



SAATEN-UNION Hafer

Gesund, nachhaltig, marktorientiert.

www.saaten-union.de

**SAATEN
UNION**
Züchtung ist Zukunft

Inhalt

Einleitung	Gesund, umweltfreundlich und marktorientiert!	3
I Allgemeiner Teil	Hafer – der Allrounder in der modernen Ernährung	4
	Rezept Frischkorn-Peanut-Choc-Bowl	11
	Erfolgreiches Engagement für Haferkonsum und Haferanbau in Deutschland	12
	Rezept Gefüllte Paprikaschoten mit Haferflocken	13
II Haferanbau/ Produktionstechnik	Ein Plädoyer für den Hafer	18
	Mit Hafer aus Deutschland geht es bergauf!	23
	Wirtschaftlichkeit und Auswirkungen auf das Anbausystem	27
	Orthogonaler Ertragsvergleich Sommergetreide	36
	Ertrag und Qualität sichern – Relevanz der Sortenwahl!	41
	Mykotoxinbelastung bei Hafer: Wie weit ist die Resistenzforschung?	46
	Ertrag und Kornqualität des Hafers im Ökoanbau	51
Anbautipps Hafer	56	
III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer	Gesundheitsfördernde Ernährung: Potenziale des Hafers besser nutzen.	58
	Glutenfreier Hafer – eine Frage der Sorte oder des Anbaus?	63
	Haferprotein als funktioneller Inhaltsstoff in Lebensmitteln	67
	Bewährt, tiergerecht und hochverdaulich	74
Verzeichnis	Autorinnen und Autoren	80
	Literaturangaben	81
	Die SAATEN-UNION Vertriebsberatung	86

Herausgeber

SAATEN-UNION GmbH

Eisenstraße 12, 30916 Isernhagen HB
 Ansprechpartnerin: Dr. Anke Boenisch,
 Tel. 051172666242, anke.boenisch@saaten-union.de

NORDSAAT Saatzucht GmbH

Saatzucht Granskevitze
 Granskevitze 3, 18569 Schaprowe
 Ansprechpartner: Dr. Steffen Beuch
 Tel. 0383091308, s.beuch@nordsaat.de

Gesund, umweltfreundlich und marktorientiert!



Auf „neuen Wegen“ haben die NORDSAAT und die SAATEN-UNION bereits 2010 ihre Haferbroschüre herausgegeben, eine zweite Auflage erschien 2016. Beide Auflagen haben europaweit großes Interesse geweckt und sich zu einer Art Standard für den praxisbezogenen Informationsgewinn zu Hafer erwiesen. Das wachsende Interesse an dieser alten Kulturart erforderte damals und auch heute einen tieferen Einblick in den gegenwärtigen Stand des Wissens über Hafer.

Wir stellen fest, dass alle Partner der Wertschöpfungskette Hafer zunehmend enger zusammenrücken. Neue und neuartige Haferlebensmittel wie Milchersatzprodukte oder glutenfreie Alternativen erfordern ein tieferes gegenseitiges Verständnis. Der Absatz von Hafer im Lebensmittelbereich wird weiter steigen. Besonders den pflanzlichen Drinks und Getränken wird von Marktanalysten bis 2028 ein jährliches globales Wachstum von rund 14 % zugetraut. Das zunehmende Gesundheitsbewusstsein der Menschen und die vergleichsweise umweltfreundliche Erzeugung des Hafers sind die wesentlichen Treiber dieser Entwicklung. Schon zwischen 2009 und 2020 hat aber die Haferverarbeitung in Deutschland auf 625 Tsd. t zugenommen, das ist mehr als eine Verdoppelung! In keinem anderen europäischen Land gibt es eine so umfangreiche Haferverarbeitung. Vergessen werden darf dabei auch nicht der Hafer als klassisches Futtermittel, der bei geänderten Haltungsformen für mehr Tierwohl vor einer Renaissance stehen kann.

Auf jedem vierten Haferfeld in Europa wächst heute eine Hafersorte aus dem Verbund NORDSAAT/SAATEN-UNION. Beide Partner bekennen sich daher zu ihrer Verantwortung und wollen mit der Vorlage der dritten Auflage der Haferbroschüre wieder Wissen und Informationen über Haferanbau, -vermarktung und -verarbeitung mit allen Interessierten teilen.

Pflanzenzüchtung steht am Anfang jeder Wertschöpfungskette im Lebensmittelbereich. Möge die Broschüre in diesem Sinne wieder viele interessierte Leserinnen und Leser finden.

Granskevitz, April 2022
Dr. Steffen Beuch

Hafer – der Allrounder in der modernen Ernährung

Hafer boomt – im Konsum und auch wieder im Anbau! Der Verzehr von Lebensmitteln aus Hafer steigt seit Jahren, Haferdrinks und weitere Produktinnovationen beflügeln den Markt, und auch der Anbau von Hafer wird in Deutschland seit 2019 wieder ausgedehnt. Das Interesse an Hafer und der Bedarf an Informationen nehmen zu. Welche Eigenschaften machen dieses Getreide so erfolgreich?

Lebensmittel aus Hafer sind „Natur pur“, denn durch die schonende Verarbeitung des Haferkorns bleibt das natürliche Nährstoffgefüge weitgehend erhalten. Ballaststoffe, Hafer-Beta-Glucan, pflanzliches Eiweiß, Vitamine und Mineralstoffe sind neben den vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Haferflocken und Co. die wichtigsten Attribute. Die Nährstoffe lösen gesundheitsfördernde Wirkungen aus, die Hafer in Prävention und Ernährungstherapie so wertvoll machen.

Nach Reinigung und Größensortierung werden die für den Menschen nicht essbaren Spelzen der Haferkörner entfernt. Zum Entspelzen werden die Haferkörner in einer Schälmaschine durch Zentrifugalkraft an einen

Prallring geschleudert. Durch den Aufprall löst sich die Spelze vom Kern. Anschließend werden die Haferkörner gedarrt, d. h. auf 80 bis maximal 100 °C erwärmt, gedämpft und wieder getrocknet. Die Darre hat mehrere Funktionen: Sie erleichtert durch Änderung der physikalischen Eigenschaften das Auswalzen zu Flocken, deaktiviert die fettspaltenden Enzyme, sodass Haferprodukte mit ihrem relativ hohen natürlichen Fettgehalt (7 %) nicht so schnell ranzig werden und sich die Haltbarkeit verlängert. Die Haferstärke wird teilweise aufgeschlossen, dadurch sind die Produkte noch besser verdaulich, und das typische nussartige Aroma des Hafers bildet sich heraus.

Haferqualität für Nahrungsmittel

Die Schälmaschinen und ihre Kunden, der Lebensmitteleinzel- und -großhandel, die weiterverarbeitende Industrie und am Ende natürlich auch die Verbraucherinnen und Verbraucher, stellen stetig höhere Ansprüche an Qualität und Lebensmittelsicherheit: Immer strengere lebensmittelrechtliche Vorschriften, genauere Analyseinstrumente, mehr Nachhaltigkeit zum Beispiel bei Rohstoffherkunft oder Energieeinsatz – all dies sind Anforderungen an die Schälmaschinen.

I Allgemeiner Teil



Bei der Auswahl des Rohhafers sind eine gute Schälbarkeit und ein möglichst niedriger Anteil von Fremdgetreide und Besatz ausschlaggebend. Zu hoher Ausschuss aufgrund von nicht entspelzten Körnern und damit verbundene zusätzliche Sortierungsprozesse sind zeit- und kostenaufwendig. Die Größe des Korns ist für die beiden absatzstärksten Erzeugnisse – kernige und zarte Haferflocken – wichtig. Großblatthaferflocken (kernig) werden aus den ganzen entspelzten Kernen ausgewalzt. Eine gleichmäßige ovale Form kann vor allem aus einem schönen großen Kern erzielt werden.



Zarte Haferflocken/Hafergrütze

Für Kleinblatthaferflocken (zart) werden die Haferkerne zunächst in kleine Stücke – die sogenannte Grütze – geschnitten. Anschließend werden die kleinen Stücke zu Flocken gewalzt. Das Zerkleinern zu Grütze ist mit einem großen Kern ebenfalls leichter.

Weitere Parameter sind Kernanteil (mindestens 67, möglichst 70 %), Feuchtigkeitsgehalt (max. 14,5, möglichst unter 13 %) und Hektolitergewicht. Das Hektolitergewicht ist in erster Linie eine gut und leicht zu messende, aber bei Weitem nicht immer ausschlaggebende Größe. Alle Kriterien fließen in die Beurteilung des Rohhafers für die Nahrungsmittelverarbeitung ein.

In einer funktionierenden Wertschöpfungskette sind daher risikoorientierte Kontrollen auf Pflanzenschutzmittel, Mykotoxine und andere Kontaminanten ab Anlieferung der Rohstoffe bis hin zum Endprodukt Bestandteil eines mehrstufigen Qualitätsmanagements.

Hafer als Nährstoffversorger

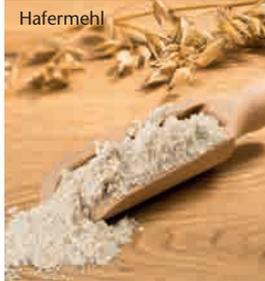
Die Mehrzahl der Haferprodukte – auch die drei Haferflockensorten kernig, zart und löslich – sind Vollkornerzeugnisse.

I Allgemeiner Teil

Haferkleie



Hafermehl



Hafergrütze



Sie enthalten alle Bestandteile des Haferkerns: den Mehlkörper im Inneren, den Keim und die Randschichten (Frucht- und Samenschale). Für Haferkleie, eine weitere wichtige Produktkategorie, werden vorrangig Keim und Randschichten verarbeitet, sie ist daher kein Vollkornprodukt, der Gehalt an Nährstoffen ist jedoch höher als bei Vollkornflocken.

Lebensmittel auf Haferbasis können in verschiedenen Lebensphasen und -situationen einen wertvollen Beitrag zu einer ausgewogenen, nährstoffbewussten Ernährung leisten und somit für körperliches Wohlbefinden sorgen.

Kinder und Jugendliche versorgt ein Haferfrühstück zum Beispiel mit den wichtigen Nährstoffen Eisen und Phosphor, die die kognitive Entwicklung sowie die Entwicklung der Knochen unterstützen.

Beim Sport und anderen **körperlichen Belastungen** sind Lebensmittel aus Hafer durch die

hochwertigen ungesättigten Fettsäuren und den hohen Anteil an komplexen Kohlenhydraten wichtige Energielieferanten. Als Glykogen in Leber und Muskeln gespeichert, stehen sie zur Aufrechterhaltung des Blutzuckerspiegels gerade auch bei längeren körperlichen Belastungen zur Verfügung.

Senioren meiden häufig ballaststoffreiche Vollkornprodukte, vor allem bei Kau- und Schluckbeschwerden. Zarte und lösliche Haferflocken in Backwaren, Suppen, Klößchen oder als Haferbrei können die Mahlzeiten älterer Menschen in Bezug auf Ballaststoffe und pflanzliches Eiweiß aufwerten.

Aus ernährungstherapeutischer Sicht können **Diäten** erforderlich sein, z. B. bei Diabetes Typ 2 oder erhöhtem Cholesterinspiegel. In diesen Fällen, aber auch bei der vegetarischen und veganen Ernährung, liefern Lebensmittel aus Hafer wichtige Nährstoffe und bieten viele Zubereitungsvarianten.

I Allgemeiner Teil

Hafer bietet Vielfalt für nachhaltige Ernährungssysteme

Eine nachhaltige Ernährung erfordert Engagement auf zahlreichen Ebenen und wirkt sich auch in ganz unterschiedlichen Bereichen aus. Für eine unter Gesundheitsaspekten ausgewogene, nachhaltige Ernährung, die pflanzen- und nährstoffbetont ist sowie naturbelassene Zutaten enthält, bieten die Hafermühlen ein breites Produktportfolio. Die Zahl an unterschiedlichen Produktsegmenten ist in den letzten zehn Jahren um mehr als 30 % gestiegen. Daraus resultiert ein stetig wachsender Bedarf an Schälmmühlenhafer.

Hafergrütze hat knackig-kernigen Biss, lösliche Flocken verbinden sich homogen mit anderen Zutaten, Haferkleie bietet hohen Nährwert, Hafercerealien machen das Müsli knuspriger, Hafermehl ist eine Ergänzung beim Backen, und Porridge-Mischungen erleichtern die Zubereitung. Alle Lebensmittel aus Hafer sind ideale Partner für gute Nährwerte und Genuss – sowohl in einer rein pflanzenbasierten Ernährung als auch in Kombination mit Fleisch, Fisch und Kuhmilchprodukten. Ergänzt werden die Monoprodukte durch eine verstärkte Verwendung von Haferflocken in Müslijoghurts, Getreide- und Müsliriegeln, in Brot, Kleingebäck und feinen Backwaren.

Mit dem Haferdrink und weiteren Milchersatzprodukten auf Haferbasis wurden neue Produktsegmente geschaffen, die den Austausch von tierischen Milchprodukten erleichtern. Der Haferdrink ist inzwischen der beliebteste

Pflanzendrink. Weitere Anwendungen von Hafer in Joghurt-, Quark-, Skyr-, Eis- sowie Butter- und auch Käse-Ersatzprodukten werden ausgebaut. Ebenfalls hinzugekommen sind Brotaufstriche mit Hafer und Hafer-Mischungen für Porridge sowie vegetarische und vegane Bratlinge. Pulled Oats und weitere Fleischersatzprodukte im Chilled-Food-Bereich entwickeln sich noch.

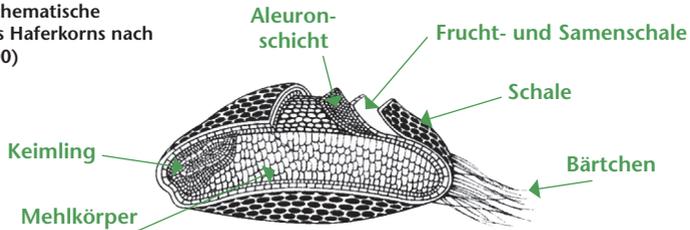
Weiterhin relevant sind neue Trends in der Zubereitung wie Overnight-Oats, Proats, Smoothie Bowls, kreative Porridge-Varianten mit gerösteten Haferflocken, aromatisch mit Tee oder herzhaft mit Gemüsebrühe, Baked Oatmeal oder Ofen-Porridge, Energy- oder Bliss-Balls. Hafer kann auch international interpretiert werden: Hafergrütze als Risotto- oder Couscous-Variation, Hafer-Sushi, Hafer-Pizza, Falafel mit Haferflocken und Taboulé aus Hafergrütze.

Das Potenzial des Hafers für die Gesundheit

Die gesundheitsfördernden Wirkungen des Hafers in der Ernährung waren bereits vor Jahrhunderten bekannt, sind jedoch je nach Zeitgeist immer wieder in den Hintergrund getreten. Inzwischen sind zahlreiche Wirkungen auf den Stoffwechsel wissenschaftlich sehr gut belegt und drücken das hohe Potenzial einer Ernährung mit Hafer für Prävention und Therapie aus.

I Allgemeiner Teil

Vereinfachte schematische Darstellung des Haferkorns nach McMullen (2000)



Hafer-Beta-Glucan – die Schlüsselsubstanz

Beta-Glucane kommen in Getreide, in Hefen und Pilzen sowie in weiteren pflanzlichen Lebensmitteln vor. Es handelt sich dabei um wasserlösliche Polysaccharide, die aus linearen, unverzweigten Ketten von Glucosebausteinen aufgebaut sind. Im Haferkern ist Beta-Glucan zu rund 80 % in der Subaleuronschicht, d. h. in den Zellwänden des inneren Mehlkörpers enthalten, darüber hinaus kommt es in den Zellwänden der Frucht- und Samenschale vor [1]. Die individuelle Struktur der unterschiedlichen Beta-Glucane führt zu signifikanten Unterschieden in Löslichkeit, biologischer Aktivität und Wirkungsweise. Daher ist das Beta-Glucan im Hafer haferspezifisch und löst Stoffwechselprozesse aus, die sich von denen anderer (Getreide-)Beta-Glucane unterscheiden.

„Hafer-Beta-Glucan scheint die bevorzugte diätetische Intervention für langfristige kardiovaskuläre und metabolische Gesundheit – verstärkt durch eine gesunde Mikrobiota – zu sein.“

Dieses Zitat aus einer wissenschaftlichen Studie [2] drückt das Potenzial des löslichen Ballaststoffs Hafer-Beta-Glucan für die Herz-Kreislauf- sowie Magen-Darm-Gesundheit aus. Gerade beim Metabolischen Syndrom¹⁾ kann eine Ernährung mit Hafer viel zur Vorbeugung beitragen: Den vier Faktoren bauchbetontes Übergewicht, Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen (erhöhter Cholesterinspiegel) sowie Insulinresistenz/Diabetes mellitus Typ 2 wird entgegengewirkt.

Hafer erleichtert das Gewichtsmanagement

Mit seinen Ballaststoffen und langkettigen Kohlenhydraten, die zu einzelnen Glucosebausteinen abgebaut werden, gilt Hafer im Allgemeinen als gut sättigend. Studien belegen ein verringertes Hungergefühl und einen höheren Sättigungseffekt nach Verzehr einer Mahlzeit, die zwischen zwei und vier Gramm Hafer-Beta-Glucan enthält [3, 4].

I Allgemeiner Teil

Hafer kann die Insulinresistenz durchbrechen und Diabetes Typ 2 entgegenwirken

Haferprodukte sind zuckerarm und haben im Vergleich zu anderen Lebensmitteln mit vergleichbarem Kohlenhydratgehalt einen geringeren glykämischen Index. Hafer-Beta-Glucan verlangsamt den Abbau der Kohlenhydrate im Dünndarm, sodass der Transport der Glucose ins Blut und zu den Organen länger dauert. Dadurch steigt der Blutzuckerspiegel nach dem Essen langsamer an und stabilisiert sich auf einem niedrigeren Niveau. Eine Studie hat gezeigt, dass jedes Gramm Hafer-Beta-Glucan den maximalen Blutzuckeranstieg um 15 % senkt [5]. Niedrige und stabile Blutzuckerwerte sind maßgebliche Faktoren für ein gesundes Herz-Kreislaufsystem.

„Hafer-Beta-Glucan trägt zu einem weniger starken Anstieg des Blutzuckerspiegels nach der Mahlzeit bei.“ Diese Auslobung ist für Haferprodukte im Rahmen der EU Health Claims-Verordnung zugelassen, wenn das Lebensmittel pro Portion mindestens 4 Gramm Hafer-Beta-Glucan je 30 Gramm verfügbare Kohlenhydrate enthält.

Ist ein hoher Langzeitblutzuckerwert oder ein Diabetes mellitus Typ 2 diagnostiziert, können durch eine auf zwei Tage begrenzte haferbetonte Diät („Hafertage“) Blutzuckerwerte und dadurch auch die Insulinzufuhr um 20 bis 40 % reduziert werden. Diese Therapie muss mit einer Fachkraft aus Ernährungsberatung oder Diabetologie individuell besprochen werden.

Mehr Details dazu hier:



Hafer senkt den Cholesterinspiegel

Cholesterin und Triglyceride sind lebensnotwendige Blutfette. Aus Cholesterin werden u. a. Hormone, Vitamin D und Gallensäuren gebildet. Sind zu hohe Mengen an Fettstoffen im Blut, besteht eine Fettstoffwechselstörung: zum Beispiel ein erhöhter Cholesterinspiegel, der zu kardiovaskulären Erkrankungen führen kann.

I Allgemeiner Teil

Das Hafer-Beta-Glucan bindet im Körper neben Wasser auch Gallensäuren, die anschließend ausgeschieden werden. Der Vorrat an Gallensäuren wird wieder aufgefüllt, dabei wird Cholesterin „verbraucht“. In der Folge sinkt der Cholesterinspiegel im Blut. Dies wurde bereits in zahlreichen Studien nachgewiesen [6], sodass gemäß EU-Verordnung folgende Auslobungen zugelassen sind: „Hafer-Beta-Glucan verringert nachweislich den Cholesteringehalt im Blut.“ und „Hafer-Beta-Glucan trägt zur Aufrechterhaltung eines normalen Cholesterinspiegels im Blut bei.“ Beide Wirkungen können sich bei einer täglichen Aufnahme von 3 Gramm Hafer-Beta-Glucan einstellen. Das Lebensmittel muss pro Verzehrsportion mindestens 1 Gramm Beta-Glucan enthalten.



Hafer kann einen normalen Blutdruck unterstützen

Mit der Regulierung des Blutzuckeranstiegs und der Senkung des Cholesterinspiegels wird Ablagerungen in den Blutgefäßen vorgebeugt. Dies trägt insgesamt zur Gesundheit

der Blutgefäße und zu einem normalen Blutdruck bei. In einer neuen Studie [7] zeigte sich ein direkter Einfluss von Hafer: Bei Probanden, die über mehrere Wochen täglich 30 Gramm Haferkleie verzehrten, sank der Blutdruck signifikant. Darüber hinaus ist das Natrium-Kalium-Verhältnis im Hafer günstig. Hafer ist sehr salzarm, eine Frühstücksportion von 40 g Haferflocken trägt nur zu 0,1 % zur maximal pro Tag empfohlenen Salzaufnahme bei.

Hafer wirkt prebiotisch auf das Darm-Mikrobiom und ausgleichend auf den Magen-Darm-Trakt

In aktuellen wissenschaftlichen Studien [8–10] wurden ein prebiotischer Effekt und ein besonders positiver Einfluss von Hafer auf die intestinale Mikrobiota, das heißt die Gesamtheit aller Darmbakterien („Darmflora“), bestätigt. Es zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der cholesterinsenkenden Wirkung des Hafer-Beta-Glucans und dem signifikant hohen Anstieg der Anzahl wichtiger Darmbakterien. Durch die Steigerung der Bakterienmenge wird die Mikrobiota stabilisiert.

Bekannt ist, dass die Mikrobiota zum Erhalt des Darmimmunsystems beiträgt und die Abwehr von Entzündungen sowie die Verdauung unterstützt. Mit einer gesunden Mikrobiota kann sowohl das Risiko für zahlreiche Darm-erkrankungen verringert werden, als auch das Immunsystem und eine stabile psychische Verfassung positiv beeinflusst werden.

Richeza Reisinger



Frischkorn-Peanut-Choc-Bowl

Diese Frischkorn-Bowl ist eine hervorragende Kohlenhydratquelle und daher auch Teil des Ernährungsplans zum Ausdauersport: Das Frühstück am Wettkampftag.

Zutaten für
2 Portionen

160 g kernige Haferflocken
220 ml Wasser
300 g Naturjoghurt, 1,5% Fett
30 g Erdnussmus
40 g Honig
160 g Mango-Fruchtfleisch
120 g Blaubeeren
20 g Zartbitterschokolade, geraspelt



Zubereitung

In einer Schale Haferflocken mit Wasser vermengen und 30–60 Minuten im Kühlschrank quellen lassen. Joghurt mit Erdnussmus und Honig verrühren. Mango würfeln und mit den Blaubeeren auf den Haferflocken in der Schale anrichten. Die Erdnuss-Joghurt-Creme darauf verteilen und mit der geraspelten Schokolade garnieren.

Nährwerte pro Portion:

623 kcal, 90 g Kohlenhydrate, 20,4 g Eiweiß, 18,9 g Fett, 9,2 g Ballaststoffe

Erfolgreiches Engagement für Haferkonsum und Haferanbau in Deutschland

**Seit mehr als zwölf Jahren läuft die Gemeinschaftskampagne der Schäl-
mühlen im Verband der Getreide-,
Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS
e. V. Ihr Ziel: das gesundheitsfördernde
Potenzial von Hafer bei Fachleuten
im Ernährungs- und Gesundheitsbereich
sowie bei Verbraucherinnen und Ver-
brauchern bekannter zu machen und
ihnen die Produkt- und Verwendungsvielfalt
vorzustellen. Seit 2019 enga-
gieren sich die Schäl-
mühlen für mehr
Haferanbau in Deutschland und bilden
durch den Austausch mit allen Akteuren
ein praxisorientiertes Hafer-Netzwerk.**

Mit dem Slogan *Hafer Die Alleskörner* richtet sich die Initiative in erster Linie an ernährungsberatende Fachkräfte, weitere Multiplikatoren aus dem Ernährungs- und Gesundheitsbereich, Medien sowie die Verbraucherinnen und Verbraucher. Bei diesen Kernzielgruppen wird das Image von Hafer und Hafererzeugnissen gepflegt und das Wissen über seine ernährungsphysiologischen Wirkungen ausgebaut. Darüber hinaus geht es darum, über die Produktvielfalt, Verzehr-

anregungen und zeitgemäße Rezepte Appetit auf Mahlzeiten mit Hafer zu machen. Wichtige thematische Säulen sind dabei Informationen über relevante Nährstoffe und ihre Wirkungen auf den Stoffwechsel. (Mehr Wissenswertes zu den Ernährungsaspekten in den Beiträgen ab Seite 58).

Aktionen und Kommunikationskanäle

Eine wichtige Basis für die PR-Arbeit ist die Analyse und Aufbereitung von wissenschaftlichen Studien sowie die Projekt-Zusammenarbeit mit Fachleuten aus Ernährungswissenschaft, Medizin und Beratung. Die Initiative hat den Anspruch, fundierte und fachlich qualifizierte Aussagen über Nährstoffe und gesundheitsfördernde Wirkungen des Hafers zu treffen.

Die Entwicklung neuer Rezepte mit Haferprodukten sowie adäquates Bildmaterial zu Produkten, Rezepten und auch zum Haferanbau gehören zum Werkzeugkasten der PR-Arbeit. Um die unterschiedlichen Zielgruppen mit ihrem ebenso unterschiedlichen Informationsbedarf zu erreichen, passt die Initiative ihre Kommunikationskanäle entsprechend an.

I Allgemeiner Teil

Neben der klassischen Medienansprache ist die Präsenz in den Sozialen Medien – zurzeit auf Facebook und Instagram – ebenso relevant wie eine zielgruppengerechte Website. Diese wurde im Jahr 2021 komplett überarbeitet und bietet nun jeweils eigene Webbereiche für Verbraucherinnen und Verbraucher sowie für Fachleute aus Ernährungsberatung und Landwirtschaft.

Ernährungsberatende Fachkräfte können den kostenfreien Bestellservice nutzen und eine umfangreiche Auswahl an themenspezifischen Broschüren für ihre eigene Fortbildung sowie zur Weitergabe an ihre Klientel anfordern. 70.000 bis 80.000 Informationsmaterialien werden pro Jahr ausgegeben. Zum direkten Austausch mit den wichtigen Multiplikatoren nimmt *Hafer Die Alleskörner* an Fachkongressen der Berufsverbände und Ernährungsgesellschaften teil.

Das Ziel: mehr Qualitätshafer aus heimischer Produktion

Gesundheitsbewusste Ernährungstrends und Produktinnovationen sorgen seit Jahren für kontinuierliches Marktwachstum. Die Hafermühlen in Deutschland verarbeiten aktuell ca. 625.000 Tonnen Hafer pro Jahr. Damit hat sich ihr jährlicher Bedarf gegenüber dem Jahr 2010 mehr als verdoppelt.

Der Haferanbau in Deutschland nahm bereits seit Anfang der 1990er-Jahre stetig ab. Im Zeitraum 2000 bis 2019 haben sich Anbau-

flächen und Erntemengen – unter jährlichen Schwankungen – halbiert. Aufgrund der stabilen Nachfrage nach Hafer aus dem Futtermittelbereich ist eine Rohstoffversorgung ausschließlich aus dem heimischen Markt für die Schälmühlen seit Langem nicht möglich. Hauptlieferländer waren und sind Finnland und Schweden mit rund 60 % der Hafereinfuhren sowie einige osteuropäische EU-Mitgliedstaaten. Um langfristig wieder mehr Hafer aus Deutschland zu verarbeiten und eine nachhaltige Verarbeitungskette zu etablieren, haben die Hafermühlen im Herbst 2019 die Initiative Haferanbau gestartet.

Diese hat im Rahmen der anvisierten Ausdehnung der Anbauflächen für Schälmühlen-Hafer in Deutschland das konkrete Ziel, das Know-how im Haferanbau auszubauen und langfristig zu sichern, im Wertschöpfungsnetzwerk nachhaltige Konzepte zu erarbeiten und so Hafer als wertvolle Feldfrucht zu etablieren.

In Gesprächen wird immer wieder deutlich: Neue Gesetze und agrarpolitische Strategien machen Alternativen für die Fruchtfolgen erforderlich. Die agronomischen Eigenschaften des Hafers bieten nachhaltige, ökologisch und wirtschaftlich interessante Lösungen – begleitet von sehr guten Vermarktungsmöglichkeiten.

Viele Landwirtinnen und Landwirte haben sich 2020 und 2021 für den Anbau von Hafer entschieden oder diesen ausgeweitet. So sind die Anbauflächen – jeweils im Vergleich

I Allgemeiner Teil

zum Vorjahr – 2020 um 23 % und 2021 um 13 % auf nun 177.100 Hektar gewachsen. Die Erträge lagen zum Teil auf sehr hohem Niveau, sodass die gesamtdeutsche Erntemenge mit dieser Entwicklung mithalten konnte: Mit einem Plus von 37 % in 2020 und einem weiteren Plus von 13 % in 2021 übersteigt die Ernte erstmals seit 2009 wieder 800.000 Tonnen (814.300 Tonnen). Im Vergleich der Jahre 2021 und 2019 zeigt sich eine überdurchschnittliche Ausdehnung der Flächen in Schleswig-Holstein, Bayern, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern.

Zahlreiche weitere Impulse aus der Wertschöpfungskette machen den Haferanbau interessant: Neben der Initiative der Schälmühlen sind es alle, die sich in der landwirtschaftlichen Praxis mit neuen Fruchtfolgekonzepten beschäftigen, die Saatzuchtunternehmen, die

– wie vor allem die SAATEN-UNION – mit neuen Sorten und mit Fachveranstaltungen zum Wachstum beitragen, oder Unternehmen, die in der Haferzüchtung wieder aktiv werden.

Informationsangebot und Kommunikationskanäle

Zahlreiche Informationen bietet die Website www.alleskoerner.de. Dort können auch Feldrandschilder sowie eine Broschüre zum Haferanbau bestellt bzw. heruntergeladen werden:



Der Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e. V.

Im VGMS sind 575 Unternehmen organisiert, von mittelständischen, familiengeführten Unternehmen bis hin zu großen internationalen Konzernen. In den Betrieben werden rund 14 Millionen Tonnen landwirtschaftlicher Rohstoffe verarbeitet, unter anderem Weizen, Roggen, Hafer, Hartweizen, Mais, Reis und Stärkekartoffeln. Die Unternehmen sind wichtige Partner der Landwirtschaft sowie von Lebensmittelhandwerk, Industrie und Handel.

Die Produktpalette reicht von Mehl über Haferflocken, Frühstückscerealien, Nudeln und Reis bis zu nativen und modifizierten Stärken sowie Stärkeverzuckerungsprodukten. Damit versorgen die Unternehmen Millionen Menschen mit hochwertigen und sicheren Lebensmitteln und stellen Produkte für die chemisch-technische und pharmazeutische Industrie sowie Einzelfuttermittel für die Tierernährung her.



Zubereitungszeit
ca. 1 1/4 Stunden.

Gefüllte Paprikaschoten mit Haferflocken

Der Paprika-Klassiker einmal anders! Haferflocken sind dank ihres Geschmacks und ihrer Bindefähigkeit eine ideale Zutat für die Füllung. Ganz vegetarisch oder auch in Kombination mit Hackfleisch.

Zutaten für
4 Portionen

4 mittelgroße rote Paprikaschoten
100 g Schlagsahne
400 ml Milch
250 g + 2 EL kernige Haferflocken
150 g tiefgefrorene Erbsen

150 g gekochter Schinken
100 g Bergkäse
1 Ei (Größe M)
Salz/Pfeffer
250 ml Gemüsebrühe

Zubereitung

Am Stielansatz ca. 1/5 als „Deckel“ von den Paprikaschoten abschneiden und beiseitelegen. Schoten und Deckel putzen und waschen. Sahne und Milch in einem Topf aufkochen. 250 g Haferflocken einrühren. 3–5 Minuten bei mittlerer Hitze unter gelegentlichem Rühren köcheln lassen. Topf vom Herd nehmen und ca. 10 Minuten quellen lassen.

In der Zwischenzeit Erbsen in kochendem Salzwasser 1–2 Minuten blanchieren. Abgießen und kalt abspülen. Gekochten Schinken würfeln, Bergkäse reiben. Haferbrei mit Ei, Erbsen, Schinkenwürfel und Bergkäse verrühren. Mit Salz und Pfeffer würzen. Haferbrei in die Paprikaschoten füllen.

Schoten in eine Auflaufform setzen. Brühe angießen und im vorgeheizten Backofen (E-Herd: 200 °C/Umluft: 175 °C/ Gas: s. Hersteller) ca. 45 Minuten garen. Nach ca. 30 Minuten Garzeit die Füllung mit 2 EL Haferflocken bestreuen und die Paprikadeckel in die Auflaufform dazulegen. Zum Servieren Paprikadeckel auf die gefüllten Schoten setzen.

Nährwerte pro Portion:

Ca. 2640 KJ, 630 Kcal, E 34 g, F 27 g, Kh 57 g, Ballaststoffe 12,2 g

I Allgemeiner Teil

Alle Informationsbroschüren zu Hafer in der Ernährung können ebenfalls heruntergeladen und bestellt werden:



Inspiration und Impulse
gibt es auf Facebook:
[www.facebook.com/
haferdiealleskoerner](https://www.facebook.com/haferdiealleskoerner)
und Instagram:
[www.instagram.com/
hafer.diealleskoerner](https://www.instagram.com/hafer.diealleskoerner)

Die Schälmmühlen engagieren sich weiter
Das Engagement in Anbau- und Absatzförderung wird fortgesetzt. Im Bereich der Ernährung werden die Schälmmühlen Online-Beratungstools sowie kreative Verzehrsideen entwickeln. Im Haferanbau sind die Schälmmühlen offen für Gespräche mit Partnern aus Saatzucht, Landwirtschaft, Erfassungshandel und Forschung. Für das Jahr 2022 sind Haferforen in einzelnen Bundesländern geplant, z. B. das Haferforum Bayern im Februar. Außerdem nehmen die Hafermühlen an den DLG-Feldtagen teil, sie sind Mitaussteller beim Getreidefonds Z-Saatgut.

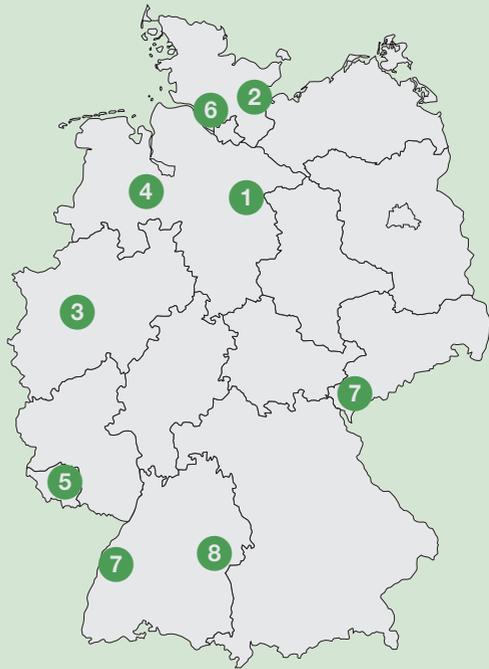
Richeza Reisinger



I Allgemeiner Teil

Die acht beteiligten Schälmühlen bieten ein umfangreiches Produktportfolio, viele sind auch im internationalen Geschäft erfolgreich:

- 1 Bohlsener Mühle GmbH & Co. KG, Bohlsen
www.bohlsener-muehle.de
- 2 H. & J. Brüggens KG, Lübeck
www.brueggens.com
- 3 Fortin Mühlenwerke GmbH & Co. KG, Düsseldorf www.fortin.de
- 4 Harries Schäl­m­üh­len­werk GmbH & Co. KG, Groß Ippener
www.harries-muehle.de
- 5 Megro GmbH & Co. KG (Juchem-Gruppe), Großrosseln
www.juchem.de
- 6 Peter Kölln GmbH & Co. KGaA, Elmshorn
www.peterkoelln.de
- 7 Rubin Mühle GmbH, Lahr und Plauen
www.rubinmuehle.de
- 8 SchapfenMühle GmbH & Co. KG, Ulm
www.schapfenmuehle.de



Ein Plädoyer für den Hafer

Die kurzen, wintergetreidelastigen Fruchtfolgen – jahrzehntelang in vielen Betrieben Standard – sind ökologisch wie ökonomisch an ihre Grenzen gestoßen. Mehr Vielfalt tut not! Eine Möglichkeit, die Fruchtfolge zu erweitern und letztlich auch die Ökonomie zu verbessern, ist die Integration von Hafer in die Fruchtfolge. Anne-Kathrin Otte und Prof. Dr. Rolf Rauber, Georg-August-Universität Göttingen, geben einen Überblick über das ackerbauliche Potenzial dieses Sommergetreides.

Starke Wirkung gegen Ungräser und -kräuter

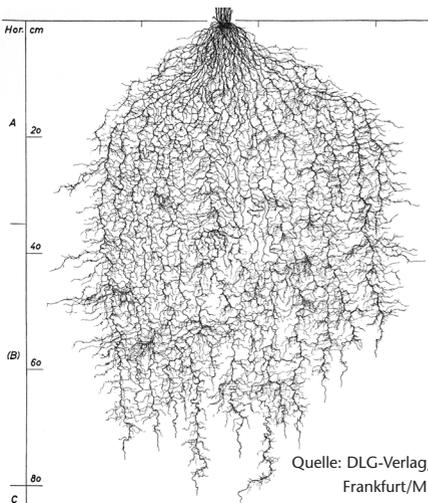
Hafer wird in der Regel im Frühjahr ausgesät. Als Sommerung bietet Hafer den problematischen und vorrangig im Herbst keimenden Ungräsern und Unkräutern wie Ackerfuchschwanz und Windhalm erstens keine guten Entwicklungsmöglichkeiten. Zweitens bietet die Sommerung Hafer viel Zeit für eine mechanische Unkrautbekämpfung vor der Aussaat. Drittens verfügt Hafer über ein starkes Unkrautunterdrückungsvermögen. Diese Unterdrückung kann selbst dann beobachtet werden, wenn im Hafer überhaupt keine direkte Unkrautbekämpfung durchgeführt wurde. Für diese beachtliche Eigenleistung der Kulturart kommen mehrere Gründe zusammen: Die Blätter des Hafers sind groß, breit und überhängend (planophil), sie beschatten deshalb kräftig. Dies gilt gerade auch für das Fahnenblatt. Die intensive Bestockung unterstützt diese Unkrautunterdrückung. Schließlich spricht einiges dafür, dass Hafer über seine Wurzeln allelopathisch wirkende Substanzen abgibt, die das Wachstum der

Unkräuter zusätzlich hemmen. Scopoletin und andere phenolische Substanzen dürften hier eine Rolle spielen.

Leistungsfähige Haferwurzel fördert die Nährstoffeffizienz

Die Haferwurzel zeigt eine starke Entwicklung bereits im Jugendstadium und das Wurzelwachstum hält auch lange an. Die Wurzeltiefe des Hafers erreicht in Mitteldeutschland auf Schwarzerde 160 cm, auf Lössboden sind auch schon Wurzeltiefen von 195 cm beobachtet worden. Unser Bild zeigt das Wurzelsystem einer Haferpflanze auf einer schotterreichen Braunerde; hier liegt die Wurzeltiefe bei 84 cm. Die nesterweise gehäufteten Seitenwurzeln im Bild weisen auf Feinerde zwischen den Schottersteinen hin. Eine Besonderheit der Haferwurzel sind die vielen waagrecht streichenden Seitenwurzeln. Im Bild ist dies gut zu erkennen. So wird eine außergewöhnlich intensive Durchwurzelung des Bodens erreicht. Hafer übt deshalb auch eine starke wurzelbedingte Konkurrenz um Nährstoffe und Wasser gegenüber den Unkräutern aus.

II Haferanbau/Produktionstechnik



Der Hafer verfügt über ein außerordentlich dichtes, fein verzweigtes Wurzelsystem.

Das besonders ausgeprägte Nährstoffanreicherungsvermögen und die hohe Nährstoffeffizienz sprechen für den Hafer auch in den Roten Gebieten. Diese Vorzüge des Hafers setzen eine gute Manganversorgung am Standort voraus.

Bei einer Ertragserwartung von 70 dt/ha sollten für den Hafer 120 kg N/ha verfügbar sein ($N_{\min} + \text{Mineralisation} + \text{Düngung}$). Die Proteinqualität wird durch eine verminderte Stickstoffgabe nicht beeinträchtigt, eher verbessert ($> \text{Cystein}$). Eine mäßige Stickstoffdüngung ist ohnehin angezeigt, da so Lager und eine

Verschlechterung der Kornqualität vermieden sowie der Befall durch Pflanzenkrankheiten, z. B. Kronenrost und Fusarium, vermindert werden.

Hafer als Gesundheitsfrucht

Auf dem Acker gilt Hafer als Gesundheitsfrucht: Er wird von sonst wichtigen Fußkrankheiten des Getreides wie Schwarzbeinigkeit und Halmbruch nicht befallen und kann daher Infektionszyklen unterbrechen. Verantwortlich für diesen Vorteil ist der haferspezifische Inhaltsstoff Avenacin aus der Familie der Saponine. Avenacin wird in den Wurzeln des Hafers gebildet, es wirkt wie ein pflanzliches Antibiotikum. Die Kornerträge von Weizen und Gerste nach Hafer sind durchweg deutlich höher als nach anderen Getreidearten. In vielen Fällen erreichen die Weizen- und Gerstenerträge nach Hafer das Niveau von Weizen und Gerste nach Raps, Körnerleguminosen oder anderen Blattfrüchten wie Kartoffeln und Mais.

Als Vorfrucht für Hafer können Kartoffeln, Leguminosen, Mais oder Raps angebaut werden. Als Folgefrüchte kommen Leguminosen, Winterweizen, Roggen, Hackfrüchte und Mais infrage. Die Aussaat sollte möglichst schon Ende Februar/Anfang März erfolgen. Die Keimminimumtemperatur liegt bei etwa 4 °C. Je früher die Saat, desto besser das Pflanzenwachstum. Eine frühe Aussaat senkt zudem das Risiko durch einen Befall mit der Fritfliege. Das Haferzystenälchen wird unter Kontrolle gehalten, wenn Anbaupausen für den Hafer von fünf Jahren eingeplant werden.

II Haferanbau/Produktionstechnik



Foto: Rauber

Porridge wird immer beliebter: Basismischung mit Haferflocken, Haferkleie-Flocken, Dinkel-flocken, gemahlenen Mandeln und Leinsamen. Der Haferanteil beträgt hier 75 %.

Hoher Vorfruchtwert des Hafers

Langjährige Feldversuche belegen den hohen Vorfruchtwert des Hafers:

Schleswig-Holstein: In einem über zehnjährigen Feldversuch auf sandigem Lehm und mit 750 mm Jahresniederschlag lag der Kornertrag von Wintergerste nach Hafer gleichauf mit dem Gerstenertrag nach Raps, aber 5,3 dt/ha höher als nach Gerste oder Weizen. Dieser Unterschied ist statistisch gut abgesichert (42 Beobachtungswerte). Werden die aktuellen Erzeugerpreise für Gerste angesetzt, z. B. 21 €/dt, dann ergibt sich für die Einschaltung von Hafer in wintergetreidelastige Fruchtfolgen, bezogen auf die Nachfrucht Wintergerste, ein Vorfruchtwert des Hafers von $5,3 \times 21 = 111$ €/ha.

Bayern: In ebenfalls über zehnjährigen Feldversuchen (Auenrendzina, 820 mm) lag der Kornertrag von Weizen nach Hafer im Mittel 13 dt/ha (= 300 €/ha) höher als der Korner-

trag des Weizens nach Weizen, Gerste oder Roggen. Der Vorfruchtwert des Hafers war hier also noch wesentlich höher als im vorigen Beispiel aus Schleswig-Holstein.

England: In einem allerdings nur dreijährigen Feldversuch (Lehm, 607 mm) erreichte der Winterweizen nach Gerste im Mittel einen Kornertrag von 70,5 dt/ha, nach Hafer hingegen 94,7 dt/ha. Somit betrug der Vorfruchtwert des Hafers in diesem Fall 24,2 dt/ha (= 550 €/ha).

Die Steigerung des Kornertrages von Weizen nach Hafer entspricht weniger einem durchschnittlichen Prozentsatz als vielmehr einem absoluten Ertragszuwachs (dt/ha), der über eine große Spanne des Ertrags ähnlich ausfällt. Der Vorfruchteffekt des Hafers auf den direkt folgenden Weizen ist dabei wesentlich größer als der Vorfruchteffekt auf einen später in der Fruchtfolge angebauten Weizen.

II Haferanbau/Produktionstechnik

Haferanbau auch im Gemenge möglich

Hafer kann auch im Gemenge angebaut werden, z. B. mit Leguminosen wie Ackerbohnen oder Erbsen. Dies kann zur Körnernutzung geschehen, aber auch zur Nutzung als Bio-gassubstrat. Bemerkenswert hierbei ist, dass in solchen Gemengen ein relevanter Anteil des Haferstickstoffs aus dem Stickstoff stammt, den die Leguminose zuvor mithilfe der Knöllchenbakterien aus der Atmosphäre fixiert hat. Es gibt also einen N-Transfer von der Leguminose zum Hafer. Dieser N-Transfer ist naturgemäß dann am höchsten, wenn das Gemenge nicht hoch mit Stickstoff gedüngt wird.

Tab.1: Deckungsbeitrag von Schälhafer in einer bisher durch Wintergetreide dominierten Fruchtfolge
Konventionelle Wirtschaftsweise, ohne Prämien (beispielhafte Berechnung)

Position	Erlöse und Kosten
Ertrag (dt/ha)	70
Erzeugerpreis (€/dt)	19
Vorfruchtwert (€/ha)	100–300
Leistungen (€/ha)	1.430–1.630
variable Kosten (€/ha)	570
Deckungsbeitrag (€/ha)	860–1.060

Günstige Vermarktung und attraktive Wirtschaftlichkeit

Bei der Nutzung des Hafers als Lebensmittel hat die Nachfrage in den jüngst zurückliegenden Jahren stark zugenommen. Alles spricht dafür, dass dieser Trend in den nächsten Jahren anhalten wird. Bei deutschen Schälmühlen ist Hafer in guter Qualität derzeit sehr gefragt. Bei einer Vermarktung für die Humanernährung sind die Anforderungen an das Erntegut allerdings hoch: So soll das Hektolitergewicht 52 kg und mehr sowie der Spelzenanteil weniger als 26 % betragen. Die Schälbarkeit muss gut sein. Hierauf ist bei der Auswahl des Standortes, der Hafersorte und dem praktischen Anbau zu achten. In Deutschland wurde Hafer häufig auf schwächeren Böden und/oder als abtragende Frucht angebaut. Es ist davon auszugehen, dass die notwendigen Qualitäten für Schälhafer unter diesen Umständen meist nicht erreicht werden. Um mit den sehr guten Qualitäten z. B. skandinavischer Ware mitzuhalten, müsste der Hafer auch in Deutschland auf guten Böden, z. B. auf mildem Lehm mit gesicherter Wasserversorgung angebaut werden. Auch eine bevorzugte Stellung in der Fruchtfolge, d. h. nach Blattfrüchten, wäre erforderlich. Dann sind nicht nur die anspruchsvollen Qualitätskriterien einzuhalten, sondern auch ansehnliche Kornerträge von 80 dt/ha oder mehr zu erzielen.

Der Selbstversorgungsgrad mit Schälhafer in Deutschland liegt derzeit nur bei etwa 30 %. Dabei sind sowohl die Schälmühlen

II Haferanbau/Produktionstechnik

als auch die Verbraucher zunehmend an heimischer Ware interessiert. Der Markt und die Nachfrage sind also da. Bewährt haben sich, wenn auch erst in überschaubarem Umfang, Erzeugergemeinschaften, die in Kontakt mit der aufnehmenden Hand stehen und größere, sortenreine Partien anbieten. Wertvoll für die Haferanbauer sind dabei langfristige regionale Abnahmeverträge. (Kontaktdaten zu Schälmühlen finden Sie in dem Artikel **Erfolgreiches Engagement für Haferkonsum und Haferanbau in Deutschland** auf Seite 12.)

In der beispielhaften Berechnung (Tab. 1) für hochwertigen Schälhafer sind mit einem Kornertrag von 70 dt/ha bei konventioneller Wirtschaftsweise günstige, aber nicht unrealistische, Voraussetzungen angenommen worden. Unter Öko-Bedingungen fällt der Deckungsbeitrag etwas höher aus als im konventionellen Bereich. Auf Standorten mit einer geringeren Bonität als hier angenommen und bei Hafer als abtragende Frucht sind diese vorteilhaften Ergebnisse jedoch nicht zu erzielen.

Ausblick

Bei Diabetes mellitus Typ 2 (Altersdiabetes) werden als Medikament sogenannte DPP-IV-Inhibitoren eingesetzt. Es hat sich nun gezeigt, dass es auch Pflanzen gibt, die bedeutende Mengen an DPP-IV-Inhibitoren aufweisen. In jüngeren Studien konnte belegt werden, dass beim Vergleich der Kandidaten Hafer, Gerste und Buchweizen der

Hafer mit der deutlich höchsten Konzentration an DPP-IV-Inhibitoren ausgestattet ist. Hier zeichnet sich also eine weitere Nutzung des Hafers jenseits seiner Ernährungs-eigenschaften ab (siehe auch „Wirkstoffe vom Feld im Kampf gegen Diabetes mellitus Typ II“ www.praxisnah.de/2021210).

Bei den Sommergetreidearten lag die Saatgutvermehrungsfläche in Deutschland im Jahr 2021 im Vergleich zu 2018 bei Sommergerste um 17 % und bei Sommerweizen um 46 % niedriger, bei Hafer aber um 42 % höher. Die Renaissance des Hafers ist also im Gange und vieles spricht dafür, dass der Haferanbau in Deutschland weiter zulegen wird.

Fazit

Hafer bietet eine willkommene Möglichkeit, wintergetreidelastige Fruchtfolgen sinnvoll aufzulockern. Wenn die Rechnung aufgehen soll, dann muss der Hafer allerdings auf guten Böden mit ausreichender Wasserführung und in bevorzugter Stellung in der Fruchtfolge, z. B. nach Körnerleguminosen oder Kartoffeln, angebaut werden. Neben der Verwendung als Futter- und Nahrungsmittel ist Hafer durch eine Reihe von pharmakologisch und medizinisch wirksamen Inhaltsstoffen charakterisiert. Lukrativ für die Haferproduktion ist ein regionaler Vertragsanbau.

Prof. Dr. Rolf Rauber und
Anne-Kathrin Otte



Mit Hafer aus Deutschland geht es bergauf!

Neben Dinkel ist Hafer aktuell die Gewinnerkultur unter den Getreidearten. Im Anbaujahr 2020 hat sich der jahrelange Flächenrückgang umgekehrt: Gegenüber 2019 stieg der Anbau um über 20 % auf knapp 156.000 ha! Überdurchschnittlich stark vor allem in Bayern, Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt. Der Anteil an ökologischer Produktion in Süddeutschland liegt bei ca. 30 % und damit deutlich höher als bei anderen Getreidearten.

Viele Gründe sprechen für Hafer

Hafer ist die wertvollste Sommergetreideart, denn es sprechen gleich eine ganze Reihe ackerbaulicher Vorteile für Hafer. Darüber hinaus wächst der Markt für Qualitätshafer.

1. pflanzenbauliche Vorteile

- a. Minderung von Halmbasiskrankheiten in getreidelastigen Rotationen
- b. Unterbrechung von Infektionszyklen verschiedener Blattkrankheiten bei Getreide
- c. Verringerung der Populationen mit Ungräsern wie z. B. Ackerfuchsschwanz
- d. intensive Durchwurzelung und gute Nährstoffaneignung (Rote Gebiete)

2. Politische Vorgaben und Ziele begünstigen extensivere Kulturen.

3. sehr gute Vermarktungsmöglichkeiten

- a. steigende Nachfrage durch veränderte Ernährungsgewohnheiten (z. B. Porridge, Haferdrinks)
- b. mehr Engagement und Interesse der Hafermühlen an regionaler Produktion

Die Verarbeitung in Schälmühlen steigt aufgrund wachsender Nachfrage stark und betrug im Jahr 2018 stattliche 500.000 t (VGMS e. V.*). Diesen Markt gilt es, künftig wieder mehr mit inländischer Produktion zu bedienen.

II Haferanbau/Produktionstechnik

Erhebliche Qualitätsunterschiede bei den Sorten

Beim Erfassungshandel ist aufgrund einfacher und schneller Bestimmung das zentrale Qualitätskriterium immer noch das Hektolitergewicht, obwohl dieses die Eignung einer Partie für die Verarbeitung nur grob beschreibt. Schälmaschinen stellen oft weitere Anforderungen wie einen niedrigen Spelzenanteil, eine sehr gute Schälbarkeit (ausgedrückt als geringer Anteil nicht entspelzter Körner) und eine sehr gute und sichere Sortierung. Die geforderten Qualitäten lassen sich am ehesten auf Standorten mit gesicherter

Wasserversorgung und nicht zu heißen Temperaturen während der Kornfüllung erreichen. Die Qualität wird jedoch auch stark von der Sorte bestimmt und muss bei der Sortenwahl berücksichtigt werden.

Viele Anbauten laufen über Anbauverträge, bei denen oft auch der Einsatz eines Wachstumsreglers nicht erlaubt ist. Deshalb ist hier die Standfestigkeit einer Sorte ebenfalls ein wichtiges Kriterium für die Sortenwahl.

Der Einsatz eines Wachstumsreglers ist nur anzuraten, wenn aufgrund üppiger Bestandesentwicklung und N-Ver-sorgung Lager verhindert werden muss. Aufschluss über die Sorteneigenschaften bzgl. Agronomie und Qualität gibt hier die Tab. 1.

Tab. 1: Hafersorten* – Agronomie und Qualität

Sorte	Spelzenfarbe	Strohbreite	Lager	Halmknicken	HL-Gewicht	Sortierung > 2,5 mm	Spelzenanteil	Anteil nicht entspelzter Körner
Magellan	gelb	5	5	5	6	5	3	4
LION	gelb	5	4	4	7	7	1	2
APOLLON	gelb	5	4	5	6	9	3	2
IVORY	weiß	5	5	5	6	9	2	3
Bison	gelb	6	3	4	6	9	3	3
Max	gelb	4	8	7	7	6	2	4
Delfin	gelb	7	4	3	6	6	3	4
SYMPHONY	weiß	5	4	5	6	8	3	5

1 = sehr gering, 3 = gering, 5 = mittel, 7 = hoch, 9 = sehr hoch

* Sorten > 100 ha angemeldete Vermehrungsfläche 2021

Quelle: nach Angaben der Beschreibenden Sortenliste 2021

II Haferanbau/Produktionstechnik

Einfluss von Saatstärke, N-Düngung und Pflanzenschutz auf den Ertrag

Eine Erhöhung der Saatstärke von 250 auf 320 Kö/m² brachte in einem 2-jährigen Exaktversuch auf einer Höhenlage (580 m ü. NN in Baden-Württemberg) bei der Sorte LION bei einem sehr hohen Ertragsniveau Mehrerträge von 4 % (Tab. 2). Die Saatstärke sollte generell immer dann erhöht werden, wenn spät oder bei schwierigen Bodenbedingungen ausgesät wird.

Tab. 2: Einfluss der Saatstärke und N-Versorgung im produktionstechnischen Exaktversuch 2019/2020 in Baden-Württemberg (ABIP* Dietingen, Höhenlage, Sorte LION)

Saatstärke Kö/m ²	250	320	400
dt/ha	87,4	91,1	92,4
rel.	100	104,3	105,8
HL-Gewicht in kg	52,2	52,5	52,6
N-Düngung 320 Kö/m ²	100 kg	130 kg	rel.
dt/ha	90,1	93,2	103,5
HL-Gewicht in kg	52,6	51,9	98,7

Quelle: SAATEN-UNION

Tab. 3: Einfluss von Pflanzenschutzmaßnahmen auf den Ertrag von Hafersorten

LSV 2020 Baden-Württemberg und Hessen
(4 Orte: Korbach, Eichhof, Boxberg, Krauchenwies)

	ohne	Fungizid + Wachstumsregler	Differenz
dt/ha	75,7	79,0	+ 3,3
rel.	100	104,4	
HL-Gewicht in kg	51,1	51,5	0,4

Quelle: Länderdienststellen

Im gleichen Versuch konnten durch eine Erhöhung der N-Düngung von 100 kg N/ha auf 130 kg N/ha bei 320 Kö/m² 3 dt/ha mehr geerntet werden. Die HL-Gewichte wurden durch die Veränderungen der Saatstärke nicht negativ beeinflusst, während bei erhöhter N-Düngung ein leichter Rückgang erkennbar war. Aus anderen Feldversuchen im In- und Ausland ist bekannt, dass sich die Qualitätsmerkmale von Hafer bei ansteigender N-Düngung in der Regel verbessern.

Da Intensivierungsmaßnahmen durch Fungizide meist nicht wirtschaftlich sind, wird in den Landessortenversuchen in Baden-Württemberg und Bayern auf einen Einsatz mittlerweile verzichtet. Auf jeweils zwei Standorten in Hessen und Baden-Württemberg wurde die Reaktion des Hafersortiments auf Fungizide und Wachstumsregler 2020 doch noch einmal abgeprüft (Tab. 3). Die erreichten Mehrerträge von 3,3 dt/ha deckten die Mehrkosten durch den Mitteleinsatz dabei nicht ab.

Die Anbauintensivierung hatte hier zwar keinen Einfluss auf die Qualität, eigene Versuche weisen aber darauf hin, dass eine überzogene Intensivierung sich negativ auf die Qualität auswirken kann.

II Haferanbau/Produktionstechnik

Hafer im Bioanbau

Die schwache Reaktion auf Intensivierungsmaßnahmen – mit anderen Worten die hohe Leistung bei extensivem Anbau – ist neben den bereits genannten pflanzenbaulichen Vorteilen ein Grund für die Beliebtheit der Kultur im ökologischen Anbau. Auch in den Öko-Landessortenversuchen wurden 60–80 dt/ha erzielt (s. Tab. 4). Damit ist der Unterschied zum konventionellen Anbau deutlich geringer als bei anderen Kulturen. Sorten aus konventioneller Züchtung haben hier die Nase vorn und werden in der Praxis auch im Bioanbau eingesetzt.

Fazit

Der anhaltende Trend in der menschlichen Ernährung zu mehr pflanzlichen Produkten und mehr Wertschätzung für den regionalen Anbau holt den Hafer aus dem Schattendasein und bereichert unsere Fruchtfolgen. Trotz günstiger Produktionskosten benötigen die Landwirte aber auch auskömmliche Preise, damit der Hafer wettbewerbsfähig zu anderen Fruchtarten ist. Die Verbraucherpreise der Haferprodukte im Ladenregal dürften das jedenfalls erlauben.

Martin Munz

Der Artikel ist erstmalig in der praxisnah 1/2021 erschienen.

Tab. 4: LSV-Ergebnisse Hafer ÖKO Bayern/Baden-Württemberg mehrjährig

Sorte	Baden-Württemberg 2016–2020		Bayern 2019–2021
	Ertrag rel.	Anzahl Versuche > 10	Ertrag rel., n > 10
LION	107,7	15	103
APOLLON	107,0	31	102
Delfin	105,6	17	100
Max	105,3	31	99
Yukon	107,6	23	
SCORPION	105,8	14	
Kaspero	105,6	28	
SYMPHONY	105,3	14	
Bison	101,8	23	
Sinaba	99,5	22	
Mittel dt/ha	52,1		60,3
Talkunar*	59,9	20	61

*Nackthafer; Quelle: Versuchsberichte des LTZ Augustenberg und der LfL Bayern

Wirtschaftlichkeit und Auswirkungen auf das Anbausystem

Enge, winterungslastige Fruchtfolgen sind auch deshalb überholt, weil sie sich zunehmend weniger rechnen. Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit erweiterter Fruchtfolgen müssen kurz-, mittel- und langfristige Effekte innerhalb der Fruchtfolge mit einbezogen werden. Mit besonderem Blick auf Qualitätshafer als zusätzliches Fruchtfolgeglied werten Andrea Ziesemer und Dr. Ines Bull von der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern die Daten von 30 Praxis-Referenzbetrieben aus.

Ein wesentlicher Grund für das zunehmende Interesse am Haferanbau ist die Vielzahl von Problemen und Herausforderungen, vor denen landwirtschaftliche Betriebe stehen. Die jahrzehntelang praktizierten engen Fruchtfolgen führten zu einer Zunahme von Schädlingen, Ungräsern und Krankheiten sowie zu einer Kostenexplosion, insbesondere bei den energieintensiven Düngemitteln. Hinzu kommen die Restriktionen durch die Politik.

Der erste Teil des Beitrages beschäftigt sich mit der Frage, wie es um die Wirtschaftlichkeit bestellt ist, wenn Hafer zur Auflockerung

enger Fruchtfolgen angebaut wird. Im zweiten Teil des Artikels wird das Anbausystem als Ganzes betrachtet.

Der Wert einer Kultur im Anbausystem umfasst unterschiedliche Aspekte. Offensichtlich ist der jährliche Beitrag zum Einkommen. Dargestellt als Differenz von Verkaufserlös und Kosten ergibt sich der kulturartenspezifische Deckungsbeitrag. Bei einer **kurzfristigen** Betrachtung wirken sich vor allem ein möglicher hoher Erzeugerpreis für Qualitätshafer sowie im Vergleich zu Winterweizen geringe Kosten für Pflanzenschutz und Düngung positiv aus.

Bei einer **mittelfristigen** bzw. **etwas erweiterten** Betrachtungsweise können zusätzlich direkte Vor- bzw. Nachfruchteffekte und Anpassungsmöglichkeiten im Anbausystem bewertet werden. Anpassungen im Anbausystem betreffen zum Beispiel die organische Düngung, den Anbau von Zwischenfrüchten, aber auch Zeitfenster für Stoppelbearbeitung und Aussaat. Nur bei Sommerkulturen wie Hafer können organische Dünger vor der Saat verlustmindernd eingearbeitet werden. Ohne Sommerkultur ist im Herbst/Winter kein Platz für bodenverbessernde und nährstoffspeichernde Zwischenfrüchte.

II Haferanbau/Produktionstechnik

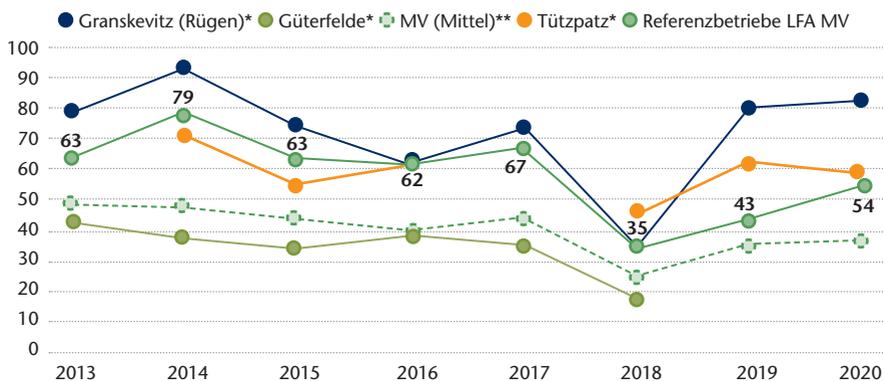
Für den **langfristigen** Wert einer Kultur werden zusätzliche Fruchtfolgeeffekte wie der Aufbau von Schädlings- und Krankheitspopulationen einbezogen. Weil eine umfassende Bewertung schwierig ist und langjährige Beobachtungen erfordert, blieben in der Vergangenheit Fruchtfolgebewertungen häufig auf jährliche Deckungsbeitragsvergleiche zwischen einzelnen Kulturarten und direkte Vorfruchtwirkungen beschränkt. Auch deshalb wurden in der Praxis Fruchtfolgeprobleme oft erst nach 20 bis 30 Jahren erkannt. Eine Annäherung an die Bewertung von aufgeweiteten Fruchtfolgen soll am Beispiel eines Fruchtfolge-Dauerversuches am Standort Gülzow und Ergebnissen Hafer anbauender Referenzbetriebe der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und

Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA MV) erfolgen.

Ertragsentwicklung von Hafer in Mecklenburg-Vorpommern

Die Ergebnisse der Landessortenversuche der LFA MV zeigen, welches Ertragspotenzial im Hafer selbst steckt (Abb. 1). Auf dem Versuchsstandort Granskevitz wurden im Mittel der abgebildeten Jahre 72 dt/ha, in Tützpatz 59 dt/ha geerntet. In den 30 Praxis-Referenzbetrieben der LFA MV, die im Land gut verteilt sind, lagen die Erträge im Mittel der Jahre bei 58 dt/ha. Die Schwankungen zwischen den Jahren waren mit denen der Sortenversuche vergleichbar. Deutlich fallen die Landeserträge in MV ab und lagen im langjährigen Mittel

Abb. 1: Hafererträge – in Mecklenburg-Vorpommern, Landessortenversuche, Referenzbetrieben der LFA



Quelle: *Jahresbericht Sommergetreide und Leguminosen 2020; Pienz, Michel, Bombowsky, de Mol
**Statistisches Amt MV

II Haferanbau/Produktionstechnik

bei 40,5 dt/ha. Da hier auch die Angaben des ökologisch angebauten Hafers mit einfließen, weichen diese stärker vom Ertragsniveau der Sortenversuche ab.

So wurde Hafer in Praxisbetrieben angebaut

Wurde Hafer in der Vergangenheit häufig als „Lückenbüsser“ angebaut und war in den Referenzbetrieben vorrangig auf Splitterflächen bzw. Restflächen zu finden, so haben der gezielte Qualitätshaferanbau und somit ein Interesse an Bestandesführung und Fruchtfolgegestaltung deutlich zugenommen. Diese Entwicklung ist an der gestiegenen Auswertungsfäche erkennbar (Tab. 1). Hafer wird in den Referenzbetrieben auf Böden mittlerer Güte, mit geringem Stickstoffeinsatz von 112 kg N/ha und mit sehr niedrigen Direktkosten produziert. Den größten Anteil an

den Direktkosten hat mit knapp 50 % die Düngung. Je ein Viertel der Kosten entfällt auf Saatgut und Pflanzenschutz. Die erzielten Erzeugerpreise lagen zwischen 16,8 und 18,9 €/dt und sind stark abhängig von der Entwicklung der Getreidepreise im jeweiligen Anbaujahr.

Dass der Anbau von Qualitätshafer sehr wirtschaftlich sein kann, zeigte sich in den Jahren 2016 bis 2018. Bei günstiger Ertrags- und Preiskonstellation erzielten die Referenzbetriebe Direktkostenfreie Leistungen (= Markterlös abzüglich Direktkosten) mit Hafer, die über denen des Stoppelweizens (Weizen nach Weizen) bzw. auf dessen Niveau lagen (Abb. 2). Die für Sommerungen ungünstigen Witterungsbedingungen der Erntejahre 2019 und 2020 mit ausgeprägter Vorsommertrockenheit führten insbesondere bei Hafer zu

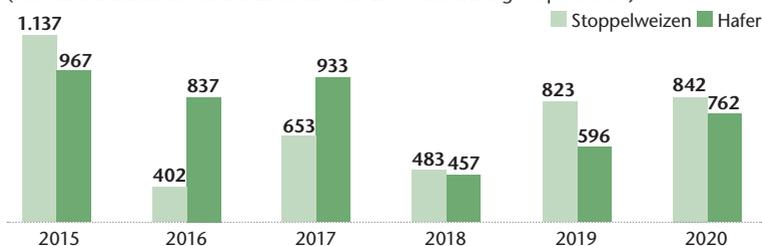
Tab. 1: Ausgewählte Kennzahlen des Haferanbaus in Referenzbetrieben der LFA Mecklenburg-Vorpommern

Erntejahr	ME	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Fläche	ha	313	278	336	490	490	455
Ø Ackerzahl		42	37	40	40	34	38
N-Düngung	kg/ha	116	130	113	108	105	102
Ertrag	dt/ha	63	61,7	66,7	34,5	43,4	54,3
Direktkosten*	€/ha	215	215	207	199	198	206
darunter – Saatgut	€/ha	30	50	59	67	74	56
darunter – Düngung	€/ha	129	103	98	84	78	102
darunter – Pflanzenschutz	€/ha	56	58	50	49	47	44
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	967	837	933	457	603	762

* Direktkosten = Kosten für Saatgut der Haupt- und vorherigen Zwischenfrucht, Düngung, Pflanzenschutz und Trocknung

II Haferanbau/Produktionstechnik

Abb. 2: Vergleich der Direktkostenfreien Leistungen von Stoppelweizen und Hafer (€/ha) (nur Hafer anbauende Referenzbetriebe der LFA Mecklenburg-Vorpommern)



sehr niedrigen Erträgen und somit zu geringer Wirtschaftlichkeit. Im Erntejahr 2020 stiegen die Erträge wieder auf 54,3 dt/ha, konnten aber nicht an die Erträge der Jahre 2015 bis 2017 mit deutlich über 60 dt/ha anknüpfen.

Unterschiede im Anbau nach Standorten

In den Referenzbetrieben ist der Haferanbau auf den mittleren und besseren diluvialen Böden mit Ackerzahlen von über 34 (D4- und D5-Standorte) am stärksten vertreten (Tab. 2). Im Mittel der Jahre 2015 bis 2020 lag zwischen den leichten Böden (D2/D3) und den besten Böden (D5) eine Ertragsdifferenz von 13,6 dt/ha. Produziert wurde der Hafer auf den leichten Böden mit einem Aufwand an Direktkosten von 4,4 €/dt. Auf den besseren Böden war der Aufwand um 0,5–0,6 €/dt niedriger. Häufig konnte auf den leichten Böden das Hektolitergewicht, das für die Vermarktung als Qualitätshafer vorausgesetzt wird, nicht erreicht werden. Dies spiegelt sich in 2 €/dt geringeren Erzeugerpreisen wider.

Hafer in Praxisfruchtfolgen

Wintererbsen und Winterweizen dominieren die typischen Anbaufolgen in Mecklenburg-Vorpommern. Die häufig anzutreffenden dreifeldrigen Fruchtfolgen Raps-Weizen-Gerste führten zu zunehmenden pflanzenbaulichen Problemen und letztlich zu sinkenden Erträgen. Maßnahmen wie angepasste Bodenbearbeitung, Saattermine und Sortenwahl reichen nicht mehr aus, die Probleme zu lösen. Somit rückt die Fruchtfolgeerweiterung in den Fokus. Jedoch ist für die Aufweitung der Fruchtfolgen nur eine begrenzte Anzahl von Kulturen verfügbar. Neben Mais ist Hafer die Getreideart, mit der enge Fruchtfolgen aufgelockert werden können. Der große Vorteil von Hafer besteht darin, dass er als Vorfrucht vor Wintergetreide aus phytosanitären Gründen wie eine Blattfrucht anzusehen ist. Für bessere und leichte Böden wurden auf der Grundlage der Daten aus den Referenzbetrieben der Erntejahre 2012 bis 2019 Fruchtfolgen modelliert und die Fruchtarten mit den dazugehörigen Erträgen und Aufwendungen nach ihrer Vor-

II Haferanbau/Produktionstechnik

Tab. 2: Ausgewählte Kennzahlen des Haferanbaus in Referenzbetrieben der LFA MV nach Ackerzahlen im Mittel der Jahre 2015 bis 2020

Parameter	NStE	D2/D3	D4	D5
Fläche	ha	548	1.483	330
Schläge	Anzahl	17	39	14
Ø Ackerzahl		29	40	49
N-Düngung	kg N/ha	108	114	108
Ertrag	dt/ha	44,0	55,1	57,6
Marktleistung	€/ha	742	1.018	1.050
Direktkosten*	€/ha	196	210	227
dar. – Saatgut	€/ha	72	52	70
dar. – Düngung	€/ha	83	104	95
dar. – Pflanzenschutz	€/ha	39	54	60
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	547	808	823

NStE = natürliche Standorteinheit, D2: Ackerzahl bis 27, D3: AZ 28 bis 33, D4: AZ über 34 bis 44, D5: AZ über 44

Abb.3: Vergleich der Deckungsbeiträge (€/ha) der dreifeldrigen mit den erweiterten Hafer-Fruchtfolgen (Referenzbetriebe der LFA Mecklenburg-Vorpommern)

Ackerzahl 28–33	Ra-WW(+ZWF)-Ha-WW	679
	Ra-WW-Ha-WW	698
	Ra-WW-WG	678
Ackerzahl >33	Ra-WW(+ZWF)-Ha-WW	804
	Ra-WW-Ha-WW	822
	Ra-WW-WG	790

fruchtstellung zusammengestellt. Die Stickstoffdüngung wurde den Vorgaben der neuen Düngeverordnung angepasst. Die Nährstoffpreise sind aktuelle Werte aus dem Oktober 2021. Als Erzeugerpreise kamen aktuell gehandelte Preise für das Erntejahr 2022 (Marktinformation Ost, 43. KW 2021) zur Anwendung. Die Kalkulation der variablen Maschinenkosten erfolgte mit Daten des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL).

Miteinander verglichen werden die Mittelwerte vollständiger Rotationen der typischen Raps-Weizen-Gerste mit der erweiterten Hafer-Fruchtfolge (Abb. 3). Berücksichtigung fand die Erfüllung der Greeningauflagen: Es wurden 3 % Brache unterstellt und 2 % Landschaftselemente. Beim Zwischenfruchtanbau wurden die Greeningauflagen damit als erfüllt angesehen, eine Brache war nicht erforderlich.

Unter den gemachten Annahmen schneiden die Haferfruchtfolgen wirtschaftlich besser ab als die dreifeldrige Fruchtfolge. Auf den besseren Böden ist der Vorteil noch etwas deutlicher als auf den leichten Böden. Der Zwischen-

* Direktkosten = Kosten für Saatgut der Haupt- und vorherigen Zwischenfrucht, Düngung, Pflanzenschutz und Trocknung

II Haferanbau/Produktionstechnik

Fruchtanbau bringt durch den Wegfall der Bra-
che noch einmal deutliche Vorteile, da mehr
Ackerfläche bewirtschaftet werden kann.

Ergebnisse der Fruchtfolgeaufweitung im Dauerversuch

Fruchtfolgeeffekte werden im Praxisbetrieb
nur langfristig wirksam und sind deshalb lange
kaum von jährlich schwankenden Einflüssen
durch Witterung, Krankheits- oder Schäd-
lingsdruck zu unterscheiden. Erst mit zuneh-
mender Dauer einer Anbaustruktur nimmt
das Ausmaß von Fruchtfolgeeffekten zu. So
wurden die Probleme kurzer, winterungslas-
tiger Fruchtfolgen lange vorhergesagt, fallen
aber erst seit wenigen Jahren in einer großen
Anzahl von Flächen auf.

Im Feldversuch können durch eine kleinflächige
Variation der Einflussfaktoren, statistische
Methoden wie Wiederholung und Randomisa-
tion unterschiedliche Anbaustrategien bes-
ser bewertet werden. Für die Bewertung von

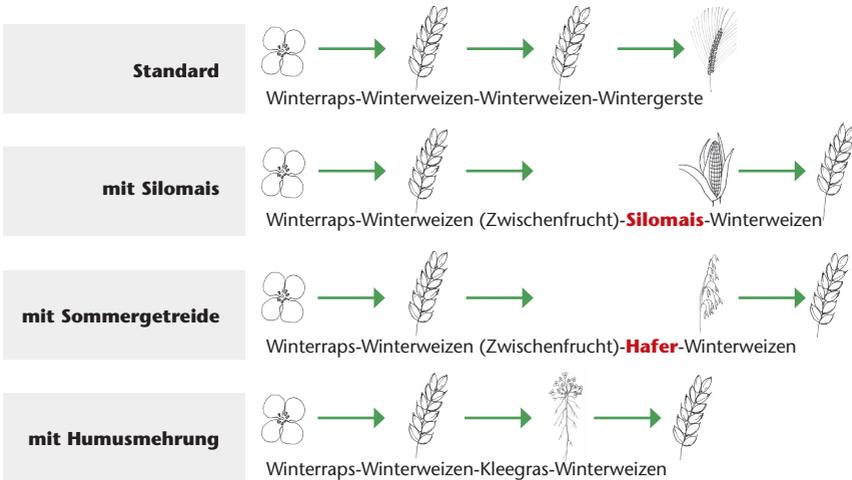
Fruchtfolgen müssen Dauerversuche angelegt
und langjährig beobachtet werden.

Die Ergebnisse des Dauerversuches am Stand-
ort Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern) kön-
nen bisher nur kurz- und mittelfristige Effekte
widerspiegeln, da der Versuch erst im Herbst
2015 angelegt wurde. Hier werden drei ver-
schiedene Aufweitungstrategien mit einer
Standard-Fruchtfolge verglichen (Abb. 4).
Für eine bessere Vergleichbarkeit sind alle
Fruchtfolgen im Versuch vierfeldrig. Aus meth-
odischen Gründen erfolgt der Pflugeinsatz
zu Grundbodenbearbeitung für alle Varianten
einheitlich und zwar jeweils vor der Aussaat
im dritten und im vierten Fruchtfolgejahr.
Der Weizen im vierten Fruchtfolgejahr wird
entsprechend in allen Varianten gleichzeitig
ausgesät. Außerdem erhalten nur die Frucht-
folge mit Silomais und die mit Klee gras je-
weils 30 m³ Gärrest/ha, da nur hier eine ange-
schlossene Tierhaltung vorausgesetzt wird. All
diese Bedingungen sind in der Praxis natürlich
betriebspezifisch anzupassen.



II Haferanbau/Produktionstechnik

Abb. 4: Fruchtfolgen im Dauerversuch Fruchtfolgeaufweitung, Gülzow 2015–2021
(2 randomisierte Wiederholungen, jede Kultur wird jedes Jahr angebaut)



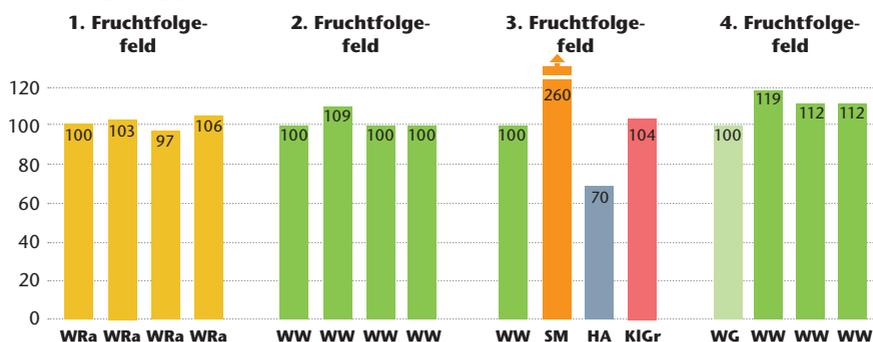
Fruchtfolgeaufweitung wirkt sich positiv auf die Weizenerträge aus

Mit den genannten Einschränkungen können die Ergebnisse bewertet werden. Einfach ist der Quervergleich derselben Kulturart im selben Fruchtfolgefeld, also z. B. Winterweizen im ersten Feld (Abb. 5). Positiv wirkte eine organische Düngung in den Fruchtfolgen mit Mais und Klee gras und im trockenen Herbst 2019 die höhere Bodenfeuchte zur Rapsausaat nach Wintergerste. Beim Winterweizen im zweiten und genauso im vierten Fruchtfolgefeld wird wahrscheinlich noch die Nachlieferung der organischen Düngung sichtbar,

während in der Fruchtfolge mit Klee gras die phytosanitäre Situation diesen positiven Effekt aufzuheben scheint. Anders als aus der Praxis bekannt, schneidet im Versuch Weizen nach Silomais gut ab. Der Grund sind die gleichzeitige Aussaat des Weizens in allen Fruchtfolge-Varianten und das Vermeiden von Bodenstrukturen nach (frühreifem) Mais im Versuch. Der bekannte negative Vorfruchteffekt des Mais auf den Weizen ist in der Praxis also vor allem auf eine Verzögerung des Aussaattermins und ggf. Strukturprobleme zurückzuführen.

II Haferanbau/Produktionstechnik

Abb. 5: Ertragsvergleich von Fruchtfolgen relativ zur Standard-Fruchtfolge
(Dauerversuch Fruchtfolgeaufweitung, Gülzow 2015–2021, Bezug: Korn- bzw. TM-Ertrag),
Mittelwerte 2016–2021



WRa = Winteraps, WW = Winterweizen, SM = Silomais, HA = Hafer, KIgr = Klee gras, WG = Wintergerste

Auch den N-Saldo und die N-Effizienz bei der Wirtschaftlichkeit berücksichtigen

Für eine Gesamtbewertung einer Fruchtfolge mit Sommerkultur reicht dieser direkte Ertragsvergleich nicht aus. Je nach Fragestellung können der gesamte Fruchtfolgeertrag über Getreideeinheiten, der summierte Weizenenertrag von jeweils zwei Fruchtfolgefeldern, die gemittelten N-Salden oder die N-Effizienz der Fruchtfolgen verglichen werden. Umgerechnet in Getreideeinheiten, einer Futterwertmaßzahl, können alle Kulturserträge in den Vergleich einbezogen werden. Beim reinen Vergleich der Weizenenerträge wird jetzt schon sichtbar, dass sich eine Fruchtfolgeaufweitung hier positiv auswirkt. Langfristig

ist davon auszugehen, dass mit zunehmendem Krankheitsdruck die Weizenenerträge der Standardfruchtfolge in Relation zu den aufgeweiteten Fruchtfolgen abnehmen. Deren Vorzüglichkeit wird also mit der Zeit steigen. Der Blick auf den N-Saldo ist besonders in Trinkwasserschutz- oder Roten Gebieten von hoher Bedeutung. Bei hohen Düngerpreisen wird die bisher oft vernachlässigte N-Effizienz einer Fruchtfolge wichtiger. Immer ist der Bezug auf die variierte Kultur wichtig, die diese Effekte erst möglich macht, die aber ebenfalls verwertet werden muss. Hier kann der Hafer über mögliche hohe Erzeugerpreise bei einer Abgabe als Qualitätshafer für die menschliche Ernährung für Betriebe ohne Tierhaltung interessant sein (Abb. 6).

II Haferanbau/Produktionstechnik

Abb. 6: Bewertung von Fruchtfolgen pro Hektar

(Dauerversuch Fruchtfolgeaufweitung, Gülzow 2015–2021),

FF = Fruchtfolge, GE = Getreideeinheit, St = Standard, SM = mit Silomais, HA = mit Hafer,

H+ = zur Humusmehrung

FF	GE-Ertrag (%)	Weizenertag* (dt Korn)	Ertrag variiertes Kultur (dt Korn bzw. dt TM)	N-Saldo (kg)	N-Effizienz (%)
St	100	73	Wintergerste 66	50	73
SM	141	81	Silomais 181	16	92
HA	92	75	Hafer 49	43	76
H+	96	75	Kleegrass 74	24	112

*Mittelwert aus 2 Feldern der Fruchtfolge

Fazit

Der Anbau von Qualitätshafer kann wirtschaftlich sehr interessant sein. Dies belegen Ergebnisse aus den Referenzbetrieben der LFA MV. Bei einer bevorstehenden Entscheidung, Qualitätshafer anzubauen, gilt es, mehrjährige Erträge, die Kostenstruktur und zusätzlich anfallende Aufwendungen für Lagerung und Transport zu berücksichtigen. Wirtschaftlich messen muss sich Hafer an der im Anbau verdrängten Kultur.

Da in den neuen GAP-Regelungen (Konditionalität) der Fruchtwechsel zwingend vorgeschrieben wird, muss ohnehin ein Ersatz für den Stoppelweizen gefunden werden. Zudem bietet der Hafer als Sommerung die Möglichkeit des Zwischenfruchtanbaues und damit eventuell eine attraktive Option zum Boden- und Wasserschutz.

In der Fruchtfolge profitieren zusätzlich die Winterungen mit bisher geringem Anbauabstand von einer Fruchtfolgeaufweitung. Schon kurz- und mittelfristig sind Ertragsgewinne, Steigerung der N-Effizienz und Verringerung des N-Saldos erreichbar.

Werden gute Erträge und Qualitäten erreicht, kann Hafer seinen Platz in den Fruchtfolgen finden und somit einen Beitrag zum betrieblichen Einkommen und zur Lösung anstehender Probleme leisten.

Andrea Zieseimer und
Dr. Ines Bull

Orthogonaler Ertragsvergleich Sommergetreide

Wie ertragsfähig ist Hafer im Vergleich der Alternativen Sommerweizen und Sommergerste? Um dies zahlenmäßig exakt zu bewerten, haben Christian Guddat (Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum) und Martin Sacher (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) die Ergebnisse der Landesversuche auf Löß- und Verwitterungsböden in Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt ausgewertet.

Die Ausdehnung der Anbauflächen für Hafer seit 2017 (um 53 % bis 2021) hat im Wesentlichen zwei Gründe: Zunächst ist das Konsumverhalten zu nennen. Verbraucherinnen und Verbraucher ändern ihre Ernährungsgewohnheiten und haben hier auch Hafer wegen seines Gesundheitswertes entdeckt. Hafer ist also „in“ und ist Bestandteil einer Vielzahl von Produkten (s. auch Seite 4 ff). Damit steigt die Nachfrage nach dem Rohstoff Hafer, denn die Verarbeitungsindustrie hat nun einen deutlich gestiegenen Verarbeitungsbedarf. Daher wird auch gezielt Ware aus heimischer Produktion gesucht.

Ein zweiter wesentlicher Grund für die Ausweitung der Anbauflächen ist die Tatsache,



dass Hafer aus pflanzenbaulicher Sicht eine Bereicherung darstellt. Er ist in der Fruchtfolge als Gesundungsfrucht zu betrachten und insbesondere für Weizen eine gut geeignete Vorfrucht (s. auch Beitrag Seite 18 ff). Als Sommerung bietet Hafer den notwendigen Zeitraum für eine gezielte Ungrasbekämpfung, z. B. hinsichtlich Ackerfuchsschwanz. Hafer ist im Vergleich zu anderen Getreidearten eine Kultur mit einem geringen Pflanzenschutzmittelaufwand und auch der Stickstoffbedarf ist vergleichsweise gering.

II Haferanbau/Produktionstechnik

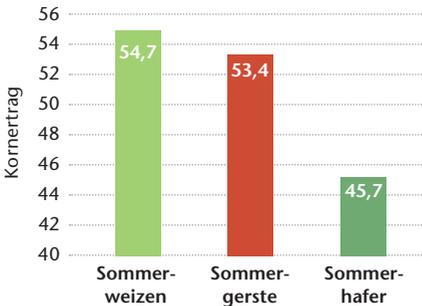
Beurteilung der Leistungsfähigkeit

von Hafer

Agrarstatistiken helfen nicht weiter!

In Betrieben, in denen der Haferanbau bereits etabliert ist, kann die Wirtschaftlichkeit unter den gegebenen Standort- und Produktionsbedingungen präzise eingeschätzt werden. Doch wie sieht es aus, wenn bei potenziellen Neueinsteigern die Leistungsfähigkeit und das ökonomische Potenzial der Kultur bewertet werden sollen? Hier geht es neben den Fragen der Anbaumaßnahmen und Bestandesführung in erster Linie um das Ertragspotenzial (und die Vermarktungsmöglichkeiten) des Hafers. Das gilt grundsätzlich, wenn er in

Abb. 1: Ertragsvergleich der Sommergetreidearten (Stat. Bundesamt) 2011 bis 2021
durchschnittlicher Kornertrag dt/ha, bundesweit



Achtung: solche Vergleiche findet man oft – sie sind aber nicht zulässig! Denn hier wird nicht berücksichtigt, auf welchen Standorten und unter welchen Produktionsbedingungen gewirtschaftet wurde.

bestehende Fruchtfolgen integriert werden soll und speziell im Vergleich zu Kulturen, die damit ggf. ersetzt werden sollen (Konkurrenzfruchtarten). Der Erfahrungsaustausch mit Berufskollegen liegt am nächsten. Ist dies nicht möglich, müssen die Informationen anderweitig eingeholt werden, z. B. durch Eigenrecherche oder Beratung.

Hier besteht die Gefahr, dass für die Berechnung der Leistungsfähigkeit und damit der Wirtschaftlichkeit das Ertragspotenzial des Hafers unterbewertet wird. Denn weitgehend offizielle Ertragsdaten für Hafer unter Praxisbedingungen finden sich in der Regel nur anhand der Agrarstatistik des Bundes und der Länder. Zum Vergleich der Anbauwürdigkeit und Leistungsfähigkeit von Kulturen, im Falle des Hafers z. B. zu anderen Sommergetreidearten, eignen sich diese Ertragszahlen jedoch wenig. In der Agrarstatistik fällt Hafer in der Regel gegenüber den anderen Kulturarten ab und wird dort unter Wert geschlagen (Abb. 1).

Ein solcher Vergleich ist auch nicht zulässig: Denn die Gründe für den vergleichsweise niedrigen Ertrag des Hafers liegen nicht in dessen geringerem Ertragspotenzial, sondern vielmehr in den Unterschieden der Bewirtschaftungsform, der Standortgüte oder der jeweiligen Vorfrüchte. Dies kann in der Agrarstatistik bei der Ausweisung der Erträge nicht berücksichtigt werden. So weist Hafer z. B. einen überproportional hohen Anteil in ökologischer Bewirtschaftungsweise auf, steht weniger auf Hohertragsstandorten und nicht

II Haferanbau/Produktionstechnik

immer nach den günstigsten Vorfrüchten. Zudem ist der Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln bei Hafer im Vergleich zu den meisten anderen Getreidearten geringer.

Landessortenversuche liefern aussagefähige Ergebnisse

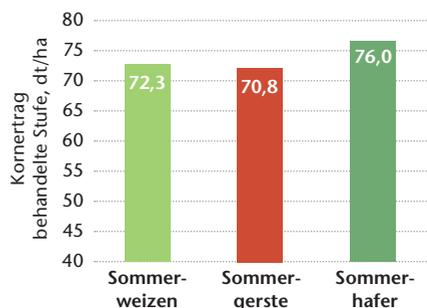
Für die Beurteilung der Ertragsfähigkeit von Hafer, speziell im Vergleich zu anderen Sommergetreidearten, eignet sich der Vergleich an orthogonalen Standorten der Landessortenversuche (LSV), d. h., wo Sommerhafer und eine andere Sommergetreideart bei jeweils ortsüblicher Intensität im gleichen Jahr und auf dem gleichen Standort geprüft wurden.

Orthogonaler Ertragsvergleich von Sommerhafer, Sommerweizen und Sommergerste

Für den orthogonalen Ertragsvergleich von Sommerhafer, Sommerweizen und Sommergerste wurden im Zeitraum von 2011 bis 2021 alle Standorte herangezogen, in denen in einem dieser Jahre alle drei Kulturen im Rahmen der LSV auf Löß- und Verwitterungsböden gemeinsam angebaut wurden. Für diese Gegenüberstellung wurden die Erträge des jeweiligen Prüfsortimentsmittels aus der ortsüblich mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Stufe genutzt. Insgesamt konnten für die Auswertung 40 Vergleiche mit den drei Sommergetreidearten herangezogen werden. Darüber hinaus ergibt sich auch die Möglichkeit direkter Vergleiche von Sommerhafer mit Sommerweizen (N = 52) bzw. Sommerhafer mit Sommergerste (N = 61) bei größerer Datenmenge.

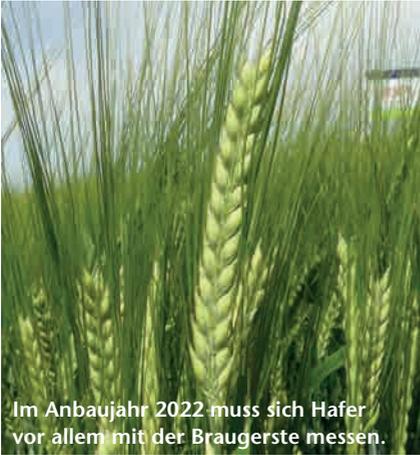
Bei optimaler, fruchtartenspezifischer Bewirtschaftung sowie unter den gleichen Standortvoraussetzungen bezüglich Schlag und in der Regel auch Vorfrüchten zeigt sich am Beispiel der Länder Thüringen, Sachsen-Anhalt und Sachsen für das Anbaugebiet der Löß- und Verwitterungsböden, dass Sommerhafer eine ähnliche und mitunter höhere Ertragsfähigkeit besitzt als Sommerbraugerste und Sommerweizen (Abb. 2–4). Im gemeinsamen Vergleich mit Sommergerste und Sommerweizen bei insgesamt 40 Versuchen je Kultur erzielte Sommerhafer mit 76,0 dt/ha die höchsten Kornerträge, die 3,7 dt/ha (5 %) über denen von Sommerweizen bzw. 5,2 dt/ha (7 %) über denen von Sommergerste lagen (Abb. 2).

Abb. 2: Ertragsvergleich der Sommergetreidearten
orthogonale LSV 2011–2021, N = 40,
Löß- und Verwitterungsböden



Quelle: Länderdienststellen Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen

II Haferanbau/Produktionstechnik



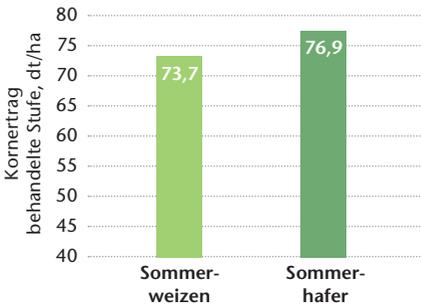
In der direkten Gegenüberstellung von Sommerhafer und Sommerweizen mit jeweils 52 Versuchen hatte Sommerhafer einen um 3,2 dt/ha (4 %) höheren Kornertrag (Abb. 3).

Sommerhafer und Sommergerste konnten im Betrachtungszeitraum insgesamt 61-mal miteinander verglichen werden. Im Mittel erreichte Sommerhafer dabei einen um 3,9 dt/ha (6 %) höheren Kornertrag (Abb. 4).

Wie nicht anders zu erwarten, hat Hafer natürlich nicht in jedem Jahr und an jedem Standort die Nase vorn und wie bei allen anderen Kulturen gibt es Ertragsschwankungen. In der Auswertung kristallisiert sich auf den Löß- und Verwitterungsböden zudem eine

Abb. 3: Ertragsvergleich Sommerweizen und Sommerhafer

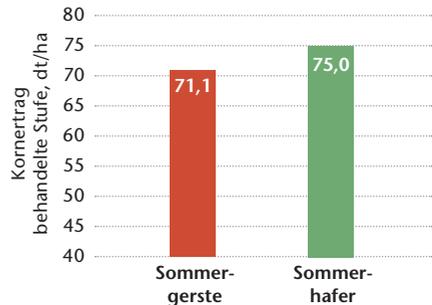
orthogonale LSV 2011–2021, N = 52, Löß- und Verwitterungsböden



Quelle: Länderdienststellen Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen

Abb. 4: Ertragsvergleich Sommergerste und Sommerhafer

orthogonale LSV, N = 61



Quelle: Länderdienststellen Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen

II Haferanbau/Produktionstechnik

Tab. 1: Standortcharakteristik ausgewählter LSV-Standorte

Standort	Dornburg	Nossen	Walbeck	Burkersdorf	Christgrün	Forchheim
Anbaugesamt	Löß			Verwitterung		
Ackerzahl	46–80	65	70–80	36	35	33
Höhenlage (m ü. NN)	260	255	240	440	430	565
mittlere Jahres-temperatur (°C)	8,9	8,1	8,6	8,0	7,4	6,5
mittlerer Jahres-niederschlag (mm)	605	643	491	615	722	879

gewisse Standortcharakteristik heraus, die den Ansprüchen des Hafers besonders entspricht (s. Tab. 1).

Hier kommt es weniger auf die Ackerzahl an, sondern vielmehr auf ein mit der Höhenlage verbundenes kühleres Klima sowie eine gute Wasserversorgung über Niederschläge oder Böden mit guter Wasserspeicherfähigkeit. Unter diesen Voraussetzungen werden in der Regel die höchsten und stabilsten Hafererträge erzielt. Gleichzeitig werden auf diesen Standorten die Qualitätsanforderungen hinsichtlich Spelzenanteil und Hektolitergewicht zumeist am sichersten erfüllt.

Fazit

Bei jeder Kulturart kommt es zwischen den Jahren zu Ertragsschwankungen, sodass man bei der Analyse der grundsätzlichen Ertragsleistung immer einen mehrjährigen Zeitraum betrachten sollte. Die Analyse eines 10-jährigen Zeitraumes für Löß- und Verwitterungsstandorte in Ostdeutschland hat gezeigt, dass Hafer im Vergleich zu Sommerweizen und -gerste im Ertrag mindestens ebenbürtig und unter diesen Anbaubedingungen auch vergleichsweise ertragssicher ist. Für diese Leistungsfähigkeit spielten das kühlere Klima sowie eine gute Wasserversorgung über Niederschläge oder Böden mit guter Wasserspeicherfähigkeit eine entscheidende Rolle. Hier konnten auch die für eine Vermarktung entscheidenden Qualitäten i. d. R. erreicht werden.

Christian Guddat und
Martin Sacher

Ertrag und Qualität sichern – Relevanz der Sortenwahl!

Trotz der erneut deutlich ausgeweiteten Anbaufläche und damit größeren Menge geernteten Qualitätshafers in Deutschland liegt der deutsche Selbstversorgungsgrad bei nur ca. 70 %. Um der stetig steigenden Nachfrage nach qualitativ hochwertiger, regional erzeugter Ware nachkommen zu können, ist es also auch notwendig, Ertrag und Qualität schon auf dem Feld zu sichern. Dr. Steffen Beuch, NORDSAAT Saatzucht GmbH, Zuchtstation Granskevitz, erläutert, wie wichtig es dabei ist, auf die Sorteneigenschaften Lageranfälligkeit und Strohstabilität zu achten.

Als Sommergetreide unterliegt Hafer einem grundsätzlich größeren Risiko für jahresbedingte Schwankungen des Ertrags- und Qualitätsniveaus. In der Abb. 1 ist die Ertragsentwicklung von Hafer in Deutschland zwischen 1985 und 2021 dargestellt. Dabei fällt einerseits die zunehmende Diskrepanz zwischen dem Kornertrag der amtlichen Zulassungsversuche und dem im praktischen Anbau erzielten Kornertrag auf. Das Ertragspotenzial neuer Hafersorten wird durch die Praxis offenbar nicht ausgeschöpft.

Eine leichte Umkehr dieses negativen Trends ist in den Jahren 2020 und 2021 erkennbar. Dabei hat offenbar die teilweise Rückkehr des Haferanbaus auf bessere Böden unter einem professionellen Anbauregime die entscheidende Rolle gespielt.

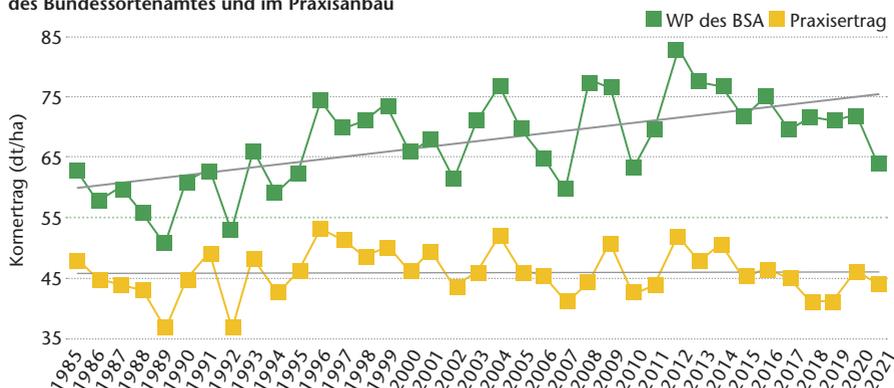
Höhere Lagerneigung = schlechtere Qualität

Auffällig sind außerdem die starken Ausschläge der Höhe des absoluten Kornertrages im Jahresvergleich. Der fortschreitende Klimawandel führt im weltweiten Haferanbau in mittleren Breitengraden vor allem aufgrund stärkerer Temperaturschwankungen, mehr Hitzetagen und höherem Wasserstress (sowohl als Trockenheit als auch als Überstau) zu negativen Effekten.

Außerdem ist mit dem verstärkten Auftreten verschiedener Krankheiten und Schaderreger zu rechnen, die höhere Kosten im Anbau verursachen können. So waren die ertragsschwachen Jahre 2010, 2018 und 2019 durch starke Trockenheit und Hitze während der entscheidenden Phase der Ertragsbildung gekennzeichnet. Auf der anderen Seite verursachte in den Jahren 2007 und 2021 ein feuchtes,

II Haferanbau/Produktionstechnik

Abb. 1: Vergleich der Kornerträge von Hafer in der Wertprüfung des Bundessortenamtes und im Praxisanbau



Quelle: Bundessortenamt, destatis

kühles Frühjahr überdurchschnittlich massige Bestände. In der späteren Phase der Vegetation führte dies zu einem sehr hohen Lagerdruck bei durch grünes Stroh stark verzögerter Abreife. Im Jahre 2007 trat außerdem schon sehr früh in der Vegetation intensiver Befall mit Kronenrost als Blattkrankheit auf. In den meisten Jahren ist Kronenrost im deutschen Haferanbau eine Krankheit der Abreifephase und dadurch nur selten bekämpfungswürdig.

Je höher der Ertrag, desto besser die Qualität

Bei Hafer besteht ein vergleichsweise enger Zusammenhang zwischen der Höhe des erzielten Kornertrages und den Merkmalen der äußeren Kornqualität. Von einem hohen Kornertrag profitieren vor allem der Kernan-

teil, die Schälbarkeit und die Sortierung des Erntegutes. Die Korngröße wird demgegenüber weniger stark positiv beeinflusst, während zum Hektolitergewicht nahezu kein Zusammenhang besteht. Es ist daher nicht verwunderlich, dass ertragsschwache Jahre im Haferanbau zumeist auch qualitätsschwache Jahre sind und umgekehrt. Die Versuchsergebnisse der bundesweiten Wertprüfung zeigen, dass vor allem die trockenen Jahre 2010 und 2019 in allen erwähnten Qualitätsmerkmalen deutlich abfallen. Die Lager- und Späterntejahre 2007 und 2021 waren durch ein unterdurchschnittliches Hektolitergewicht gekennzeichnet, sonst aber eher unauffällig. Das Hitze- und Trockenjahr 2018 ergab vor allem eine schwächere Sortierung in den Versuchen.

II Haferanbau/Produktionstechnik

Einfluss von Sortenwahl und Pflanzenschutz auf die Qualität

Offenbar besteht bei Hafer somit eine höhere jahresbedingte Unsicherheit zur Erzielung der notwendigen Erträge und Qualitäten. Daraus ergibt sich die Frage, ob die Sortenwahl und die Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen diese Unsicherheit verringern können. Neben der Standortwahl sind sie generell wesentliche Merkmale eines professionellen Pflanzenbaus. Frühere Analysen von Feldversuchsergebnissen haben ergeben, dass im deutschen Haferanbau die Vermeidung von Lager und Halmknicken in diesem Zusammenhang eine größere Rolle spielt als der Befall mit Blattkrankheiten. Bei fachlich korrekter Anwendung von Wachstumsreglern werden häufig höhere Intensivierungseffekte erzielt als beim ungerichteten Einsatz von Fungiziden.

In der Tab. 1 wurden Unterschiede der langjährigen Ertrags- und Qualitätsergebnisse der

überdurchschnittlich standfesten Hafersorte LION (APS* 4 – mittel bis niedrig – in der Neigung zu Lager und Halmknicken) mit der sehr stark lagergefährdeten Sorte Max (APS 8 bzw. 7 – hoch bis sehr hoch – in der Neigung zu Lager und Halmknicken) aus mit Wachstumsreglern behandelten Feldversuchen gegenübergestellt. Es ist dabei offensichtlich, dass selbst mit chemischer Behandlung bei einer sehr stark lagergefährdeten Hafersorte schon ein geringer Lagerdruck von 10 % im Feld zu deutlichen Einbußen von Ertrag und Qualität führt. Die Wahl von LION statt Max führt dabei im Durchschnitt zu einem Mehrertrag von 1,6 dt. Außerdem erhöht sich das Hektolitergewicht um 0,7 kg und die Kernaussbeute verbessert sich um 0,4 %. Die Sortierung > 2,0 mm und Schälbarkeit zeigen ebenfalls positive Effekte von 0,5 bzw. 0,2 %. Noch deutlicher werden diese Effekte in einer Anbausituation, in der sogar die Hälfte des Bestandes starkes Lager zeigt. Der Kornertrag

Tab.1: Ertrags- und Qualitätsunterschiede zwischen den Hafersorten LION und Max bei ansteigendem Auftreten von Lager und Halmknicken 2016–2020

Merkmal	Löß		Verwitterung	
	10 % (n = 31)	50 % (n = 31)	10 % (n = 17)	50 % (n = 17)
Differenz LION – Max				
Kornertrag (dt/ha)	+ 1,6	+ 8,1	+ 2,5	+ 12,7
Hektolitergewicht (kg)	+ 0,7	+ 3,4	- 0,3	- 1,5
Spelzengehalt (%)	- 0,4	- 2,2	- 0,6	- 2,9
Sortierung >2,0 mm (%)	+ 0,5	+ 2,7	+ 0,1	+ 0,3
Schälbarkeit (%)	+ 0,2	+ 1,2	+ 0,2	+ 0,8

Quelle: Stufe 2 der Wertprüfung des Bundessortenamtes, orthogonal

* APS = Ausprägungsstufe

II Haferanbau/Produktionstechnik

ist dann beim Anbau von LION statt Max unter identischen Bedingungen im Durchschnitt 8,1 dt/ha höher, das Hektolitergewicht verbessert sich um 3,4 kg und die Kernaussbeute erhöht sich um 2,2 %. Neben einer höheren Vermarktungssicherheit würde dies dem Landwirt bei den gegenwärtigen Preisen nur durch eine angepasste Sortenwahl einen monetären Vorteil von 40–190 €/ha bringen! Nach aktuellen Angaben zu langjährigen Anbauerfahrungen des Versuchsgutes Merklingsen der FH Südwestfalen kann Totallager im Hafer zu Ertragsverlusten von 50 % und mehr führen.

Sehr deutliche Effekte gibt es auch bei der Neigung zum Halmknicken bei der gleichen Betrachtung der Ertrags- und Qualitätsunterschiede zwischen den beiden Sorten LION und Max. So sind schon bei 10 % Halmknicken vor allem der Kornertrag (-2,5 dt/ha) und der Kernanteil (-0,6 %) negativ beeinflusst, wenn statt LION die Sorte Max angebaut wird. Bei 50 % Halmknicken erhöhen sich diese Verluste entsprechend. Die anderen Merkmale der äußeren Kornqualität sind hier weniger betroffen oder verhalten sich indifferent. Die Wahl der ungünstigeren Sorte führt in der Landwirtschaft aber trotzdem zu monetären Verlusten in Höhe von mindestens 60–290 €.

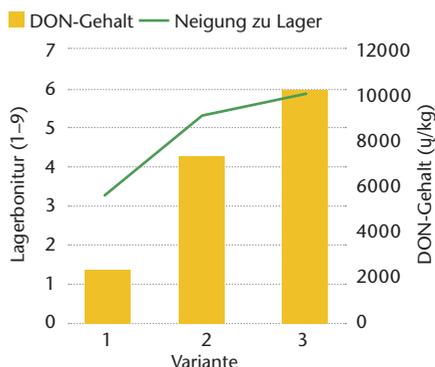
Höhere Lagerneigung führt zu höherem DON-Risiko

Neigt eine Sorte doppelt so stark zu Lager (LION APS 4, Max APS 8) führt dies bei Hafer unabhängig von der pflanzeigenen Fusariumtoleranz zu einem vierfach erhöhten Risiko

der Belastung des Erntegutes mit dem Mykotoxin Deoxynivalenol (DON, Abb. 2).

Abb.2: Lagerneigung und DON-Belastung in Haferfeldversuchen 2015

(künstliche Inokulation, n = 64)



Quelle: JKI, NORDSAAT

Schaderegner der Gattung *Fusarium* zählen zu den wichtigsten Schadpathogenen im Pflanzenbau. Sie sind auch bei Hafer zunehmend vor allem in Nord- und Westeuropa verbreitet, wobei Wechselwirkungen mit dem voranschreitenden Klimawandel nicht ausgeschlossen sind. Die Infektion mit *Fusarium* kann zu Mindererträgen und der Kontamination des Erntegutes mit Mykotoxinen führen. Insbesondere DON stellt in der Human- und Tierernährung eine gefährliche und häufig vorkommende Kontamination dar. Grenzwerte für Höchstgehalte an DON in Getreide und Getreideprodukten sind durch die EU zum

II Haferanbau/Produktionstechnik

Schutz des Verbrauchers erlassen worden. Bei Überschreitung dieser Grenzwerte kann eine Haferpartie folglich nicht mehr erfolgreich vermarktet werden. Eine überdurchschnittlich standfeste Hafersorte wie LION hilft daher dabei, auch diesem Risiko im praktischen Qualitätshaferanbau besser begegnen zu können.

Fazit

Die vorliegende Betrachtung zeigt eindrücklich die entscheidende Bedeutung des Faktors Sortenwahl im Hinblick auf einen erfolgreichen Haferanbau unter den Bedingungen des Klimawandels. Die Sortenwahl stellt in der Regel einen Gratisfaktor im Anbau dar. Durch die Aussaat von Z-Saatgut wird dabei nicht nur Sortenechtheit, sondern auch Rückverfolgbarkeit und

Transparenz garantiert, was eine deutlich zunehmende Bedeutung innerhalb der Lebensmittelkette besitzt. Die Schälmühle profitiert als Abnehmerin von der stabil besseren Verarbeitbarkeit und Gesundheit des gelieferten Hafers sowie einer insgesamt sichereren Rohstoffversorgung. Daher sollten auch Schälmühlen sehr daran interessiert sein, dass die Anfälligkeit der in der Praxis angebauten Hafersorten für Lager und Halmknicken ein mittleres Niveau (APS 5) nicht überschreitet.

Dr. Steffen Beuch
Der Artikel ist erstmalig inhaltlich
identisch erschienen in
Mühle und Mischfutter 7.4.2022.

Lager kann zu erheblichen
Qualitätsverlusten führen
und muss daher unbedingt
vermieden werden!



Mykotoxinbelastung bei Hafer: Wie weit ist die Resistenzforschung?

Da die inländisch produzierten Hafermengen für den Bedarf der Schälmühlen nicht ausreichen, müssen große Hafermengen importiert werden. Belastungen des Erntegutes durch Pilzgifte sind dabei ein echtes Thema, zumal die gesetzlichen Anforderungen hier steigen. Dr. Matthias Herrmann¹, Paulina Georgieva², Dr. Steffen Beuch³, Dr. Mark Winter^{2,4} berichten über den Stand der Forschung.

Der Verbrauch an Hafer in Europa wächst seit Jahren und die Schälmühlen stehen vor der Herausforderung, Haferrohware in ausreichender Menge und Qualität zu beziehen. Dabei würden sie bevorzugt Hafer aus ihrer Region verarbeiten, doch aktuell reicht die regionale Produktionsmenge kaum aus oder die Qualität ist zu heterogen bzw. ungenügend. Um das Problem zu entschärfen, wird die Produktion zunehmend über Vertragsanbau gesteuert. Steigende gesetzliche Anforderungen und die Ansprüche seitens des Handels in Bezug auf unerwünschte Rückstände oder Mykotoxine erschweren die Situation zusätzlich. Besonders in Skandinavien, einem der wichtigsten Haferlieferanten für die deutschen Schälmühlen, sind in den vergangenen

20 Jahren wiederholt große Partien mit den Pilzgiften DON oder HT-2/T-2 so stark kontaminiert gewesen, dass eine Vermarktung ausgeschlossen war. Deshalb gab und gibt es besonders auch in den skandinavischen Ländern eine intensive Forschung zur Resistenz gegenüber Fusarium in Hafer.

Aber auch in Deutschland kann in Jahren mit feuchter Witterung während der Blüte und bei ungünstiger Vorfrucht in Kombination mit reduzierter Bodenbearbeitung eine starke Rispenfusariose auftreten. Für Deutschland gab es bisher keine Untersuchungen darüber, welche Fusariumarten im Haferanbau vorkommen und gegen welche Arten die Resistenzzüchtung ausgerichtet werden muss. Die schon laufende Resistenzzüchtung wurde deshalb durch ein Forschungsprojekt in einem Verbund der Gesellschaft für Pflanzeninnovation (GFPI), der Georg-August-Universität Göttingen und dem Julius Kühn-Institut verstärkt.

Die Schwerpunkte waren:

1. Monitoring der Fusariumarten an Hafer in Deutschland
2. Resistenz von Hafer gegenüber Fusarium
3. Entstehung der Krankheit und Resistenzursachen

II Haferanbau/Produktionstechnik



Versuche lieferten überraschende Ergebnisse

Hohes Vorkommen von *Fusarium poae*: Beim Monitoring von unbehandeltem Hafer wurden bei starken Schwankungen in der Häufigkeit zwischen den Umwelten bis zu 11 Fusariumarten gefunden. Unerwartet hoch war das Vorkommen der Art *Fusarium poae*, die eigentlich als eher konkurrenzschwach gilt und vorwiegend das Mykotoxin Nivalenol bildet. Nivalenol wird auch von anderen Fusariumarten gebildet, ist mindestens genauso toxisch wie Deoxynivalenol (DON), wurde aber bisher weniger oft nachgewiesen. Da das Artenspektrum sich in Europa verschiebt und sich damit auch das Mykotoxinspektrum verändert, sind weitere Beobachtungen hierzu geplant.

Signifikante Sortenunterschiede: Im Rahmen einer Prüfung in sechs Umwelten (Göttingen, Böhnschausen, Groß Lüsewitz in den Jahren 2016 und 2017) wurden erstmalig statistisch signifikante Unterschiede im Befall aktueller Sorten durch die DON-Produzenten *F. culmorum* und die HT-2/T-2-Produzenten *F. langsethiae* und *F. sporotrichioides* festgestellt. Für die Züchtung heißt das: Es gibt Sorten, die gegen alle erfassten Fusariumarten vergleichsweise wenig anfällig sind, es wurden hier aber keine vollständig resistenten Sorten nachgewiesen.

Im Versuch waren unter den modernen Sorten die Weißhafer Keely und SYMPHONY gegenüber *F. culmorum* am geringsten anfällig,

II Haferanbau/Produktionstechnik



(Tab. 1). Im Sortiment waren zudem acht „Exoten“ vertreten, von denen die zwei alten Sorten Puhti und Schenkenfeldener insgesamt sehr wenig mit Toxinen kontaminiert waren. Diese beiden waren in der Entwicklung deutlich später und im Stroh etwa 15 cm länger, was vor allem bei Schenkenfeldener sehr früh zu starkem Lager führte. Lagerndes Getreide kann besonders stark durch Fusariumbefall und Auswuchs geschädigt werden, was aber in diesem Verbundprojekt überraschenderweise nicht zu beobachten war.

Kurzes Stroh führt nicht zu mehr Fusarium: Der reduzierte Befall in Sorten wie Keely bietet aber einen deutlich besseren Schutz, um auch in „Fusariumjahren“ unterhalb des zulässigen Grenzwertes von 1,25 g/kg DON zu bleiben. Als besonders stark anfällig erwies sich die Sorte Troll, die das Verzweigungs-

gen Dw6 besitzt und ca. 20–30 cm kürzer ist als andere moderne Sorten. Allerdings ist nicht jede Kurzstrohsorte gleichermaßen stark anfällig, wie die Sorten ZORRO und Tim zeigten: Sie wiesen trotz geringer Wuchshöhe deutlich niedrigere Mykotoxingehalte auf als die längeren Sorten Bessin oder SCORPION.

Ertragsreduktion ist nicht das Problem: Im vorliegenden Projekt wurde durch Inokulation der Fusariumbefall drastisch gefördert, wie es in der Praxis aber nur in extremen Jahren und mit Mais als Vorfrucht vorkommen dürfte. Wenn ausgebleichene Ährchen nach der Blüte gefunden werden, könnte eine Fusariuminfektion die Ursache sein. Stark kontaminierte Proben sind schon am hohen Anteil ausgebleicher bis rosa-verfärbter Körner erkennbar. Wenn durch frühzeitige Infektion, d. h. vor oder während der Blüte, Ährchen ausblei-

II Haferanbau/Produktionstechnik

Tab. 1: Signifikante Sortenunterschiede im Fusariumbefall

Mittelwerte der 25 Sorten für DON-Toxin, T-2-Toxin, Wuchshöhe, Lager vor Ernte Bonitur 1 (gut) bis 9 (schlecht), Spelzenanteil und Tausendkorngewicht; sortiert nach Wuchshöhe

Sorte		DON g/kg	T-2 µg/kg	Wuchshöhe cm	Lager vor Ernte	Spelzenanteil %	1000-Korn- gewicht
Troll	moderne Sorten	7,1	501,1	80,1	2,8	33,2	33,8
ZORRO		2,7	130,7	95,0	4,6	32,2	32,1
Tim		3,5	113,7	95,7	3,8	28,2	38,4
Bessin		6,3	313,7	96,5	4,4	31,4	34,8
Max		3,5	218,0	97,9	4,3	29,0	34,9
Simon		3,3	117,9	98,1	4,3	31,0	35,8
Husky		3,0	203,9	99,3	3,7	31,0	34,2
Bison		3,3	197,3	99,5	2,3	30,1	42,8
Typhon		4,1	235,6	99,8	4,3	31,4	39,1
Canyon		4,1	190,8	101,5	3,9	30,7	39,4
HARMONY		4,0	234,0	102,4	3,2	30,3	43,9
SCORPION		5,0	179,8	102,6	4,1	30,9	39,4
POSEIDON		4,3	210,6	102,6	3,9	31,2	38,4
Yukon		3,3	196,9	103,2	3,2	31,2	39,0
Keely		2,4	153,2	104,8	4,4	32,9	32,9
APOLLON	4,0	170,5	105,7	3,4	30,1	42,4	
SYMPHONY	2,5	92,0	110,4	3,4	29,7	40,9	
AVE 1490	alte Sorten und Genbankerkünlfe	2,3	75,8	115,5	8,3	33,6	24,4
WATERLOO		2,7	58,1	120,8	7,8	33,9	25,1
Puhti		1,6	46,9	124,2	3,9	34,3	30,9
AVE 1284		2,5	63,1	124,6	6,9	35,1	23,6
Schenkenfeldener		1,7	45,4	125,0	8,3	32,5	24,0
Buki tf.		3,2	56,9	129,3	7,2	32,0	22,4
Zlatna Kisa		4,0	63,3	129,3	6,3	32,5	25,8
Lovaszpatonai sarga		2,2	61,8	132,8	6,1	32,6	26,7

je rötter, desto stärker die negative Ausprägung

II Haferanbau/Produktionstechnik

chen, kommt es zu einer Reduktion des Ertrags, die in unseren Versuchen aber deutlich geringer war als Ortseffekte. Das Problem der Fusariuminfektion in Hafer ist also nicht die Ertragsreduktion, sondern die Mykotoxinkontamination. Die Art des Mykotoxins ist abhängig von den auftretenden Fusariumarten. Die Kenntnis des Artenspektrums hat deshalb eine große Bedeutung für die Resistenzzüchtung.

Aktuell werden die DON-Produzenten *F. culmorum* und *F. graminearum* sowie die T-2/HT-2-Bildner *F. sporotrichioides* für Resistenzversuche in Hafer eingesetzt. Die Erweiterung um *F. poae* als häufigste Art steht auf der Tagesordnung – auch für ein Folgeprojekt.

Welche Blühtypen sind gefährdet?

Vom Weizen ist bekannt, dass der Grad der Antherenextrusion (AE) den Befall mit Fusarium beeinflusst. Sporen von Fusarium nutzen absterbende Pollen- und Antherenreste als Nährboden, um die Blütenorgane schneller und stärker zu besiedeln. Fehlen die Pollen oder Antherenreste in der Blüte, etwa infolge männlicher Sterilität oder starker Offenblütigkeit (Antheren werden vom Winde verweht), verläuft die Besiedlung spärlicher. Um zu prüfen, ob diese Verhältnisse auf den Hafer übertragbar sind, wurde am Prüfsortiment auch die AE bestimmt. Hier war der Zusammenhang allerdings nicht eindeutig erkennbar. Sowohl Sorten mit der geringsten bzw. höchsten AE (Antheren bleiben unzugänglich in der Blüte versteckt bzw. werden vom Winde verweht) hatten geringe DON-Gehalte, aber auch teil-

weise Sorten mit mittlerer AE wiesen eine geringe Mykotoxinakkumulation auf, die nicht durch Wuchshöhe, Spelzengehalt oder andere erklärbar waren. Es muss also noch weitere Resistenzursachen geben, die wir in künftigen Forschungsprojekten aufdecken wollen.



Ausblick

In der praktischen Sortenentwicklung hat die Resistenz gegen Fusarium einen festen Platz eingenommen und neben der aktuell resistenstesten Sorte Keely sind aussichtsreiche Sortenkandidaten in der Prüfung. Es werden daher sicher bald schon „sichere“ Sorten für den deutschen Markt zur Verfügung stehen.

¹ Julius Kühn-Institut (JKI), ² Georg-August-Universität Göttingen, ³ NORDSAAT Saat-zucht GmbH, ⁴ Industrieverband Agrar e.V. (IVA)

Der Artikel ist erstmalig in der *praxisnah* 1/2020 erschienen.

Ertrag und Kornqualität des Hafers im Ökoanbau

Die Erträge von europäischem Ökohafers liegen unter vergleichbaren Anbaubedingungen um rund 20–35 % unter denen des konventionellen Hafers.

Dr. Steffen Beuch erklärt, wie über eine kluge Sortenwahl die Erträge und die Kornqualität im ökologischen Haferanbau gesteigert werden können.

Hafer ist das wichtigste Sommergetreide im deutschen Ökolandbau. Der ökologische Haferanbau erreichte im Jahre 2020 mit rund 53.100 ha etwa 30 % der gesamten Haferfläche in Deutschland. Dieser Anteil ist seit Jahren ansteigend, und im Getreidebereich liegt nur bei Dinkel der Ökoflächenanteil höher als bei Hafer.

Ökohafers bringt nur 26 % weniger Ertrag als konventioneller Hafer

Die Ertragsunterschiede zwischen konventionell und ökologisch erzeugtem Getreide sind erheblich. Die Erträge bei Ökogetreide gesamt machten in Deutschland im Durchschnitt der Jahre 2012–2018 nur etwa die Hälfte der jeweiligen konventionellen Erträge aus. Bei Ökohafers wurden im gleichen Zeitraum jedoch gemäß der statistischen Angaben mehr als 74 % der Erträge des konventionell angebauten Hafers erzielt. Das liegt unter anderem

darin, dass im konventionellen Haferanbau das vorhandene Ertragspotenzial moderner Hafersorten nicht ausgeschöpft wird.

Im Jahre 2021 wurde in Deutschland eine amtliche Zulassungsprüfung für neue Hafersorten begonnen, die auch die beiden Qualitätshafersorten APOLLON und LION in Feldversuchen im gleichen Versuchssystem parallel unter konventionellen und unter ökologischen Anbaubedingungen getestet hat. Es standen aus beiden Anbausystemen einjährig erhobene Ertrags- und Qualitätsergebnisse von acht Feldversuchen zur Verfügung. Die regionale Verteilung der Versuchsorte lässt eine etwas stärkere Ausrichtung der ökologischen Versuchsserie auf Anbauorte im nordostdeutschen Raum erkennen, die zumeist durch leichtere Böden und etwas geringere Niederschläge im Jahresvergleich gekennzeichnet sind.

APOLLON und LION unterscheiden sich sowohl hinsichtlich ihrer qualitativen als auch hinsichtlich ihrer agronomischen Eigenschaften teilweise sehr deutlich (Tab. 1 und 2). Die Sorte APOLLON ist länger als die Sorte LION und verfügt bei früherer Jugendentwicklung auch über eine etwas höhere Bestandesdichte. Beide Sorten haben eine überdurchschnittlich

II Haferanbau/Produktionstechnik

Tab. 1: Ausprägungsstufen (APS) der agronomischen Eigenschaften der Hafersorten APOLLON und LION (1 = sehr niedrig, sehr früh, sehr gleichmäßig; 9 = sehr hoch, sehr spät, sehr ungleichmäßig)

	Rispschieben	Reife	Reifeverzögerung des Strohs	Pflanzenlänge	Neigung zu Lager	Neigung zu Halmknicken	Anfälligkeit für Mehltau	Bestandessichte	Kornzahl pro Rispe
APOLLON	4	5	5	6	4	5	6	5	4
LION	5	5	5	4	4	4	6	4	8

Quelle: Bundessortenamt 2021

Tab. 2: Ausprägungsstufen (APS) der ertraglichen und qualitativen Eigenschaften der Hafersorten APOLLON und LION (1 = sehr niedrig; 9 = sehr hoch)

	Tausendkornmasse	Sortierung > 2,0 mm	Sortierung > 2,5 mm	Hektolitergewicht	Speizenanteil	Anteil nicht entspelzter Körner	Korntrag (unbehandelt)	Korntrag (behandelt)
APOLLON	8	9	9	6	3	2	6	6
LION	6	8	7	7	1	2	6	6

Quelle: Bundessortenamt 2021

che Stand- und Knickfestigkeit und sind etwas stärker für Mehltaubefall anfällig. In der Kornqualität fällt APOLLON vor allem durch Großkörnigkeit und beste Sortiereigenschaften auf. LION vereint die höchste Kernaussbeute aller Hafersorten mit einem sehr hohen Hektolitergewicht. Die sehr leichte Schälbarkeit beider Sorten zählt ebenfalls zum Spitzenbereich des Hafersortimentes. Die für die Kornqualität von

Hafer maßgeblichen Eigenschaften sind hoch erblich und werden damit im Jahres- und Ortsvergleich immer ein nahezu identisches Sortenranking ergeben. Damit können Änderungen der relevanten Sorteneigenschaften unter beiden Anbausystemen gut miteinander verglichen werden.

II Haferanbau/Produktionstechnik

Deutlicher Einfluss auf Marktware-ertrag und Entspelzbarkeit

In der Tab. 3 sind die Ergebnisse zum Marktwareertrag (sortierter Ertrag > 2,0 mm) und ausgewählte Merkmale der Kornqualität der Sorten APOLLON und LION dargestellt.

Die stärksten negativen Auswirkungen des Ökoanbaus im Durchschnitt beider Sorten finden sich danach beim Marktwareertrag (-19 %) sowie bei den Qualitätsmerkmalen Anteil nicht entspelzter Körner (+20 %) und dem Spelzenanteil (+10 %). Darüber hinaus ist auch der Kernertrag stark betroffen (-21 %), der als Produkt aus Kornertrag und Kernanteil berechnet wird. Die geringsten negativen Auswirkungen zeigte der Ökolandbau beim Hektolitergewicht (-4 %) und bei den Sortiermerkmalen. Auch die Tausendkornmasse (TKM) war nur geringfügig von den limitierten Anbaubedingungen des Ökoanbaus betroffen.

In der Sortierung > 2,5 mm lagen die Werte des ökologisch angebauten Hafers sogar im Durchschnitt um rund 8 % über denen des konventionellen Hafers. Allerdings kann ein absoluter Rückgang des Hektolitergewichtes um etwa 1,7 bis 2,5 kg wie in diesen Versuchen in der Praxis trotzdem zu finanziellen Verlusten führen, wenn eine durch Kontrakte vorgegebene Grenze in diesem Merkmal unterschritten wird. Der absolute Anteil nicht entspelzter Körner erreichte in diesen Versuchen bei beiden Sorten mit durchschnittlich unter 2 % zudem insgesamt ein sehr niedriges Niveau. Geringe Änderungen der Messwerte in beiden Versuchsserien ziehen bei diesem Merkmal daher vergleichsweise starke relative Auswirkungen nach sich und dürfen somit nicht überbewertet werden.

Die beiden betrachteten Sorten reagierten unterschiedlich auf die Änderung der Anbaube-

Tab. 3: Ertrag und Kornqualität der Hafersorten APOLLON und LION in Feldversuchen 2021
Vergleich der jeweiligen konventionellen und ökologischen Anbauvariante (n = 16)

Merkmal	Einheit	APOLLON			LION		
		konv.	ökolog.	Differ. %	konv.	ökolog.	Differ. %
Marktware-Ertrag	dt/ha	61,2	49,4	-19,3	59,6	48,0	-19,5
TKM	g	40,5	39,6	-2,2	33,6	34,3	+2,1
Sortierung > 2,0 mm	%	99,0	98,2	-0,8	97,5	97,5	+/-0
Sortierung > 2,5 mm	%	69,7	73,3	+5,2	57,1	63,5	+11,2
Hektolitergewicht	kg	49,0	46,5	-5,1	49,7	48,0	-3,4

Quelle: Bundessortenamt 2021

II Haferanbau/Produktionstechnik



dingungen. Beide zeigten zwar im Kornertrag eine sehr ähnliche Reaktion, wenn sie ökologisch statt konventionell angebaut wurden. Die negativen Auswirkungen des Ökoanbaus waren aber bei APOLLON in der Sortierung und im Anteil nicht entspelzter Körner geringer als bei LION. Auch bei ökologischem Anbau ist APOLLON eine ertragsstarke, großkörnige Hafersorte mit sehr sicherer Sortierung und bester Schälbarkeit. Dagegen war LION beim Hektolitergewicht und beim Spelzenanteil unter ökologischen Anbaubedingungen weniger stark betroffen als APOLLON. Die Schälbarkeit ist bei LION unter ökologischen Anbaubedingungen ebenfalls stabil hoch. Der stärkere Abfall in der Sortierung im Vergleich zu APOLLON ist bei LION aufgrund der insgesamt hohen Werte dagegen unproblematisch.

Schwedische Versuche bestätigen Sortenunterschiede

Langjährig erhobene Versuchsergebnisse aus Schweden zeigen ebenfalls deutliche Unterschiede im Ertrags- und Qualitätsprofil verschiedener Hafersorten, wenn sie konventionell oder ökologisch angebaut werden

(Tab. 4). Auffällig ist die starke Parallelität in der Höhe des Kornertrages zwischen den beiden Anbausystemen, was zu einem identischen Sortenranking führt. Der durchschnittliche Ertragsrückstand ist mit rund 35 % aber höher als in den Versuchen in Deutschland. Die im konventionellen schwedischen Haferanbau generell sehr ertragsstarken Sorten LION und SYMPHONY fallen im ökologischen Anbau weniger stark im Kornertrag ab als andere Hafersorten. Die Auswirkungen ökologischer Anbaubedingungen auf Hektolitergewicht und Korngröße sind wie in Deutschland ebenfalls insgesamt nur gering.

Bei den drei Sorten mit dem deutlich höchsten ökologischen Kornertrag ist der prozentuale Rückgang der Korngröße etwas stärker, ohne dass jedoch deren Vermarktungsfähigkeit gefährdet ist. Bei Hafer spielt gerade unter limitierten Anbauverhältnissen die Fähigkeit einer Sorte zur Füllung der angelegten Kornanlagen eine entscheidende Rolle für einen hohen und sicheren Kornertrag. Die Sorten Delfin, LION und SYMPHONY können dies offenbar besser als die anderen drei betrachteten Sorten. Bei ihnen ist daher der Rückgang der Korngröße durch die stärkere innerpflanzliche Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe auch etwas ausgeprägter. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Bestandesdichte im ökologischen Haferanbau etwa 25 % geringer ist als im konventionellen Anbau. Da alle drei Sorten aber eine genetisch fixierte hohe Tausendkornmasse und ein überdurchschnittliches Hektolitergewicht aufweisen, sind sie auch

II Haferanbau/Produktionstechnik

Tab. 4: Ertrag und Kornqualität von sechs Hafersorten in Feldversuchen in Schweden 2016–2020
Vergleich der jeweiligen konventionellen und ökologischen Anbauvariante

	Kornertrag (dt/ha)		Hektolitergewicht (kg)		Tausendkornmasse (g)	
	konv.	ökolog.	konv.	ökolog.	konv.	ökolog.
Delfin	76,5	49,6 (-35 %)	56,9	56,8 (-0,2 %)	42,9	41,1 (-4,2 %)
LION	75,3	49,5 (-34 %)	57,8	58,0 (+0,3 %)	40,5	38,5 (-4,9 %)
SYMPHONY	74,4	49,4 (-34 %)	56,9	56,9 (+/-0 %)	44,3	41,8 (-5,6 %)
Nike	74,2	47,4 (-36 %)	55,4	55,8 (+0,7 %)	37,5	36,4 (-2,9 %)
Galant	72,9	46,6 (-36 %)	57,1	57,4 (+0,5 %)	36,8	36,0 (-2,2 %)
Guld	70,4	44,7 (-37 %)	56,0	56,4 (+0,7 %)	37,8	36,5 (-3,4 %)
Mittelwert	73,9	47,9 (-35 %)	56,7	56,9 (+0,4 %)	40,0	38,4 (-4,0 %)

Quelle: SLU

im schwedischen Ökoanbau die sicherere Wahl hinsichtlich der Erzielung einer hohen Kornqualität.

Durch eine gezielte Sortenwahl können folglich gerade im ökologischen Anbau die betrachteten Ertrags- und Qualitätsmerkmale positiv beeinflusst werden. Für den Ökoanbau geeignete Sorten sollten ertragssicher, starkwüchsig, blattgesund, standfest und großkörnig sein. Einzelne Schwächen des sortenspezifischen Qualitätsprofils müssen im ökologischen Haferanbau höher gewichtet werden als im konventionellen Anbau. Konkreten Anforderungen der Abnehmer an die Qualität kann dadurch weitaus besser entsprochen und die Wirtschaftlichkeit somit deutlich verbessert werden.

Fazit

Hafer reagiert im Kornertrag deutlich geringer auf marginalere Anbaubedingungendes Ökoanbaus als andere Getreidearten. Trotzdem sind die negativen Auswirkungen teilweise erheblich, was vor allem auf eine geringere Verfügbarkeit von mineralischem Stickstoff sowie im deutschen Haferanbau auf einen stärkeren Befall mit dem Gelbverzwergungsvirus (BYDV) zurückzuführen ist. Auch eine stärkere Neigung zu Lager oder Halmknicken kann in standschwachen Sorten dabei eine größere Rolle spielen. Generell sollte die Sortenwahl bei Hafer gerade im Ökoanbau in dieser Hinsicht zukünftig mehr beachtet werden.

Dr. Steffen Beuch

Anbautipps Hafer

AUSSAAT

- Keimtemperatur: 3–5 °C,
Wachstumsbeginn bei: 4–6 °C
- Tausendkornmasse: 28–38 g
- Reihenweite: 10–14 cm
- Saattiefe: 3–4 cm
- Aussaat so früh wie möglich, auch Frostbodenbestellung ist möglich
- Aussaatiefe: Auf den besseren Böden 2 bis 3 cm und auf den leichteren 3 bis 4 cm; entscheidend ist, dass genügend Wasser zum Keimen vorhanden ist. Deshalb kann in feuchteren Lagen flacher gesät werden.
- Auf lockeren Böden empfiehlt sich das Anwalzen nach der Saat.

UNKRAUTBEKÄMPFUNG

MECHANISCHE UNKRAUTBEKÄMPFUNG

- Bei einer frühen Märzsaat liegen zwischen Saat und Auflaufen bis zu 30 Tage (Hafer keimt erst bei 3–5 °C). Daher ist schon vor dem Spitzen der Saat ein Striegelgang möglich, ansonsten zum Spitzen der Saat.
- zweiter Striegelgang ggf. ab dem 3–4-Blattstadium

CHEMISCHE UNKRAUTBEKÄMPFUNG

- in EC 21–29, aktuell zugelassene Mittel bei der zuständigen Behörde erfragen
- bei früher Anwendung temperaturunabhängige Produkte verwenden
- Flächen mit Flughäfer vermeiden, da dieser nicht bekämpft werden kann.

SAATSTÄRKE

- ca. 300 Kö/m²
(leichte Böden, frühe Saat)
- bis ca. 400 Kö/m²
(schwerere Böden, späte Saat)

DÜNGUNG

GRUNDDÜNGUNG

- pH-Wert: 6,0–6,5
- P und K: Versorgungsbereich C,
je dt Korn/ha bei Strohabfuhr 1,12 kg P₂O₅
und 2,47 kg/ha K₂O

STICKSTOFFDÜNGUNG

- in der Regel extensive N-Düngung in einer Gabe (bei unsicherer Wasserversorgung und Frühsommertrockenheit empfohlen) vor der Saat oder in zwei Teilgaben
- späte N-Gaben vermeiden (Zwiewuchsgefahr, Qualität)
- N-Bedarfswert für 55 dt/ha Kornertrag (bei 86 % TS): 130 kg N/ha, je dt/ha Kornertrag +1 kg N/ha bzw. -1,5 kg N/ha

SPURENELEMENTE

- Hafer reagiert empfindlich auf Mg-/Cu-/Mn-Mangel. Hohes Risiko von Mn-Mangel besteht auf humusreichen Böden und bei trockenen Bedingungen
→ 6 kg/ha Mangansulfat (MnSO₄) als Blattdüngung.

Anbautipps Hafer

WACHSTUMSREGLER, FUNGIZIDE UND INSEKTIZIDE

WACHSTUMSREGLER

- I. d. R. ist eine einmalige Einkürzung ausreichend, ggf. kann ganz darauf verzichtet werden (hohe Standfestigkeit der Sorte, moderate N-Versorgung).

FUNGIZIDE

- Im Hafer sind nur wenige Fungizide zugelassen.
- In der Regel ist ein Fungizideinsatz nicht wirtschaftlich.
- In Befallsjahren auf Mehltreibfall achten!

INSEKTIZIDE

- Ab Mitte des Schossens, meist um die Zeit des Ährenschiebens sollte eine Bekämpfung gegen das Getreidehähnchen erfolgen (Schadschwelle 0,5 bis 1 Larve/Fahnenblatt).
- Vor allem bei wärmerer Witterung können Blattläuse als Virusüberträger schaden (z. B. Haferroté). Hinweise des Pflanzenschutzdienstes beachten!



ERNTE

- Hafer hat eine große zeitliche Differenz zwischen Korn- und Strohreifung. Daher muss der Bestand zur Ernte gut abgetrocknet sein.
- im August – Ertragsersparnis je nach Standort und Witterung 45–80 dt/ha
- Mit der Windeinstellung im Mähdrescher kann die Qualität des Erntegutes je nach Vermarktungsziel beeinflusst werden. Für **Qualitätshafer** wird mit schärferer Reinigung mehr kleineres Hinterkorn ausgeblasen und so das Hektolitergewicht erhöht. Für **Futterhafer** können mit schwacher Windeinstellung die leichten Körner zum Gesamtertrag beitragen.
- Lagerung im bespelzten Zustand, vergleichbar geringere Lagerfähigkeit von Hafer aufgrund seines hohen Fettgehalts
- Menschliche Ernährung: Es muss eine Schälung des Hafers erfolgen, wobei die Kernausschüttung meist bei etwa 75 % liegt.

QUALITÄTSANFORDERUNGEN VON SCHÄLMÜHLEN (BEISPIEL)

- > Feuchtigkeit: ≤ 14 %
- > Hektolitergewicht: ≥ 52 kg/HL
- > Tausendkorngewicht: > 30 g
- > Tausendkerngewicht: > 22 g (entspelzte Körner)
- > Spelzengehalt: < 26 %
- > Schälbarkeit: > 95 %

Gesundheitsfördernde Ernährung: Potenziale des Hafers besser nutzen.

Der Ernährungsbericht des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aus dem Jahr 2021 [1] zeigt, dass für 91 % der deutschen Erwachsenen die gesundheitsfördernden Eigenschaften von Lebensmitteln wichtig sind. Gegenüber anderen Vollkorngetreiden hat Hafer ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal: den Beta-Glucan-Gehalt. Doch kann dieser Vorteil auch praktisch – also im Markt – ausgenutzt werden? Alleinstellungsmerkmale des Hafers und deren noch ungenutzte Potenziale diskutiert Prof. Dr. Luzia Valentini von der Hochschule Neubrandenburg.

Im Allgemeinen gilt Hafer als gesundes Nahrungsmittel. Dem entsprechen folgende ernährungsphysiologische Erkenntnisse: Hafer enthält zwischen 13–20 % Protein in der Korn-trockenmasse [2], der Lipidgehalt beträgt häufig zwischen 5–8 % und besteht vorwiegend aus den empfohlenen ungesättigten Ölen. Der Haferkern weist unter anderem hohe Gehalte an Ballaststoffen, Vitamin B1, Vitamin B6, Zink, Eisen, Phosphor, Magnesium und Silizium auf.

Diese Vorteile treffen jedoch auch für andere Vollkorngetreide zu. Zudem werden in Europa Proteine und die genannten Mikronährstoffe über die „normale“ Mischkost oder vegetarische Ernährung ohne Zutun des Hafers bereits in ausreichenden Mengen aufgenommen. Auch die Glutenfreiheit bzw. der im Falle einer Kontamination vernachlässigbare Glutengehalt ist für über 95 % der Bevölkerung ohne

gesundheitliche Relevanz. Die singuläre und nachhaltige Argumentation für die Aufnahme von Hafer ist über diese Eigenschaften für Ernährungsfachkräfte nicht objektivierbar. Für Haferproduzenten wichtiger ist, dass über diese Begründung auch keine ausreichenden Anreize zur Erhöhung des Haferpreises und damit wenig Ansporn zur Erweiterung des Haferanbaues in der Agrarwirtschaft gesetzt werden.

Welche nachgewiesenen gesundheitsfördernden Alleinstellungsmerkmale hat Hafer und wo liegen deren Potenziale bzw. Beschränkungen?

Alleinstellungsmerkmale des Hafers: Beta-Glucane und Health Claims

Der Begriff Ballaststoffe ist ein Sammelbegriff für eine heterogene Gruppe meist pflanzlicher Kohlenhydrate, welche durch die Verdauungs-

III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer



enzyme im Dünndarm wie Amylasen nicht aufgespalten werden. In den oberen Darmabschnitten verlangsamen lösliche Ballaststoffe wie Beta-Glucane die Nährstoffresorption durch Verzögerung der Magenentleerung [3] und Verbesserung der intestinalen Mukuschicht* [4]. Im Dickdarm werden Ballaststoffe durch bestimmte Bakterienarten anaerob fermentiert. Das Hauptstoffwechselprodukt sind kurzkettige Fettsäuren, welche für die gesundheitsfördernde Wirkung von Ballaststoffen mit verantwortlich sind. Die Zugänglichkeit für Darmbakterien ist ballaststoffspezifisch, d. h. jede Ballaststoffart führt zu einer

anderen Menge und einem anderen Muster an kurzkettigen Fettsäuren und beeinflusst so die Gesundheitswirkung am Menschen unterschiedlich [5].

Hafer und Gerste sind die einzigen zwei Getreidesorten, die den Ballaststoff Beta-Glucan in relevanten Mengen erhalten. Auch andere übliche Ballaststoffquellen, z. B. Hülsenfrüchte, Obst und Gemüse enthalten keine relevanten Mengen an Beta-Glucan. Beta-Glucane in Getreiden sind lineare Nicht-Stärke-Polysaccharide, in welchen sich D-Glukosemoleküle zu ca. 30 % über β -(1 \rightarrow 3)-Bindungen und 70 % β -(1 \rightarrow 4)-Bindungen miteinander verknüpfen [6]. Beta-Glucane befinden sich in der Zellwand des Endosperms im Haferkorn [7] und sind damit bei Verarbeitung des vollen Kornes der Ernährung zugänglich.

Die cholesterinsenkende Wirkung [8] und die antidiabetischen Wirkungen [9] des Hafers wurden mit dessen Anteil an Beta-Glucanen in Verbindung gebracht. Zum Nachweis wurden Beta-Glucane in arzneimittel-ähnlicher Weise getestet und die Wirkung von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) für so überzeugend eingestuft, dass drei Health Claims bewilligt wurden (siehe Abb. 1).

Auch andere Ballaststoffe wie Pektine oder Inulin erhielten Health Claims, aber keiner ist so stark mit konkreten Grundnahrungsmitteln verbunden wie diejenigen zu Beta-Glucanen in Hafer und Gerste. Da sich Gerste aufgrund

* Darmschleimhaut bzw. -schleimhautschicht

III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer

Abb. 1: Bestehende Health Claims zu Hafer und Haferprodukten auf Grundlage des Beta-Glucan-Gehalts. Health Claims zu Artikel 14.1 beziehen sich auf die Verringerung eines Krankheitsrisikos, Health Claims zu Artikel 13.1. auf allgemeine Funktionen.

Artikel	Substanz	Auslobung – Claim	Bedingungen
Art 14.1	Beta-Glucane in/aus Hafer und Gerste	Hafer/Gersten Beta-Glucane reduzieren den Cholesterinspiegel im Blut. Ein hoher Cholesterinspiegel ist ein Risikofaktor für die Entwicklung von koronaren Herzerkrankungen.	→ 3 g Beta-Glucane täglich → min. 1 g beta-Glucan pro Portion 3 x täglich!
Art 13.1	Beta-Glucane in Hafer, Haferkleie Gerste, Gerstenkleie oder Mischungen davon	Beta-Glucane tragen zum Erhalt normaler Cholesterinspiegel bei.	→ 3 g Beta-Glucane täglich → min. 1 g pro Portion Menge kaum erreichbar
Art 13.1	Beta-Glucane Hafer Gerste	Die Aufnahme von Beta-Glucanen aus Hafer oder Gerste als Teil einer Mahlzeit trägt zu einem verminderten Blutzuckeranstieg nach der Mahlzeit bei.	→ min. 4 g Beta-Glucane auf 30 g Kohlenhydrate einer Mahlzeitenportion

ihrer geschmacklichen Eigenschaften für die Integration in die tägliche Ernährung weniger eignet, können diese Vorteile für Hafer weitgehend alleine genutzt werden. Diese Entwicklung mit Alleinstellungsmerkmal sollte es Lebensmittelherstellern erlauben, neue Produkt- und Vermarktungsideen im höheren Preissegment zu entwickeln. Dennoch werden die Health Claims für Hafer in Deutschland bei der Produktkonzeption und beim Produktmarketing häufig noch nicht berücksichtigt, wofür drei Gründe ausschlaggebend sein dürften.

Warum werden Health Claims werblich kaum genutzt?

Grund 1: Keine Sicherheit, dass die geforderten Mengen pro Portion im Endprodukt erreicht werden

Der Beta-Glucan-Gehalt in der Korntrockenmasse von niederländischen Hafersorten beträgt zwischen 3,3–5,6 % der Korntrockenmasse [10]. Wie diese Untersuchung exemplarisch zeigt, variiert der Beta-Glucan-Gehalt zwischen verschiedenen Hafersorten

III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer

stark. Zusätzlich wird er durch die Wachstumsbedingungen [11], Lagerung und Verarbeitung [12] beeinflusst, sodass andere Literaturquellen über Variationen zwischen 1.8–7 % der Trockenkornmasse berichten [6].

Tatsächlich besteht bei der üblichen Produktion von Hafer keine Sicherheit, dass die geforderten Mengen von 1 g Beta-Glucan pro Portion des fertigen Produktes bzw. 4 g im Rahmen einer Mahlzeit erreicht werden. Die Anwendung würde zudem eine kontinuierliche Bestimmung des Beta-Glucan-Gehaltes erfordern, was von Lebensmittelherstellern als zu kostspielig empfunden wird. Derzeit wird der Beta-Glucan-Gehalt in der Wertschöpfungskette des Hafers kaum routinemäßig berücksichtigt.

Grund 2: **Health Claims und Beta-Glucane werden von Konsumenten nicht verstanden.**

Wie auch Beta-Glucane gelten die Health Claims zudem als schwer vermarktbar, weil sie von den Konsumenten und Konsumentinnen nicht verstanden werden. Der Mehrwert einer Auslobung auf den Produkten wird damit nicht transparent, die höheren Kosten für diese Produkte nicht argumentierbar.

Tatsächlich scheint das vom Europäischen Institut für Innovation und Technologie (EIT) und der Europäischen Union finanzierte Projekt „Health Claims unpacked“

(www.healthclaimsunpacked.co.uk/) genau dieses zu bestätigen [13]. Hier wurden in den

2019 und 2020 Konsumenten in Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Polen zu Health Claims befragt, und alle fanden die autorisierten gesundheitsbezogenen Aussagen verwirrend bis abschreckend. Dennoch gab es landestypische Unterschiede in der Akzeptanz und Auffassung von Health Claims im Allgemeinen. Während sich Briten und Polen offener und zugänglicher zeigten, die Zusatzklärungen zu den Health Claims zu lesen, waren Deutsche vor allem für Auslobungen einer nachhaltigen Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion offen.

Dieses Projekt will bis Ende 2022 eine elektronische Plattform schaffen, welche die Kommunikation mit den Konsumenten erleichtern soll und eventuell auch für Haferprodukte genutzt werden kann.

Grund 3: **Der Verarbeitungsgrad – ein bislang unbeachteter Aspekt**

Obwohl die mechanische Verarbeitung von Hafer die Bioverfügbarkeit von Beta-Glucan verbessern kann [14], verschlechtert es die strukturelle Integrität des Haferkorns. Sie erhöht die Verdauung von Stärke durch die Pankreasamylasen, was zu einem Verlust der glykämischen Vorteile von Hafer führt [15, 14]. Stärke ist, wie bei den anderen Getreidearten, mit einem Anteil von 49–75 % der Hauptinhaltsstoff von Hafer.

In einer rezenten Metaanalyse [16] wurden erstmals verschiedene Verarbeitungsstufen

III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer

des Hafers auf ihre Gesundheitswirkung untersucht. Eine verzögerte Blutglucose- und Insulinantwort wurde nur mit intakten Haferkörnern oder groben Haferflocken (Dicke > 0,6 mm) erreicht. Zarte Haferflocken (Dicke ≤ 0,6 mm) beeinflussten die postprandiale Glucose- und Insulinantwort nicht. Bei den 16 Vergleichen, die in die Metaanalyse inkludiert wurden, wurde der Beta-Glucan-Gehalt nur bei vier Versuchen bestimmt. Hier lagen alle verabreichten Mengen unter den von der EFSA geforderten 4 g pro Mahlzeit.

Alle Versuche wurden mit einer Ausnahme über konventionelle Hafersorten durchgeführt. Informationen zu Molekulargewicht und Wasserlöslichkeit wurden in keiner Veröffentlichung berichtet. Diese können die rheologischen Eigenschaften der Beta-Glucane ebenfalls beeinflussen [17].



Zusammenfassung und Perspektiven:

Hafer gilt bei Konsumenten zurecht als gesund und wird immer häufiger in die tägliche Ernährung integriert. Er wird oft als Vollkornprodukt verarbeitet und verfügt damit über alle Vorteile anderer Vollkornprodukte.

Insbesondere hat Hafer über den Gehalt an Beta-Glucanen ein Alleinstellungsmerkmal, welches ermöglichen würde, gezielte Ernährungsinterventionen über ein Grundnahrungsmittel in den Alltag zu integrieren, die anderen Getreidearten, Obst oder Gemüse verwehrt bleiben. Dieses Potenzial wird aufgrund der ausgeführten Schwierigkeiten bis jetzt nicht ausgeschöpft und ist mit Sicherheit nicht leicht zu erreichen. Dazu müssten im ersten Schritt Beta-Glucane routinemäßig in der Pflanzszucht, im Pflanzenbau und in der Lebensmittelverarbeitung sowie -konzeption berücksichtigt werden.

Um marktfähige Produkte zu erzeugen, bedarf es einer Risikobereitschaft und eines engeren Austausches aller Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette. Gelänge es, würde des Repertoire des Haferangebotes um eine nachhaltige und marktwirtschaftlich wie auch gesellschaftlich relevante Variante erweitert.

Prof. Dr. Luzia Valentini

Glutenfreier Hafer – eine Frage der Sorte oder des Anbaus?

Glutenfreie Nahrungsmittel erfreuen sich bei den Konsumenten einer zunehmenden Beliebtheit. Obwohl nur etwa 1 % der Bevölkerung an Zöliakie leidet und daher zwingend auf die Glutenfreiheit in Nahrungsmitteln angewiesen ist, steigt das Interesse gerade in jüngerer Zeit deutlich an. In europäischen und nordamerikanischen Ländern interessieren sich mittlerweile zwischen 20 und 30 % der Konsumenten für eine glutenfreie Ernährung, da sie diese Ernährungsweise für gesünder halten. Ein interessanter Markt, bei dem es einiges zu beachten gibt, wie Dr. Steffen Beuch berichtet.

Zu den Prominenten, die diese Art der Ernährung bevorzugen, gehören neben Sängern und Schauspielern u. a. der serbische Tennisspieler Novak Đjokovic, der deutsche Fußballnationalspieler Jérôme Boateng und der ehemalige US-Präsident Bill Clinton. Immer mehr Lebensmittelhersteller greifen daher diesen Trend auf und bringen neue Produkte für diesen Ernährungsstil auf den Markt.

Die meisten Zöliakie-Kranken vertragen unkontaminierten Hafer sehr gut

Hafer wurde bisher zwiespältig gesehen, wenn es um seinen Einsatz bei der Herstellung von Nahrungsmitteln zur glutenfreien Ernährung ging. Eine große Anzahl von Patienten mit Zöliakie verträgt Hafer ohne Probleme (70 % – >99 %). Die überwiegende Mehrheit betroffener Erwachsener mit Zöliakie

verträgt 50 g/Tag nicht kontaminierten Hafer beschwerdefrei. Es sind auch 100 g/Tag möglich, ohne dass es zu Darmschäden kommt. In Schweden und Kanada wird eine Aufnahme von 50 g nicht kontaminiertem Hafer pro Tag im Rahmen einer glutenfreien Ernährung toleriert. Die EU-Verordnung 41/2009, Art. 3.3 betrachtet zwar nicht kontaminierte Hafenernährungsmittel generell als sicher, wenn ein Grenzwert von 20 mg Gluten/kg Hafer (bzw. 20 ppm) nicht überschritten wird. Herkömmlicher Hafer weist aber häufig eine starke Verunreinigung mit Weizen, Gerste oder anderen Triticeae-Getreidearten auf. Diese Produkte sind somit für den Verzehr durch Zöliakie-Betroffene nicht geeignet. Daher ermöglichte die Deutsche Zöliakie-Gesellschaft (DZG) erst seit einer Stellungnahme ihres wissenschaftlichen Beirates vom Mai 2016 die Kennzeich-

III Verwertung und Vermarktung

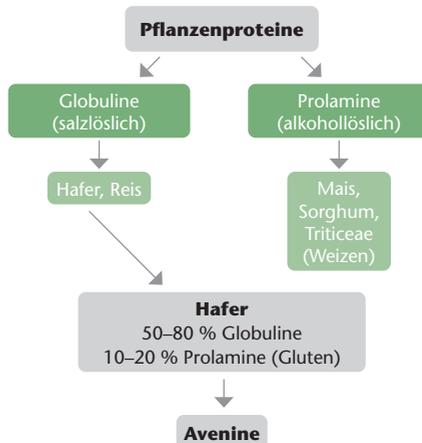
nung von Haferlebensmitteln mit ihrem Label als glutenfrei. Dieses ist zusätzlich mit dem Hinweis „oats“ (engl.: Hafer) ergänzt, sodass es für den Verbraucher ersichtlich ist, dass es sich um ein lizenziertes, glutenfreies Lebensmittel handelt, das nicht kontaminierten Hafer enthält. In der Leitlinie Zöliakie, die unter Mitarbeit der DZG und zahlreicher Mitglieder ihres wissenschaftlichen Beirats erarbeitet wurde, wird der Hafer jedoch schon seit 2014 von einer glutenfreien Diät nicht ausgeschlossen, wenn bei seinem Verzehr keine Beschwerden oder Symptome auftreten.

Haferproteine sind anders als die von Roggen, Weizen oder Gerste

Haferproteine unterscheiden sich in ihrer Struktur von den Proteinen anderer Triticeae-Arten (Abb. 1). Bei ihnen dominieren im Eiweißanteil die salzlöslichen Globuline. Die für Hafer typischen Avenine sind eine Untergruppe der zu dem Begriff „Gluten“ zusammengefassten Eiweißgruppe der Prolamine. Avenine sind im Hafer außerdem nur gering konzentriert und zudem chemisch anders charakterisiert als die bei Weizen, Roggen oder Gerste dominierenden Prolamine (Gluten). Sie lösen damit nicht die bei zöliakietyrischen Krankheitssymptome des Darms aus.

In jüngerer Vergangenheit erschienen wissenschaftliche Publikationen, die verschiedenen Hafersorten einen Einfluss auf den Glutengehalt von Nahrungshafer zuwiesen. Dafür wurden monoklonale Antikörper verantwortlich gemacht, die in der Lage sind, bei Weizen,

Abb. 1: Proteinstruktur des Hafers im Vergleich



Quelle: Anderson, 2014

Roggen und Gerste gefährliche Glutensequenzen zu detektieren und deren Signale in ihrer Stärke zwischen verschiedenen Hafersorten variierten. Dieser Erklärungsansatz erschien vor dem Hintergrund der bisher widersprüchlichen Einschätzung zur Glutenfreiheit von Hafer sinnvoll und wurde daher intensiv wissenschaftlich erforscht. Im Ergebnis dieser Untersuchungen existieren offenbar sowohl im europäischen als auch im nordamerikanischen Haferzuchtmaterial geringe Unterschiede im Glutengehalt zwischen den Sorten. Allerdings reichen diese Unterschiede nicht aus, um selbst Hafersorten mit erhöhten Messwerten

III Verwertung und Vermarktung

im Sinne der EU-Verordnung 41/2009 als glutenhaltig zu bezeichnen. Darüber hinaus ist auch die jeweilige Untersuchungsmethode von Bedeutung.

Daher spielt die Sortenfrage bei der Heranziehung von Hafer zur Herstellung glutenfreier Nahrungsmittel ganz offenbar eine untergeordnete Rolle.

Das Risiko für Kontaminationen erfordert strenges und konsequentes Management

Das Hauptrisiko bleibt also nach wie vor die Kontamination von Haferpartien mit Körnern anderer Triticeae-Getreidearten. Dies erfordert ein sehr striktes Herangehen und eine völlig getrennte Produktion im Sinne eines „farm to fork“-Konzeptes. Als Beispiel für eine konsequente Herangehensweise bei der Erzeugung von glutenfreiem Hafer darf das folgende Protokoll gelten:

Protokoll der Universität Wageningen

- Betrieb muss für Getreideanbau zertifiziert sein.
- Es darf in den letzten 5 Jahren weder Weizen, Roggen noch Gerste auf dem Feld gestanden haben.
- Der Haferanbau muss registriert werden (Ort, Sorte, Fläche, Ertrag).
- Der Anbau wird mind. 1x kontrolliert auf Fremdbesatz mit Triticeae.
- Die Hafersorte wird in Abstimmung mit Verarbeiter gewählt.
- Das Saatgut muss garantiert frei von Kontamination und zertifiziert sein.
- Eine deutliche Abgrenzung zu anderen Triticeae-Getreiden (Weizen, Gerste etc.) muss gewährleistet werden.
- Maschinen für Aussaat und Ernte müssen intensiv gereinigt werden.
- Der Weg des Erntegutes muss bis zum Kunden voll rückverfolgbar sein.
- Beschwerden müssen dokumentiert werden, Maßnahmen zur Verbesserung müssen ergriffen werden.
- Die Herstellung der glutenfreien Produkte darf nur in als glutenfrei zertifizierten Firmen erfolgen.

Quelle: Gilissen, 2015

III Verwertung und Vermarktung

Wer diese Vorgaben einhalten kann, kann sich neue Absatzwege bei einem attraktiven Preisangebot erschließen. Ein Beispiel für ein glutenfreies Haferlebensmittel eines bekannten deutschen Haferverarbeiters findet sich im rechten Bereich in der Abb. 2.

Leitfaden verringert das Risiko von Reklamationen

Verbraucherschutzorganisationen betonen dabei jedoch immer wieder, dass es nicht reicht, herkömmlichen Hafer über moderne technologische Aufbereitungsverfahren von Fremdgetreide zu befreien, da das Risiko für eine Kontamination dabei zu hoch bleibt. Daher wird diese Vorgehensweise von ihnen weitgehend abgelehnt. Bei der unabhängigen nordamerikanischen Verbraucherschutzorga-

nisation „Gluten Free Watchdog“ machen Haferprodukte fast die Hälfte der getreidebasierten Lebensmittel aus, die als nicht konform mit der Kennzeichnungsvorschrift für glutenfreie Lebensmittel getestet werden. Fehlerhafte Weizen-, Gersten- und Roggenkörner im Hafer sind nicht gleichmäßig verteilt und werden daher durch Testung nur sehr schwer erkannt. Wer glutenfreien Hafer anbaut, sollte daher unbedingt einem strikten Leitfaden folgen, um spätere Reklamationen zu vermeiden.

Die Produktion von glutenfreiem Hafer ist preislich sehr attraktiv und es ist ein eher wachsender Markt. Doch die Produktion und die gesamte nachfolgende Logistik ist aufwändiger als die des klassischen Haferanbaus.

Dr. Steffen Beuch



Abb. 2: Herkömmliches (links) und gleiches glutenfreies (rechts) Haferlebensmittel (Haferflocken) im Supermarktregal

Haferprotein als **funktioneller Inhaltsstoff** in Lebensmitteln

Welche zukünftigen Märkte haben Hafer und seine Inhaltsstoffe im Lebensmittelbereich? Dr. Monika Brückner-Gühmann, Technische Universität Berlin/ Fachbereich Lebensmitteltechnologie und -materialwissenschaften, gibt einen Überblick.

Viel Potenzial durch Haferprotein und Beta-Glucan

Hafer (*Avena sativa L.*) besitzt mit einem Anteil von 15–20 % im Vergleich zu Weizen und Roggen einen höheren Proteingehalt. Aufgrund seiner strukturellen Eigenschaften wird das Haferprotein im Vergleich zum Gluten im Weizen von den meisten Zöliakiekranken gut vertragen. Die ernährungsphysiologische Qualität des Haferproteins ist im Vergleich zu Weizen höher, liegt aber unterhalb des Wertes von Soja. Neben dem Protein sind auch weitere Bestandteile des Hafers für die Lebensmittelindustrie interessant. Diese – z. B. der wasserlösliche Ballaststoff Beta-Glucan – sind an anderer Stelle in dieser Broschüre bereits näher beschrieben worden (Seite 8 ff, Seite 60 ff).



Höhere Haferproteingehalte in Lebensmitteln wären sinnvoll – und sind machbar

In traditioneller Weise wird Hafer in Form von Haferflocken als Müslizutat oder als Porridge beziehungsweise als Bestandteil in Brot und Backwaren konsumiert. Es existieren aber mittlerweile flüssige bzw. halbfeste Produkte wie Drinks oder Joghurtalternativen auf Haferbasis. Obwohl es sinnvoll wäre, hohe Gehalte an Haferprotein in diesen Produkten zu realisieren, sind die realen Gehalte gering und erreichen meist nicht mehr als 1 %. Dieser Verlust an wertvollem Haferprotein resultiert aus den Herstellungsprozessen der flüssigen bis halbfesten Produkte. Hier wird üblicher-

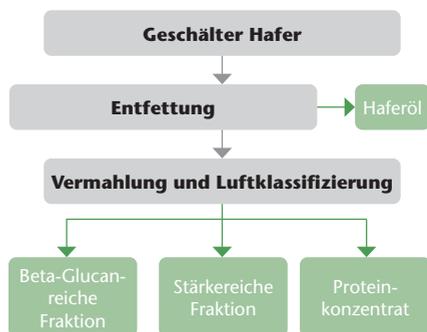
III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer

weise eine Verflüssigung des Hafermehls durch Einweichen, ggf. enzymatischen Abbau und anschließende Zentrifugation und/oder ein Dekatieren der festen, unlöslichen Phase erreicht. Mit dem Abtrennen der festen Phase gehen große Anteile an Haferprotein verloren. Damit allerdings Joghurtalternativen oder Fleischalternativen im Hinblick auf die Ernährungsphysiologie und die Textur zu konventionellen Lebensmitteln vergleichbar sind, müssen höhere Gehalte an Haferprotein im Lebensmittel enthalten sein. Dies könnte zum Beispiel durch Anreicherung mit Proteinisolaten oder -konzentraten erreicht werden.

Gewinnung von Beta-Glucan, Stärke und Protein durch trockene Fraktionierung

Zur Gewinnung von Protein aus pflanzlichen Rohstoffen wird zwischen wässrigen Extraktionsverfahren und einer trockenen Fraktionierung differenziert. Beide unterscheiden sich in der notwendigen apparativen Ausstattung, dem energetischen Aufwand zur Entfernung des Wassers sowie den Reinheitsgraden der gewonnenen Präparate. Während die wässrige Extraktion durch Wasch- und Fällungsschritte so aufgebaut sein kann, dass Isolate gewonnen werden können, resultiert die trockene Fraktionierung in Konzentraten. Ein großer Vorteil der trockenen Fraktionierung besteht vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Lebensmittelverarbeitung darin, dass Hafer in seine wertgebenden Bestandteile aufgetrennt werden kann, sodass Fraktionen mit verschiedenen Inhaltsstoffen gewonnen und

Abb. 1: Trockene Fraktionierung von Hafer



ohne Anfall von Neben- oder Reststoffströmen genutzt werden können.

In Abb. 1 ist der Prozess einer trockenen Fraktionierung schematisch für Hafer dargestellt. Die Fraktionierung erfolgt in einem trockenen Verfahren über Vermahlung mittels Stiftmühlen und anschließende Luftklassifizierung. Dabei werden zeitgleich Fraktionen gewonnen, die die wertgebenden Komponenten wie Beta-Glucan, Stärke oder Protein in angereicherter Form enthalten. Zusätzlich kann eine Entfettung über eine Extraktion mit überkritischem Kohlenstoffdioxid vorgeschaltet werden. Auf diesem Wege lassen sich Proteinkonzentrate herstellen, die einen Proteingehalt von 40–70 % besitzen. Diese Konzentrate haben aufgrund ihrer erhöhten Proteinlöslichkeit eine gute Techno-Funktionalität.

III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer

Umfrage zeigt: Mit Haferprotein angereicherte Lebensmittel haben einen Markt!

In einer länderübergreifenden Fokusgruppenstudie [1] wurden Verbraucher und Verbraucherinnen zu ihrer Einstellung gegenüber haferproteinangereicherten Lebensmitteln befragt. Als Ergebnis der Studie konnten Chancen und Risiken der Proteinanreicherung von Lebensmitteln in Bezug auf die Verbraucherakzeptanz abgeleitet werden.

Risiken bestehen vor allen Dingen hinsichtlich der Wahrnehmung der Produkte, die als unnatürlich, unglaubwürdig und unnötig wahrgenommen werden könnten. Insbesondere die Gruppe der über 60-Jährigen äußerte in der Befragung entsprechende Bedenken.

Grundsätzlich kommen aus lebensmitteltechnologischer Sicht viele Lebensmittel für

eine Anreicherung mit Haferprotein infrage. Innerhalb der Konsumentenstudie konnte allerdings ermittelt werden, dass Verbraucher und Verbraucherinnen bestimmte Vorlieben hinsichtlich der Produktkategorie besitzen [1]. Entsprechend wird eine Anreicherung von vertrauten Produkten der täglichen Ernährung, z. B. Joghurt, Brot oder Cerealien – mit Haferproteinen als Chance für eine Steigerung der Verbraucherakzeptanz identifiziert, da diese dann auch nicht als unnatürlich oder unglaubwürdig bewertet werden würden. Sofern diese Produkte zusätzlich in ihrer Zweckmäßigkeit, Funktionalität und Sensorik einen aktiven und gesunden Lebensstil sowie das Wohlbefinden der Verbraucher und Verbraucherinnen ansprechen, haben sie ein hohes Potenzial. Neben den Produkteigenschaften sind die Produktinformationen zu nennen, die die Natürlichkeit und Nachhaltigkeit der Produkte hervorheben können.



III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer

Breites Einsatzspektrum von Haferprotein in Lebensmitteln

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen bietet sich ein breites Spektrum von Lebensmittelsystemen, in denen Haferprotein eingesetzt werden kann. Dazu zählen u. a. Joghurt, Dressing, Mousse und Eiscreme sowie zusätzlich Brot und Pasta. Die folgenden spezifischeren Beispiele zeigen Applikationsmöglichkeiten zum gezielten Einsatz von Haferproteinkonzentrat in Lebensmitteln.

Anwendungsbeispiel 1: Anreicherung von Joghurt

Eine wichtige Eigenschaft zur Bewertung von Lebensmitteln ist die Textur. Grundsätzlich umfasst diese Merkmale, die mechanisch, geometrisch und sensorisch wahrnehmbar sind. Aus Sicht der Verbraucher und Verbraucherinnen sind für Joghurt das Mundgefühl und die Cremigkeit die wesentlichen, sensorisch wahrnehmbaren Eigenschaften. Die typischen Defekte von Joghurt – geringe Gel-festigkeit und Molkenlässigkeit – können die Verbraucherakzeptanz negativ beeinflussen.

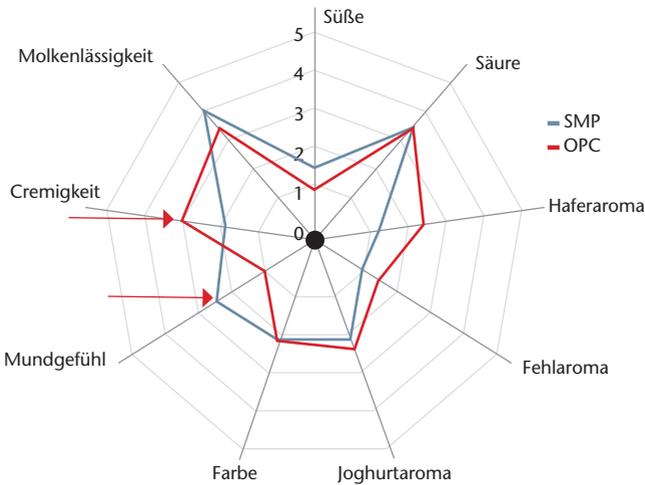
Magermilchpulver (SMP) findet breite Anwendung in der industriellen Joghurtherstellung mit dem Ziel, die Trockenmasse zu erhöhen und so die oben genannten typischen Defekte zu verringern. Als tierisches und verarbeitetes Produkt ist SMP im Vergleich zu pflanzlichen Produkten oft weniger nachhaltig. Kostenbedingt steht die Joghurtindustrie vor der Herausforderung, eine gute Joghurttextur mit weniger Milchfeststoffen zu erreichen. Preiswerte

Stabilisatoren bieten nur bedingt eine Lösung, da sie von Verbrauchern und Verbraucherinnen unerwünscht sind. Als Alternative zu SMP kann ein Haferproteinkonzentrat eingesetzt werden, welches im Vergleich zu klassischem, mit SMP angereichertem Joghurt dazu geeignet ist, die Textur zu verbessern und die Molkenlässigkeit zu verringern.

Neben der Texturuntersuchung wurden auch die sensorischen Eigenschaften mittels einer geschulten Personengruppe untersucht (s. Abb. 2). Dabei wurden die Merkmale Süße, Säure, Haferaroma, Fehlaroma, Joghurtaroma, Farbe, Mundgefühl, Cremigkeit und Molkenlässigkeit bewertet. Eine sechsteilige Punkteskala wurde eingesetzt, wobei 0 der geringsten Ausprägung und 5 der stärksten Ausprägung entsprach. Für das Mundgefühl bedeutet dies, dass der Wert 0 die höchste Partikulierung und 5 die glatteste Struktur repräsentiert. Die Ergebnisse der Profilprüfung sind in Abb. 2 für klassischen Joghurt mit Anreicherung durch Magermilch bzw. Haferproteinkonzentrat dargestellt. Der Zusatz von Haferproteinkonzentrat führte zu einer signifikanten Verbesserung der Cremigkeit, einem glatteren Mundgefühl und einem wahrnehmbaren Haferaroma. Die Merkmale Farbe, Säure und Joghurtaroma blieben dagegen unverändert. Aus der Anreicherung mit Haferproteinkonzentrat resultierte ein Produkt, das Ernährungsvorteile sowohl mit der nachhaltigen Nutzung des Nebenproduktes der Haferverarbeitung als auch mit einer verbesserten Produktqualität verbindet.

III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer

Abb. 2: Sensorisches Profil von klassischem Kuhmilchjoghurt mit Magermilchpulveranreicherung (SMP) sowie von mit Haferproteinkonzentrat angereichertem Joghurt (OPC) [2]



Anwendungsbeispiel 2: Pflanzliche Joghurtalternativen

Wie eingangs erläutert, sind auf dem Markt bereits pflanzliche Joghurtalternativen mit Hafer bzw. auf Haferbasis erhältlich. Den Produkten gemeinsam ist ein vergleichsweise niedriger Proteingehalt. Ernährungsbewusste Verbraucher und Verbraucherinnen achten aber zunehmend auf den Proteingehalt bzw. die ausreichende Versorgung mit pflanzlichem Protein. Dabei sind aus lebensmittelrechtlicher Sicht entsprechend der Nutrition Claims (EG NR. 1924/2006) folgende Auslobungen von Lebensmitteln hinsichtlich des Protein-

gehaltes möglich: die Auslobung eines Lebensmittels als „Proteinquelle“, wenn mindestens 12 % des Gesamtenergiegehaltes durch Protein abgedeckt sind, und als Produkt mit „hohem Proteingehalt“ darf ein Lebensmittel bezeichnet werden, bei dem mindestens 20 % durch das Protein abgedeckt sind.

Es konnte bereits gezeigt werden, dass Haferproteinkonzentrat als alleiniges Substrat für eine Fermentation mittels Milchsäurebakterien geeignet ist. Dazu wurde eine klassische Joghurtkultur, bestehend aus *Lactobacillus delbrückii* subsp. *Bulgaricus* und *Streptococ-*



cus thermophilus zur Fermentation eingesetzt. Es resultierten mild-gesäuerte Produkte mit stabiler Konsistenz [3]. Zudem wurden zwei Joghurtalternativen entwickelt, die als „Proteinquelle“ und als „Produkt mit hohem Proteingehalt“ ausgelobt werden könnten [4]. Attribute wie ein süßer Geschmack und eine weiche und geschmeidige Konsistenz beeinflussen den Gesamteindruck. Daneben können aber auch äußere Faktoren wie bei-

spielsweise die Bereitstellung von zusätzlichen Informationen über den gesundheitlichen Nutzen der Produkte die Kaufentscheidung positiv beeinflussen.

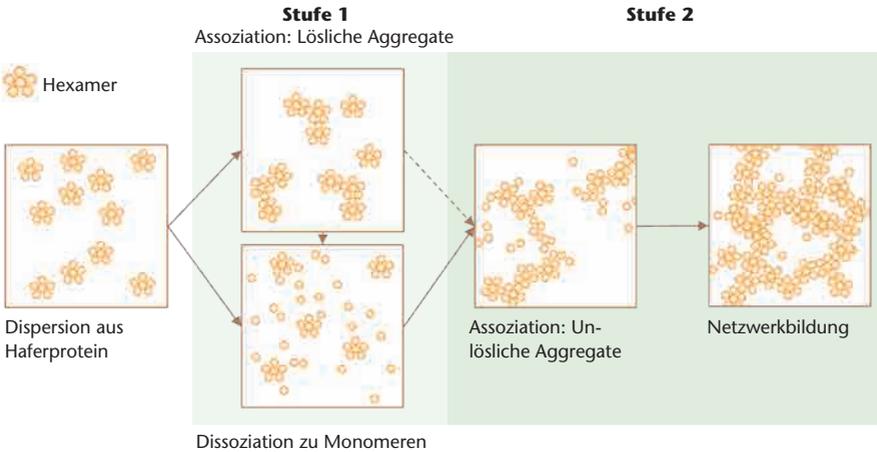
Anwendungsbeispiel 3: Einsatz als pflanzlicher Gelbildner

Die hitze-induzierte Gelbildung von Proteinen und die Bildung eines stabilen Netzwerkes ist Voraussetzung für viele Lebensmittel, unter anderem für Fleischalternativen oder auch bei der Verwendung als Ei-Ersatz. Bei globulären Proteinen wie dem Haferprotein, welches in seiner ursprünglichen Form als Hexamer (Makromolekül aus sechs gleichartigen Bausteinen) vorliegt, beinhaltet die hitze-induzierte Gelierung eine Entfaltung, Assoziations-Dissoziations-Prozesse der Proteinmoleküle und schließlich die Bildung eines drei-dimensionalen Netzwerkes über Protein-Protein-Wechselwirkungen (siehe Abb. 3). Die morphologischen Eigenschaften eines hitze-induzierten Gels werden durch die Bindungsmechanismen zwischen den Proteinen beeinflusst und die Stärke der Wechselwirkung determiniert die Mikrostruktur, Textur und die Stabilität dieser Gele.

Haferprotein ist sehr hitzestabil. Es denaturiert erst bei hohen Temperaturen zwischen 110 und 120 °C. Im Vergleich dazu besitzt Hühnerereiweiß (Eiklar) eine niedrigere Gelierungstemperatur. Der Hauptinhaltsstoff Ovalbumin denaturiert bei ca. 80 °C. In einer Studie [5] konnte gezeigt werden, dass Haferprotein bei einer Konzentration von 15 % bereits ab 90 °C

III Verwertung und Vermarktung – Industriehafer

Abb. 3: Modell der hitze-induzierten Gelbildung von Haferprotein



Gele bilden kann. Diese sind insbesondere im leicht basischen Bereich stabil, da sich hier starke Wechselwirkungen zwischen den Proteinen ausbilden können. Im sauren Bereich findet aufgrund der reduzierten Löslichkeit des Haferproteins eher eine Aggregation untereinander und weniger zwischen Proteinpartikeln statt. Bei einer Temperatur von 120 °C können aber auch im sauren Milieu vergleichbare rheologische Eigenschaften zu Gelatinegele erreicht werden. Bei einer Induktion der Gelierung von 90 °C weisen die so erhaltenen Gele eine zu Feta-Käse oder Joghurt vergleichbare Textur auf.

Ausblick

Die Nachfrage nach pflanzlichem Protein als neue Proteinquelle steigt kontinuierlich, da sowohl gesundheitliche Überlegungen als auch ökologische Aspekte ein Umdenken der Konsumenten und Konsumentinnen in Bezug auf die Ernährung fordern. Haferprotein eignet sich sowohl aus Gründen der Nachhaltigkeit als auch seiner hervorragenden technofunktionellen Eigenschaften für den Einsatz in Lebensmitteln.

Dr. Monika Brückner-Gühmann

III Verwertung und Vermarktung – Fütterung



Bewährt, **tiergerecht** und hochverdaulich

Hafer steht als ein sehr gut verträgliches Pferde-Kraftfutter in langer Tradition. Doch so mancher Reiter fürchtet, dass der Hafer sein Pferd „übermotiviert“. Aber was steckt wirklich im Hafer und was passiert bei Haferfütterung im Pferd? Antworten geben Praktiker Otfried Lengwenat aus Sehnde und die Wissenschaftlerin Prof. Dr. Annette Zeyner, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Der Praktiker

In der pferdegerechten Fütterung werden die zeitweise in Vergessenheit geratenen drei „H“ – Heu/Hafer/Häcksel – heute wieder aktuell. Heu ist die Basis der Fütterung, ausreichende Menge und gute Qualität sind Voraussetzung. Wenigstens der Erhaltungsbedarf an Energie sollte über Heu bzw. andere Grobfuttermittel gedeckt werden. Als Faustzahl gilt: mind. 1,5 kg Trockenmasse, besser 2,0 kg/100 kg Lebendmasse je nach Energiegehalt. Der Häcksel eignet sich sehr gut, um die Fresszeit zu verlängern. Er besteht häufig aus Stroh, Heu oder Luzerne mit einer Schnittlänge von 5 cm.

III Verwertung und Vermarktung – Fütterung

Warum wurde der Hafer in der Fütterung durch andere Getreidearten verdrängt?

1. Hafer ist ackerbaulich eine Gesundheitsfrucht, da er wichtige Schaderreger wie Halmbruch und Schwarzbeinigkeit in der Fruchtfolge reduziert. Er ist in der Fruchtfolge wie eine Blattfrucht zu sehen. Moderne Pflanzenschutzmittel machten Hafer als Gesundheitsfrucht überflüssig, Anbauflächen gingen zurück, der Preis stieg.
2. Reiten wurde zum Breitensport, es fehlt oft der langjährige Umgang mit dem Pferd. Die Pferde müssen pro Tag oft wenig „arbeiten“, zusätzlich lässt die reiterliche Grundausbildung teilweise zu wünschen übrig. Hafer macht diese Tiere übermütig (er „sticht“) und unerfahrene Reiter sind dann schnell überfordert.

Die Mär von der Spelzenfarbe

Die meisten Pferdehalter unterscheiden zwischen Gelb-, Weiß- und Schwarzhafer, weil sie unterstellen, dass ein Zusammen-

hang zwischen Spelzenfarbe und Gehalt an Inhaltsstoffen besteht (Tab. 1). Dies trifft so aber nicht zu. Es gibt jedoch deutliche Schwankungen zwischen einzelnen Hafersorten – unabhängig von der Spelzenfarbe. So unterscheiden sich viele Hafersorten deutlich in den spezifischen Inhaltsstoffen, wie z.B. Fett, Rohfaser (s. Tab. 2) und bei Beta-Glucanen mit besonderen diätetischen Eigenschaften.

Will ein Pferdehalter reine Sorten füttern, um diese Qualitätsunterschiede zu nutzen, wird es schwierig, denn im Handel werden fast nur Mischungen angeboten. Es gibt aber in Deutschland durchaus Haferanbauer, die Qualitätshafer (z.B. die Schwarzhafersorte ZORRO) für Pferdehalter sortenrein erzeugen.

Für den „Normalverbraucher“ ist es immens wichtig, den Hafer mittels Sinnesprobe auf seine hygienische Qualität zu überprüfen. Bei nicht ausreichend trockenen Körnern kann

Tab. 1: Der Gehalt an Inhaltsstoffen ist beim Hafer vor allem sortenabhängig
Sortenspektrum aus Weiß-, Gelb- und Schwarzhafer, g/kg Originalsubstanz

	TM	XP	XF	XL	Stärke	Lys	Met	Thr
Mittel	893	127	104	52	495	4,2	1,7	3,5
Min	890	121	89	45	410	4,1	1,7	3,5
Max	899	141	134	73	538	4,3	1,8	3,7

Bezugsgröße = 1 kg Originalsubstanz

Trockenmasse (TM); Rohprotein (XP); Rohfaser (XF); Rohfett (XL); Lysin (Lys); Methionin (Met); Threonin (Thr)

Quelle: nach Rodehutsord u. a. (2016)

III Verwertung und Vermarktung – Fütterung

Tab. 2: Gehalte an ausgewählten Nährstoffen in Spelzhafer und Nackthafer in g/kg Originalsubstanz

	TM	XF	XP	XL	Lys	Met	Thr
Spelzhafer							
41 Einzeluntersuchungen	882	113	116	43	4,3	1,8	3,7
Nackthafer							
10 Einzeluntersuchungen	884	29	135	90	5,1	1,9	4,3

Durchschnittswerte; Trockenmasse (TM), Rohfaser (XF), Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Lysin (Lys), Methionin (Met), Threonin (Thr)

Quelle: nach DLG-Futterwerttabellen (1976, 1998)

leicht ein „mikrobieller Rasen“ zwischen den Spelzfalten entstehen. Der Hafer riecht dann muffig und sollte nicht verfüttert werden.

Bei der Fütterung auf den Stärkegehalt achten

Haferstärke hat im Vergleich zu anderen Getreidearten eine sehr hohe Dünndarmverdaulichkeit und das Getreide Hafer hat insgesamt einen höheren Fettgehalt. Der Stärkegehalt im Hafer ist mit etwa 45 % im Vergleich zu anderen Getreidearten sehr niedrig (Gerste 55 %, Mais 70 %) und damit ist er weniger problematisch in der Fütterung. Empfohlen wird, 1 g Stärke pro kg Lebendmasse und Mahlzeit nicht zu überschreiten. Bei einem 600 kg schweren Pferd wären dies also 0,6 kg Stärke, das entspricht 1,5 kg Hafer. Wird deutlich mehr gefüttert, fließt zu viel im Dünndarm nicht verdaute Stärke in den Dickdarm und verursacht dort eine überschießende Reaktion der Mikroorganismen mit deutlicher pH-Wert-Senkung.

Ein Beispiel für eine Tagesrationsgestaltung für ein 600-kg-Pferd mit leichter Arbeit: **10,5 – 14 kg Wiesenheu bei 860 g TM (je nach Energiegehalt) + 0,5 – 1 kg Hafer.**

Die Ration muss im Mineralstoffgehalt vor allem im Spurenelementbereich und bei Vitaminen ausgeglichen werden. Die Menge richtet sich nach den Gehalten im Mineralfutter. Bei mittlerer Arbeit kann bei gleicher Heumenge der Hafer auf 1,5 bis ca. 2 kg angehoben werden, die Menge an Mineralfutter kann meistens so wie bei leichter Arbeit bleiben.

Die Wissenschaftlerin

Die bekannte, sehr gute Verträglichkeit von Hafer für Pferde ist nicht unwesentlich der vorzüglichen Dünndarmverdaulichkeit der Stärke geschuldet. Haferstärke wird selbst bei hohen Einsatzmengen immer noch zu mehr als 80 % bis zum Ende des Dünndarms verdaut (Tab. 3). Im Vergleich zu heilen oder zerkleinerten Körnern anderer Getreidearten

III Verwertung und Vermarktung – Fütterung

Tab. 3: Verdaulichkeit von Stärke bis zum Ende des Dünndarms – Hafer, Gerste und Mais im Vergleich

	Dünndarmverdaulichkeit der Stärke		Anzahl Versuche
	Mittelwert	Min–Max	
Hafer	88 %	82 – 98 %	8
Gerste	58 %	22 – 78 %	3
Mais	55 %	29 – 81 %	11

Zeyner u. a. 2011

ist dies bemerkenswert hoch, vor allem wenn man bedenkt, dass Pferde eine nur sehr geringe Aktivität des stärke-spaltenden Enzyms Amylase im Dünndarm aufweisen.

Hohe Dünndarmverdaulichkeit vorteilhaft

Der Grund für die hohe Verdaulichkeit bis zum Ende des Dünndarms ist die besonders gute Angreifbarkeit der Haferstärke für Verdauungsenzyme. Die Stärke liegt im Mehlkörper des Getreidekorns in Form von Granula vor. Anders als bei Gerste und vor allem Mais sind diese Granula bei Hafer sehr locker geschichtet und kaum in Verbundstrukturen eingebettet (Abb. 1).

Bei der Fütterung von Hafer ist daher das Risiko geringer, dass Stärke in größeren Mengen in den Dickdarm gelangt und die dort beheimateten Mikroorganismen negativ beeinflusst. Experimentell führte bereits 1 g Maisstärke pro kg Lebendmasse zu einer Beeinträchtigung

zellulose-spaltender Bakterien im hinteren Verdauungstrakt, bei Hafer war für eine nur annähernd vergleichbare Wirkung die doppelte Stärkemenge erforderlich [1].

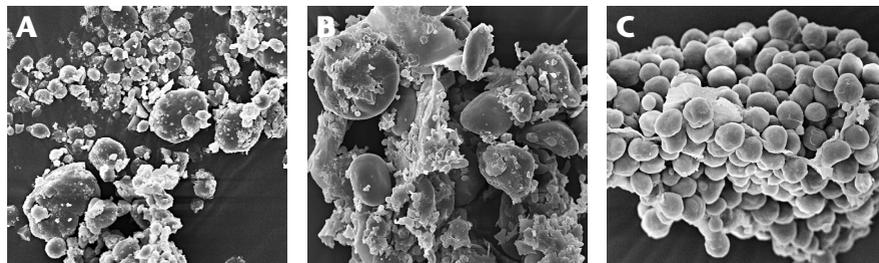
Der Stärkeabbau beginnt schon im Magen

Ein beachtlicher Teil der Stärke kann bereits im Magen durch Mikroorganismen abgebaut werden [2, 3, 4]. Besonders der vordere Teil des Magens ist ähnlich wie der Pansen von Wiederkäuern mikrobiell besiedelt. Hier werden Abbauprozesse eingeleitet, wobei Pferde entwicklungs-geschichtlich an faserreiche Nahrung adaptiert sind. Die mikrobielle Fermentation von Stärke im Magen hat dagegen wesentliche Nachteile:

1. Bei einem Zuviel an Zucker und Stärke produzieren die Mikroorganismen ein Übermaß an organischen Säuren, welche die Magenschleimhaut schädigen können [5]. Dabei steigt das Risiko, aufgrund von Magenulzera zu erkranken, bei der Füt-

III Verwertung und Vermarktung – Fütterung

Abb. 1: Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Stärkegranula aus Hafer (A), Gerste (B) und Mais (C) 1.000-fache Vergrößerung



Quelle: nach Bochnia u. a. (2015)

terung von mehr als 1 g Stärke pro kg Lebendmasse und Mahlzeit deutlich an [6]. Es wird dringend empfohlen, diese Grenze nicht zu überschreiten, unabhängig von der Getreideart und -sorte sowie der Verarbeitung [7].

2. Die mikrobiell im Magen zu organischen Säuren fermentierte Stärke steht dem Pferd nicht mehr im Dünndarm zur Spaltung in Glukose und deren Absorption zur Verfügung. Die Bereitstellung von Glukose für den Stoffwechsel des Pferdes ist aber der wichtigste Grund für die Fütterung von Getreide.

Aus der Verdaulichkeit der Stärke bis zum Ende des Dünndarms (Tab. 3) kann nicht abgeleitet werden, welcher Anteil der gefütterten Stärke tatsächlich in den Dünndarm gelangt und dort zu Glukose gespalten und welcher bereits im Magen zu organischen Säuren abgebaut

wird. Nun ist es scheinbar naheliegend, dass die besonders leicht angreifbare Haferstärke (Abb. 1) auch besonders schnell und umfangreich im Magen fermentiert wird. Damit wäre Hafer ein besonders ungünstiges Pferdefutter, was praktischen Erfahrungen eindeutig widerspricht. Einen Hinweis darauf, wie viel Glukose aus dem Stärkeabbau im Dünndarm tatsächlich im Stoffwechsel des Pferdes ankommt, liefern Messungen zum Anstieg der Glukosekonzentration im Blutplasma nach einer Getreidemahlzeit.

Haferstärke liefert besonders viel Glukose

Der Vergleich verschiedener Sorten der Getreidearten Hafer, Gerste und Mais über die Reaktion der Plasmaglukose auf eine Getreidemahlzeit wurde im Rahmen des BLE-Projektes GrainUp vorgenommen [8].

Bei stärkergeleicher Fütterung verursachte Hafer im Vergleich den höchsten Anstieg der

III Verwertung und Vermarktung – Fütterung

Plasmaglukosekonzentration. Dies beweist, dass Haferstärke – trotz der vorzüglichen Angreifbarkeit der Granula – der mikrobiellen Fermentation im Magen zu einem hohen Prozentsatz entgeht. Die Ursachen sind bislang nicht bekannt. An den Spelzen kann es nicht (allein) liegen, denn das geschilderte Phänomen trifft auch auf Nackthafer zu. Möglicherweise spielen der hohe Fettgehalt des Haferkornes (ähnlich wie bei Mais), chemische Eigenschaften der äußeren Hülle der Granula oder die Fließgeschwindigkeit der Granula durch den Magen eine Rolle – dies bleibt zu erforschen. Sicher ist: Es gibt deutliche Unterschiede sowohl zwischen Getreidearten als auch innerhalb der Getreideart Hafer zwischen einzelnen Sorten bei insgesamt sehr hohem Niveau der Plasmaglukose nach der Fütterung. Hafer ist demnach nicht gleich Hafer.



Gelbhafer



Schwarzhafer



Weißhafer

Keine Mär: Der Hafer „sticht“!

Warum Pferde durch Hafer „kernig“ werden, davon konnte das BLE-Projekt eine Idee vermitteln. Grundsätzlich folgt auf den Glukoseanstieg im Blutplasma nach einer Getreidemahlzeit ein Anstieg von Plasmainsulin. Die Höhe des Insulinanstiegs als Reaktion auf eine gleich hohe Steigerung der Plasmaglukosekonzentration (Insulin-Response-Index) ist bei Hafer wesentlich ausgeprägter als nach der Fütterung von Gerste oder Mais [9, 8]. Hohe Insulinkonzentrationen begünstigen den Transport der Aminosäure Tryptophan durch die Blut-Hirn-Schranke, welche wiederum zur Bildung von Serotonin im Gehirn beiträgt.

Bei verschiedenen Spezies, einschließlich der Menschen, gilt Serotonin als beruhigend, weshalb gelegentlich zu diesem Zweck Tryptophan verabreicht wird. Beim Pferd jedoch gibt es Hinweise darauf, dass bestimmte Dosierungen auch die gegenteilige Wirkung entfalten können [10]. Damit ist ein besonderer Einfluss der Fütterung von Hafer auf das Verhalten von Pferden denkbar. Für die praktische Fütterung ist von Interesse, dass diese geschilderten Effekte nach der ersten Hafermahlzeit am Tag besonders ausgeprägt sind, die Reaktion auf eine Folgemahlzeit aber deutlich milder ausfällt [11].

Otfried Lengwenat und
Prof. Dr. Annette Zeyner,
der Artikel ist erstmalig in der
praxisnah 4/2019 erschienen.

Verzeichnis Autorinnen und Autoren

Dr. Steffen Beuch

NORDSAAT Saat-zucht GmbH
Züchtung/Saat-zuchtleiter
Tel. 0383091308
s.beuch@nordsaat.de

Dr. Monika Brückner-Gühmann

Technische Universität Berlin
Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie
Tel. 03031471829
monika.brueckner-guehmann@tu-berlin.de

Dr. Ines Bull

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern
Tel. 03843789230
i.bull@fa.mvnet.de

Paulina Georgieva

Georg-August-Universität Göttingen
Tel. 05513912309

Christian Guddat

Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen
Raum; Pflanzenbau und Ökologischer Landbau
Tel. 0361574047114
christian.guddat@tllr.thueringen.de

Dr. Matthias Herrmann

Julius Kühn-Institut (JKI)
Tel. 0382094530
matthias.herrmann@julius-kuehn.de

Otfried Lengwenat

IFP-Lengwenat
Tel. 051382993
info@ifp-Lengwenat.com

Martin Munz

SAATEN-UNION GmbH
Vertriebsberater für Baden-Württemberg
Tel. 01710369078012
martin.munz@saaten-union.de

Anne-Kathrin Otte

Georg-August-Universität
annekathrin.otte@stud.uni-goettingen.de

Prof. Dr. Rolf Rauber

Georg-August-Universität Göttingen
rrauber@gwdg.de

Richeza Reisinger

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft
VGMS e.V.
Tel. 030212336940
richeza.reisinger@vgms.de

Martin Sacher

Tel. 0352426317209
martin.sacher@smekul.sachsen.de

Prof. Dr. Luzia Valentini

Hochschule Neubrandenburg
Klinische Diätetik und Ernährung
Tel. 039556932512
valentini@hs-nb.de

Dr. Mark Winter

Industrieverband Agrar e.V. (IVA)
Tel. 06925561282
winter.iva@vci.de

Prof. Dr. Annette Zeyner

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Tel. 03455522716
annette.zeyner@landw.uni-halle.de

Andrea Ziesemer

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern
Tel. 03843789252
a.ziesemer@fa.mvnet.de

Copyright:

Alle Bilder und Texte in unserer Publikation unterliegen dem Urheberrecht der angegebenen Bildquelle bzw. des Autors/der Autorin! Jede Veröffentlichung oder Nutzung (z. B. in Printmedien, auf Websites etc.) ohne schriftliche Einwilligung und Lizenzierung des Urhebers ist strikt untersagt! Nachdruck, Vervielfältigung und/oder Veröffentlichung bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung durch die Redaktion.

Literaturangaben

Literaturangaben (Teil I, Reisinger)

1. Webster, F. H. und P. J. Wood: Oats – Chemistry and Technology. – AACC International Press, St. Paul, Minnesota (2011)
2. Ryan, P. M. et al.: Microbiome and metabolome modifying effects of several cardiovascular disease interventions in apo-E/- mice. – *Microbiome*, 2017 Mar. 13;5(1):30. doi: 10.1186/s40168-017-0246-x.PMID:28285599. Zitat im Original: "On balance, it appears that OBG [oat beta-glucan, Anm. d. Verf.] may be the preferred dietary intervention for safe longterm maintenance of cardiovascular and metabolic health, potentiated by the microbiota."
3. Beck, E. J. et al.: Oat beta-glucan increases postprandial cholecystokinin levels, decreases insulin response and extends subjective satiety in overweight subjects. - *Mol Nutr Food Res* (2009), 53; 1343-51
4. Beck, E. J. et al.: Increases in peptide Y-Y levels following oat beta-glucan ingestion are dose-dependent in overweight adults. - *Nutr Res* (2009), 29; 705-9
5. Wolever, T. M. S. et al.: Effect of adding oat bran to instant oatmeal on glycaemic response in humans - a study to establish the minimum effective dose of oat Beta-glucan. *Food Funct.* (2018) 9(3): 1692-1700. doi: 10.1039/c7fo01768e2018
6. Xue, L. et al.: Short- and Long-Term Effects of Wholegrain Oat Intake on Weight Management and Glucolipid Metabolism in Overweight Type-2 Diabetics: A Randomized Control Trial. - *Nutrients* (2016), 8, 549; doi:10.3390/nu8090549.
7. Xue, Y. et al.: The effect of dietary fiber (oat bran) supplement on blood pressure in patients with essential hypertension: A randomized controlled trial, *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.04.013>
8. Zhou, A. L. et al.: Whole grain oats improve insulin sensitivity and plasma cholesterol profile and modify gut microbiota composition in C57BL/6J mice. - *J Nutr.* (2015); 145(2): 222-30. doi: 10.3945/jn.114.199778. PubMed PMID: 25644341

9. Ryan, P. M. et al.: Microbiome and metabolome modifying effects of several cardiovascular disease interventions in apo-E/- mice. – *Microbiome* (2017), 5(1):30. doi: 10.1186/s40168-017-0246-x.PMID:28285599

Literatur (Teil III, Valentini)

1. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2021. <https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/ernaehrungsreport2021.html> (letzter Zugriff: 30.12.2021)
2. Zhou, S.; Tong, L.; Liu, L. Oats: In *Bioactive Factors and Processing Technology for Cereal Foods*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2019; pp. 185–206, ISBN 978-981-13-6167-8
3. Wolever, T. M. S.; Johnson, J.; Jenkins, A. L.; Campbell, J. C.; Ezatagha, A.; Chu, Y.: Impact of oat processing on glycaemic and insulinaemic responses in healthy humans: a randomised clinical trial. *Br J Nutr* 2019;121:1264–70
4. Mackie, A. et al.: Increasing dietary oat fibre decreases the permeability of intestinal mucus. *J Funct Foods* 2016; 26:418-27
5. Cronin, P.; Joyce, S. A., O'Toole, P. W.; O'Connor, E. M.: Dietary Fibre Modulates the Gut Microbiota. *Nutrients* 2021, 13, 1655. <https://doi.org/10.3390/nu13051655>
6. Paudel, D.; Dhungana, B.; Caffè, M.; Krishnan, P. A: Review of Health-Beneficial Properties of Oats. *Foods* 2021, 10, 2591.
7. Paudel, D.: Rapid and Simultaneous Determination of Nutritional Constituents of United States Grown Oats Using Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS); South Dakota State University: Brookings, SD, USA, 2018.
8. Whitehead, A.; Beck, E. J.; Tosh, S.; Wolever, T. M.: Cholesterol-lowering effects of oat-glucan: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Clin. Nutr.* 2014, 100, 1413–1421.
9. Wehrli, F.; Taneri, P. E.; Bano, A.; Bally, L.; Blekkenhorst, L. C.; Bussler, W.; Metzger, B.; Minder, B.; Glisic, M.;

Literaturangaben

- Muka, T. et al.: Oat Intake and Risk of Type 2 Diabetes, Cardiovascular Disease and All-Cause Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2021, 13, 2560. <https://doi.org/10.3390/nu13082560>
10. Van de Broeck, H. C. et al.: Profiling of Nutritional and Health-Related Compounds in Oat Varieties *Food* 2016; 5:2.
11. Havrlentová, M.; Hlínková, A.; Žofajová, A.; Kováčik, P.; Dvončová, D.; Deáková, A.: Effect of fertilization on β -d-glucan content in oat Grain (*Avena Sativa* L.). *Agriculture* 2013, 59: 111–11
12. Decker, E. A.; Rose, D. J.; Stewart, D.: Processing of oats and the impact of processing 300 operations on nutrition and health benefits. *Br. J. Nutr.* 2014, 112: S58–S64
13. Morrison O.: European consumers often are failing to understand on-food health claims, project reveals. *Food navigator*. 10.11. 2021. <https://www.foodnavigator.com/Article/2021/11/10/European-consumers-often-are-failing-to-understand-on-food-health-claims-project-reveals> (letzter Zugriff: 30.12.2021)
14. Grundy, M. M.; Fardet, A.; Tosh, S. M.; Rich, G. T.; Wilde, P. J.: Processing of oat: the impact on oat's cholesterol lowering effect. *Food Funct* 2018; 9: 1328–43.
15. Granfeldt, Y.; Eliasson, A. C.; Björck, I.: An examination of the possibility of lowering the glycemic index of oat and barley flakes by minimal processing. *J Nutr* 2000;130: 2207–14
16. Musa-Veloso K.; Noori, D.; Venditti, C.; Poon, T.; Johnson, J.; Harkness, L. S.; O'Shea, M.; Chu, Y. F.: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials on the Effects of Oats and Oat Processing on Postprandial Blood Glucose and Insulin Responses. *J Nutr* 2021 Feb 1;151(2): 341-351. doi: 10.1093/jn/nxaa349
17. Grundy, M. M.; Quint, J.; Rieder, A.; Balance, S.; Dreiss, C. A.; Butterworth, P. J.; Ellis, P. R.: Impact of hydrothermal and mechanical processing on dissolution kinetics and rheology of oat Beta-glucan. *Carbohydr Polym* 2017;166: 387–97.

Literatur (Teil III, Brückner)

1. Banovic, M. et al.: Foods with increased protein content: A qualitative study on European consumer preferences and perceptions. *Appetite* 125, 233–243 (2018).
2. Brückner-Gühmann, M.; Benthin, A.; Drusch, S.: Enrichment of yoghurt with oat protein fractions: Structure formation, textural properties and sensory evaluation. *Food Hydrocoll.* 86, 146–153 (2019).
3. Brückner-Gühmann, M. et al.: Oat protein concentrate as alternative ingredient for non-dairy yoghurt-type product. *J. Sci. Food Agric.* 99, 5852–5857 (2019).
4. Brückner-Gühmann, M. et al.: Towards an increased plant protein intake: Rheological properties, sensory perception and consumer acceptability of lactic acid fermented, oat-based gels. *Food Hydrocoll.* 96, 201–208 (2019)
5. Brückner-Gühmann, M. et al.: Oat protein as plant-derived gelling agent: properties and potential of modification. *Future Foods*. 4 (2021)

Literatur (Teil III, Otfried Lengvenat und Prof. Dr. Annette Zeyner)

1. Harlow, B. E.; Lawrence, L. L.; Hayes, S. H., Crum, A.; Flythe, D. (2016): Effect of dietary starch source and concentration on equine fecal microbiota. *Plos One* (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154037>).
2. Varloud, M.; de Fombelle, A.; Goachet, A.G.; Drogoul, C.; Jullian, V. (2004): Partial and total apparent digestibility of dietary carbohydrates in horses as affected by the diet. *Anim. Sci.* 79, 61–72.
3. Bachmann, M.; Glatter, M.; Bochnia, M.; Greef, J. M.; Breves, G.; Zeyner, A. (2018): Estimating compartmental and total tract apparent digestibility in horses using feed-interval and external markers. *Livestock Science* 223, 16–23.
4. Glatter, M.; Borewicz, K.; van der Bogert, B.; Wensch-Dorendorf, M.; Bochnia, M.; Greef, J.-M.; Bachmann, M.; Smidt, H.; Breves, G.; Zeyner, A. (2018): Modification of the equine gastrointestinal microbiota by feeding of Jerusalem artichoke meal. *Plos One* (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220553>).

Literaturangaben/Bildnachweise

5. Cehak, A.; Krägeloh, T.; Zuraw, A.; Kershaw, O.; Brehm, R.; Breves, G. (2019): Does prebiotic feeding affect gastric health? A study on effects of prebiotic-induced gastric butyric acid production on mucosal integrity of the equine stomach. *Res. of Vet. Sci.* 124, 303-309.
6. Luthersson, N.; Hou Nielsen, K.; Harris, P.; Parkin, T. D. H. (2009): Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark. *Equine Veterinary Journal* 41, 625-630.
7. GfE (2014): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden. Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (Hrsg.). Frankfurt (Main): DLG-Verlag.
8. Zeyner, A. (2018): Schlussberichte zum BLE-Vorhaben GrainUp, Teilprojekt 7 (FKZ 511-06.01-28-1-38.015-10 und 511-06.01-28-1-38.019-10).
9. Zeyner, A.; Romanowski, K.; Orgis, A.; Vernunft, A.; Gottschalk, J.; Einspanier, A.; Koeller, G. (2017): Feed intake patterns and immediate glycaemic and insulinemic responses of horses following ingestion of different quantities of starch from oat, barley and maize grains. *The Open Nutrition Journal* 11, 39-51.
10. Grimmett, A.; Silience, M. N. (2005): Calmatives for the excitable horse: A review of L-tryptophan. *The Veterinary Journal* 170, 24-32.
11. Bochnia, M.; Czetö, A.; Glatter, M.; Schürer, C.; Bachmann, M.; Gottschalk, J.; Einpanier, A.; Köller, G.; Wensch-Dorendorf, M.; Zeyner, A. (2018): Effect of feeding two separate meals from differently processed oat grains of various genotypes on postprandial plasma glucose, insulin, GLP-1 and amylase in adult healthy horses. *Proc. 22nd Congr. Europ. Soc. Vet. Comp. Nutr. (ESVCN)*. Munich (Germany): 6.-8. September 2018, 90.
- Weitere Literaturstellen zu diesem Thema:**
- Zeyner, A.; Kienzle, E.; Coenen, M. (2011): Artgerechte Pferdefütterung. In: *Pferdezucht, -haltung und -fütterung. Empfehlungen für die Praxis* (Hrsg.: Brade W., Distl O., Sieme H., Zeyner A.). *Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft* 353, S. 164-191.
- Bochnia, M.; Walther, S.; Schenkel, H.; Romanowski, K.; Zeyner A. (2015): Comparison of scanning electron microscopic examination of oats, barley and maize grains with the analyzed degree of starch breakdown and glycaemic responses in horses. *International J. Sci. Res. Sci. Technol.* 1: 81-84.
- DLG (1976): *Futterwerttabellen, AS-Gehalte in Futtermitteln*. Frankfurt (Main): DLG-Verlag.
- DLG (1998): *Futterwerttabellen – Pferde*. Frankfurt (Main): DLG-Verlag.
- Rodehutsord et al. (2016): Variation in chemical composition and physical characteristics of cereal grains from different genotypes. *Archives of Animal Nutrition*. VOL. 70, NO. 2, 87-107

Bildnachweise:

- S. 3: NORDSAAT
S. 5 – 11: VGMS/Die Alleskörner
S. 16: VGMS/Die Alleskörner
S. 20: Rauber
S. 23: Dörrie
S. 32: Boenisch
S. 36 + 39: SAATEN-UNION
S. 45: landpixel
S. 47 + 48: Universität Göttingen
S. 50 + 54: SAATEN-UNION
S. 57: Dörrie
S. 59: iStock_VLG
S. 62: SAATEN-UNION
S. 66: alphaBIT
S. 67: TU Berlin
S. 69: iStock_TanyaSid, iStock_berekin
S. 72: iStock_etorres69
S. 74: Boenisch (Pferdemaul), Lengwenat u. Zeyner
S. 79: NORDSAAT (Gelbhafer) und SAATEN-UNION (Rest)
S. 80: VGMS/Die Alleskörner
S. 79: NORDSAAT (Gelbhafer) und SAATEN-UNION (Rest)
S. 85: Die Alleskörner

Team Nord



Ost-Schleswig-Holstein, West-Mecklenburg-Vorpommern

Daniel Freitag
Mobil 0160-92 49 88 45
daniel.freitag@saaten-union.de

Team West



Nördliches Niedersachsen

Maik Seefeldt
Mobil 0151-65 26 88 59
maik.seefeldt@saaten-union.de

Team Ost



Thüringen

Roy Baufeld
Mobil 0170-922 92 60
roy.baufeld@saaten-union.de

Team Süd



Südbayern

Franz Unterforsthuber
Mobil 0170-922 92 63
franz.unterforsthuber@saaten-union.de



Schleswig-Holstein

Andreas Henze
Mobil 0171-861 24 07
andreas.henze@saaten-union.de



Nordwest-Niedersachsen

Winfried Meyer-Coors
Mobil 0171-861 24 11
winfried.meyer-coors@saaten-union.de



Brandenburg, Lk. Wittenberg

Dagmar Koch
Mobil 0160-439 14 45
dagmar.koch@saaten-union.de



Baden-Württemberg

Martin Munz
Mobil 0171-369 78 12
martin.munz@saaten-union.de



Mecklenburg-Vorpommern

Martin Rupnow
Mobil 0151-52 55 24 83
martin.rupnow@saaten-union.de



Mitte-, Süd-Niedersachsen

Jan Burgdorff
Mobil 0170-345 58 16
jan.burgdorff@saaten-union.de



Sachsen-Anhalt

Carsten Knobbe
Mobil 0151-67 82 02 95
carsten.knobbe@saaten-union.de



Main-Tauber, Hohenlohe, Neckar-Odenwald, Lk. Schwäbisch Hall

Franz-Josef Dertinger
Mobil 0170-999 22 26
franz-josef.dertinger@saaten-union.de



Vorpommern

Udo-Jörg Heinzlmann
Mobil 0171-838 97 76
udo-joerg.heinzlmann@saaten-union.de



Nordrhein-Westfalen, Westfalen-Lippe

Philipp Schröder
Mobil 0171-973 62 20
philipp.schroeder@saaten-union.de



Nord-Ost-Sachsen

Thomas Möbius
Mobil 0171-948 71 88
thomas.moebius@saaten-union.de



Schwaben, Mittelfranken

Andreas Kornmann
Mobil 0170-636 65 78
andreas.kornmann@saaten-union.de



Nordrhein-Westfalen, Rheinland

Friedhelm Simon
Mobil 0170-922 92 64
friedhelm.simon@saaten-union.de



Südliches Sachsen

Frieder Siebdrath
Mobil 0162-701 98 50
frieder.siebdrath@saaten-union.de



Nordbayern

Florian Russ
Mobil 0151-57 52 87 21
florian.russ@saaten-union.de



Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland

Achim Schneider
Mobil 0151-10 81 96 06
achim.schneider@saaten-union.de

Unsere Printmedien können Sie auch über das Internet beziehen:
www.saaten-union.de/service/download

Informationsstand April 2022

SAATEN-UNION GmbH

Eisenstr. 12
30916 Isernhagen HB
Telefon 0511-72 666-0

www.saaten-union.de

**SAATEN
UNION**
Züchtung ist Zukunft