



Interpretation der Inhaltsstoffe des Laufener Landweizens



Mag.^a Gabriele Pfeffer
Ernährungswissenschaftlerin
Mank, Juli 2017

Im Auftrag der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) Laufen. Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Laufener Landweizen – Entwicklung eines Markenkerns“ erstellt (http://www.anl.bayern.de/projekte/laufener_landweizen/index.htm). Kooperationspartner sind die Biosphärenregion Berchtesgadener Land und Bio Austria. Das EuRegio-Projekt (BY-168 LLW) wird gefördert von der Europäischen Union mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (INTERREG Programm Österreich- Bayern 2014-2020).



Mag.^a Gabriele Pfeffer

Interpretation der Inhaltsstoffanalyse des Laufener Landweizens

Inhalt

1. Einleitung.....	1
2. Hauptinhaltsstoffe	2
1.1 Gluten und Glutensensitivität.....	2
3. Fettsäuregehalt.....	5
4. Proteine und Aminosäuren.....	6
5. Mineralstoffe und Spurenelemente.....	7
6. Vitamine und Carotinoide.....	9
7. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe.....	11
7.1 Antioxidative Kapazität vom LLW.....	11
7.2 Phytosterine.....	12
7.3 Polyphenole.....	14
8. Zusammenfassende Bewertung.....	15
9. Literatur.....	17

Titelfoto: Wolfram Adelman, ANL

1. Einleitung

Für die Analyse wurden zwei Proben untersucht. Eine Probe des Laufener Landweizens LLW von einem Standort aus dem Erntejahr 2016 und eine Probe von einem konventionellen Weizen (Sorte Cubus) vom gleichen Standort aus demselben Erntejahr 2016, durchgeführt vom Prüflabor SGS Germany GmbH, 20459 Hamburg.

Eingangs sei zu der Analyse des LLW festgehalten, dass für die vergleichenden Bewertungen nicht nur die eine Sorte (von einer Probe) konventionellen Weizens vom gleichen Standort als Referenz (Probe A, Referenz) herangezogen wurde, sondern auch Durchschnittswerte (von verschiedenen Sorten, vielen Proben) von **konventionellem Weizen in seiner – in Deutschland - handels- bzw. verkehrsüblichen Form** (nach SFK Souci Fachmann Kraut). Diese werden in den Tabellen als sog. „konventioneller Standard“ bezeichnet. Die Werte des Laufener Landweizens sind der Spalte Probe B LLW (kontr. ökolog.) zu entnehmen.

Inhaltsstoffe	Probe A Referenz konventionell (SGS) g/100g <i>Sorte:</i> <i>Cubus</i>	Probe B LLW kontr. ökologisch (SGS) g/100g	Konventioneller Standard SFK Souci Fachmann Kraut, 2000, und 2016
---------------	---	---	---

Tab.: Tabellenkopf der tabellarisch zusammengefassten Untersuchungsergebnisse und Recherchedaten

Da nicht oft genug betont werden kann, dass die Mengen an Inhaltsstoffen von mehreren Faktoren abhängig sind, wie z.B. Witterung, Sorte, Standort, Kulturmanagement (z.B. vorangegangener Leguminosenanbau, Düngungsmodus,...) ist es notwendig, Vergleichswerte nicht nur von einer konventioneller Weizensorte vom gleichen Standort heranzuziehen, sondern auch welche Inhaltsstoffe mit der durchschnittlichen Weizenaufnahme in der breiten Bevölkerung aufgenommen werden. Denn die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung ernährt sich von Weizen(produkten) aus dem Supermarkt und dieses Weizenmehl stellt eine Mischung aus den großen Mühlenbetrieben dar, in dem verschiedenste Standardsorten (unterschiedliche Sorten, unterschiedlicher Herkunft, von verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben) vermischt werden, um zu einer möglichst „gleichbleibenden Qualität“ zu gelangen, d.h. es wird Standardmehl mit bestimmten Proteingehalt, Klebergehalt usw. in erster Linie für die Backfähigkeit gemischt. Auf diese Weise lassen sich aussagekräftigere Schlussfolgerungen ziehen, welche Vorteile der sortenreine Verzehr von regionalem LLW im Vergleich zum tatsächlich konsumierten Standard(misch)mehl hat. Schließlich lässt sich noch ein Eindruck davon bekommen, inwieweit der Standort (u.a.!) auf die Ausprägung der Inhaltsstoffe Einfluss nehmen könnte, durch die Referenz (konv. Weizen am gleichen Standort) wobei für ein wissenschaftliches, aussagekräftiges Gesamtergebnis natürlich erst ein großer Probenumfang über mehrere Jahre (unterschiedliche Sorten, unterschiedliche Anbauorte, und Anbau von Getreide unterschiedlicher Ploidie, d.h. diploid, tetraploid, hexaploid usw.) Beweiskraft hätte. Sogesehen ist die Auswertung der Inhaltsstoffanalysen aus dieser ersten Untersuchung **vorläufig ein erfreulicher Erstbefund**. Aufgrund der vorliegenden Analyse ist es nun auch möglich zielgerichtet bei manchen Stoffgruppen ins Detail zu gehen, da weitere interessante Erkenntnisse zu erwarten sind.

2. **Hauptinhaltsstoffe** (siehe Tabelle 1, S1 im Tabellenüberblick)

Der **LLW mit 14,6% Protein** (d.h. 14,6 g/100g i. Tr.) kann die Anforderungen der Mühlen an einen **Qualitätsweizen** erfüllen: Qualitätsweizen mind. 14,0% Protein i. Tr., Premiumweizen mind. 15,0% Protein i. Tr.. Der konv. Weizen (Referenz) enthält nur 12,0% Protein i. Tr., erreicht damit „nur“ Mahlweizenqualität.

Um schnell und aussagekräftig die backwirksamen Eigenschaften von Weizen - der das nahezu gänzlich marktrelevante Brot- und Gebäckgetreide darstellt - bestimmen zu können, wird als „Handelskriterium“ der Rohproteingehalt bestimmt. Der Rohproteingehalt als **alleiniges** Qualitätsmerkmal wird allerdings aus den eigenen Reihen der Agrarwirtschaft zunehmend kritisiert. In Ermangelung entsprechender Alternativen, findet sich immer noch in der Literatur der Rohproteingehalt als dominierendes Charakteristikum. (Deutscher Landwirtschaftsverlag, 2015)

Neben der Menge an Protein u.a. Inhaltsstoffen beeinflussen auch noch wesentlich die Qualität des Proteins und andere Inhaltsstoffe die Backeigenschaften. Für die Bäckerei sind die Ergebnisse in der Zusammenschau zu interpretieren, dafür sind u.a. mehlanalytische Verfahren und Backversuche und schließlich das Geschick und die Erfahrung des Bäckermeisters nötig, um die Eigenschaften des Teiges, geeignete Teigführungen und seine Verwendung für den LLW zu beurteilen.

2.1 **Gluten und Gluten- bzw. Weizensensitivität**

Der LLW enthält wesentlich mehr **Gluten** (beinahe doppelt so viel!) als der Referenzweizen, die Menge, aber auch die Qualität des Klebereiweißes bestimmt maßgeblich die Teigeigenschaften. Verquillt das Klebereiweiß gut, vernetzt es sich gut zu einem gut zu verarbeitendem, elastischen Teig mit entsprechendem Klebergerüst.

Da Gluten und generell Weizen negativ in den Mittelpunkt des medialen bzw. gesundheitlichen Interesses gerückt ist und derzeit ein sehr schlechtes Image hat, finden sich am Markt unzählige glutenfreie Alternativprodukte (und Bücher zum Thema). Dies hat u.a. den Grund darin, dass ein Bevölkerungsanteil von schätzungsweise ca. 5-10% an sog. Weizensensitivität (auch: Nicht – Zöliakie - Nicht – Allergie-Weizensensitivität NCWS) leidet – also Weizen (Gluten) nicht verträgt, obwohl eine Zöliakie nicht nachweisbar ist und auch keine Allergie vorliegt. Mittlerweile konsumiert ein völliger gesunder Bevölkerungsanteil vorsichtshalber (aus „gesundheitlichen Gründen“) ebenfalls glutenfreie Produkte oder zumindest „weizenfrei“. Prof. Dr. Dr. Schuppan (Harvard Medical School, Universität in Mainz) geht davon aus, dass unter dieses Krankheitsbild auch die Glutensensitivität fällt, da sie sich symptomatisch stark ähneln. Seine Forschungen haben bisher ergeben, dass ATIs – Amylase Trypsin Inhibitoren – die entscheidenden Substanzen sind, die hinter den negativen Reaktionen im Zusammenhang mit Nicht – Zöliakie - Nicht – Allergie-Weizensensitivität (non allergy-non-celiac wheat sensitivity NCWS) stehen. Schuppan und sein Team konnten erstmals nachweisen, dass ATIs gezielt negative Auswirkungen auf die Darmgesundheit

(Tierversuch) haben, indem sie die Entzündungs- und Immunreaktionen in Entzündungsvorgängen des Gastrointestinaltrakts costimulieren (Junker et al., 2012; Schuppan et al. 2015, Cuccioloni et al., 2016; Schuppan und Zevallos, 2015; Branchi et al.2015). Z.B. lassen sich bei Multiple Sklerose (zentralnervösen entzündlichen Erkrankung) die Symptome durch die orale Zufuhr von ATIs verstärken, d.h. diese verstärkende Wirkung kann auch das ZNS betreffen (Jossé und Schuppan, Mein Allergieportal, 2014). Im Gegensatz zu den sog. FODMAPs (nicht resorbierbaren „fermentierbaren Oligo-, Di- und Monosaccharide und Polyole“), die „lediglich“ Beschwerden im Magen-Darm-Trakt hervorrufen, insbesondere Blähungen, aber nicht entzündlich wirken. Es erhärtet sich der Verdacht, dass nicht Gluten selbst, sondern diese natürlichen Proteinbestandteile, die ATIs, die in glutenhaltigem Getreide enthalten sind, entscheidende Substanzen sind.

„In ganz alten Weizensorten findet man im Vergleich zum modernen Weizen nur 1/5 Anteil an ATIs. Beim Einkorn (...) gibt es sogar eine alte Sorte, die keinerlei ATIs enthält. (...) Zum Vergleich: Dinkel enthält ca. halb so viel und Emmer enthält etwa ein Drittel oder ein Viertel der ATIs von modernem, herkömmlichem Weizen. Letztendlich enthalten alle glutenhaltigen Getreidesorten ATIs, ob generell die modernen Getreidesorten in höherem Maße ATIs enthalten als die älteren Sorten oder ob es eine sorten- bzw. genotypische Erscheinung ist, ist bisher noch ungeklärt.

Eine Reduktion von ATIs in der Nahrung führte jedoch nachweislich auch bei den genannten Autoimmunerkrankungen zumindest im Tierexperiment zu einer Besserung der Symptome.“(Jossé und Schuppan, Mein Allergieportal, 2014). Der geringe Gehalt an ATIs in Getreide könnte eine bedeutende Rolle am Markt einnehmen, da es für NCWS-Patienten nicht notwendig ist, sich gänzlich glutenfrei, sondern weizenreduziert- bzw. ATI-reduziert zu ernähren. Der LLW ist somit in jedem Fall für die Forschung des aktuellen Themas NCWS von großem Interesse. Dass in diesem Bereich die Forschung in den letzten Jahren forciert wurde, zeigen die umfangreichen Studien, die sich mit alten und modernen Sorten im Vergleich (aus genetischem Interesse (Züchtung) oder auch was die Inhaltsstoffe usw. betrifft) beschäftigen.

Es ist wichtig, sich vor Augen zu halten, dass die intensive Züchtung nicht zum Zweck der Inhaltsstoffoptimierung vorgenommen wurde, oder gar der Erhöhung der Bekömmlichkeit (Verträglichkeit) wegen, sondern um schnelle bzw. maximale industrielle Ernte und Verarbeitung zu ermöglichen, bei wenigen wichtigen und schnell messbaren „Marktwertparametern“, wie bereits besprochen dem Rohproteingehalt. Dabei wurden dem Getreide Eigenschaften wegselektiert, wie z.B. Lutein in Einkorn, β -Glucan in Gerste. Und wie man unten sehen wird Carotinoide, Silicium und Sitostanol im Laufener Landweizen. Vielleicht sollten wir künftig mehr Feldfrüchte anbauen, die zum Menschen passen und weniger zu den Maschinen?

„Es scheint beinahe, als ob sich durch die Kultivierung und Züchtung das Muster an Aminosäuren und Eiweißbestandteilen so verändert hat, dass ein entsprechend sensitiver Bevölkerungsanteil darauf mit entzündlichen Reaktion im Darm reagiert“ (Jossé, Schuppan, 2016). Wie später im Kapitel Proteine und Aminosäuren (Kap.3) hingewiesen wird, konnte in

Untersuchungen tatsächlich gezeigt werden, inwiefern sich durch Züchtungsschritte Fettsäuregehalte und Aminosäuregehalte verringert haben.

Und Schuppan ist erstmals mit Proteinbestandteilen (!) den ATIs, ein stichhaltiger Fund gelungen. Die Datenlage deutet darauf hin, dass die NCWS von „gluten- bzw. weizenfreier Ernährung“ entkoppelt werden muss, da möglicherweise andere Substanzen, sei es durch Züchtung in die Pflanze gelangt oder sortenspezifisch – für die entzündlichen Prozesse verantwortlich gemacht werden müssen. Es ist nicht auszuschließen, dass noch weitere problematische Substanzen in den Hochzuchtweizensorten identifiziert werden, die Forschung der nächste Jahre bleibt spannend. Theorien und Modelle gibt es dazu bereits verschiedene.

Ebenfalls ein wichtiges Maß zur detaillierteren Beurteilung der Eiweißqualität ist der Sedimentationswert. Er wird stark durch Getreidesorte und –anbau bestimmt. Als Richtschnur gilt, dass Sedi-Werte zwischen 30 und 50 gute Gebäckqualitäten erreichen. Noch gute Gebäckqualitäten lassen sich mit Sedi-werten zwischen 20 und 30ml erreichen, wenn der Teig kurz und direkt geführt wird. Bei spezieller Teigführung sind auch noch Teige mit Sedi-Werten über 45ml verwendbar. In Großbäckereien wird Weizen mit Sedi-Werten unter 20ml nicht verbacken, da mit zu geringeren Teigausbeuten und Mängeln in den Backeigenschaften zu rechnen ist. Der LLW ergab nach dieser Messung keinen guten Sedimentationswert: 12ml.

Die Wasseraufnahme des LLW im Farinogramm der IGV Foodtech vom LLW aus dem Jahr 2015 (unter freundlicher Bereitstellung von Jakob Itzlinger, Biobäcker) beträgt über 61,8%! (über 56% bedeutet eine gute Kleberqualität), daher sind gute bis hohe Teigausbeuten zu erwarten! Der erste Backversuch (Weizenvollkornmehl, Kastenbrot) der IGV Foodtech ergab eine normale Bräunung mit guter Krumenelastizität und einwandfreiem Geschmack, aber mit einer geringen Knetstabilität (3,6min) und einer etwas eingeschränkten Gärstabilität. Kurze Teigstabilität und größere Teicherweichung sind typisch für „alte“ Sorten, die aus einer Zeit stammen, wo Gebäck noch von Hand gemacht und nicht mit Knetmaschinen gearbeitet wurde (Grausgruber, 2016).

Neben dem Protein spielt jedoch auch noch die Stärke eine wesentliche Rolle dabei, wie gut backfähig ein Mehl ist und für welche Verarbeitung es sich am besten eignet. Die Verkleisterungsfähigkeit und das Gasbildungsvermögen bestimmen über die Teiglockerung und die Krumenbildung, entscheidend beeinflusst durch die (nicht)vorhandenen backaktiven Enzyme. (Messwert für die Enzymtätigkeit: Fallzahl). Bei einer Fallzahl zwischen 250 und 330sec können normale Enzymtätigkeit und gute Gebäudeigenschaften erwartet werden, der LLW weist demnach eine günstige Fallzahl von 295sec auf.

Aus all diesen Daten kann man zum LLW sagen, dass eine **gute Backqualität** zu erwarten ist, die optimale Rezeptur und Teigführung zu finden, bleibt letztendlich dem Bäckermeister. Da der Trend zurück zur langen Sauerteigführung geht, würde sich der LLW unter anderem (!) für Mischbrote mit alten Roggensorten sehr gut eignen, wie z.B. dem Lungauer Tauernroggen oder dem Schlägler Roggen.

Der Trend geht generell in Richtung Nachhaltigkeit und kritischen Konsum, was zur Folge hat, dass die Konsumenten auch weg gehen von industriellen Fabrikbrot und food engineering wieder hin zu echter (Bäcker-) Handwerkskunst und regionaler Distribution. Daher steht auch selbst Brot backen zu können hoch im Kurs, mit alten Getreidesorten, Sauerteig, Essenerbrot – mit Zutaten, die für die Konsumenten kontrollierbar sind und ursprünglich. Brot soll wieder „naturrein“ sein. Auch wenn sich die künstlich erzeugten und zugesetzten Backhilfsstoffen auf der Zutatenliste nicht mehr finden, weil sie ja nicht deklarationspflichtig sind, so ist es den kritischen Konsumenten nicht entgangen, dass Brotbacken in der Industrie, ein chemisch – bis ins Detail geklärt – hochtechnologischer Prozess ist. In dem es darum geht, Farinogramme und Amylaseaktivitäten einzuschätzen und Lipasen, Backhilfsmittel und andere Enzyme und Extrakte zuzusetzen um die Backeigenschaften zum Maximum zu optimieren und den Teig nebenbei „maschinengängiger“ zu machen. Der Backvorgang liest sich wie ein Gesetztestext formuliert in (bio-)chemischer Fachsprache, veranschaulicht durch Diagramme und Kurven.

Alte Sorten sind meist durch niedrigere Kornerträge charakterisiert, der Grund ist eine niedrigere Kornmasse (LLW: 37,0g in einer VORUNTERSUCHUNG, freundliche Bereitstellung von Jakob Itzlinger, Biobäcker), d.h. die Körner sind meist kleiner als die der modernen Hochleistungsweizensorten (40[5]-55g). Die Körner sind nicht so bauchig-rund, dadurch ergibt sich ein kleinerer Stärkekörper im Verhältnis zu den Randschichten. Das hat zur Folge, dass bei gleicher Menge an Vollkorn alte Sorten mehr Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe und sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe enthalten. Die Zusammensetzung der Weißmehle selbst unterscheidet sich weniger. Auf den Fett-, die Mineralstoff (Asche)- u.a. –gehalte des LLW wird unten näher eingegangen. Der LLW enthält signifikant weniger Kohlenhydrate insgesamt, und vermutlich auch weniger Stärke als die Referenz, jedoch etwas mehr als der konventionelle Standard! Insgesamt ist möglicherweise mit einer etwas geringeren Weißmehlausbeute zu rechnen, als bei anderen Bio-Hochleistungsweizensorten (Hybrid), das kann allerdings konkret erst in der Praxis festgestellt werden. Im Überblick kann jedoch gesagt werden, dass sich die Daten des LLW mit Letzterem decken, der LLW weist teilweise signifikant höhere Fett- und Proteingehalte und durchwegs höhere Mineralstoffkonzentrationen auf. Insgesamt besitzt der LLW einen etwas höheren Brennwert als die Referenz und einen signifikant höheren als der konv. Standard (SFK).

3. **Fettsäuregehalt** (siehe Tab.2)

Der LLW enthält **erheblich größere Mengen an allen Fettsäuren als der Standard(weich!)weizen (SFK)**, und **signifikant höhere Fettsäurekonzentrationen als die konv. Referenz** (der jedoch ebenfalls höhere Fettsäuregehalte aufweist als der Standardweizen (SFK)). Hier kommen wohl u.a. standortspezifische (Bodenverhältnisse) als auch sortenspezifische Auswirkungen als beeinflussende Faktoren in Frage.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang sind die Forschungsergebnisse von Beleggia und Rau et al., 2016, in denen die Wissenschaftler nachweisen konnten, dass durch Selektion im Rahmen der Züchtung von Hartweizen (aus Emmer in 2 Hauptschritten) im ersten Schritt sich

der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren reduzierte (im zweiten der an Aminosäuren, siehe unten).

Beim LLW handelt es sich zwar nicht um Emmer (genet.: Emmerreihe, tetraploid), sondern um Weichweizen (genet.: Dinkelreihe, hexaploid), der nicht auf eine ähnlich lange Entwicklung wie Emmer durchgemacht hat, jedoch im Vergleich zum heutigen Hochzüchtungsweizen eine ältere und ursprünglichere Züchtung darstellt und interessanterweise ebenfalls größere Mengen an ungesättigte Fettsäuren und an Fettsäuren generell aufweisen kann.

Die verhältnismäßige Fettsäurezusammensetzung entspricht im Großen und Ganzen der eines typischen Weizens, mit dem einen Unterschied, dass der LLW interessanterweise in dieser Analyse keine Arachidonsäure (C20:4) enthält, im Gegensatz zum konventionellen Standard (SFK) (Untersuchungsergebnisse von Agrolab, 2017). Arachidonsäure ist Ausgangssubstanz für die Synthese von Prostaglandinen und Leukotrienen, die besondere Bedeutung bei entzündlichen Prozessen im Körper haben. Eine hohe Zufuhr an Arachidonsäure fördert entzündliche Erkrankungen.

Die Untersuchung vom LLW-Mehl von Agrolab, 2017 ergab darüberhinaus, dass der LLW auch noch kleine Mengen an Pentadecansäure (C15:0), cis-Vaccensäure (C18:1), Behensäure (C22:0), Lignocerinsäure (C24:0) enthält. Ob der LLW damit ein breiteres Spektrum an Fettsäuren aufweisen kann, oder ob Weizen in ähnlichen Untersuchungen hinsichtlich dieser Fettsäuren gar nicht untersucht wird, aufgrund der relativ geringen Konzentration kann in Ermangelung vergleichbarer Daten nicht gesagt werden. Obwohl eine Klärung dieser Frage jedenfalls von Interesse wäre, da sich bei einer anderen Stoffgruppe, nämlich die der Polyphenole gezeigt hat, dass ältere Weizensorten eine größere Zahl an verschiedenen Polyphenolen enthalten, als moderne Sorten (siehe Kap. 7.3).

Der Fettgehalt insgesamt mit 2,6g/100g im Vergleich zu 1,83g/100g (Standard SFK) und 2,4g/100g konv. Referenz (v. gleichen Standort) ist erheblich, bzw. signifikant höher als vergleichbare konventionelle Sorten. Was eine Verwendung für ein biologisches, hochwertiges Weizenkeimöl durchaus überlegenswert macht.

4. **Proteine und Aminosäuren** (siehe Tab.3)

Der Proteingehalt ist nach wie vor das Hauptqualitätsmerkmal von Weizen in der Agrarwirtschaft, was den LLW mit seinem hohen Proteingehalt jedenfalls als Kultursorte agrarwirtschaftlich interessant macht, trotzdem hängt die Backqualität aber auch allgemein von der Sorte, dem Kulturmanagement, der Witterung und dem Wasserangebot ab.

Die meisten Proteine sind im stärkehaltigen Endosperm des Weizenkorns lokalisiert, wodurch Weißmehl (das wichtigste Getreideprodukt), die wichtigste Quelle der Proteine, bzw. Aminosäuren bleibt, auch noch nach dem Ausmahlen, was natürlich auch ausschlaggebend für die Backeigenschaften und die Teigführung ist, dazu weiter unten.

Der **LLW weist einen erheblich höheren Proteingehalt mit 13,2g/100g als die konventionelle Referenz mit 10,8g/100g auf und signifikant mehr als der konventionelle Standard (SFK) mit 11,4g/100g** (siehe Tab.1). Der Proteingehalt wurde auch in einer Untersuchung der BOKU Wien in 10 verschiedenen Weizen und Triticale Sorten aus kontrolliert biologischen Anbau untersucht: wobei Wlcek und Zollitsch (2002) zu dem Ergebnis kamen, dass der Proteingehalt des biologisch angebauten Weizens nur 11,7 g/100g enthielt also nur 85% des gewünschten bzw. erwarteten Wertes entsprechend aus konventionellem Anbau. Bei konventionellem Weizen erwartet man sich Proteinwerte v. 13,7/13,8g/100g, die der **LLW** beinahe erreicht, **er liegt mit 13,2g/100g bemerkenswert über den Bio-Weizenproteingehalten v. Wlcek und Zollitsch** (Wlcek und Zollitsch, 2002)! Selbst der konventionelle Standardweizen (SFK) der Bevölkerung enthält gerade mal 11,4g/100g (SFK 2000, 2016). Was aber auch interessanterweise festgestellt werden konnte, waren die signifikanten Unterschiede der Protein- und Aminosäuregehalte in den Weizenvarietäten (!) und die Tatsache, dass N-Dünger und Leguminosenanbau (im Vorjahr) erheblich die Gehalte beeinflusste. Die Forscher konnte in ihren Studien letztendlich keine Empfehlung für spezielle Weizenvarietäten für den Bio-Weizenanbau geben, konstatierten jedoch, dass Protein- und Lysingehalte aus biologisch angebautem Weizen 20-30% niedriger lagen, als konventionelle Vergleichswerte (Wlcek, Zollitsch 2002).

Wie auch immer, wir konnten beim LLW andere Ergebnisse beobachten, sowohl was den Proteingehalt betrifft, als auch den der limitierenden Aminosäure Lysin: **Der LLW übertrifft die konv. Referenz v. gleichen Standort im Gehalt jeder einzelnen Aminosäure, z.T. erheblich!** Den konventionellen Weizenstandard nach SFK übertrifft der LLW in 4 essentiellen Aminosäuren (Val, Leu, Phe, Lys), und in einigen anderen ASen, wie Asp, Ser, Ala, Tyr, und His. Die **limitierende Aminosäure Lysin liegt im LLW ebenfalls in signifikant höherer** Konzentration vor als in der Referenz (Probe A) und im konv. Standard (SFK), die limitierende Aminosäure Tryptophan liegt deutlich höher als in der Referenz und gleich hoch wie im konv. Standard. Der erhöhte Proteingehalt im LLW spiegelt sich also entsprechend in der Aminosäurezusammensetzung und den Aminosäuregehalten wider. Im LLW (sowie in der Referenz) als auch generell im Weizen dominiert die Glutaminsäure, mengenmäßig gefolgt von Prolin und Leucin. Auffällig ist, dass im LLW die Konzentration der 2 Hauptaminosäuren unter dem konventionellen Standard liegt, jedoch viele weitere Aminosäuren deutlich höher.

Beleggio und Rau et al., 2016 verzeichneten in ihrer Untersuchung auch einen Rückgang des Gehaltes an Aminosäuren (durch den zweiten Züchtungs- bzw. Selektionsschritt vom Emmer zum Hartweizen), insbesondere von Alanin und Valin. Auch in unserer Untersuchung ist wiederum bemerkenswert, dass dem LLW (als „ältere“ Kultursorte als moderner Hochleistungsweizen) einige Aminosäuren in erheblich höherer Konzentration erhalten geblieben sind, wie eben an Alanin und Valin u.a.!

5. Mineralstoffe und Spurenelemente (siehe Tab. 4)

Der Gehalt an Mineralstoffen im Weizenkorn ist abhängig von verschiedenen Faktoren, wie Genotyp, Umweltbedingungen, Anbau- und Kulturmanagement usw. Um aus den vielen beeinflussenden Faktoren herausmodellieren zu können, inwieweit die Sorte (LLW) oder die Anbaustandorte (A und B), bzw. das (Saison-)Klima die Mineralstoffkonzentration letztendlich bestimmen zu können würde einen wesentlich größeren Probenumfang des LLW und entsprechender Standards erfordern.

Hussain, Larsson et al., 2010 konnten in ihrer umfangreichen Untersuchung zeigen, dass erstens einige Mineralstoffe und Spurenelemente in höheren Konzentrationen in alten Weizensorten vorhanden sind, als in modernem Weizen (siehe Tab. 3) Zweitens hat der Ort des Anbaus einen ausschlaggebenden Effekt auf den Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen, wie auch beim LLW ersichtlich, der LLW (Probe) B enthält wesentlich mehr an den meisten untersuchten Mineralstoffen und Spurenelementen. Es konnte aber auch in der gleichen Studie gezeigt werden, dass bei primitiven Weizensorten (wie Einkorn) der Genotyp ausschlaggebender auf die Mineralstoffkonzentration ist, als der Anbauort. Und drittens, wie schon in anderen Studien gezeigt werden konnte, wurde auch hier festgestellt, dass ökologische (organische) Anbaubedingungen den Mineralstoff- und Spurenelementgehalt erhöhen können, vor allem mit geeigneten Sorten (genotypabhängig). Der P und Mg-gehalt ist im Biolandbau generell signifikant höher als im konventionellen, zu demselben Ergebnis kommen auch Strobel et al. (Boku), und **dies konnte auch den vorliegenden Untersuchungsergebnissen des LLW entnommen werden, dass die Gehalte an Calcium Ca, Magnesium Mg, Phosphor P und Zink Zn signifikant höher liegen, als in konventionellem Weizen, sogar etwas höher als in vergleichbaren alten Weizensorten.** (siehe Tab.4) Möglicherweise kann das u.a. auf die Pflanzenhöhe des LLW zurückgeführt werden? Da die Pflanzenhöhe signifikant mit Mg, P und Kupfer Cu – Gehalt korreliert (während Ertrag und bestimmte Mineralstoffe negativ korrelieren, wie z.B. Eisen) (Hussain und Larsson et al. 2010). **Auch Eisen ist im LLW als auch in der konv. Referenz an beiden Standorten in signifikant höherem Ausmaß enthalten.** Auffällig ist, dass sich Cu, Silizium und Mangan im LLW in signifikant höheren Konzentrationen finden als in der konventionellen Referenz, wobei Cu- und Mangangehalte über dem konventionellen Standard liegen und **Silizium außerordentlich darüber, mit mehr als 200%.**

Da es sich beim LLW um einen begrannten Weizen handelt, und Grannen Kieselsäure (Oxysäuren des Siliciums) akkumulieren, ist es außerordentlich bemerkenswert, dass sich Silicium auch vermehrt im Korn des LLW findet. In den Pflanzen schützt das eingelagerte Silicium vor biotischem und abiotischem Stress, beim Menschen calcifiziert es Knochen und Knorpel, stärkt das Immunsystem sowie neuronales Gewebe und stabilisiert das Bindegewebe (Elmadfa und Leitzmann, 1998; Faaroq und Dietz, 2015) Für den Menschen dürfte Silicium essentiell sein, Bedarfsempfehlungen liegen aber nicht vor, es existieren lediglich Schätzungen dazu (Elmadfa, Leitzmann 1998). Dong et al. konnten 2016 zeigen, dass eine niedrige Siliciumzufuhr zu Knochendefekten führt und Siliciumsupplementation die Knochendichte erhöht und die Knochenbrüchigkeit senkt. Si dürfte für die Knochenbildung essentiell sein! Ballaststoffreiches Vollkorngetreide und Wurzelgemüse sind die besten Siliciumquellen (auch Bier enthält viel Si), hauptsächlich wird es von der Bevölkerung über Getreide (und –produkte) Gemüse, Getränke und Milch (und –produkte) aufgenommen,

wobei die Bioverfügbarkeit von Silicium aus pflanzlichen Lebensmitteln für den Menschen am höchsten ist (Choi und Kim, 2017.). Neueste Forschungsergebnisse haben ergeben, dass Silicium eine Schlüsselrolle in der Verringerung der nicht-alkoholischen Fettlebererkrankung NAFLD spielt, indem sie effektiv antiapoptotisch (entgegen programmierten Zelltod) wirkt (Garcimartin et al. 2017). Die Prävalenz an NAFLD in der Normalbevölkerung liegt bei 14-27%, Tendenz steigend (Deutsches Ärzteblatt, 2014).

Silicium mit 17mg in 100g Laufener Landweizen im Vergleich zu 8mg Si in gewöhnlichem Weizen, so wie er in den Supermärkten erhältlich ist (SFK 2000, 2016) ergibt gut die doppelte Siliciummenge, die über Getreide als eine Hauptsiliciumquelle aufgenommen wird, was den LLW faktisch zu einer bedeutenden Versorgungsquelle mit Silicium macht.

Agrartechnisch zeichnet sich der LLW im Anbau durch feste, stabile, lange Halme aus, es kommt zu einer raschen Trocknung im Wind, die Ähren sind weniger der Bodenfeuchtigkeit ausgesetzt und macht den LLW daher resistenter gegen Pilzbefall (Kwich, 2016). Das Vorhandensein von Grannen ist generell mit Produktions- und umweltbedingter Stresstoleranz assoziiert (Peleg et al.2010; heutiger konventioneller Zwergweizen ist nicht begrannt). Grannen – wieder im Zentrum des Interesses: - denn es konnte zudem nachgewiesen werden, dass Grannen eine wichtige Funktion in der Getreidepflanze haben, große Körner zu bilden, vor allem in der kritischen Wachstumsphase (Xing-Feng et al. 2010). Grannen haben eine dominante Rolle als Pflanzenverdunstungs- und Photosyntheseorgan in der Ähre, sie haben eine große Oberfläche und überschreiten damit die der Blätter in *Triticum durum*, zudem sinkt die Photosyntheserate in Blättern schneller als in den Grannen (Xing-Feng et al. 2010).

6. Vitamine und Carotinoide (siehe Tab. 5)

Vitamin B2 (Riboflavin) kommt sowohl in der Referenz als auch im Laufener Landweizen in signifikant höherer Konzentration vor, als im konventionellen Durchschnittsweizen (Hussain und Larsson et al., 2015; Koehler und Wieser, 2013), der lokale konventionelle Weizen weist jedoch ebenfalls eine überdurchschnittlich gute Riboflavin Konzentration auf. (möglicherweise aufgrund des guten Standortes?) Untersuchungen von Batifoulier et al. 2006 deuten darauf hin, dass der B-Vitamin-Gehalt sehr stark sortenabhängig ausgeprägt ist und Umweltfaktoren (Standort, Klima, Anbaumethoden) ebenso maßgeblich am B-Vitamin-gehalt (bzw. Profil) beteiligt sind. Die Forscher kamen auch zum Ergebnis, dass sich Thiamin und Pyridoxin, die hauptsächlich in den Randschichten des Kornes lokalisiert sind, in Vollkornbrot (nach dem Backprozess) nur moderat verringern (in Weißbrot jedoch größere Verluste zu verzeichnen sind) und Vollkornbrot damit eine sehr gute Quelle für B1 und B6-Vitamine darstellt (in VK-Brot sind Thiamin- und Pyridoxingehalte 2-9mal so hoch wie in Weißbrot). Entgegen der Allgemeinliteratur (DACH-Referenzwerte) - nach der die Verfügbarkeit der B-Vitamine aus pflanzlichen Quellen deutlich geringer ist, als aus tierischen

- ist die Bioverfügbarkeit gemessen mit 92% (im Tierfütterungsversuch v. Schweinen) von Thiamin aus Vollkornbrot sehr hoch (Batifoulier et al. 2006).

Die Verluste von Thiamin, Riboflavin und Pyridoxin beim Vermahlen zu Weißmehl belaufen sich auf 43%, 67% und 20%. Bemerkenswerterweise konnten Batifoulier zeigen, dass – im Vergleich zum verwendeten Mehl – die Riboflavinkonzentration im fertigen Brot (sowohl Weiß- als auch Vollkornbrot!) durch den Gärungs- und Backprozess signifikant anstieg. Obwohl der Bedarf an **Riboflavin** in der Bevölkerung überwiegend durch Milchprodukte (bzw. tierische Produkte, wie Fleisch) gedeckt wird, hat Brot mit 20% einen beträchtlichen Anteil an der Bedarfsdeckung. Vor allem das LLW-Brot (sowohl als Weiß- als auch als Vollkornbrot), wird einen überdurchschnittlich hohen Gehalt an Riboflavin im Gegensatz zu konventionellen Broten aufweisen. Wichtig sei auch, nach den Ergebnissen der Forscher, der Grad der Vermahlung, B-Vitamine aus grobgemahlenem Mehl sind schlechter bioverfügbar als fein gemahlenes.

Tocopherole (alpha und beta) und alpha Tocotrienol sind im LLW signifikant höher enthalten als im Durchschnitt.

Gesamtcarotinoide kommen sowohl in der konv. Weizensorte als auch im LLW in **vielfacher Menge** zu durchschnittlichen Gehalten in Weizen nach SFK vor (dürfte möglicherweise ein guter Standort (Boden) für Getreideanbau sein). Wobei der LLW einen **signifikant** höheren Gehalt von **Gesamtcarotinoiden** gegenüber der Referenz enthält. Es konnten jedoch auch in Schweden im Bioanbau hohe Carotinoidwerte gemessen werden, wenn auch nicht so hoch wie im LLW.

Die beiden Proben, besonders aber der LLW übertreffen in der Gesamtcarotinoidkonzentration signifikant den **durchschnittlichen Wert** von 11 *alten* schwedischen Weizensorten aus biologischem Anbau (Hussain und Larsson et al. 2015), wengleich eine traditionelle Lokalsorte (Landsorte) einen Spitzenwert von 408µg/100g erreichte. Anhand dieser umfangreichen Studie könnte man zumindest gedanklich extrapolieren, dass der LLW möglicherweise ebenso gut an die lokalen Bodenbedingungen angepasst, eine gute traditionelle carotinoidhaltige Sorte darstellt.

Es erscheint geradezu grotesk, dass sich Monsanto für seine Leistung rühmt, Carotinoide durch Gentechnik in Reis eingebracht zu haben (Golden Rice), wo es möglich ist, das natürliche Vorkommen von wertvollen Inhaltsstoffen in alten Weizen bzw. Getreidesorten durch Rekultivierung zu nutzen, und dies bei vielfältigerer Genetik (an Klimaschwankungen und Schaderreger besser angepasst) und angepasster an low-input-Landwirtschaft (Getreide ist besser an Bedingungen des Biolandbaus angepasst und resistenter gegenüber Krankheiten). (Grausgruber, 2010; Carle (Universität Hohenheim) 2015)

Studien haben gezeigt, dass biologisch (organisch) produzierte Lebensmittel höhere Konzentrationen an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, Carotinoiden und Polyphenolen als Lebensmittel aus konventionellem Anbau aufweisen (Hussain und Larsson et al., 2010).

Hussain und Larsson et al. (2015) haben sowohl alte Weizensorten, als auch gängige Lokalsorten und Sorten aus D und der Schweiz auf ihren Carotinoidgehalt untersucht. Dabei wurde ein Spitzenwert einer traditionellen, lokalen (schwedischen)

Landweizensorte (Öland 8) von 408µg/100g ermittelt. In dieser Studie wurden 4 verschiedene Carotinoide auf ihre Konzentrationen untersucht (β-Carotin, β-Cryptoxanthin, Lutein, Zeaxanthin). Die Verwendung von verschiedenen Extraktionsmethoden und Abscheidungsmethoden bei unterschiedlichem Weizenmaterial sind vermutlich ergebnisbeeinflussende Faktoren. Aber sämtliche Studien zum Carotinoidgehalt in Weizen haben Lutein als das vorherrschende Carotinoid klassifiziert, das am zweitmeisten vorkommende Carotinoid ist Zeaxanthin (variiert stark nach Genotyp), am dritthäufigsten findet sich beta-Carotin in Weizen, am wenigsten von den 4 untersuchten Carotinoiden ist beta-Cryptoxanthin in Weizen enthalten. Jedenfalls aber konnte festgestellt werden, dass die Zusammensetzung der Carotinoide sehr stark vom jeweiligen Weizen-Genotyp (z.B. traditionelle Landsorte, alte Sorten, primitive Sorten und Spelzweizen) abhängt.

Die Carotinoidklassen wurden in den aktuellen Untersuchungen zum LLW nicht ermittelt, daher kann hier keine Auskunft über die sortenspezifische Verteilung der Komponenten gegeben werden, ein Carotinoidprofil wäre aber aufgrund des nun vorliegenden hohen Gesamtgehaltes wissenswert und lohnenswert für das nächste Untersuchungspaket.

7. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

Alte Kultursorten sind jedoch nicht nur aufgrund der Menge ihrer Hauptinhaltsstoffe von größerer ernährungsphysiologischer Bedeutung, sondern auch aufgrund ihrer vielen *verschiedenen* nutritiven Inhaltsstoffe (...), siehe Polyphenole unten. Die Fokussierung in den modernen Weizensorten auf das vermeintliche (alleinige) Qualitätsmerkmal (Proteingehalt) führte zum Verlust eines breiten Spektrums an Polyphenolen (beispielsweise) und mengenmäßig an Mineralstoffen, Fettsäuren, Aminosäuren, usw. und letztendlich zu einem hohen Düngerbedarf. Als Ergebnis dieser Züchtung wurden Weizensorten entwickelt, die einen vergrößerten Stärkekörper (Endosperm) mit mehr „backfähigen“ Aminosäuren für die industrielle (maschinelle) Erzeugung und möglichst niedrige Halme haben sollten (leichter zu ernten usw.). Ein Hochleistungsweizen angepasst an die maschinelle Produktion und Verarbeitung. Wie Schuppen bereits zeigen konnte, dürfte diese züchtungsbedingte Zusammensetzung und Veränderung der Inhaltsstoffe nicht unbemerkt an der menschlichen Verträglichkeit und Verdauung vorübergegangen sein (wie in Kap. 1.1 besprochen).

6.1 Antioxidative Kapazität vom LLW

Serpen et al. untersuchten 2008 die antioxidative Kapazität von 18 Urweizensorten (Emmer und Einkorn) und 2 modernen Brotweizensorten. Darüber hinaus untersuchten sie die Verteilung der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe. Dabei konnten die Forscher feststellen, dass sich die beiden untersuchten Parameter in den beiden Sorten Emmer und Einkorn signifikant unterscheiden: während Emmer eine sehr hohe antioxidative Kapazität aufweisen kann, ist Einkorn besonders reich an Carotinoiden. Genotypische (d.h. Ploidie-[diploid, tetraploid, hexaploid,...]) Unterschiede in der antioxidativen Aktivität von Einkorn, Emmer, Dinkel und Triticum aestivum (Weich- [bzw. Brot]weizen) wurden auch von Tran, Konvalina

et al. (2016) bestätigt. Neben der genotypischen Beeinflussung der Antioxidativen Kapazität, zeigen auch stressende Klimabedingungen während der Vegetationsperiode bedeutende Auswirkungen.

Der **LLWeizen zeigte in einer VORUNTERSUCHUNG** (IGV Foodtech, 2015) **durchschnittliche Werte in der antioxidativen Kapazität (ACL/ACW)**

ACL = 2,1µmol/g TM Troloxäquivalente

ACW= 2,7µmol/g TM Ascorbinsäureäquivalente

Es ist schwierig zu beurteilen, ob der LLW genotypisch durchschnittliche antioxidative Eigenschaften besitzt oder die jährlich wechselnden Anbaubedingungen (und Kulturmanagement) zu gr. Schwankungen in den Ergebnissen führen, in jedem Fall müssten für eine aussagekräftige Einschätzung über mehrere Jahre Proben von vielen verschiedenen (15-20) Standorten genommen werden. Aufgrund des durchschnittlichen gesamt-antioxidativen Potentials war nicht zu erwarten, dass der **Gehalt an Gesamtcarotinoiden (mit antioxidativem Potential) aus der ERNTE 2016 so außerordentlich hoch gegenüber dem konventionellen Standard (SFK) liegt und deutlich über der Referenz aus der gleichen Gegend.** Der Konsum von Vollkorn(!)weizen, reich an antioxidativen Inhaltsstoffen, ist assoziiert mit einem reduzierten Risiko an chronischen ernährungsabhängigen Erkrankungen, wie z.B. Diabetes II, Adipositas und kardiovaskulären Erkrankungen.

Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist, dass besonders beim Weizen (im Gegensatz zu Pseudocerealien) **Sprossen ihren Gehalt an Antioxidantien** (im Vergleich zum Korn) **durch den Keimungsprozess verdoppelten**, während beim Brotbacken aus dem Mehl Verluste zu beobachten waren (Alvarez und Jubete, 2010). Durch den Keimungsprozess laufen noch viele andere metabolische Veränderungen im Korn ab (siehe Chavan & Kadam, 1989). Da sich in den letzten Jahren der Trend zu **Weizenkeimbrot** abzeichnet, bzw. sogar das sogenannte Essener Brot (reines Keimlingsbrot, das nicht gebacken, sondern getrocknet wird – ähnlich Knäckebrot) eine Renaissance erlebt, ist in eine Produktlinie beim LLW in diese Richtung anzudenken.

6.2 Phytosterine (siehe Tab.6)

Ein **besonderes Ergebnis der Untersuchung des LLW ergab das Phytosterolmuster:** Während konventioneller Weizen (Referenz und Standard SFK) überwiegend β -Sitosterin als Hauptbestandteil enthält, weist der LLW davon keine Spur auf, stattdessen aber in ähnlicher Menge (bzw. etwas mehr) **Sitostanol mit 52,9% Anteil an den Gesamtphytosterinen.** (Chemischer Hintergrund: Sitostanol entsteht durch Reduktion von β -Sitosterin.)

Es liegen bereits viele Studien vor, in denen der Effekt von Phytosterinen (1-5g/d) untersucht wurde und die Gesamtcholesterinkonzentration (Blut) und LDL-Cholesterin um 5-13 bzw. 7-16% gesenkt werden konnte, mittlerweile werden Phytosterine therapeutisch zur Cholesterinsenkung und zur symptomatischen Behandlung von benigner Prostatahyperplasie eingesetzt (Phytotherapeutika). Der Cholesterinsenkende Effekt wurde bisher dem β -Sitosterin zugesprochen. Korpela et al. (2006) konnten jedoch die cholesterinsenkende

Wirkung mit einem Mix aus verschiedenen Phytosterinen zeigen, in dem u.a. β -Sitosterin aber auch Stanole, wie β -Sitostanol, Campesterol, Campestanol u.s.w. cholesterinsenkende Wirkung hatten. Die Wirkung ist sehr wahrscheinlich dosisabhängig (bis zu 2g/d), bei höheren Dosen >2g/d, kann nur noch kaum eine Cholesterinsenkung im Blut festgestellt werden. Auch kamen die Forscher zum Schluss, dass β -Sitosterin in der Metabolisierung mit anderen Phytosterolen konkurrieren dürfte.

Heinemann et al konnten bereits 1991 in einer Interventionsstudie feststellen, dass Sitostanol die Cholesterinabsorption um fast 85% verringern konnte, während β -Sitosterin den Cholesterinspiegel „nur“ um 50% senkte. **Der hohe Sitostanolgehalt und dessen größere Effizienz macht den LLW zu einem potenteren Senker des Cholesterinspiegels, bzw. zum Hemmer der Cholesterinaufnahme im Intestinaltrakt (natürlich vorausgesetzt, es wird Vollkornmehl verwendet) als β -Sitosterin aus konventionellem, modernem Standardweizen.**

Aus naturwissenschaftlichem Interesse sei hier erwähnt, dass β -Sitosterin antientzündliche und fiebersenkende Eigenschaften haben dürfte (ähnlich der Acetylsalicylsäure), wie Gupta et al. in einer Studie an Ratten zeigen konnten. Carrageen-induziertes Ödem und Bierhefe-induziertes Fieber konnten sowohl mit intraperitonealer als auch oraler Gabe von β -Sitosterin signifikant verringert werden. (Gupta, Nath et al. 1980)

Pflanzen bilden Hormone, die Wachstum und Entwicklung steuern und diese werden aus Steroiden, also der Stoffklasse synthetisiert, der die Phytosterine angehören. Wichtige tierische Hormone, wie z.B. die Sexualhormone, Hormone der Nebennierenrinde werden ebenfalls aus Steroiden (Cholesterin) gebildet. Die strukturelle Ähnlichkeit ist augenscheinlich, siehe Abbildung unten. Daher ist es nicht verwunderlich, dass eine Stoffgruppe, wie die der Phytosterine so große Bedeutung in der humanen Ernährung hat, wo sie aufgrund ihrer chemischen Struktur und Funktion in bereits kleinen Konzentrationen große Wirkungen im menschlichen Körper zeigen. Wie auch vom Oxyphytosterin aus Weizenkleie gezeigt werden konnte, dass es effektiv das Colonkrebszellenwachstum hemmte (Zhu et al. 2015).

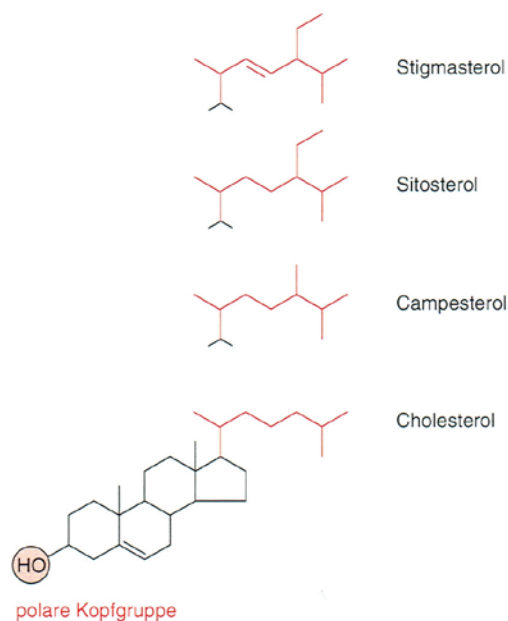


Abb. 15.3 Cholesterol und davon abgeleitete Steroide (Sterole) (gezeigt sind nur Seitenketten) sind Membranbausteine.

Abb.: Heldt H, 2003.

Auch **δ -7-Stigmasterol** und **δ -7Avenasterin** kommen im LLW in signifikant höheren Konzentrationen vor als in der Referenz, δ -7-Stigmasterol mehr als doppelt so viel. Phytinsäure ist ebenfalls in signifikant höherer Menge enthalten als in der Referenz. Da Phytinsäure mit wichtigen Mineralstoffen und Spurenelementen wie Zink und Eisen Komplexe bildet und diese dadurch für den Menschen nicht bioverfügbar sind, kommt hier der traditionellen Bäckerei eine wichtige Rolle zu: durch längere (!) Teigruhen lösen sich die Komplexverbindungen und Eisen, Zink, usw. liegen frei vor und werden bei Aufnahme verfügbar. Klassische Empfehlung: Sauerteigführung.

Obwohl Phytosterine in den letzten Jahren negative Schlagzeilen machten (Kelly et al. 2011), da es bei einer Interventionsstudie mit sowohl Medikamenten als auch Phytosterin-angereicherter Margarine zu einer Verdickung der Gefäße in der Augennetzhaut kam (Mediziner nutzen diesen Parameter – noch nicht etabliert – um drohende Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu erkennen). Den Herstellern solcher cholesterinsenkender Margarinen wurde der Prozess gemacht, da es sich bei den Lebensmitteln um pharmakologisch wirksame (wie auch immer) Produkte handle. Dazu sei erwähnt, dass β -Sitosterin einigen Margarinesorten in chemisch veränderter Form zugesetzt wird. Es ist in Ölen und Fetten nur eingeschränkt löslich und kann wegen der Doppelbindung oxidiert werden, daher wird das freie β -Sitosterin hydriert und mit Fettsäuren (üblicherweise dem Fettsäuregemisch aus Rapsöl) verestert. Das Produkt dieser Reaktion wird unter dem Namen *Stanoleser* bis zu 8 % den Streichfetten beigemischt (Hepburn et al. 1991; Weingärtner et al. 2009) und ist β -Sitosterin, wie es natürlich im Getreide, mit seinen Vorstufen und Derivaten im Kontext der verschiedenen Verbindungen (und möglicherweise Synergismen) nicht vergleichbar – wie bereits ernüchternd gezeigt - mit veresterten Phytosterinen aus functional food.

6.3 Polyphenole

Vor allem der **Gehalt an Polyphenolen** (aus der Klasse der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe) zeigt sich anhand der Daten anderer Untersuchungen **alter und moderner Weizensorten besonders interessant** (die finanziellen Mittel für das Polyphenolprofil des LLW waren nicht gegeben).

Die Ferulasäure (Phenolsäure), ist in Getreide (Weizen) in beträchtlichen Mengen vorhanden, vor allem in den Randschichten des Kornes (bes. in der Kleie), der Grund dafür liegt darin, dass die Ferulasäure als Antioxidans fungiert, das das darunterliegende Gewebe vor Sauerstoffmolekülen schützt; (beim LLW nicht detektiert, jedenfalls aber als Gegenstand weiterer Analysen von besonderem Interesse; Leitzmann, Watzl 2005). Ferulasäure und Kaffeesäure sind die in Pflanzen am häufigsten vorkommenden sekundären Pflanzeninhaltsstoffe. Ferulasäure senkt TNF alpha (multifunktionaler Signalstoff (Zytokin) des Immunsystems, der bei lokalen und systemischen Entzündungen beteiligt ist), steigert IL 10 (sind zu den Zytokinen zählende Peptidhormone, d. h. sie sind körpereigene Botenstoffe der Zellen des Immunsystems, Interleukin-10 als sog. anti-inflammatorisches Zytokin, indem es die Makrophagenfunktion hemmt und somit überschießende Entzündungsreaktionen verhindert) und beeinflusst das Bakteriengleichgewicht des Mikrobioms sehr günstig (Vitaglione et al. 2015).

Flavonoide und Polyphenole aus der alten Weizensorte *Triticum aestivum* Verna schützen vor oxidativem Stress und damit assoziierten Erkrankungen (Leoncini et al. 2012). Und in einer Untersuchung mit 16 alten italienischen Weizensorten und 6 modernen konnten insgesamt 104 verschiedene Polyphenolverbindungen nachgewiesen werden, dabei stellte sich heraus, dass in den alten Weizensorten nicht nur ein größerer Gehalt, sondern auch ein größeres Spektrum an verschiedenen phenolischen Verbindungen vorhanden ist, als in modernen Weizensorten zu finden ist (Dinelli et al. 2011). Die gleichen Forscher verglichen in einer weiteren Studie alte Weizensorten miteinander und bemerkten dazu, dass jede Sorte ein einzigartiges Profil an phenolischen Verbindungen aufweist, sozusagen als FINGER PRINT (Dinelli et al. 2009; Serpen et al. 2008). Offensichtlich spiegelt sich, bzw. fraktalisiert sich makroskopische Biodiversität in der Landwirtschaft in der mikroskopischen Biodiversität in der Pflanze, im Korn selbst!

Der LLW ist damit ein Fingerprint der Laufener Landwirtschaft und Kultur als Produkt einer jahrhundertelangen, effizienten Anpassung an die örtlichen Bedingungen dessen Feinprofil eine große biodiverse und ernährungsphysiologische Bedeutung haben dürfte, wie bereits in den erwähnten Studien anhand anderer alter Weizensorten gezeigt.

*„Saatgut bewahren, heißt Leben bewahren. Samen sind Ausdruck der zyklischen Erneuerung alles Lebenden. (...) Wir müssen das lebendige Saatgut bewahren und unser Leben mit anderen Lebewesen teilen. **Saatgut bewahren heißt Vielfalt bewahren.** Die Monokultur des Geistes bringt Millionen von Arten und Sorten zum Aussterben. Unsere Welt ist jedoch reicher, schöner und freudvoller in ihrer Vielfalt. **Saatgut bewahren heißt Freiheit bewahren.** (...) Unsere Freiheit liegt im freien Zugang zum Saatgut.(...)“* Vandana Shiva (Wissenschaftlerin, Trägerin des alternativen Nobelpreises).

8. Zusammenfassende Bewertung der Analyseergebnisse des Laufener Landweizens LLW

Die Analyse der alten Gene des LLWs ergab den ersten, vorläufigen (!) Analysenstand, für aussagekräftige sortenspezifisch - definierte Eigenschaften des Laufener Landweizens müssten noch weitere Untersuchungen folgen. So viel sei jedoch erstmalig festgehalten: dass sich der Laufener Landweizen als echtes, natürliches functional food auszeichnet: er enthält höchst bioaktives (cholesterinsenkendes) Sitostanol (Phytosterin), doppelt so viel Silicium und 12 mal so viel Carotinoide wie standardisierter Großhandelsweizen.

Silicium ist essentiell für die Knochen- und Knorpelbildung, es stärkt das Immunsystem, das Nervengewebe und stabilisiert das Bindegewebe (strafft!). Eine (u.a.) zu geringe Siliciumzufuhr erhöht die Knochenbrüchigkeit (Osteoporose) und es spielt eine Schlüsselrolle in der Prävention von NAFLD (nicht alkoholischer Fettlebererkrankung), die mittlerweile beinahe 1/3 der Normalbevölkerung betrifft. Frau und Herr Österreicher decken ihren Siliciumbedarf hauptsächlich über Getreide und Gemüse (daraus auch am besten aufzunehmen), daher würde die Siliciumaufnahme aus LLW etwa der doppelten Menge gegenüber dem konventionellen Standardweizen entsprechen, ein bedeutendes Versorgungspotential!

Der LLW enthält mehr als die 12fache Menge an Gesamtcarotinoiden als konventioneller Weizen aus dem Supermarkt. Auch Vitamin E (Tocopherol, Tocotrienol) Verbindungen sind im LLW mehr enthalten als im Durchschnittsweizen. Sowohl Carotinoide als auch Tocopherole wirken antioxidativ und reduzieren das Risiko an chronischen ernährungsabhängigen Erkrankungen, wie z.B. Diabetes II, Adipositas und kardiovaskulären Erkrankungen. Besonders Weizen kann seinen Gehalt an Antioxidantien verdoppeln, wenn man ihn ankeimen lässt, d.h. Sprossen zieht. Das macht den LLW in der Verwendung für Keimlings-, bzw. Sprossen- und auch Essenerbrot besonders attraktiv, da es ein größeres antioxidatives Potential hat als herkömmliches Weizenbrot.

Sitostanol, ein kardioprotektives (herzschützendes) Phytosterin (Pflanzenhormon, sekundärer Pflanzeninhaltsstoff), bildet das Hauptphytosterin im LLW. Während im konventionellen Standardweizen kein Sitostanol sondern β -Sitosterin als vorherrschendes Phytosterin enthalten ist. Sitostanol ist wesentlich effektiver in der Cholesterinsenkung als β -Sitosterin (siehe Kapitel 6.2.). Darüberhinaus finden sich im LLW höhere Konzentrationen an weiteren Phytosterinen, wie δ -7-Avenasterin, und doppelt so viel δ -Stigmastenol.

Der LLW der Ernte 2016 enthält erheblich größere Mengen an allen Fettsäuren als der Standardweizen und im Gegensatz zum Standardweizen KEINE ARACHIDONSÄURE, diese steht in Verdacht entzündliche Prozesse zu fördern.

Weiters verfügt der LLW über einen sehr guten Proteingehalt, was ihn als Qualitätsweizen klassifiziert, der nach Auswertung der ersten Untersuchungen zu den Backeigenschaften eine gute Verarbeitung erwarten lässt. Der Gehalt an mehreren, vor allem an der Hälfte aller essentiellen Aminosäuren ist höher als im Standardweizen. Die limitierende Aminosäure

Lysin ist im LLW in größerer Konzentration enthalten als im Standardweizen, auch Tryptophan kommt in höherem Maße vor.

Wie bereits in Untersuchungen zum Biolandbau (generell) gezeigt, weist der LLW auch höhere Gehalte an Calcium, Magnesium, Phosphor, Zink und Eisen auf. Doch was nützt das Vorkommen, wenn der Körper es nicht aufnehmen kann? Durch entsprechendes know-how beim Backen (beim Bäcker oder in der Privatküche) können die durch Phytinsäure gebundenen – daher schwer verfügbaren - essentiellen Spurenelemente Eisen und Zink nach dem Verzehr verfügbar gemacht werden, indem entsprechende „Gehzeiten“ beim Zubereiten des Teiges berücksichtigt werden, anstatt schnelle Kuchen, Kekse oder Cracker herzustellen. Eisen ist im Wachstum bei Kindern und auch bei MischköstlerInnen immer wieder ein defizitärer Stoff, wenn jedoch Vollkorn-LLWeizenmehl entsprechend verarbeitet wird (fein gemahlen und Brot daraus lange Gärzeit zur Verfügung hat), ist Vollkornbrot eine gute Versorgungsquelle. Zink, das im Bewusstsein der Bevölkerung ein Schattendasein fristet, ist unentbehrlich im Schutz vor oxidativen Schäden und im Hormon- und Immunsystem und daher ist Vollkornbrot bei einer überwiegend pflanzlichen Kost, wie sie empfohlen wird, eine gute Zinkquelle.

Riboflavin (Vitamin B2) ist im LLW ebenfalls in größeren Mengen vorhanden, als im Standardweizen, der Backprozess erhöht den Gehalt an Riboflavin noch zusätzlich. LLW-Brot wird einen überdurchschnittlich hohen Riboflavingehalt aufweisen. Da die Bedarfsdeckung mit Riboflavin zu 20% aus Brot erfolgt, ein bemerkenswerter Versorgungsbeitrag.

Nochmals sei betont, dass es sich um ein vorläufiges Untersuchungsergebnis handelt, das sehr interessante Werte liefert, es aufgrund dessen jedoch nicht möglich ist, hiermit generell über sortenspezifische Eigenschaften des Laufener Landweizens zu sprechen! Dazu sind Untersuchungen aus mehreren Erntejahren, von mehreren Standorten und entsprechenden Vergleichsproben nötig!

9. Literatur

Alvarez und Jubete et al. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry* 2010; 119(2):770-778.

Batifoulier F, Verny MA, Chanliaud E, Révész C, Demigné C. Variability of B vitamin concentrations in wheat grain, milling fractions and bread products. *Europ J Agronomy* 2006; 25: 163-169.

Beleggia R, Papa R et al. A lesson from wheat evolution: From the wild to our spaghetti dish. Wild and landraces genetic diversity the key to improving nutritional value. *Molecular Biology and evolution* 2016.

Beleggia, Rau et al. Evolutionary Metabolomics Reveals Domestication-Associated Changes in Tetraploid Wheat Kernels. *Mol Biol Evol* 2016; April 5.

Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. 6. Aufl. Wien – New York: Springer Verlag, 2007. S 562.

Boila RJ et al. Variation of the Mineral Content of Cereal Grains Grown at selected locations throughout Manitoba. *Canadian Journal of Animal Science*. 1993; 73(2): 421 – 429.

Branchi F, Aziz I, Conte D, Sanders DS. Noncoeliac gluten sensitivity: a diagnostic dilemma. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2015; 18 (5): 508-14.

Chavan JK, und Kadam SS. Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1989; 28 (5), 401-437.

Choi MK, Kim MH. Dietary Silicon Intake of Korean Young Adult Males and Ist Relation to their Bone Status. *Biol Trace Elem Res* 2017; 176 (1): 89-104.

Cuccioloni M, Mozzicafreddo M, Ali I, Bonfili L, Cecarini V, Eleuteri AM, Angeletti M. Interaction between wheat alpha amylase/trypsin bi-functional inhibitor and mammalian digestive enzymes: Kinetic, equilibrium and structural characterization of binding. *Food Chem* 2016; 213:571-8.

Deutsches Ärzteblatt. Nichtalkoholische Fettlebererkrankung 2014. Internet: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/160842/Nichtalkoholische-Fettlebererkrankung> (Zugriff am 15.5.2017).

Deutscher Landwirtschaftsverlag, Weizendüngung: Rohprotein – und was kommt dann? 2015: <http://www.agrarheute.com/news/weizenduengung-rohprotein-kommt-dann> (Zugriff am 8.8. 2016)

Deutscher Landwirtschaftsverlag. Getreide Rohproteingehalt beim Weizen als Qualitätsmerkmal nicht mehr zeitgemäß 2010: <http://www.agrarheute.com/news/rohproteingehalt-beim-weizen-qualitaetsmerkmal-mehr-zeitgemaess> (Zugriff am 8.8. 2016)

Dinelli G¹, Segura-Carretero A, Di Silvestro R, Marotti I, Arráez-Román D, Benedettelli S, Ghiselli L, Fernandez-Gutierrez A. Profiles of phenolic compounds in modern and old common wheat varieties determined by liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *J Chromatogr A* 2011; 1218 (42):7670-81.

Dinelli G¹, Carretero AS, Di Silvestro R, Marotti I, Fu S, Benedettelli S, Ghiselli L, Gutiérrez AF. Determination of phenolic compounds in modern and old varieties of durum wheat using liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *J Chromatogr A* 2009; 1216(43):7229-40.

Dong M, Jiao G, Liu H, Wu W, Li S, Wang Q, Xu D, Li X, Liu H, Chen Y. Biological Silicon Stimulates Collagen Type 1 and Osteocalcin Synthesis in Human Osteoblast-like Cells Through the BMP-2/Smad/RUNX2 Signaling Pathway. *Bio Trace Elem Res* 2016; 173 (2): 306-15.

Ebermann R, Elmadfa I. *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung*. Wien: Springer Verlag, 2008.

Elmadfa I, Leitzmann C. *Ernährung des Menschen*. 3. Aufl. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 1998.

Farooq MA, Dietz KJ. Silicon as Versatile Player in Plant and Human Biology: Overlooked and Poorly Understood. *Front Plant Sci* 2015; 6: 994.

Garcimartin A, Lopez-Oliva ME, Santos-Lopez JA, Garcia-Fernandez RA, Macho-Gonzalez A, BAsida S, Benedi J, Sanchez – Muniz FJ. Silicon Alleviates Nonalcoholic Steatohepatitis by Reducing Apoptosis in Aged Wistar Rats Fed a High-Saturated Fat, High-Cholesterol Diet. *J Nutr*. 2017; April 26.

Grausgruber, Heinrich, Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. BOKU Wien, Auskünfte per Telefon und mail 7/8 2016. Abteilung Pflanzenzüchtung.

Gupta und Nath et al. Anti-Inflammatory and Antipyretic Activities of β -Sitosterol. *Planta Med*. 1980; 39(2):157-63.

Hamader H, Reisinger J. *Das neue Getreide-Kochbuch. Raffinierte Rezepte für bewusste Genießer*. 2010

Heldt HW. *Pflanzenbiochemie*. 3. Aufl. Heidelberg-Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2003. S 373.

Heinemann et al. Mechanisms of action of plant sterols on inhibition of cholesterol absorption. Comparison of sitosterol and sitostanol. *Eur J Clin Pharmacol*. 1991; 40 Suppl 1: 59-63.

- Hepburn PA et al. Safety Evaluation of Phytosterol Esters. Part 2. Subchronic 90-Day Oral Toxicity Study on Phytosterol Esters—A Novel Functional Food. *Food and Chemical Toxicology* 1999; 37 (5): 521–532.
- Hussain A, Larsson H, Kuktaite R, Johansson E. Mineral Composition of Organically Grown Wheat Genotypes: Contribution to Daily Minerals Intake. *Int J Environ Res Public Health* 2010; 7 (9): 3442–3456.
- Hussain A, Larsson H, Kuktaite R, Olsson ME, Johansson E. Carotenoid Content in Organically Produced Wheat: Relevance for Human Nutritional Health on Consumption. *Int J Environ Res Public Health* 2015; 12 (11): 14068–14083.
- Junker Y, Zeissig S, Seong-Jun K, Barisani D, Wieser H, Leffler DA, Zevallos V, Libermann TA, Dillon S, Freitag TL, Kelly CP, Schuppan D. Wheat amylase trypsin inhibitors drive intestinal inflammation via activation of toll-like receptor 4. *J Exp Med* 2012; Dec 17;209(13):2395–408.
- Kelly ER et al. Effects of long term plant sterol and -stanol consumption on the retinal vasculature: A randomized controlled trial in statin users. *Atherosclerosis* 2011; 214 (1): 225–230.
- Koehler P, Wieser H. Chemistry of Cereal Grains. In: *Handbook on Sourdough Biotechnology* (Hrsg. Gobbetti M, Gänzle M). 2013: 11–45.
- Korpela R et al. Safety aspects and cholesterol-lowering efficacy of low fat dairy products containing plant sterols. *European Journal of clinical nutrition* 2006; 60: 633–642.
- Kwich, Margarita. Die Rekultivierung des Laufener Landweizens, Strategien und Maßnahmen für einen Erhalt in der Region. Masterthesis zur Erlangung des akademischen Titels Master in Gastrosophy, 2016.
- Landwirtschaftskammer Burgendland, Qualitätsweizen – Ertragshöhe und Rohproteingehalte – welche Faktoren sind entscheidend? 2016: <https://bgl.d.lko.at/?+Qualitaetsweizen-Ertragshoehe-und-Rohproteingehalte-welche-Faktoren-sind-entscheidend+&id=2500,2396199,,,,bW9kZT1uZXh0JnBhZ2luZz15ZXNfxzEwJmNOPE2JmJhY2s9MQ> (Zugriff am 8.8. 2016)
- Leitzmann C, Watzl B. *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln*. 3. Aufl. Stuttgart: MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co KG, 2005.
- Leoncini E¹, Prata C, Malaguti M, Marotti I, Segura-Carretero A, Catizone P, Dinelli G, Hrelia S. Phytochemical profile and nutraceutical value of old and modern common wheat cultivars. *PLoS One* 2012; 7 (9): e45997.
- MeinAllergiePortal Sabine und Prof. Dr. Harald Jossé 2014. <http://www.mein-allergie-portal.com/zoeliakie-und-glutensensitivitaet/417-ati-ein-faktor-bei-zoeliakie-und-weizensensitivitaet.html> (Zugriff am 11.8. 2016)
- Miedaner T, Longin F. *Unterschätzte Getreidearten*. Einkorn, Emmer, Dinkel & Co. 2012; 29, 43.
- Peleg Z, Saranga Y, Fahima T, Aharoni A, Elbaum R. Genetic control over silica deposition in wheat awns. *Physiol Plant* 2010; 140 (1):10–20.
- Schuppan D, Pickert G, Ashfaq – Khan M, Zevallos V. Non-celiac wheat sensitivity: differential diagnosis, triggers and implications. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2015; 29(3): 469 – 76.
- Schuppan D, Zevallos V. Wheat amylase trypsin inhibitors as nutritional activators of innate immunity. *Dig Dis* 2015; 33(2): 260–3.
- Serpen A, Gökmen V, Karagöz A, Köksel H. Phytochemical quantification an total antioxidant capacities of emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and einkorn (*Triticum monococcum* L) wheat landraces. *J Agric Food Chem* 2008; 56 (16):7285–92.
- SFK Souci SW, Fachmann W, Kraut H. *Nährwerttabellen*. Stuttgart: medpharm GmbH Scientific Publishers, 2000. S579f.
- SFK Souci Fachmann Kraut. *Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwerttabellen*. 8. Aufl. Stuttgart: medpharm GmbH Scientific Publishers, 2016 S. 618f.

Sofi F¹, Whittaker A, Cesari F, Gori AM, Fiorillo C, Becatti M, Marotti I, Dinelli G, Casini A, Abbate R, Gensini GF, Benedettelli S. Characterization of Khorasan wheat (Kamut) and impact of a replacement diet on cardiovascular risk factors: cross over dietary intervention study. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67(2):190-5.

Strobel E, Ahrens P, Hartmann G, Kluge H, Jeroch H. Gehalt an Inhaltsstoffen von Weizen, Roggen und Hafer bei Anbau unter konventionellen und den Bedingungen des ökologischen Anbaus. *Die Bodenkultur* 2001; 52 (4) 221-231.

Thorup AC¹, Gregersen S¹, Jeppesen PB¹. Ancient wheat diet delays diabetes development in a Type 2 Diabetes Animal model. *Rev Diabet Stud* 2014; 11(3-4):245-57.

Tkachuk R und Irvine GN. Amino acid composition of wheat and wheat products. Grain research laboratory (Manitoba, Canada) 1966; Paper Nr. 276: 206-218.

Tran DK, Konvalina P, Vlasek O, Sterba Z, Suchy K. The Antioxidant Activity of Ancient Wheat Varieties and Modern Wheat Varieties. *MendelNet* 2016; 158 – 162.

Universität Hohenheim. Einkorn – goldenes Korn: Urweizenart für die Gesundheit der Augen. Wissenschaftliche Studie der Universität Hohenheim: Urweizensorten produzieren mehr „Augenschutzstoff“ Lutein. 2015: https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=27893&cHash=4f9c9fb351 (Zugriff am 10.5.2017).

Vitaglione P., , Mennella I., et al. Whole grain wheat consumption reduces inflammation in a randomized controlled trial on overweight and obese subjects with unhealthy dietary and lifestyle behaviors: role of polyphenols bound to cereal dietary fiber. *Am J Clin Nutr* 2015; 101 (2): 251-61.

Weingärtner O, Böhm M, Laufs U. Controversial role of plant sterol esters in the management of hypercholesterolaemia. *Eur Heart J* 2009; 30 (4): 404-409.

Whittaker A¹, Dinu M², Cesari F³, Gori AM^{4,3}, Fiorillo C⁵, Becatti M⁵, Casini A^{4,6}, Marcucci R^{4,3}, Benedettelli S¹, Sofi F^{4,6,7}. A khorasan wheat-based replacement diet improves risk profile of patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM): a randomized crossover trial. *Eur J Nutr* 2016; Feb 8.

Whittaker A¹, Sofi F^{2,3,4}, Luisi ML⁵, Rafanelli E⁶, Fiorillo C⁷, Becatti M⁸, Abbate R⁹, Casini A¹⁰, Gensini GF¹¹, Benedettelli S. An organic khorasan wheat-based replacement diet improves risk profile of patients with acute coronary syndrome: a randomized crossover trial. *Nutrients* 2015; 7(5):3401-15.

Wlcek S, Zollitsch W. Protein and amino acid content of organically grown wheat and triticale in comparison with values from feed tables. *Proc Soc Nutr Physiol* 2002; 11: 76.

Xing-Feng, Li, Du Bin, Wang Hong – Gang. Awn anatomy of common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its relatives. *Caryologia* 2010; Vol. 63, no.4:391-397.

Zhu Y, Sokora D, Sang S. Oxyphytosterols as active ingredients in wheat bran suppress human colon cancer cell growth: identification, chemical synthesis, and biological evaluation. *J Agric Food Chem* 2015; 63(8):2264-76.

TABELLEN_ Interpretation der Inhaltsstoffanalyse des Laufener Landweizens

LLW (2016, bio) und Referenz (2016, konventionell) vom gleichen Standort

Tab.1: Hauptnährstoffe

Inhaltsstoffe	Probe A Referenz konventionell (SGS) g/100g <i>Sorte: Cubus</i>	Probe B LLW kontr. ökologisch (SGS) g/100g	Konventioneller Standard (Trit. vulg.) SFK Souci Fachmann Kraut, 2000, und 2016
Protein	10,8	13,2	11,4
Protein i. Tr.	12,0	14,6	-
Feuchtgluten	17,6	33,6	-
Fett	2,4	2,6	1,83
Feuchtigkeit	10,09	9,76	12,6
Asche	1,641	1,821	1,65
Asche i. Tr.	1,825	2,018	-
Ballaststoffe	11,8	11,6	13,3
Kohlenhydrate	63,3	61,0	59,6
Brennwert	1442kJ/100g	1451kJ/100g	1265kJ/100g

Tab. 2: Fettsäuregehalt

Fettsäuren	Probe A (SGS) Referenz Konventionell <i>Sorte: Cubus</i>	Probe B (SGS) LLW kontr. ökologisch	Probe A	B	Konventioneller Standard (SFK ¹) 2000, 2016	Weizen (Trit.vulg.) konv. (SFK in %)	Weizen (Trit. Vulg.) konv. (BG ² in %)
Linolsäure C18:2, n-6	1270mg/100g	1510mg/100g	54	59	762mg/100g	58	55
Ölsäure C18:1, n-9	500mg/100g	460mg/100g	21	18	176mg/100g	13	14
Palmitinsäure C16:0	370mg/100g	400mg/100g	16	16	283mg/100g	22	20
α-Linolensäure C18:3, n-3	110mg/100g	100mg/100g	5	4	51mg/100g	4	4
Stearinsäure C18:0	69mg/100g	46mg/100g	3	1,8	13mg/100g	1	1,5
Palmitoleinsäure C16:1, n-7	14mg/100g	7mg/100g	0,59	0,27	8,4mg/100g	0,64	1,5
Eicosensäure C20:1	18mg/100g	17mg/100g	0,76	0,67	6,4mg/100g	0,49	k.A.
Myristinsäure C14:0	8mg/100g	9mg/100g	0,34	0,35	1,3mg/100g	0,1	k.A.

¹Souci Fachmann Kraut 2010 u. 2016 gibt auch noch Arachinsäure und Arachidonsäure mit nennenswertem Gehalt an (in den LLW-Untersuchungsergebnissen v. SWS beide unterhalb der Nachweisgrenze)

²„Getreidelipide unterscheiden sich nicht sehr wesentlich in ihrer Fettsäurezusammensetzung“ Linolsäure dominiert in allen Fällen (Weizen, Roggen, Mais, Gerste, Hafer, Hirse, Reis, auch beim Dinkel); Weizenlipide haben einen großen Einfluss auf den Backvorgang und wurden daher eingehend untersucht. Angaben in Gew.% der Gesamtfettsäuren (Belitz und Grosch, 2007)

Tab. 3: Aminosäuregehalt

Aminosäuren	Probe A Referenz (SGS) 2017 Sorte: <i>Cubus</i> in mg/100g	Probe B LLW (SGS) 2017 in mg/100g	Konventioneller Standard SFK ¹ 2000, 2016 in mg/100g	Weizen aktuell bio Vergleichswerte ²
Glutaminsäure	2810	3800	4080 (3870-4180)	
Prolin	990	1320	1560 (1450-1770)	
<i>Leucin*</i>	750	980	920 (880-980)	
<i>Valin*</i>	690	740	620 (610-650)	
<i>Phenylalanin*</i>	580	690	640 (620-650)	
Asparaginsäure	540	820	700 (690-730)	
Glycin	500	720	720 (630-930)	
Arginin	460	590	620 (580-710)	
Serin	410	760	710 (430-790)	
Alanin	410	560	510 (490-550)	
<i>Isoleucin*</i>	390	510	540 (470-580)	
<i>Lysin*</i>	340	430	380 (340-430)	340
Tyrosin	320	450	410 (280-480)	
Histidin	290	400	280 (260-310)	
<i>Threonin*</i>	260	420	430 (400-490)	370
Cystin	180	230	290 (280-350)	290
<i>Methionin*</i>	170	170	220 (190-270)	200
<i>Tryptophan*</i>	100	150	150 (140-160)	150

*Essentielle Aminosäuren

¹ SFK (Souci-Fachmann-Kraut, 2000 u 2016

² Wlcek, Zollitsch 2002

Tab. 4: Mineralstoffe und Spurenelemente

Mineralstoffe und Spurenelemente	Probe A Referenz (SGS) in mg/100g <i>Sorte: Cubus</i>	Probe B LLW (SGS) in mg/100g	Konventioneller Standard SFK ¹ 2000, 2016 in mg/100g	Weizensorten div. konv. 1993 ² (kanadische Sorten) in mg/100g	Moderne Weizensorten ³ (n=28) 2010	Alte Weizensorten ³ (n=191) 2010
Natrium	4,3	1,5	7,7 (3,0-9,0)	-	-	-
Calcium	51,2	42,7	33 (25-48)	25-47	38,8	39,0
Phosphor	363,1	388,1	342 (340-406)	353-440	402,0	389,0
Magnesium	132,7	154,5	97 (31-152)	143-164	124	122,0
Eisen	3,7	5,4	3,2 (2,4 – 5,4)	3,7-4,9	3,3	3,9
Kupfer	364 µg/100g	532 µg/100g	370(330-710)µg/100g	350-530 µg/100g	449 µg/100g	510 µg/100g
Zink	3,6	4,1	2,6 (2,2-10)	2,4-3,4	3,6	3,81
Silicium	7	17	8,0 (5,0-19)	-	-	-
Mangan	2,8	3,8	3,1 (2,4 – 4,3)	2,7-3,8	2,3	2,4
Blei	0,002	0,005				
Cadmium	0,005	0,003				

Gehalt an Rohasche, Calcium und Phosphor ist in Getreide aus ökol. Landwirtschaft generell höher.(Strobel et al 2001); - keine Angaben

¹ SFK, ² Boila et al. 1993 ³ Hussain, Larsson et al. 2010

Tab. 5: Vitamine und Carotinoide

Vitamine und Carotinoide	Probe A Referenz (SGS) <i>Sorte: Cubus</i> µg/100g	Probe B LLW (SGS) µg/100g	Konventioneller Standard SFK ¹ 2000, 2016	Alte Weizensorten, biol. (Schweden) ² 2015	Weizen konv. D, 2013 ³
Vitamin B1	372	336	455 (320-518)		460
Vitamin B2	214	201	94 (50-310)		90
Vitamin B6	235	270	269 (196-700)		270
Niacin	4,47mg	3,80mg	5,1 (2,2-11)mg		5,1mg
Folsäure	68,8	78,1	87		90
Vitamin E	1,72mg	1,87mg	1,4 (1-23)mg		
α-Tocopherol	1,29mg	1,48mg	1,0 (0,8-1,2)mg		
β-Tocopherol	562	534	380 (280-540)		
α-Tocotrienol	502	399	270 (120-480)		
Gesamttocopherole	4,074mg	4,283mg	3,05mg		4,1mg
Gesamtcarotinoide	205	263	20 (10-30)	167 (78-248)	

¹ SFK, ²Hussain et al. 2015 ³ Koehler und Wieser 2013.

Tab.6: Phytosterine

Phytosterinverteilung	Probe A (Referenz) SGS g/100g <i>Sorte: Cubus</i>	Probe B (LLW) SGS g/100g	Konventioneller Standard SFK ¹ (2000)
Gesamtpolyphenole	47,0	51,0	
Cholesterin	0,1	0,1	
Campesterin	15,2	14,6	0,027
Campestanol	12,6	9,1	
β -Sitosterin	49,70%	-	57,97%
Clerosterin	0,3	0,3	
Sitostanol	-	52,9	
δ -5-Avenasterin	15,8	12,3	
δ -5,24- Stigmastadienol	0,4	0,5	
δ -7-Stigmastenol	1,5	3,9	
δ -7Avenasterin	1,2	2,3	
Phytinsäure	0,88%	1,07%	