziele:

- Aufbau vielfältiger, artenreicher Wälder durch laubbaumreiche Mischwälder
- Standortgerechte Baumartenwahl
- Förderung der natürlichen Verjüngung der Wälder
- Vermeidung von Kahlschlägen und Verbesserung des Waldgefüges
- Ökologisch richtige Waldrandgestaltung und -pflege
- Integrierter Waldschutz

Standortgerechte, arten- und strukturreiche Wälder erhalten die natürlichen Nährstoffkreisläufe der Waldökosysteme. Sie sind mit ihrer floristischen und faunistischen Vielfalt stabiler, unter anderem auch gegenüber Borkenkäferkalamitäten.

### **Literatur**

WERMELINGER, B., FORSTER, B. & GODET, J. D. (2007):  
**Borkenkäfer. Alle forstlich wichtigen Rinden- und Holzbrüter.** Ulmer Verlag, Stuttgart  
*Hervorragend bebildertes Buch für diejenigen, die tiefer in die Borkenkäferkunde einsteigen möchten. Die 17 wichtigsten Borkenkäfer werden vorgestellt.*

AID (Hrsg.):  
**Borkenkäfer an Nadelbäumen überwachen und bekämpfen.** Heft 1015/2008.  
*Merkblatt des Agrar-Informationsdienstes (AID) zur Biologie der wichtigsten Borkenkäferarten mit guten Skizzen zur Brutbilderkennung. Sehr günstiger Preis.*

### **Ansprechpartner**

Kontaktaufnahme und Beratung über die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der jeweiligen Landkreise. Nehmen sie jeweils Kontakt mit dem betreffenden Ansprechpartner für Umweltbildung auf. Diese geben gerne Auskunft und sind gegebenenfalls bereit, direkt an einer Aktion mitzuwirken. Adressen des für Sie zuständigen AELF über die Homepage [www.stmelf.bayern.de/ministerium/004545/](http://www.stmelf.bayern.de/ministerium/004545/).



### Aktion 2

## Fraßspuren unter Rinde

### Fachlicher Hintergrund

An der Fichte, der mit einem Flächenanteil am Gesamtwald von zirka 44% wichtigsten Hauptbaumart in Bayern, kommen mehrere rinden- und holzbrütende Borkenkäferarten vor. Die zwei wichtigsten Arten sind der Buchdrucker (*Ips typographus*) und der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*). Beide Arten sind Rindenbrüter und können gleichzeitig am selben Baum auftreten. Interessant ist die Einnischung der beiden Arten über die Rindendicke: Der mit einer Länge von 4,2–5,5 mm deutlich größere Buchdrucker besiedelt die dickrindigen Stammbereiche, der kleinere Kupferstecher (1,8–2 mm Körperlänge) die dünnrindigen Stammbereiche der Krone, Äste und jüngere Bäume.

Der Buchdrucker kann ausgedehnte Massenvermehrungen durchlaufen und ist zum Primärbefall befähigt. Er kann innerhalb eines Jahres bis zu drei Generationen und Geschwisterbruten bilden. Die aktuelle, großflächige Waldzerstörung, unter anderem im Nationalpark Bayerischer Wald, wird durch eine Massenvermehrung dieser Art verursacht, die sich nach den Sturmschäden 1990 entwickelte und bisher nicht zusammengebrochen ist.

### Durchführung

- Kontakt mit dem für Umweltbildung zuständigen Ansprechpartner der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Adressliste in Anhang F am Ende des Gesamtwerks)
- Vorexkursion zur Flächenauswahl und Suche geeigneter Fichten und Eschenbäume.
- Optimal sind die Sommermonate für das Auffinden lebender Larven und Käfer, die Fraßbilder sind ganzjährig auffindbar.
- Aufgaben für Schüler:
  - Zum Einstieg raten lassen: Wie groß ist ein Borkenkäfer?
  - Bohrmehlauswurf des Buchdruckers am Fuß eines Fichtenstammes suchen und den Fund beschreiben.
  - Bei Fichtenstümpfen oder gefällten Fichten die Rinde abheben und suche nach Fraßgängen an der Rindeninnenseite suchen.
  - Das Fraßbild zeichnen und mit dem Namen des Borkenkäfers beschriften.
  - Rinde gegen hellen Hintergrund (Himmel) halten und Bohrlöcher auf einer vorher bestimmten Fläche zählen.
  - Brutsystem, häufig mit den verschiedenen Entwicklungsstadien nebeneinander (Käfer, Larven, Eier), mit einer Lupe beobachten.

### Jahreszeit:



### Schulstufe:



### Umsetzung:



### Ziele der Aktion

- Fraßspuren unter der Rinde entdecken und zuordnen
- Borkenkäfer und deren Brutsysteme kennenlernen und erkennen
- Entwicklung eines Insekts vom Ei bis zum Käfer nachvollziehen
- Ökologische Rolle des Borkenkäfers im Waldökosystem und seine Bedeutung für den Waldbau einordnen

### Materialien

- Anlagen A 2\_1 bis A 2\_2 **Buchdrucker, Kupferstecher und Eschenbastkäfer**
- Lupe
- Maßband (Geodreieck)
- Weißes Blatt Papier (DIN A4), Schreibbrett, Bleistift, Spitzer, Radiergummi
- Eventuell Digitalkamera



- Einbohrlöcher, Rammelkammer, Muttergänge und Larvengänge identifizieren.
- Vogelarten beobachten, die einen Käferbaum besuchen.
- In einer Folgestunde im Klassenzimmer Plakate erstellen und eine Ausstellung gestalten.



**Abb. 17: Buchdrucker:** Brutbild mit zentralem Muttergang und seitlichen Larvengängen. Erwachsene Käfer sind dunkel-schwarz-braun gefärbt und erreichen eine Länge von 4–5,5 mm.



**Abb. 18: Kupferstecher:** Brutbild mit 3–6 sternförmigen Gängen, die radspeichenartig von der Rammelkammer ausgehen. Länge bis 6 cm. Die Larvengänge gehen, oft unregelmäßig, beidseitig von den Muttergängen aus. Die erwachsenen Käfer des Kupferstechers sind schwarz, nur 1,5–3 mm lang, ihre Flügeldecken glänzend rotbraun gefärbt.



**Abb. 19: Bunter Eschenbastkäfer:** Muttergang (zweiarmiger Quergang) des Kleinen bunten Eschenbastkäfers, tief eingeschnitten in den Splint des befallenen Eschenastes



## Borkenkäfer im Waldökosystem

### Fachlicher Hintergrund

Massenvermehrungen des Buchdruckers werden in der Diskussion zwischen Vertretern des Naturschutzes und der Forstwirtschaft von Seiten des Naturschutzes häufig als natürlicher Prozess betrachtet, der ungestört ablaufen sollte. Gerade im Hinblick auf nicht authochtone Fichtenbestände, wie sie in Deutschland aus der Nutzungsgeschichte des Waldes typisch sind, ist das Argument eines natürlichen Prozesses in einem „unnatürlichen“ Wald möglicherweise kritisch zu betrachten. Auch im Hinblick auf die Auswirkungen des anthropogen verursachten Klimawandels stellt sich die Frage, inwieweit Massenvermehrungen noch natürliche Prozesse sind. Die Folgen ungestörter Massenvermehrungen auf den Wald und seine Funktionen bieten eine Vielzahl an Fragestellungen, die sich im Rahmen der Oberstufe bearbeiten lassen.

### Anregungen zu wissenschaftlichen Arbeitsthemen in der Oberstufe

#### Themenvorschläge

- 1) Ermittlung der Auswirkungen einer Borkenkäfermassenvermehrung auf die Waldfunktionen
- 2) Auswirkungen von Borkenkäfermassenvermehrungen in Nationalparks (zum Beispiel Harz, Bayerischer Wald) auf die Schutzziele
- 3) Borkenkäfermanagement in Bayern und Möglichkeiten der Umsetzung im Untersuchungsgebiet
- 4) Ermittlung eines Meinungsbildes zum Thema Borkenkäfer im Untersuchungsgebiet nach unterschiedlichem Betroffenheitsgrad der gesellschaftlichen Gruppen
- 5) Zusammenfassende Analyse der örtlichen Situation und Abwägung der verschiedenen Interessenslagen im Untersuchungsgebiet
- 6) Recherche zur Borkenkäferproblematik in anderen Ländern der EU und Nordamerika sowie Analyse der Unterschiede zu Bayern
- 7) Literaturrecherche: Borkenkäfermassenvermehrung in ausgewählten Gebieten Bayerns im Hinblick auf die Veränderung der Argumentationslinie in der Zeit und ihre Auswirkungen auf politische Entscheidungen

#### Jahreszeit:



#### Schulstufe:



#### Umsetzung:



#### Ziele der Aktion

- Ökologische Rolle des Borkenkäfers im Waldökosystem einordnen
- Ermittlung des Schadausmaßes durch Borkenkäfer sowie des Konfliktpotenzials in einem definierten Waldgebiet und Abschätzung der Gefährdung der verschiedenen Waldfunktionen
- Handlungsbedarf und Lösungsmöglichkeiten für auftretende Probleme erarbeiten, bewerten und adressatengerecht kommunizieren
- Persönlichen Standpunkt zum Borkenkäfer als konfliktträchtige Tierart entwickeln







## Teil III: Fraßspuren an Haselnüssen

### III.1 Fachliche Informationen zu Fraßspuren an Haselnüssen

Schalenreste von Haselnüssen sind eine häufige und auch im Siedlungsbereich immer zu findende Fraßspur. Interessant sind die unterschiedlichen Strategien der Nussfresser, die harte Nussschale zu öffnen. **Eichhörnchen** nagen mit den Unterkiefern einen kleinen Spalt in die Spitze der Nüsse, in den die unteren Schneidezähne gesteckt werden. Die Nuss wird dann mit den meißelartigen Zähnen in zwei Hälften geknackt. Sie nutzen dabei die hebelartige Wirkung der beiden Kieferhälften.

Die weniger kräftigen **Mäuse** müssen dagegen die Schalen mühsam aufnagen. An den unterschiedlichen Nagespuren lassen sich Echte Mäuse (= Langschwanzmäuse wie zum Beispiel Wald- und Gelbhalsmaus) von den Wühlmäusen (= Kurzschwanzmäuse; vor allem Rötelmäuse) unterscheiden. Die **Langschwanzmäuse** mit ihren längeren Beinen fixieren die Nuss weit vom Körper weg. Mit den unteren Schneidezähnen benagen sie von **innen nach außen**, sodass die Außenseite der Nuss ringsherum feine Nagespuren der Oberzähne aufweisen. Mit ihren kurzen Vorderbeinen halten die **Wühlmäuse** die Nüsse dicht am Körper. Sie benagen mit den unteren Schneidezähnen von **außen nach innen**, sodass die Außenseiten keinerlei Nagespuren aufweisen.

**Spechte** und **Häher** sprengen mit gezielten Schnabelhieben die Schale. Dazu suchen sie günstige Stellen in der Baumrinne oder in Astgabeln zum Einklemmen der Nüsse. Unter derartigen sogenannten „Spechtschmieden“ finden sich oft größere Ansammlungen von Nussschalenresten an der Baumbasis.

Je mehr Haselnusssträucher vorhanden sind, umso häufiger sind Spuren der verschiedenen Nussfresser zu finden. Die Nahrungsbasis Haselnüsse entscheidet damit auch über die Qualität von Lebensräumen ihrer Nutzer. Je besser die Nahrungsbasis, umso besser kommen Eichhörnchen, Mäuse, Spechte und Häher über den Winter. Im Nahrungsnetz profitieren damit auch die Fleischfresser, Eulen und Greifvögel – allerdings indirekt – von den Haselnüssen.



Abb. 20: Eichhörnchen beim Öffnen einer Haselnuss



Abb. 21: Von einem Specht (links) und einem jungen Eichhörnchen (rechts) geöffnete Haselnüsse





## Aktion 4

### Fraßspuren an Haselnüssen

#### Durchführung

- Vorexkursion zur Flächenauswahl.
- Optimale Zeiten für die Aktion sind der Herbst bis zum Schneefall und das zeitige Frühjahr nach dem Abtauen der Schneedecke. Alternativ können die Schüler beauftragt werden, im häuslichen Umfeld nach Nuss Spuren zu suchen und Nüsse mitzubringen.
- In Zusammenhang mit der Winterfütterung können Haselnüsse auch gezielt in einer Schale ausgelegt und Nüsse mit Fraßspuren wieder eingesammelt werden.
- Anhand der Anlage A 4\_1 **Fraßspuren an Haselnüssen** die wichtigsten Fraßspuren im Unterricht besprechen.

#### Jahreszeit:



#### Schulstufe:



#### Umsetzung:



#### Ziele der Aktion

- Fraßspuren an Haselnüssen entdecken und zuordnen
- Zusammenhänge zwischen der Nahrungsquelle Haselnüsse und Lebensraumqualität für Tiere erkennen

#### Materialien

- Anlage A 4\_1 „**Fraßspuren an Haselnüssen**“
- Lupe
- Eichhörnchen-/Mäuseschädel (falls vorhanden) zum Zeigen der Nagezähne





## Teil IV: Gewölle

Besonders spannend ist für die Schüler die Untersuchung von Gewöllern unserer Eulen. Man ahnt zunächst nicht, was sich hinter einer filzigen Masse aus Härchen und ein paar hervorschauenden Knochen verbirgt. Das Geheimnis zu lüften und die Opfer von Eulen zu identifizieren ist die Motivation bei der folgenden Aktion.

### IV.1 Fachlicher Hintergrund: Was sind Gewölle?

Haare, Federn, Knochen, Zähne, Schnäbel, Krallen und das Chitin der Insekten sind für Eulen unverdauliche Bestandteile ihrer Nahrung. Sie werden in ihrem Magen zusammengepresst, zu Ballen geformt und durch den Schnabel wieder hervorgewürgt. Daher rührt auch der Name „Speiballen“.

**Speiballen** werden von vielen Vögeln abgegeben, wobei diese nicht immer Gewölle sind. So bestehen die Speiballen von Eisevögeln aus Fischgräten, von Neuntöttern aus Chitinpanzern von Insekten. Gewölle werden als Speiballen von säugetier-(Haare) und vogelfressenden Vögeln definiert. Sie stammen von Eulen und Greifvögeln, aber auch von Störchen, Reiher und Rabenvögeln.

Besonders deutlich sind die Unterschiede zwischen Eulen- und Greifvogelgewöllern: In **Greifvogelgewöllern** können Knochen völlig fehlen oder nur als Teilstücke auftauchen.

Bei den Eulen treten aufgrund der weniger aggressiven Verdauungssäfte auch die kleinsten Knochen (zum Beispiel Wirbel der Wirbelsäule) in den Gewöllern wieder aus. Damit ist es theoretisch möglich, ein ganzes Skelett über die Gewölleanalyse wieder zusammensetzen. **Eulengewölle** sind aus diesem Grund für Gewölleaktionen **am besten geeignet**.

Fundorte von Eulengewöllern hängen von den bevorzugten Sitzwarten und Aufenthaltsorten dieser Vögel ab. So sind Schleiereulen-Gewölle in und um ihre Brutstätte in Gebäuden (vor allem Dachböden von Bauernhöfen und Scheunen, Kirchtürmen, Burgen) zu finden. Gewölle von Waldkauz und Waldohreule finden sich unter den als Tageseinstand genutzten Waldbäumen, bevorzugt in dichten und dunkel erscheinenden Nadelholzbeständen oder am Waldrand. Neben vereinzelt liegenden Gewöllern können sich hier auch größere Mengen ansammeln.

Waldohreulen bilden im Winter teilweise Schlafgemeinschaften. Dabei werden dichte Nadelbäume bevorzugt. Die Sammel-Schlafplätze, die sich auch mitten in einem Dorf oder einem Garten befinden können, werden manchmal über viele Jahre beibehalten. Hier ist die Suche nach Gewöllern besonders ergiebig, da sich dort im Mittel zwischen 20 und 40 Eulen (im Extremfall sogar bis 200!) einfinden. Erfolgversprechend ist auch die Suche unter Nestern von Waldohreulen und in deren näheren Umgebung, da die Jungen sehr frühzeitig das Nest verlassen.



**Abb. 22:** Diese Schleiereule hat eine Wühlmaus erbeutet. Die Reste ihrer Mahlzeit würgt sie später zusammen mit deren Knochenteilen und anderen unverdaulichen Resten als Gewölle wieder hervor.

#### Ziele der Aktion

- Gewölle als Spuren von Eulen und Greifvögeln kennenlernen
- Zusammenhänge zwischen Beutespektrum und Qualität von Lebensräumen erkennen



## Literatur

WANDKE, B. & MÜLLER, O (2002):

**Wirbeltiere in Gewöllen der Schleiereule.** Bestimmungsschlüssel zur Gewölleuntersuchung. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung.

*Der Bestimmungsschlüssel zur Untersuchung von Schleiereulengewölle erfordert genaues Bestimmen und ist nur ab Sekundarstufe I zu empfehlen.*

MÄRZ, R., (2011):

**Gewöll- und Rupfungskunde.** 1. Auflage. AULA-Verlag.

*Neben einem Bestimmungsschlüssel zu den Kopfskeletten von Nagern und Vögeln werden auch Bestimmungsmerkmale von Reptilien und Fischen aufgeführt. Der größte Teil ist allerdings der Federkunde gewidmet.*

## Internetadresse

[www.eulenmanie.de/kategorie/eulen/](http://www.eulenmanie.de/kategorie/eulen/)

*Informationen rund um Eulen. Gute Abbildungen von Eulengewöllen.*

## Ansprechpartner

Hinweise zu Vorkommen von Schleiereulen sowie anderer Eulenarten bekommt man am besten über örtliche Vogelkenner. Kontakt über die Geschäftstellen des Landesbundes für Vogelschutz [www.lbv.de/lbv-vor-ort/](http://www.lbv.de/lbv-vor-ort/)

## IV.2 Hinweise zum Umgang mit Gewöllen

Beim Umgang mit Gewöllen ist dem Risiko der Kontamination mit Hantaviren Rechnung zu tragen. Auch wenn das Infektionsrisiko im Hinblick auf die Magensäuren der Eulen gering ist, sollten die folgenden Hinweise bei der Vorbereitung **durch die Lehrkraft** strikt beachtet werden:

- Aufsammeln der Gewölle mit (Einmal-) **Handschuhen** in einen verschließbaren Plastikbeutel. Direkten Kontakt vermeiden.
- Gewölle zum Abtöten gegebenenfalls vorhandener Insektenlarven kurz einfrieren.
- Frische und durchnässte Gewölle trocknen und **14 Tage** bei Raumtemperatur lagern. Um die Zeit zu verkürzen, können die Gewölle auch im Backofen (gegebenenfalls Trockenschrank) bei **150–200°C kurzzeitig erhitzt werden**. Danach besteht kein Infektionsrisiko mehr (BOSCH, S. (2008) Vogelwarte 46: 55–58).



**Abb. 23:** Mit den ersten freigelegten Schädeln steigt die Spannung bei der Gewölleuntersuchung.

## Aktion 5

### Gewölleuntersuchung

#### Fachlicher Hintergrund

Eulen verschlingen ihre Beutetiere „mit Haut und Haaren“ und würgen die unverdaulichen Reste wieder aus. Die Gewölle vieler Vögel wie Storch, Fischreiher, Möwen, Krähen und kleinerer Singvögel enthalten kaum Wollhaare, zerfallen sehr leicht und sind für die Spurensuche wenig geeignet.

Bei den Eulen werden die Beutetierknochen während der Verdauung nicht zerstört. Sogar feine Knöchelchen findet man unbeschädigt wieder. Anhand der Überreste kann man die einzelnen Beutetiere bestimmen. Wichtigstes Beweisstück ist dabei der Schädel. Damit kann man herausfinden, ob es sich bei der Beute um eine echte Maus (Langschwanzmäuse, zum Beispiel Waldmaus, Gelbhalsmaus), eine Wühlmaus (zum Beispiel Feldmaus), eine Spitzmaus oder um einen Singvogel handelt.

#### Durchführung

- Kontakt mit Vogelexperten aufnehmen  
[www.lbv.de/lbv-vor-ort/](http://www.lbv.de/lbv-vor-ort/)
- Zuordnung der Gewölle mit Hilfe des Bestimmungsblattes A 5\_1
- Behandlung der Gewölle (siehe Sicherheitshinweise unter Punkt IV.2)
- Gewölle mehrere Minuten in warmem Wasser einweichen und dann mit Pinzette und Präpariernadel Knochen vorsichtig freilegen
- Gewölle mit Hilfe von Pinzette und Präpariernadel zerzupfen
- Gefundenen Knochen mit Hilfe des Bestimmungsblattes A 5\_2 zuordnen

#### Jahreszeit:



#### Schulstufe:



#### Umsetzung:



#### Ziele der Aktion

- Gewölle als Spuren von Eulen erkennen
- Beutetiere von Eulen durch Zerlegen von Gewöllern bestimmen
- Zusammenhänge zwischen Gewölle und Nahrungsspektrum erkennen

#### Materialien

- Eulengewölle (am besten Schleiereule)
- Pinzetten, Präpariernadel, Glas- oder Plastikschälchen
- Anlage A 5\_1 **Bestimmung von Gewöllern** und A 5\_2 **Bestimmung der Knochenteile in Gewöllern**
- Karton (für dunklen Hintergrund) und Leim (Heißklebepistole)



**Abb. 24:** Eine Ausstellung der Knochenteile und Skelette kann das Ergebnis einer erfolgreichen „Knochenarbeit“ sein.

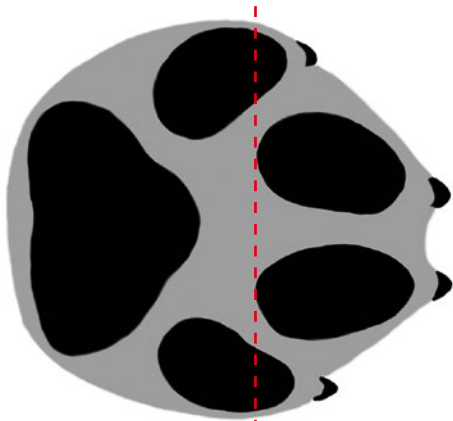


- Kurzprotokoll zu jedem Gewölle erstellen (erstaunliche Ergebnisse von bis zu neun Kopfskeletten sind möglich)
- Berechnung des Skelettanteils der verschiedenen Tiergruppen
- Knochen auf einem Karton möglichst zu vollständigem Skelett zusammenkleben (siehe Anlage A 5\_2 Rückseite)
- Ausstellung der auf Karton aufgeklebten Gewölle eventuell mit präparierter Schleihereule in Vitrine





# Häufige Tierspuren im Schnee: Trittsiegel und Spurbilder I



## Hund

zirka 6 cm (sehr variabel, je nach Rasse)

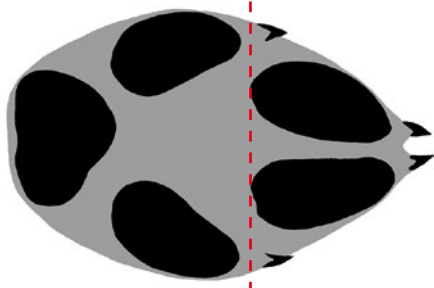


## Vögel

von zirka 3 cm bis mehrfach größer, je nach Vogelart



Vögel



## Fuchs

zirka 5 cm



Fuchs (schnürend)



Fuchs (mäßig flüchtend)



## Hauskatze

zirka 3 cm

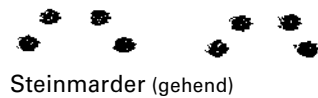


Hauskatze (trabend)



## Steinmarder

zirka 3,5 cm



Steinmarder (gehend)



Steinmarder (Paarschritt)

cm

5

0



## Erläuterungen zu den Abbildungen Trittsiegel

### Hund

Immer deutliche **KralLENabdrücke**. Die mittleren Zehenballen zu  $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$  **zwischen** den äußeren Zehenballen, dadurch **schmäler** Zwischenraum. Länge je nach Rasse 2,5–12 cm .

### Fuchs

Unterschied zur Hundespur: Abdrücke der Mittelzehenballen **ganz vor** denen der äußeren Zehenballen, dadurch **großer** Zwischenraum. Länge 5 cm, Breite 3–4 cm.

### Hauskatze

KralLENabdrücke **fehlen**. Außer dem Fußballen sind nur 4 Zehenballen abgedrückt. Länge zirka 3 cm.

### Marder

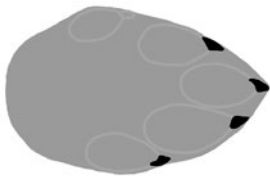
Abdrücke der **fünften (= innersten) Zehe kleiner** Länge 3,5 (Vorderfuß)–4 cm (Hinterfuß). Breite zirka 3 cm. Meist **Paarritte**, gelegentlich Dreiritte.

### Vögel

Abdruck der **vier Zehen** um die Basis des langen Laufs. Fußgröße sehr variabel: Von 3 cm (Kleiner Singvogel) bis 7,5 cm (Jagdfasan) und größer (zum Beispiel Reiher). Bei Wasservögeln drückt sich die Schwimmhaut mit ab.

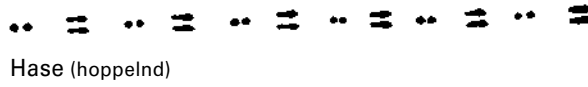


# Häufige Tierspuren im Schnee: Spurenbilder und Trittsiegel II

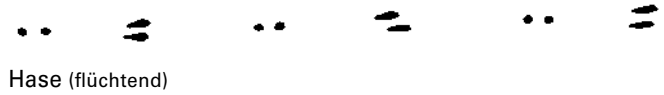


**Hase**

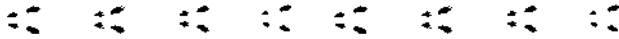
zirka 4 cm



Hase (hoppeind)



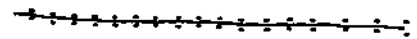
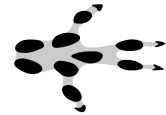
Hase (flüchtend)



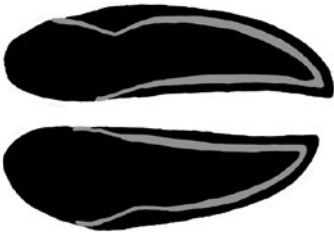
**Eichhörnchen**

**Maus**

(vergrößert)



Maus



**Reh**

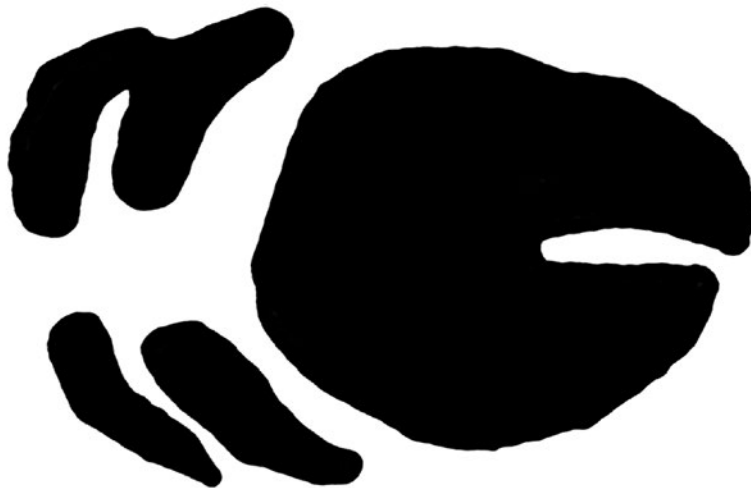
zirka 4,5 cm



Reh (ziehend)



Reh (flüchtend)

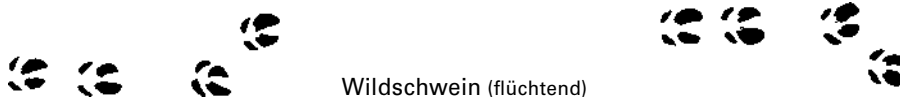


**Wildschwein**

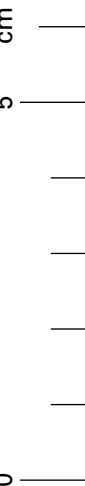
zirka 10 cm



Wildschwein (ziehend)



Wildschwein (flüchtend)





## Erläuterungen zu den Abbildungen Trittsiegel

<b>Hase</b> Charakteristisches <b>T-förmiges</b> Spurbild mit zwei größeren Abdrücken vorne (Hinterbeine) und zwei kleineren hinten (Vorderbeine).
<b>Eichhörnchen</b> Charakteristisches <b>V-förmiges</b> Spurbild mit zwei größeren Abdrücken vorne (Hinterbeine) und zwei kleineren hinten (Vorderbeine). Beim Sprung typischer <b>Viertritt</b> . Hinterfußlänge 3–5 cm. <b>Keine</b> Schleifspur des Schwanzes.
<b>Reh</b> Kleinstes Huftier mit 4–5 cm langem und 3 cm breitem Abdruck. Gelegentlich sind die sogenannte Afterklauen mit abgedrückt.
<b>Wildschwein</b> Abdruck etwa doppelt so groß wie beim Reh. Je nach Alter 9–12 cm lang. Stets sind die sogenannten <b>Afterklauen</b> seitlich der Spur mit abgedrückt.
<b>Mäuse</b> Vorderfüße mit <b>4 Zehen</b> , <b>Hinterfüße mit 5</b> . Oft <b>Schleifspur des Schwanzes</b> . Hinterfußlänge 1–3 cm.



## Borkenkäfer an Fichte: Buchdrucker

(*Ips typographus*)

- **Dickrindige** Stammbereiche. Im Frühjahr vor allem an liegendem Holz (Windwurf- und Schneebruch) oder Lagerhölzer.
- **Kennzeichen von Käferbefall:** Einbohrlöcher und den Auswurf braunen Bohrmehls an Rinde, Bohrmehl auch am Stammfuß und am Waldboden. **Abgeschlagene Rindenschuppen** („Spiegelschläge“ von Spechten und Kleibern auf der Suche nach Käfern).
- **Symptome am Baum:** Bei Frühjahrsbefall **Rötung der Krone** von unten herauf, begleitet von einem teilweise **massiven Nadelabfall** grüner und verbraunter Nadeln. Später im Jahr bleibt die Krone grün, der Stehendbefall der 2. (und 3.) Generation oft schwer erkennbar. Häufig wird dieser Befall erst erkannt, wenn die Spechte auf der Suche nach der Borkenkäferbrut die Rinde abschlagen.
- **Brutbild:** 1–3 armer Längsgang mit geräumiger Rammelkammer. Es erinnert an ein Y oder eine übergroße Stimmgabel. Zunächst bohrt sich das Männchen in die Rinde ein und legt die Rammelkammer an. 6–15 cm lange Muttergänge.
- **Käfer:** 4,2–5,5 mm groß und **dunkelbraun**. Charakteristisch sind an jedem Rand des Flügeldeckenabsturzes **4 Zähnnchen**. Die ausgewachsenen Tiere haben eine Lebensdauer von bis zu 20 Monaten.
- **Flugzeit:** beginnt Mitte April/Anfang Mai bei Schwellentemperatur von über 16,5 °C. Rindenbrüter mit pro Jahr bis zu drei Generationen und Geschwisterbruten und zu ausgedehnten Massenvermehrungen fähig.
- **Larven:** Schlüpfen nach 1,5–2 Wochen und fressen rechtwinklig zum Muttergang Larvengänge. Bei günstigen Bedingungen dauert die Larvalzeit 3–4 Wochen, ansonsten deutlich länger. Die Larvengänge erreichen eine Länge von 5–6 cm und verlaufen sich gegenseitig ausweichend. Mit zunehmender Larvengröße werden die Larvengänge breiter. Die Larvengänge enden in einer Puppenwiege, die in der Rinde verborgen ist. Die Puppenruhe dauert 1–2 Wochen.
- **Jungkäfer:** Zunächst hellbraun. Um geschlechtsreif zu werden, müssen sie einen Reifungsfraß durchführen. Dieser erfolgt im Bastbereich des Brutbaums oder in einem benachbarten Baum.



Einbohrlöcher des Buchdruckers



Brutsystem des Buchdruckers (hier zwei-armiger Längsgang) mit Larven am Ende der mit Kot gefüllten Larvengänge



Brutbild des Buchdruckers mit zwei Altkäfern in einem Muttergang



Jungkäfer des Buchdruckers



## Borkenkäfer an Fichte: Kupferstecher

(*Pityogenes chalcographus*)

- **Dünnrindige Stammteile** von Fichten nahezu jeden Alters. Baumkrone wird von oben her rot.
- **Käfer:** Körpergröße 1,8–2 mm. Auffällig rotbraun, kupferglänzende (Name!) Flügeldecken, am Rand des Flügeldeckenabsturzes mit jeweils **3 Zähnchen**
- **Flugzeit:** Beginnt im April. 2 (bis 3) Generationen und Geschwisterbruten innerhalb eines Jahres
- **Brutbild:** Rammelkammer, von der 3 bis 7 Muttergänge **sternförmig** abgehen. Die Muttergänge sind bis 6 cm lang, nur 1 mm breit und verlaufen eher bogig. Zahlreiche Larvengänge gehen mehr oder weniger senkrecht von den Muttergängen ab, sind 2 bis 4 cm lang und enden jeweils in einer in der Rinde verborgenen Puppenwiege.



Brutsysteme des Kupferstechers



Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*)



## Borkenkäfer an Esche: Kleiner bunter Eschenbastkäfer

(*Leperisinus varius*)

- **Rindenbrüter an Esche** (auch an Apfel, Birne, Robinie, Nussbaum, Haselnuss, Ahorn und Eiche). Bäume jeden Alters, bevorzugt aber **dünnrindige** Stammbereiche. Bei älteren Bäumen häufig in der Krone.
- **Käfer:** 2,5–3,5 mm langer Käfer mit auffällig gelbbraun geflecktem Halsschild und Flügeldecken (Name!).
- **Flugzeit:** März bis Mai ab 16 °C Lufttemperatur.  
1 Generation pro Jahr. Oft massenhafter Befall an einem Baum.
- **Brutbild:** Zweiarmiger Quergang (Klammergang) mit kurzer, mittlerer Eingangsröhre (erinnert an Kinderzeichnung fliegender Vögel oder liegende Klammer). Der Muttergang ist 6–10 cm lang, die von diesem rechtwinklig abgehenden Larvengänge sind dicht gedrängt, bis 4 cm lang, dicht mit Bohrmehl gefüllt und enden in einer im Splintholz liegenden Puppenwiege. Muttergang und Larvengänge schürfen den Splint tief und sind daher auf dem Holzkörper gut zu erkennen.



Kleiner bunter Eschenbastkäfer



Ausbohrlöcher des Eschenbastkäfers auf der Rinde einer befallenen Esche



Muttergang (zweiarmiger Quergang) des Kleinen bunten Eschenbastkäfers, tief eingeschnitten in den Splint des befallenen Eschenastes



Ei-Nischen am Muttergang



Bohrmehlgefüllte Larvengänge und Puppenwiegen des Eschenbastkäfers im Splintholz einer Esche







## Fraßspuren an Haselnüssen

### Larve des Haselnussbohrers

Fast kreisrundes, nicht über 4 mm großes Loch, im Inneren kleine Kotteilchen und Reste des Kerns



### Echte Maus (Langschwanzmaus)

(vor allem Waldmaus und Gelbhalsmaus)

Nagefläche außen mit einem regelmäßigen Ring feiner Nagespuren, Lochrand unregelmäßig



### Wühlmaus (Kurzschwanzmaus)

(im Wald vor allem Rötelmaus)

Nagefläche außen glatt und ohne Nagespuren, Lochrand relativ glatt und regelmäßig, Loch meist an der Schmalseite oder dem Grund der Nuss



### Haselmaus

Rundliches Loch an der Breitseite mit regelmäßigem Kranz feiner Nagespuren an der Außenseite; wie mit einer Feile aufgerieben



### Eichhörnchen

Schale von der Spitze her in zwei Teile gespalten, nur an der Spitze benagt, mehr aufgebrochen als angenagt; bei unerfahrenen, jungen Tieren stärkere Nagespuren



### Specht

Schale mit unregelmäßigen, mehr oder weniger scharfen Bruchkanten; wenig oder nicht geöffnete Haselnüsse mit länglichen Spuren der Schnabelhiebe



### Kleiber

Schale seitlich zerschlagen







## Bestimmung von Gewöllen

### Greifvogelgewölle

Die Verdauungssäfte der Greifvögel lösen Knochen auf. Die Gewölle enthalten daher **keine** oder nur **wenige, schlecht erhaltene** Knochen. Die Hauptbestandteile sind Haare, Federreste, Krallen und Chitintteile.

Länge 3 cm (Sperber) bis 10 cm (Fischadler). Breite 1–5 cm.

Fundorte: An Sitzwarten unter freistehenden Bäumen oder am Waldrand sowie unter Horstbäumen. Gewölle von Turmfalken auch gehäuft unter Dachvorsprüngen von Gebäuden.



Mäusebussard-Gewölle



Turmfalken-Gewölle

### Eulengewölle

Die Verdauungssäfte der Eulen lösen Hornteile, aber keine Knochen auf. Außer Haare enthalten Eulengewölle daher **viele gut erhaltene Knochen**.

#### Schleiereulengewölle

Außen mit dünnem, **schwarzem, teerartigem Überzug**.

**Häufig** mit Knochen von Spitzmäusen.

Länge: zirka 3–7 cm, Breite um 2 cm.

Fundorte: Meist auf Dachböden, an und in Scheunen sowie in Kirchtürmen.



Schleiereulen-Gewölle



Waldkauz-Gewölle

#### Gewölle der übrigen Eulen

Außen rau mit unregelmäßiger Oberfläche und meist **grau-wollig**. **Sehr selten** mit Spitzmausknochen.

Länge: 3–4 cm (Steinkauz; ab Mai bis September meist mit Chitintteilen), zirka 5–6 cm (Waldkauz, Waldohreule) und 8 cm (Uhu);

Breite 1–4 cm.

Fundorte: Im Wald und auf Feldern. Ausnahme Steinkauz: auch unter Zaunpfosten und in Gebäuden (Scheunen).



Waldohreulen-Gewölle

### Reihergewölle (Grau- und Silberreiherr)

**Die Gewölle sind fest zusammengepresst**. Im Winter bestehen sie fast ausschließlich aus Fellresten (Mäuse) mit wenigen Knochen.

Länge: bis 8 cm lang und 4 cm dick

Fundorte: Manchmal sehr zahlreich im Winter unter Schlafbäumen.









Reiher-Gewölle



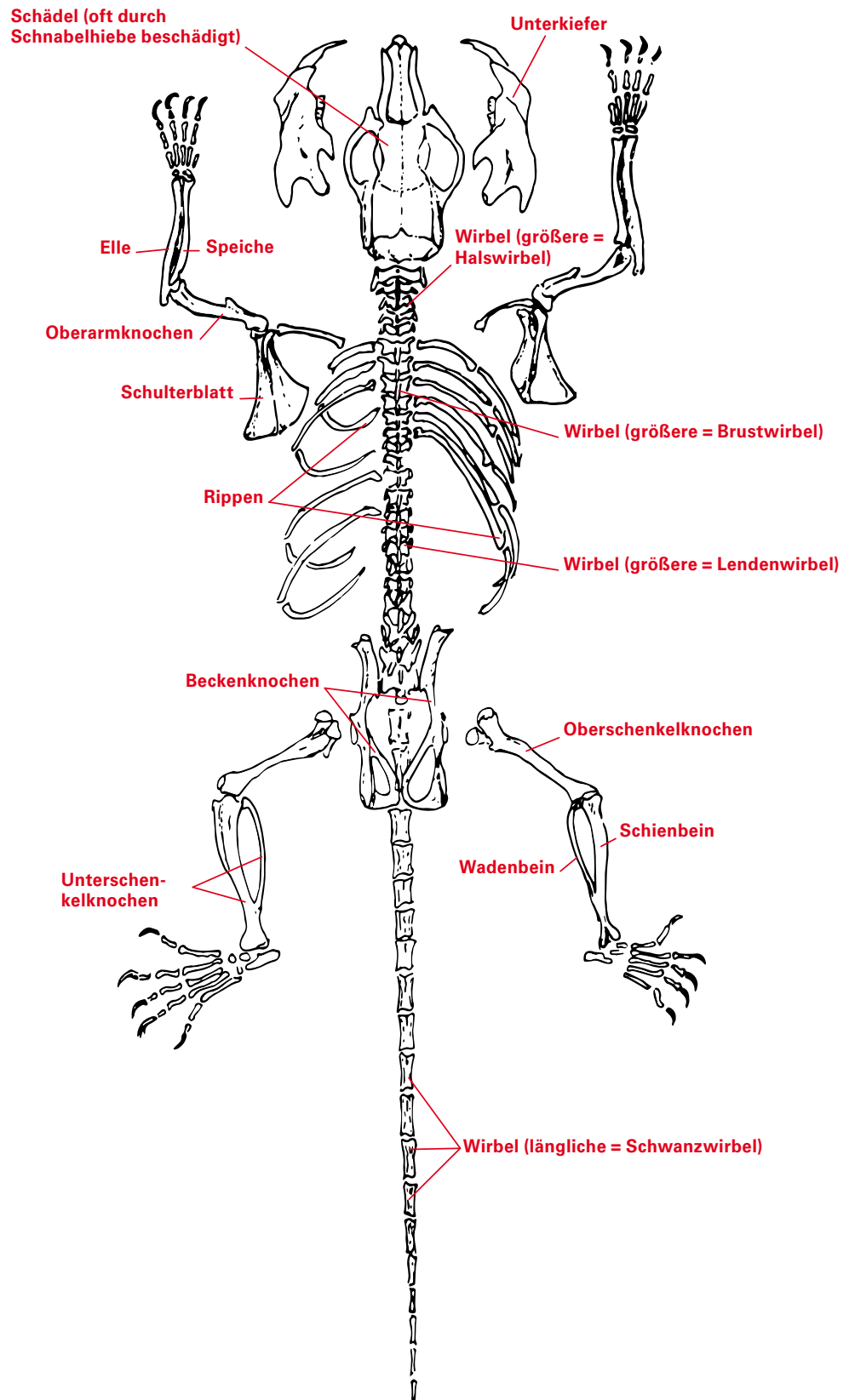


## Wirbeltiere in Eulengewöllen: Kopfteile

	Tiergruppe	Schädel und Unterkiefer	Backenzähne
Nagetiere	<p><b>Wühlmäuse</b> (= Kurzschwanzmäuse) vor allem Feldmaus (im Offenland), Rötelmaus (im Wald)</p>	 <p>Kiefer nur mit Schneide- und Backenzähnen</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Backenzähne kompakt, ohne echte Wurzeln</li> <li>• Kronen an den Seiten mit scharfen Kanten</li> </ul>
	<p><b>Echte Mäuse</b> (=Langschwanzmäuse) vor allem Waldmaus, Gelbhalsmaus, Hausmaus</p>	 <p>Kiefer nur mit Schneide- und Backenzähnen</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Backenzähne mit deutlichen Wurzeln</li> <li>• Kronen seitlich abgerundet mit Schmelzhöckern</li> </ul>
Insektenfresser	<p><b>Spitzmäuse</b></p>	 <p>Kiefer mit geschlossener Zahnreihe</p>	<p>Backenzähne mit Spitzen</p>
Vögel	<p><b>Singvögel</b></p>		<p>Hornschnabel ohne Zähne</p>



## Wirbeltiere in Eulengewöllen: Mausskelett



(Illustration: Wolfgang Erz aus Deutsche Waldjugend, Hrg., 1979: Fang 5/79)