

SAATHAFER (*Avena sativa* L.) UND FLUGHAFER (*A. fatua* L.)

sowie die Deutung der Zwischenformen in einem Vorratsfund
aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. im Vergleich mit heutigen Formen

UDELGARD KÖRBER-GROHNE, ULRIKE BICKELMANN und NORBERT LEIST

Mit 15 Textabbildungen und 1 Tabelle

Einführung

Hafer, unsere dritt wichtigste Getreideart, gehört zu den Spätankömmlingen unserer Getreidearten in Mitteleuropa. Seine frühesten Funde stammen aus der Bronzezeit. Wenn an den verkohlten Körnern noch die Spelzen erhalten geblieben waren, ließen sich zwei Haferarten bestimmen, nämlich zum einen Saathafer (*Avena sativa*), der bei uns üblicherweise angebaute Hafer, zum anderen Flughafener (*A. fatua*), ein Wildhafer. Die vereinzelt Fundstellen mit bronzezeitlichem Hafer liegen über Mitteleuropa verstreut, nördlich bis Südschweden, in beiden Teilen Deutschlands an 4 von 36 auswertbaren Fundstellen mit Getreide. Es kamen aber jeweils nur wenige Haferkörner in den Getreidefunden vor. Insofern zeichnet sich eine Fundstelle besonders aus, nämlich Langweiler, Kreis Jülich, aus dem Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit (Urnenfelderkultur), weil hier beide Haferarten zusammen in demselben Speicher lagen und deren Körner bereits den verhältnismäßig hohen Anteil von 7,8 % am Getreide bildeten¹. Trotzdem sind diese Haferarten, wie auch bei den übrigen Stellen, als Unkraut in den Gersten- und Spelzweizenfeldern anzusehen.

Das Vorhandensein einer Wild- und einer Kulturart von Getreide in Mitteleuropa gibt es nur beim Hafer. Daher ist in Betracht gezogen worden, ob der Saathafer sich aus dem Flughafener als Wildart entwickelt haben könnte und zwar (auch) in Mitteleuropa. Die Aufdeckung der beiden Haferarten in derselben Fundstelle (Langweiler) zeigt jedoch, daß eine solche Ableitung, falls sie stattgefunden hat, zumindest nicht in Mitteleuropa geschehen sein kann.

Während der vorrömischen Eisenzeit kommen die Haferarten in gut einem Drittel der Getreidefundstellen vor, z. B. in 22 von 60 auswertbaren Fundstellen in beiden Teilen Deutschlands. deren Anteil beträgt im allgemeinen etwa 1–10 % des Getreides. Nur an zwei Stellen ist eine starke Zunahme des Flughafeners zu verzeichnen: mit 25 % in Langweiler, Kreis Jülich, während der Hallstatt D-Periode² und mit 50 % in Kassel-Oberzwehren, Kreis Kassel, in der Latènezeit³.

¹ K.-H. KNÖRZER, Subfossile Pflanzenreste aus der bandkeramischen Siedlung Langweiler 3 und 6, Kreis Jülich, und ein urnenfelderzeitlicher Getreidefund innerhalb dieser Siedlung. Bonn. Jahrb. 172, 1972, 395 ff.

² W. GÖBEL/K.-H. KNÖRZER/J. SCHALICH/R. SCHÜTRUMPF/P. STEHLI, Naturwissenschaftliche Untersuchungen an einer späthallstattzeitlichen Fundstelle bei Langweiler, Kr. Düren. Bonn. Jahrb. 173, 1973, 289 ff.

³ M. HOPF, Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzen aus dem nördlichen Deutschland. Kataloge vor- u. frühgeschichtl. Altertümer Mainz 22 (1982).

Der bisher älteste Nachweis vom Reinanbau des Saathafer ist der Fund von Rullstorf, Kreis Lüneburg, wo ein großer Vorrat davon (zu 99 % Saathafer) in optimalem Erhaltungszustand ausgegraben und botanisch bearbeitet worden ist⁴. Die Datierung aufgrund der Keramik wird vom Ausgräber W. GEBERS auf das 2./1. Jahrhundert v. Chr. angenommen. An weiteren Vorratsfunden von Saathafer liegen zwei an der Niederelbe (Harburg, Stade), sodann auf der Feddersen Wierde im Küstengebiet zwischen der Weser- und Elbemündung, an zwei Stellen in Nordjütland (Fjand und Ginderup⁵) und in Dalshoj auf der Insel Bornholm⁶.

Außer dem von Rullstorf gehören die genannten Haferfunde in die Zeit zwischen etwa Christi Geburt und das 3. oder 4. Jahrhundert n. Chr. Auf die erstaunliche Tatsache, daß diese neue Getreideart Saathafer weiträumig in Mitteleuropa in nur geringen Anteilen verbreitet war und annähernd 1000 Jahre lang auf diesem geringen Anteil verharrte, bis dann unvermittelt dessen eigenständiger Anbau seit etwa der Zeitwende betrieben wurde, soll später noch zurückgekommen werden.

Auf der Feddersen Wierde sind während der Ausgrabungen in den Jahren 1955 bis 1963 zahlreiche Reinfunde von Hafer freigelegt worden, die den Siedlungsschichten zwischen Chr. Geb. und dem 3. Jahrhundert n. Chr. angehören⁷. Unter diesen ragt einer hervor. Es ist ein abgebrannter Backofen, unter dessen heruntergestürzter Lehmdecke sich Haufen neben Haufen von hineingeschütteten Vorräten befanden: Gerste, Hafer, Feldbohnen, Leinsamen und Samen des Leindotters. Allein die Menge des Hafers betrug etwa 40 Liter. Bei der damaligen botanischen Bearbeitung fiel auf, daß es außer Saathafer und Flughafer eine beachtlich große Anzahl von bespelzten Haferfrüchten gab, die sich weder der einen noch der anderen Art zuordnen ließen, stattdessen aber Merkmale beider Arten in sich vereinigten. Sie wurden als „Mischtyp“ bezeichnet, konnten aber nicht näher gedeutet werden.

Auch von Südschweden berichtete H. HJELMQVIST⁸ über Haferabdrücke in eisenzeitlicher Keramik, die „gewissermaßen zwischen den beiden Arten (Saat- und Flughafer) intermediär sind“. Der Bearbeiter diskutiert dabei die Möglichkeit „sekundär entstandener Hybriden oder eines ursprünglichen Typus“. Die Aufklärung dieser intermediären Formen ist wichtig vom Standpunkt der Evolution und auch bezüglich der Beschaffenheit eines großen Erntevorrates von Hafer aus einer der ersten faßbaren Epochen des Saathafer-Reinanbaues.

In den Jahren 1984 und 1985 erhielt ich, anlässlich der Beschäftigung mit Fragen zur Evolution von Kulturpflanzen, Kenntnis von Arbeiten aus landwirtschaftlichen Forschungsanstalten, die sich speziell mit Wildhafer, Kulturhafer und Zwischenformen befaßt hatten⁹. Ein Teil der dort

⁴ H. KROLL, Einige vorgeschichtliche Vorratsfunde von Kulturpflanzen aus Norddeutschland. *Offa* 37, 1980, 372 ff.

⁵ H. HELBAEK, Prehistoric food plants and weeds in Denmark. *Danm. Geol. Undersøgelse*, R. 2, Nr. 80, 1954, 250 ff.

⁶ H. HELBAEK, Bornholm plant economy in the first half of the first Millenium A. D. *Nationalmuseets Skrifter* Kopenhagen 2, 1957, 259 ff.

⁷ U. KÖRBER-GROHNE, Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wierde. In: W. HAARNAGEL (Hrsg.), *Feddersen Wierde, Die Ergebnisse der Ausgrabungen der vorgeschichtlichen Wurt bei Bremerhaven in den Jahren 1955–1963*, Bd. 1 (1967).

⁸ H. HJELMQVIST, Die älteste Geschichte der Kulturpflanzen in Schweden. *Opera Botanica* Bd. 1, 3 (1955).

⁹ W. ULLMANN, Über Wildhafer, Kulturhafer und Zwischenformen (insbesondere Fatuoiden) in der Vergangenheit und Gegenwart. *Saatgutwirtschaft* H. 12, 1953, 306 ff. – J. STEINBERGER, Beitrag zur Identifizierung österreichischer Hafersorten (*Avena sativa* L.). *Bodenkultur*, Sonderh. 22 (1971) 209 ff. – N. LEIST, Untersuchungen über Bastarde zwischen Saathafer (*Avena sativa*, *A. byzantina*) und Wildhafer (*A. fatua*, *A. sterilis*) sowie über Fatuoiden. *Seed, Science and Technology* 9 (1981) 781 ff.

beschriebenen Zwischenformen bzw. Fatuoiden schienen den „Mischtypen“ aus der Feddersen Wierde zu entsprechen. Der hieraus entstandene persönliche Kontakt zu N. LEIST und U. BICKELMANN von der Staatlichen Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg in Karlsruhe führte zu dem Wunsch, den Hafer der Feddersen Wierde bezüglich des Problems der „Mischtypen“ erneut zu bearbeiten und, wenn möglich, die Arten und Typen auch mengenmäßig zu erfassen. Außer der zunächst gemeinsamen Beurteilung dieses Hafers stellte mir Herr Dr. LEIST auch ein reichhaltiges Vergleichsmaterial von verschiedenen Haferarten und -sorten zur Verfügung.

Im ersten Teil dieses Aufsatzes geben BICKELMANN und LEIST einen Überblick über verschiedene Haferarten und das Problem der abweichenden Formen in heutigen Haferfeldern. Im zweiten Teil wird die Neubearbeitung des Hafers aus der Feddersen Wierde durch KÖRBER-GROHNE vorgelegt. Dieser Fundkomplex eignete sich deswegen so gut, weil erstens die Erhaltungsbedingungen optimal waren, zweitens noch genügend Material aus der damaligen Ausgrabung zur Verfügung stand, sorgsam magaziniert im Niedersächsischen Landesinstitut für Marschen- und Wurtenforschung in Wilhelmshaven¹⁰.

U. KÖRBER-GROHNE

Die heutigen Formen

Zur Gattung *Avena* (*Euavena*) werden etwa 20 Arten gerechnet, denen die Chromosomengrundzahl $n = 7$ gemeinsam ist. Es finden sich diploide ($2n = 14$), tetraploide ($4n = 28$) und hexaploide ($6n = 42$) Arten. Zu den letztgenannten zählen die hier interessierenden vier Arten: *Avena fatua* L., *Avena sterilis* L., *Avena byzantina* C. Koch und *Avena sativa* L. Nach dem biologischen Artkonzept handelt es sich wegen der freien Kreuzbarkeit aller vier Partner untereinander lediglich um eine Art. Dem ist entgegenzuhalten, daß sich die Formen mit festem Kornsatz, also *A. byzantina* und *A. sativa*, unter dem Einfluß der menschlichen Auslese aus den beiden Wildarten *A. fatua* und *A. sterilis* herausgebildet haben und sich heute in der Spelzfruchtmorphologie deutlich voneinander unterscheiden.

Anhand der Spelzfruchtmerkmale kann eine Evolutionshypothese der vier Arten aufgestellt werden. Wegen der vorgebildeten Abbruchstelle an beiden Spelzfrüchten kann man *A. fatua* als ursprünglichste Art ansprechen. Im Gegensatz dazu werden bei *A. sterilis* die erste und zweite Spelzfrucht gemeinsam verbreitet. Bei *A. byzantina* erkennen wir als Weiterentwicklung einen festen Kornansatz, aber die Verbreitung erfolgt wie bei der vorhergehenden Art. Als letztes Glied wäre *A. sativa* mit festem Kornsatz und eigenständigem Korntrennverhalten anzusehen. Denkbar wäre jedoch auch eine Entstehung dieser Arten von einem gemeinsamen Vorfahren¹¹ (Abb. 1).

Unabhängig von jeder Ableitungshypothese müssen wir heute feststellen, daß in den trockenwarmen Anbaugebieten der Kulturart (*A. byzantina*) die Wildart (*A. sterilis*) ein lästiges und vitales Unkraut darstellt und in den kühleren Anbaugebieten von *A. sativa* der Flughafer (*A. fatua*) diese Rolle spielt.

Der Flughafer hat zur leichteren Verbreitung seiner Spelzfrüchte – wie fast alle Wildpflanzen – einen sehr lockeren Kornsatz, eine hohe Samenzahl (etwa 100 Spelzfrüchte pro Rispe) bei gerin-

¹⁰ Herrn Prof. Dr. K.-E. BEHRE sei gedankt für seine Bereitwilligkeit, mir nach Belieben Teilproben auswählen zu dürfen.

¹¹ G. LADISZINSKY/D. ZOHARY, Notes on specific delimitation, species relationships and polyploidy in *Avena* L. Euphytica 20, 1971, 380 ff.



Abb. 1 Links ist eine Saathafer-, rechts eine Flughaferspelzfrucht abgebildet und dazwischen ein Bastard von *A. sativa* mit *A. fatua*.

At the left is a floret of cultivated oat, right a wild oat floret and between them a bastard from *A. sativa* with *A. fatua*.

gem Samengewicht, wobei die Spelzfrüchte rasch abreifen und sukzessiv zu Boden fallen. Durch die starke Bestockung der Pflanze (5–15 Halme pro Pflanze), bei der die Bildung der Nebentriebe bis weit in den Sommer erfolgt, werden über einen langen Zeitraum reife Spelzfrüchte gebildet. Diese können bis zu acht Jahre keimfähig im Boden verbleiben¹² und führen dadurch zu einer langanhaltenden Verunkrautung. Die auflaufenden Flughaferpflanzen werden durch ihre hohe Wüchsigkeit (Halmlänge bis 160 cm) und starke Vitalität in den Kulturbeständen zu Konkurrenten um Licht, Wasser und Nährstoffe. Der Flughaferspelzfrucht ist in Mitteleuropa in ständiger Ausbreitung begriffen, wobei ihm heute einige Bewirtschaftungsformen zugute kommen, wie: Bevorzugung von Sommergetreide, Vorverlegung der Saatzeit im Frühjahr, Mähdrusch (erfolgt meist so spät, daß die Mehrzahl der Spelzfrüchte bereits ausgefallen ist), die mitgeernteten Spelzfrüchte werden im Stroh und Saatgut weiterverbreitet. So waren 1952 in Bayern erst 29 %, aber 1984 bereits 38 % der Getreidefelder zur Erzeugung von Saatgetreide mit Flughaferspelzfrucht verunkrautet¹³. Ähnlich ist die Lage in den anderen Bundesländern.

¹² W. KOCH, Einfluß von Umweltfaktoren auf die Samenphase annualer Unkräuter, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Unkrautbekämpfung. Arbeiten d. Univ. Hohenheim 50 (1969).

¹³ G. BACHTHALER/K. KANZLER, Das Flughaferspelzfruchtproblem in der Saatgetreidevermehrung Bayerns im Entwicklungsverlauf von 1952–1984. Bayer. Landwirtschaftl. Jahrb. H. 4, 1985, 407 ff.

Im Feldbestand ragt der Flughafener gut 60 cm über das Getreide heraus und fällt durch seine lockere, weit abgespreizte Schläffrispe auf.

Im Gegensatz dazu hat der Kulturhafer einen gestrafften, gedrunghenen Habitus. Die Pflanzen werden etwa einen Meter hoch, bilden einen Haupt- und meist zwei Nebentriebe mit einer kompakten, gedrunghenen Rispe, deren Seitenäste nur leicht abgespreizt sind. Der Kulturhafer reift sehr einheitlich ab und entwickelt pro Rispe etwa 70 Spelzfrüchte, die fest am Halm sitzen, daher nicht ausfallen und ein hohes Samengewicht aufweisen.

Die Samen sind von völlig glatten, unbehaarten Spelzen umgeben, die nur selten eine schwach ausgebildete Granne tragen. Die Basis der Spelzfrucht sitzt so fest am Halm, daß sie beim Drusch durch Bruch abgetrennt wird.

Der Flughafener hat demgegenüber rauhe, dicht behaarte Spelzen und trägt immer eine kräftige, gekniet-gedrehte Granne. Die Spelzfruchtbasis wird von einem dicht behaarten Ringwulst gebildet, dessen Innengewebe bei der Reife schrumpft, so daß die Spelzfrucht leicht abfällt.

Unsere Untersuchungen gelten insbesondere dem Saathafer (*A. sativa*), der in Mitteleuropa bedeutenden Kulturart. Dabei ist es für die landwirtschaftliche Praxis wichtig, die möglichen Einflüsse von *A. fatua* bei der Saathafervermehrung zu kennen. In Haferfeldern finden sich immer wieder Formen, die Spelzfruchtmerkmale von Kultur- und Wildform besitzen. Diese abweichenden Spelzfruchttypen verbinden z. B. eine helle, glatte, volle Spelzfrucht vom Kulturhafer mit kräftiger, gedreht-geknierter Granne und einem hufeisenförmigen, ringsum behaarten Ablösungsring vom Flughafener.

Derartige Spelzfruchttypen führen zu Ertragseinbußen, da zum Zeitpunkt der Ernte die Mehrzahl der Spelzfrüchte ausgefallen ist. In der Literatur gibt es verschiedene Hypothesen über die spontane Entstehung dieser abweichenden Spelzfrüchte. Diskutiert wird zum einen eine Rückmutation zur Wildform, zum anderen Bastardierung zwischen Kultur- und Unkrautform.

Die Hypothesen haben für die Landwirtschaft eine unterschiedliche Bedeutung. Da spontane Mutationen dem menschlichen Einfluß entzogen sind, müssen abweichende Spelzfruchttypen, die so entstehen, geduldet werden. Bastardierungen von Kulturhafer mit Flughafener können aber nur dann entstehen, wenn beide Arten in enger Nachbarschaft leben. Demnach wäre es Aufgabe der Landwirte, für eine konsequente Beseitigung des Flughafeners in und in der Nähe von Haferfeldern zu sorgen, wenn sich die Bastardierungshypothese als Erklärung für die Abweicher bewährte sollte.

Um diesen Hypothesen nachzugehen, haben wir Hafersorten bestrahlt bzw. mit Flughafener gekreuzt. Nach der Behandlung mit γ -Strahlen treten in den Folgegenerationen durchschnittlich 0,1 % Abweicher auf, wobei die einzelnen Sorten sehr unterschiedlich reagieren¹⁴.

Nach Kreuzungen zwischen Kultur- und Flughafener kombinieren die Nachkommen frei die Merkmale der Eltern, wodurch eine große Formenmannigfaltigkeit entsteht. Aus den Nachkommen solcher Bastarde entstehen gemäß den Mendel'schen Regeln 25 % Flughafener, 25 % Kulturhafer sowie 50 % Bastarde (Abb. 1). Auf diese Weise werden die Felder auf Jahre hinaus mit Flughafener verseucht.

Die Spelzfrüchte der Bastarde können folgende Merkmale aufweisen: Die Spelzenfarbe kann weiß, gelb, grau, braun, schwarz sein. Die Deckspelzen können sehr wenig bis sehr dicht be-

¹⁴ U. BICKELMANN/N. LEIST, Stability of German oat cultivars (*Avena sativa* L.): special consideration is given to non-typical oat florets. In: D. A. LAWES/H. THOMAS (Hrsg.), Proceedings of the second internat. oats conference (1986) 117 ff.



Abb. 2 Alle Spelzfrüchte sind Bastarde zwischen *A. sativa* und *A. fatua*. Man beachte die unterschiedliche Spelzenfarbe, auch zwischen erster und zweiter Spelzfrucht, sowie die verschiedenen Kombinationen der übrigen Merkmale.

All florets are bastards between *A. sativa* and *A. fatua*. Notice the different colour even between the first and the second floret of a spikelet and also the different combination of the other characteristics.

haart sein. Die Granne kann fehlen oder leicht bis kräftig entwickelt sein. Die Spelzfrucht löst sich nur durch Bruch von der Spindel und zeigt dann eine rechteckige, leicht ausgehöhlte schräge Basis, die mit zwei Haarbüscheln besetzt ist. Alle diese Merkmale werden in beliebiger Kombination in den Spelzfrüchten verwirklicht (Abb.2).

Der Wuchstyp der Bastardpflanzen steht im allgemeinen zwischen Kultur- und Flughafer, sowohl bezüglich der Pflanzenhöhe als auch der Rispenform (Abb. 6). Gelegentlich kann die Bastardpflanze, bedingt durch den Heterosis-Effekt, den Flughafer an Wuchshöhe noch weit übertreffen.

Unsere Versuche zeigen, daß beide Hypothesen zur Entstehung der Abweicher ihre Berechtigung haben, wobei zu bedenken ist, daß die natürliche Mutationsrate viel zu niedrig ist, um die Häufigkeit von Abweichern in den Haferfeldern hinreichend zu erklären. Daher interessiert uns besonders, wie wahrscheinlich eine Bastardierung zwischen Kultur- und Wildhafer im Feld ist. Normalerweise blüht der Kulturhafer geschlossen ab, d. h. jede Narbe wird von Pollen der eigenen Blüte befruchtet. Unsere Beobachtungen zum Blühverhalten des Hafers zeigen, daß er in Abhängigkeit von der Witterung gute Voraussetzungen für eine Fremdbefruchtung besitzt. An warmen, trockenen Nachmittagen können die Blüten weit geöffnet sein, so daß Pollen fremder

Blüten, z. B. benachbarter Flughaferpflanzen, die Narben befruchten können. In unseren Versuchen wurden bis zu 8% der Kulturhafer von ihren Nachbarpflanzen befruchtet.

Die Neigung des Hafers, Bastarde mit Flughafer zu bilden, gewinnt zunehmend an Bedeutung. In den letzten zehn Jahren wird von einer drastischen Zunahme des Flughafers in den Feldern berichtet, während die allgemeine Verunkrautung rückläufig ist. Dies stellt eine Herausforderung für den heutigen Landwirt dar, seine Wirtschaftsweise so zu verändern, daß der Flughafer wieder zurückgedrängt wird, wenn die Reinheit und Qualität der Kulturhaferart *Avena sativa* nicht gefährdet werden soll.

U. BICKELMANN und N. LEIST

Prähistorischer Hafer

Bestimmungskriterien und die bisher in Mitteleuropa nachgewiesenen Haferarten

Da in vor- und frühgeschichtlicher Zeit in Mitteleuropa nicht nur Saathafer (*Avena sativa*) und Flughafer (*A. fatua*) nachgewiesen worden sind, sondern auch Taubhafer (*A. sterilis* bzw. die ssp. *ludoviciana*), wie z. B. im Spätneolithikum in Auvernier/Westschweiz, und Sandhafer (*A. strigosa*) im Mittelalter in Middels/Ostfriesland, seien zunächst die Bestimmungskriterien im Zusammenhang wiedergegeben.

Es ist oft mit Recht hervorgehoben worden, daß eine Artbestimmung von nackten Haferkörnern nicht möglich ist. Auch die Dicke des Korns am Mikropylende, die bei dem Feddersen-Wierde-Hafer sehr unterschiedlich ausgebildet ist, gibt keinen Anhaltspunkt für eine Artzuweisung. Das ist nur an bespelzten Körnern möglich, wobei die Basis vollständig erhalten geblieben sein muß.

Wie Abb. 3, a zeigt, besitzen beim Flughafer (*A. fatua*) beide Spelzfrüchte einen schräg stehenden hufeisenförmigen Kallus, ebenso das obere Ende der relativ langen Rachilla (Stielchen zur zweiten Spelzfrucht = Ährchenachse). Beim Taubhafer (*A. sterilis*) hat nur die erste Spelzfrucht diesen schrägen hufeisenförmigen Kallus (Abb. 3, b). Die zweite Spelzfrucht sowie die weiteren Spelzfrüchte haben eine gestielte Basis, und die Rachilla ist jeweils kurz (weil die Abbruchstelle der nächst höheren Spelzfrucht tief liegt). Beide Wildhaferarten tragen an der ersten und zweiten Spelzfrucht eine tief ansitzende dicke, gedrehte und gekniete Granne. Borstige Behaarung findet sich an der Basis der ersten bis dritten Spelzfrucht, an den Rachillae z. T. und auch öfter auf dem unteren Teil der Deckspelze.

Von den Kulturhafern ist beim Saathafer (*A. sativa*) die Basis der ersten Spelzfrucht breit und etwas schräg, doch ohne Kallus, bei der zweiten Spelzfrucht schmal (Abb. 3, c). Die Rachilla beider Spelzfrüchte ist lang. Der Byzantinische Hafer (*A. byzantina*) zeigt noch deutliche Merkmale von *A. sterilis*, doch an der ersten Spelzfrucht nicht den schräg stehenden, stark ausgeprägten hufeisenförmigen Kallus (dieser kann zwar in abgeschwächter Form noch vorhanden sein) und die fehlenden oder stark reduzierten Basisborsten (Abb. 3, d). Bei dem tetraploiden Sandhafer (*A. strigosa*) sind Basis und Rachilla lang und dünn, die Deckspelzen beider Spelzfrüchte besitzen eine dicke gedrehte und gekniete Granne (Abb. 3, e).

Aus vorgeschichtlichen Funden in Mittel- und Nordeuropa ließen sich bisher vier Arten eindeutig an verkohlten Spelzfrüchten nachweisen: Taubhafer (*A. sterilis* in der ssp. *ludoviciana*) aus Auvernier (Westschweiz) aus dem Spätneolithikum¹⁵. Dieser Hafer fand sich in einem Tonge-

¹⁵ M. VILLARET-VON ROCHOW, *Avena ludoviciana* Dur. im Schweizer Spätneolithikum, ein Beitrag zur Abstammung des Saathafers (*Avena sativa* L.). Ber. Dtsch. Botan. Ges. 84, 1971, 243 ff.

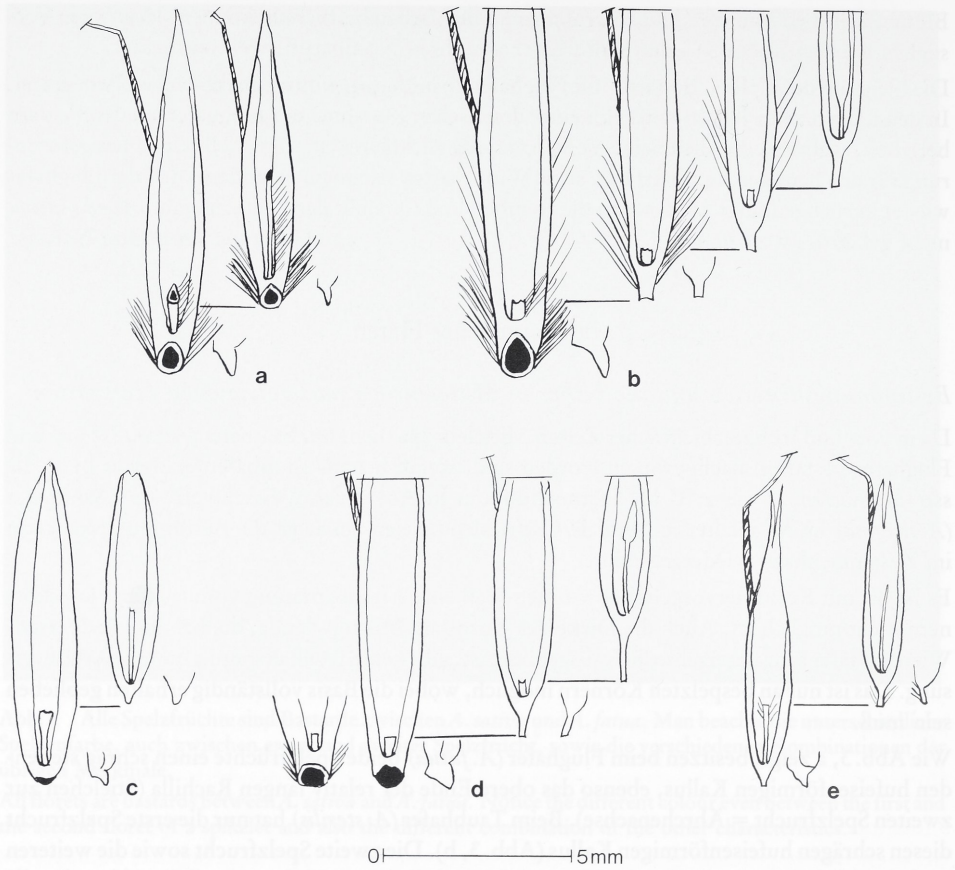


Abb. 3 Heutige Spelzfrüchte von Hafer (*Avena*)-Arten. a) Flughafer (*A. fatua*); b) Taubhafer (*A. sterilis* ssp. *ludoviciana*); c) Saathafer (*A. sativa*); d) Byzantinischer Hafer (*A. byzantina*); e) Sandhafer (*A. strigosa*). Alle von der Ventralseite. Jeweils links die erste Spelzfrucht, rechts daneben die zweite, wo vorhanden auch die dritte und vierte Spelzfrucht in der Höhe ihres natürlichen Ansitzens. Die Früchte von Taub- und Byzantinischem Hafer waren so groß, daß der obere Teil weggelassen werden mußte. Die Grannen sind insgesamt gekappt. Rechts neben der ersten Spelzfrucht befindet sich jeweils die Basis in Lateralansicht.

Modern grains of *Avena* spp. a) *A. fatua*; b) *A. sterilis*; c) *A. sativa*; d) *A. byzantina*; e) *A. strigosa*. All in ventral view. Every species on the left side the primary grain, to the right side follows the second and sometimes the third and fourth grain in their natural height of insertion.

fäß. Darin lagen zwischen einzelnen Körnern auch 30 heile Ährchen. Die Bearbeiterin, die die Ährchen und Spelzfrüchte vorbildlich beschrieben und abgebildet hat, berichtete außerdem, ohne das Vorhandensein der heil gebliebenen Ährchen hätten die einzelnen Spelzfrüchte auch als Flughafer (*A. fatua*) und als Sandhafer (*A. strigosa*) bestimmt werden können, denn die Rachilla war bei den verkohlten Früchten nicht immer in ganzer Länge erhalten. Sandhafer (*A. strigosa*) aus dem Mittelalter wurde von K.-E. BEHRE publiziert¹⁶. Flughafer (*A. fatua*) und Saatha-

¹⁶ K.-E. BEHRE, Mittelalterliche Kulturpflanzenfunde aus der Kirche in Middels (Stadt Aurich/Ostfriesland). Probleme d. Küstenforsch. i. südl. Nordseegebiet 10 (1973) 39 ff.

fer (*A. sativa*) sind von allen Haferarten am meisten in vorgeschichtlichen Haferfunden Mittel- und Nordeuropas genannt worden.

Die nachfolgende Übersicht gibt als Grundlage der neu erarbeiteten Beurteilung des Hafers aus der Feddersen Wierde einen detaillierten Vergleich zwischen den rezenten Arten und Typen sowie den verkohlten prähistorischen Spelzfrüchten.

Morphologische Merkmale von Avena sativa, A. fatua und den Zwischenformen (Bastarde = Fatuioide)

REZENT

(Referenzmaterial aus Karlsruhe-Augustenbergr)

PRÄHISTORISCH

(1. Jh. n. Chr. Feddersen Wierde, verkohlt)

Saathafer (*A. sativa*)

Erste Spelzfrucht (Abb. 4 e)

Basis mit unregelmäßigem Bruch, breit (ca. 0,7–0,9 mm), horizontal bis etwas schräg.

Erste Spelzfrucht (Abb. 5, b, c; 7; 8)

Basis wie rezent.

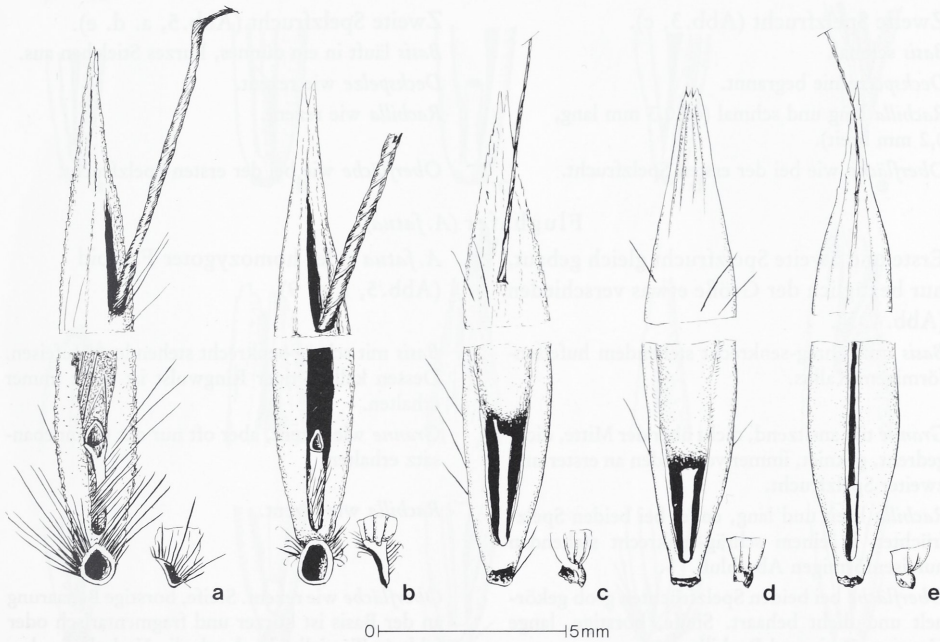


Abb. 4 Rezente erste Spelzfrüchte aus einem Versuchsfeld der Staatlichen Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg in Karlsruhe. Untere Hälfte ventral, obere dorsal. a) Flughafer (*A. fatua*); b–d) Bastarde aus kontrolliertem Anbau zwischen *sativa* x *fatua*, davon b) homozygoter Fatuoid; c, d) heterozygote Fatuioide; e) Saathafer (*A. sativa*), Nachbau des Hafers aus dem Grundstein des Nürnberger Stadttheaters von 1831.

Modern primary grains from the experimental field of the Research Institute Augustenberg in Karlsruhe. The basis parts of the grains in ventral view, the upper parts in dorsal view. a) *Avena fatua*; b–d) hybrids of *sativa* x *fatua* from controlled cultivation, among which b) one homozygous fatuoid; c, d) heterozygous fatuoids; e) *A. sativa*, cultivated from one historical oat which had been done in a bottle under the basis stone of the theatre of Nürnberg, 1831 A. D.

Granne der *Deckspelze* fehlt meist bei den modernen Hochzuchtsorten. Bei Landsorten aus dem 19. Jh. ist ein Teil der ersten Spelzfrüchte begrannt (z. B. waren 1. beim Nachbau der Ernte 1831 von den im Grundstein des Nürnberger Stadttheaters eingeschlossenen Haferkörnern 17 unbegrante erste Spelzfrüchte, 12 begrannte, davon 11 dünn und nicht gedreht, 1 Granne dick und gedreht. 2. Fichtelgebirgshafer, Altform Nr. 58: 10 ohne Granne, 4 mit dünner ungedrehter oder schwach gedrehter Granne, 5 mit stark gedrehter, dicker Granne, doch immer hoch ansitzend).

Rachilla (Stielchen) zur zweiten Spelzfrucht mächtig lang (1,5–2,4 mm) und breit (oben 0,4 bis 0,5 mm), oben etwas verbreitert und mit unregelmäßigem Bruch.

Oberfläche der Deck- und Vorspelze glatt, ohne Körnung und ohne Behaarung.

Zweite Spelzfrucht (Abb. 3, c).

Basis schmal.

Deckspelze nie begrannt.

Rachilla lang und schmal (ca. 0,3 mm lang, 0,2 mm breit).

Oberfläche wie bei der ersten Spelzfrucht.

Deckspelzen zu etwa $\frac{3}{4}$ ohne Granne, knapp $\frac{1}{4}$ mit dünner, hoch ansitzender Granne, nur wenige mit dicker, gedrehter, etwas tiefer ansitzender Granne.

Rachilla wie rezent.

Oberfläche gekörnelt. Das ist aber bis zu einem gewissen Grad durch den verkohlten Zustand bedingt. Behaarung der Deck- und Vorspelze fehlt völlig.

Zweite Spelzfrucht (Abb. 5, a. d. e).

Basis läuft in ein dünnes, kurzes Stielchen aus.

Deckspelze wie rezent.

Rachilla wie rezent.

Oberfläche wie bei der ersten Spelzfrucht.

Flughafer (*A. fatua*)

Erste und zweite Spelzfrucht gleich gebaut, nur bezüglich der Größe etwas verschieden (Abb. 4, a).

Basis mit schräg-senkrecht stehendem hufeisenförmigem Kallus.

Granne tief ansitzend, dicht über der Mitte, dick, gedreht, gekniet, immer vorhanden an erster und zweiter Spelzfrucht.

Rachilla breit und lang, endet bei beiden Spelzfrüchten in einem schräg-senkrecht stehenden hufeisenförmigen Abschluß.

Oberfläche bei beiden Spelzfrüchten grob gekörnelt und dicht behaart. Steife, borstige, lange Haare an Basis und Rachilla.

A. fatua oder homozygoter Fatuoid (Abb. 5, f. g; 9).

Basis mit schräg-senkrecht stehendem Hufeisen. Dessen kallusartiger Ringwulst ist nicht immer erhalten.

Granne wie rezent, aber oft nur der Grannenansatz erhalten.

Rachilla wie rezent.

Oberfläche wie rezent. Steife, borstige Behaarung an der Basis ist kürzer und fragmentarisch oder fehlt (z. T. vielleicht durch die Verkohlungsbedingung). Deshalb nicht entscheidbar, ob ein echter *A. fatua* oder ein homozygoter Fatuoid vorliegt).

Zwischenformen

Bastarde aus kontrollierten Kreuzungen zwischen *A. fatua* und *A. sativa* (Abb. 4, b–d).

In der F_1 -Generation entstehen 25 % homozygote *A. fatua*. Deren Aussehen ganz oder fast

Die Zwischenformen (Abb. 5, h–k; 10; 11), ausgelesen nach dem Merkmal der Deckspelzenbehaarung.

Diese Haare sind relativ lang und liegen der Deckspelze an. Sie stehen einzeln, in der Zahl von 1 bis

ganz wie *A. fatua* (Abb. 4, b), 25 % homozygote *A. sativa*. Deren Aussehen genau wie *A. sativa*. 50 % heterozygote Bastarde. Deren Aussehen: Durchgehendes Merkmal ist nach LEIST¹⁵ ein sparsamer Besatz der Deckspelze mit einzeln stehenden, borstigen Haaren (Abb. 4, c. d). Abbruchnarbe und Rachilla im wesentlichen wie bei *A. sativa*, erstere z. T. etwas schräger. Doch fallen die Spelzfrüchte nicht von selbst bei der Reife aus. Sie bleiben in der Rispe hängen wie bei *A. sativa*. Granne teils vorhanden (tief oder hoch ansitzend, dick oder dünn), teils fehlend. Die Deckspelzenfarbe variiert zwischen gelb-weiß bis tiefbraun.

etwa 40. Damit sind kombiniert die sonstigen Merkmale von *A. sativa*, also die breite Basis mit horizontalem bis etwas schrägem Bruch an den ersten Spelzfrüchten. Zweite Spelzfrüchte mit dünnem Stielchen. Ab und an stehen an der Basis der ersten Spelzfrüchte einige borstige Haare wie beim Flughafer. Die Form der Basis beider Spelzfrüchte und auch die Basis bei seltener erhalten gebliebenen Ährchen mit Hüllspelzen (Abb. 10–12) zeigt, daß die Früchte bei der Reife sitzen blieben. Die ursprüngliche Farbe ist wegen der Verkohlung nicht erkennbar.

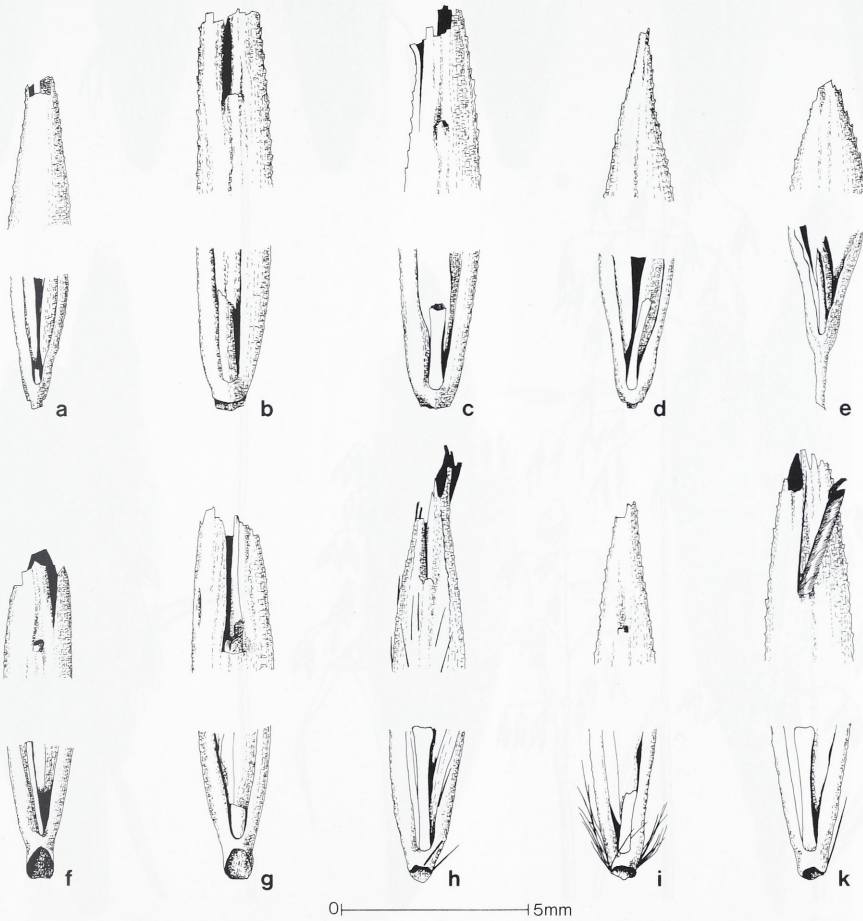


Abb. 5 Verkohlte Spelzfrüchte aus dem Hafer-Vorratsfund Nr. 104 von Feddersen Wierde bei Bremerhaven (1. Jh. n. Chr.). Hier werden einige Spelzfrüchte neu gedeutet: a–e) Saathafer (*A. sativa*); f, g) Flughafer (*A. fatua*); h–k) Bastarde zwischen *sativa x fatua* (heterozygote Fatuoide). Darstellungsweise wie in Abb. 4. Die insgesamt geringere Größe der Spelzfrüchte geht auf die Schrumpfung durch das Verkohlen zurück. Charred grains from the storage finding from the settlement mound Feddersen Wierde, 1. cent. A. D. The grains with glumes have partly been determined in a different way as follows: a–e) *Avena sativa*; f, g) *A. fatua*; h–k) hybrids between *sativa x fatua* (heterocygous fatuoids). Drawings in ventral and dorsal view as in fig. 4. The smaller size of the grains has been caused by shrinking during carbonization.



Abb.6 Wuchshöhen und Aussehen von Saathafer (untere vier Rispen), einem Bastard = heterozygoter Fatuoid (mittelhoch) und von Flughafner (höchste Rispe, diese oben schon ausgefallen). F₁-Generation eines Kreuzungsversuches von *sativa* x *fatua* von LEIST, Augustenberg in Karlsruhe, 25. 7. 1986. Maßstab etwa 1:4.

High and appearance of *Avena sativa* (the four plants in lower height), of one hybrid = heterocygous fatuoid (medium height), and of *A. fatua* (the highest plant). The grains of the upper florets have already fallen out. The F₁-generation of a *sativa* x *fatua* hybridization by LEIST, Augustenberg at Karlsruhe, 25. 7. 1986. c. 1/4 natural size.



Abb. 7 Saathafer (*Avena sativa* L.), Feddersen Wierde, 1. Jh. n. Chr. a-c) Drei erste Spelzfrüchte jeweils von der Dorsal- und Ventralseite, a) mit hoch ansitzender, dicker, schräg stehender Granne, b) ohne Granne, c) mit der Basis für eine hoch ansitzende, dünne, gerade verlaufende Granne; d-f) drei bespelzte Ährchen, bei f) ist die verdickte Ansatzstelle des Rispenstielfens zu sehen. Vergrößerung 8 : 1.

Cultivated oat (*Avena sativa* L.), 1. cent. A.D., Feddersen Wierde, coastal area between the river Weser and the river Elbe, NW-Germany. a-c) Three primary grains in dorsal and ventral view; d-f) Three spikelets with glumes. All x 8.



Abb. 8 Saathafer (*Avena sativa* L.), Feddersen Wierde, 1. Jh. n. Chr. a) Eine kleinere erste Spelzfrucht in Dorsalansicht; b) eine größere erste Spelzfrucht in Ventralansicht. Aufnahme im Raster-Elektronenmikroskop.

Cultivated oat (*Avena sativa* L.). a) One small primary grain in dorsal view; b) one big primary grain in ventral view. Scanning microscope.

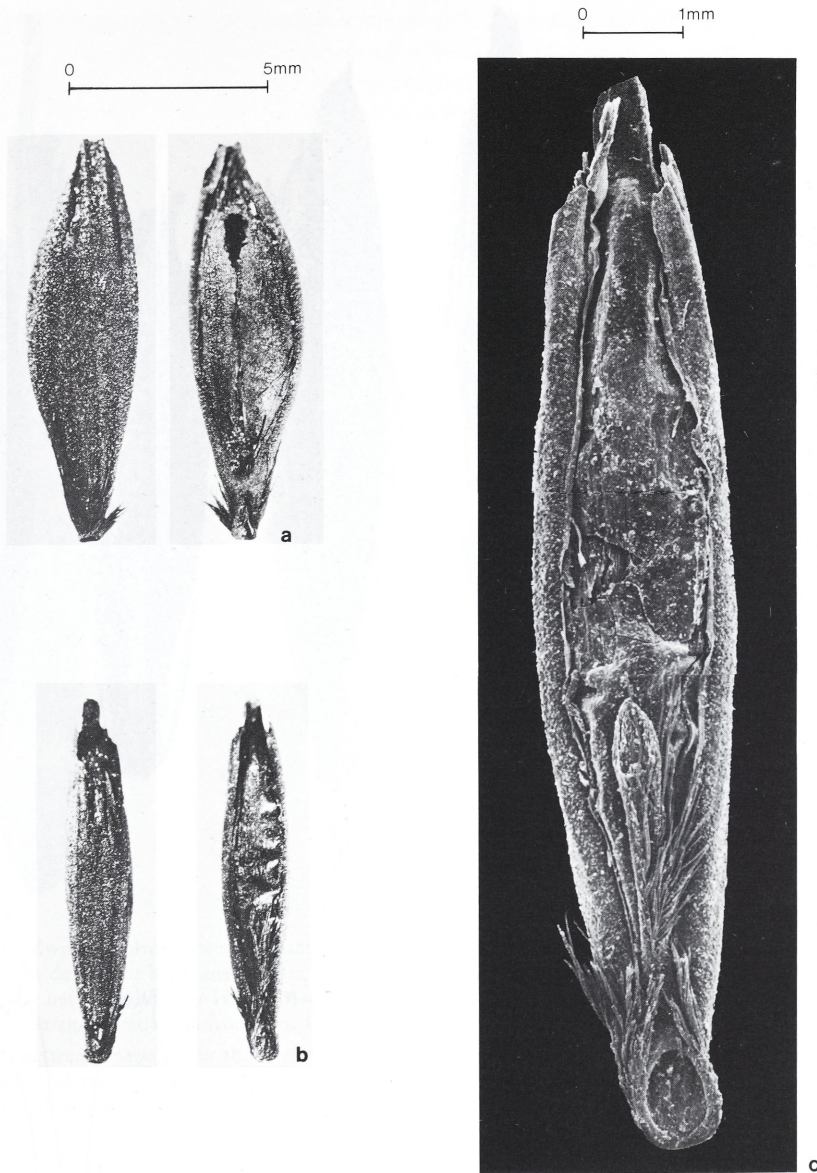


Abb. 9 Flughafer (*Avena fatua* L.), Feddersen Wierde, 1. Jh. n. Chr. a. b) Zwei erste Spelzfrüchte jeweils von der Dorsal- und Ventralseite; c) die Spelzfrucht von b) im Raster-Elektronenmikroskop. Man sieht die beiden hufeisenförmigen Abbruchnarben an der Basis der Spelzfrucht und am Ende der Rachilla sowie die borstige Behaarung an Basis und Rachilla.

Common wild oat (*Avena fatua* L.). a. b) Two primary grains, each in dorsal and ventral view; c) the grain from b) in scanning microscope. The abscission resembling a suckermouth is to be seen at the basis of the grain, and at the end of the rachilla.



Abb. 10 Zwischenformen (heterozygote Bastarde) zwischen Saat- und Flughafer, Feddersen Wierde, 1. Jh. n. Chr. a-c) Drei erste Spelzfrüchte von der Dorsal- und Ventralseite, dabei b) noch mit Resten der →



Abb. 11 Zwischenformen zwischen Saat- und Flughafner, Feddersen Wierde, 1. Jh. n. Chr. a) Eine erste Spelzfrucht dorsal mit hoch ansitzender, gerade verlaufender Granne mit nur schwacher Drehung. Die Deckspelze hat einige borstige Haare; b) wie Abb. 10, b; c) ein Ährchen mit Abbruchnarbe wie bei Saathafer, doch daran sitzenden Basisborsten. Vergrößerung 8:1.

Hybrids between *Avena sativa* and *A. fatua* from Feddersen Wierde. a) One primary grain in dorsal view with highly inserted awn which is only slightly twisted. The lemma with some hairs; b) as fig. 10, b; c) one spikelet with abscission scar as with *A. sativa*, but with basis hairs. x 8.

zu Abb. 10

Hüllspelzen und mit der verdickten Ansatzstelle für das Rispenstielchen. Die Umrißzeichnungen (unten) sollen die borstigen Haare auf der Dorsalseite der Deckspelzen und bei c2 auch an der Basis der Spelzfrucht zeigen. a1–c1 Vergrößerung 8:1; a2–c2 Vergrößerung 5:1.

Hybrids (heterocygous bastards) between *Avena sativa* and *A. fatua* from Feddersen Wierde. a–c) The primary grains in dorsal and ventral view, b) with remains of the glume with the thickened basis of the pedicel. The contour drawings show the hairs on the dorsal side of the lemma, and in c2 also at the basis of the grain. a1–c1 x 8; a2–c2 x 5.

Die Gegenüberstellung der rezenten und der prähistorischen Spelzfrüchte ergab eine voll befriedigende Übereinstimmung bezüglich des Saathaifers (*A. sativa*). Abgesehen von mehr schmalen (dünnen) und auch kürzeren Spelzfrüchten gegenüber heute angebautem Hafer, war die Mehrzahl des Hafers von Feddersen Wierde ein gut ausgebildeter Kulturhafer (Abb. 13). Flughafers ließ sich an der ausgeprägten hufeisenförmigen, stark schrägen und innen hohlen Abbruchnarbe erkennen (Abb. 9). Da die Basisborsten aber weniger und auch kürzer als bei den rezenten waren, ließ sich nicht entscheiden, ob es sich um ursprünglichen Flughafers oder um homozygote Fatuoide aus den Kreuzungen handelt. Für die Zwischenformen ergab sich mit den rezenten eine gute Übereinstimmung aufgrund der Deckspelzenbehaarung und der Abbruchnarbe vom Saathafertyp (Abb. 5, h–k; 10; 11). Die Menge der Deckspelzenhaare und der seltener auftretenden Basishaare war jedoch unterschiedlich. Nach Mitteilung von LEIST schwächen sich diese Merkmale auch an rezentem Hafer in den Folgegenerationen ab. Bezüglich der Abbildungen in der Publikation der Feddersen Wierde¹⁷ ergibt sich durch diese Untersuchung folgende Korrektur: Abbildung 28, S. 123, a–e *A. sativa*, h–k Bastarde zwischen *sativa* und *fatua*. Tafel 16 c Bastard, d–h *A. sativa*.

Für die quantitative Erfassung von Saathafer, Flughafers und Bastarden sind nun weitere Nachuntersuchungen vorgenommen worden. Aus den rund 40 Litern Hafer, welcher 1958 bei der Ausgrabung in Gläser und Kartons gefüllt worden war, wurden 1986 sieben Teilproben von jeweils etwa 500 ml entnommen. Die Zählergebnisse sind in Tabelle 1 enthalten. Es ergab sich, daß Saathafer mit 37–88 % (Mittel 75 %) vertreten war, Flughafers (oder homozygote Fatuoide) mit nur 4 Exemplaren auf 5211 gezählte Spelzfrüchte (also 0,08 %), Bastarde (die heterozygoten) aber mit 12–63 % (Mittel 25 %).

Zu der erheblichen Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Teilproben muß man bedenken, daß die ausgezählte Anzahl von 475–1079 Früchten pro Probe an sich gering ist. Sie entspricht etwa 10–40 Halmen, wenn man von heutigen Saathafer-Rispen ausgeht. Diese enthalten zwischen 18 und 45 Ährchen (mit je einer ersten Spelzfrucht). Eine einzelne Pflanze bildet durch Bestockung in Haferfeldern 3–5 Halme aus, je nach der Bestandesdichte. Die Gesamtzahl von rund 5000 ausgelesenen ersten Spelzfrüchten ist daher an sich noch zu gering, um genauere Mengenanteile zu erhalten und zu werten. Das heißt, daß sich große Schwankungen ergeben, die sich nur bei einer größeren Anzahl von Teilproben ausgleichen können.

Deutung und Diskussion der Befunde

Die bei der früheren Bearbeitung nicht deutbaren „Mischtypen“ haben sich als Kreuzungsprodukte (Bastarde) zwischen Saat- und Flughafers herausgestellt. Sie entsprechen in allen morphologischen Merkmalen den heterozygoten Bastarden, welche in Kreuzungsexperimenten zwischen Saathafer und Flughafers (zu rechnerisch 50 % in der F₁-Generation) erhalten werden. Es waren somit bezüglich der Evolution keine Vorstufen von Saathafer.

Aufschlußreich sind weiterhin die quantitativen Ergebnisse der Auszählung von sieben Teilproben aus dem großen Hafervorrat (Tabelle 1). Dieser enthielt also im Mittel 75 % Saathafer, 25 % Bastarde, aber lediglich 0,08 % Flughafers. Ein so hoher Anteil von Bastarden kann nur bei Anwesenheit von sehr viel Flughafers entstehen. Wenn trotzdem der nachgewiesene Anteil von

¹⁷ KÖRBER-GROHNE, Geobotanische Untersuchungen⁷.



Abb. 12 Zwischenform (heterozygoter Bastard) zwischen Saat- und Flughafer, Feddersen Wierde, 1. Jh. n. Chr. a) Erste Spelzfrucht dorsal, Basis wie bei Saathafer, borstige Haare auf der Deckspelze, hoch ansitzende, dicke, schräg stehende Granne. Aufnahme im Raster-Elektronenmikroskop; b) Ausschnittvergrößerung der Mittelpartie, um die borstigen Haare deutlicher zu zeigen.

One hybrid (heterozygous bastard) between *Avena sativa* x *A. fatua* from Feddersen Wierde. a) One primary grain dorsal, basis like *A. sativa*, lemma with hairs, awn is thick, twisted and highly inserted. Scanning electron microscope; b) part from a) in larger magnification showing the hairs.



a



b

Abb. 13 Der verkohlte Hafer aus dem großen Vorrat (Nr. 104) in dem Backofen von der Feddersen Wierde, 1. Jh. n. Chr. a) Bespelzte Früchte; b) nackte Körner, deren Spelzen durch den Brand abgeplatzt sind. Vergrößerung 5:1.

The charred grain of oats from the baking oven in Feddersen Wierde. a) Grains with glumes; b) naked grains from which the glumes have been destroyed by fire. x 5.

Flughafer im Erntegut so verschwindend gering ist, muß das bedeuten, daß die Bewohner der Feddersen Wierde den Flughafer gezielt eliminiert haben.

Das ist auf verschiedene Weise vorstellbar. Zum Beispiel ist es möglich, die Flughafer-Rispen, welche den Saat- und Bastardhafer deutlich überragen, bereits vor dessen Ausfallen abzuschneiden oder noch besser, die Flughaferpflanzen auszuziehen. Flughafer ist nämlich schon im grünen Zustand bei Entfaltung der Rispe hochwüchsiger als Saathafer (auch als alte Landrassen, z. B. der Nachbau des Nürnberger von 1831) und auch als die Hauptmenge der Bastarde. Während die Bastarde den Saathafer im allgemeinen um eine Rispenlänge überragen, steht der Flughafer nochmals etwa eine Rispenlänge höher (Abb. 6. 14). Da die Bastarde den Habitus von Flughafer haben (Abb. 14. 15), können einzelne höherwüchsige dabei auch mit entfernt worden sein. Das Abschneiden von Flughaferrispen in grünem Zustand ist jedenfalls vor etwa zehn Jahren zur Reduzierung der starken Verunkrautung des Sommergetreides durch Flughafer in den Poldern von Holland mit Erfolg durchgeführt worden¹⁸. Eine andere Möglichkeit, den Flughafer zu eliminieren, wäre, so lange mit der Haferernte zu warten, bis der Flughafer ausgefallen ist. Das geschieht an ein und derselben Rispe kontinuierlich von oben nach unten (vgl. Abb. 6) im Verlauf von mehreren Tagen. Länger dauert das Abreifen einer ganzen Flughaferpflanze wegen des ungleichen Aufwachsens der ersten und späteren Triebe. Eine dritte Möglichkeit, im Erntegut nach dem Dreschen, beim Worfeln gegen den Wind, die Flughaferfrüchte abzutrennen, weil sie im allgemeinen leichter als Saathafer sind, ist nur wenig wirkungsvoll, wie ein Versuch der Verfasserin gezeigt hat, weil die fast im rechten Winkel abstehende, gekniete, kräftige Granne der Flughaferfrüchte wie eine Kralle auch an den Saathaferfrüchten festhält.

Vielleicht sind noch andere Möglichkeiten darüber hinaus wahrgenommen worden, sicher ist jedenfalls, daß die Bewohner der Feddersen Wierde eine Eliminierung des Flughafers vorgenommen haben. Das ist eine beachtliche Leistung. Warum taten sie das? Flughafer läßt sich nicht im Großen ernten, weil die Spelzfrüchte schon dann ausfallen, wenn sie zwar bereits braun, aber noch weich sind. Außerdem können sie bei Vorhandensein anderer Feldfrüchte nicht begehrenswert erscheinen wegen ihrer dichten, langen Behaarung und dicken, geknieten Grannen, die das Trennen von Körnern und Spreu stark erschweren. Da beide Haferarten in dem feuchten, gemäßigt-kühlen Klima gut wachsen, dürfte die Wahl zur eigenständigen Kultivierung des Saathafers nicht schwer gefallen sein. Das plötzliche Auftauchen von Reinfunden dieses Hafers weist auf die Initiative einzelner Menschen oder Menschengruppen hin. Das mag im Falle der Feddersen Wierde noch verstärkt worden sein durch die Tatsache, daß in dem damals unbedeichten Küstengebiet an Getreide nur Gerste und Hafer gedeihen konnten, aber kein Weizen, auch nicht Emmer oder Roggen, die alle salzempfindlich sind.

Flughafer war damals weitgehend in den Feldern verbreitet. Das zeigen die Funde. Wie kam es dazu, daß stellenweise so viel Flughafer vorkam? Aus Untersuchungen von G. BACHTHALER¹⁹ und H. U. AMMON²⁰ geht hervor, daß Flughafer am besten auf Tonböden mit guter Wasser-

¹⁸ H. U. AMMON, Erfolgreiche Bekämpfung des Flughafers – Erfahrungen aus den Niederlanden. Mitt. f. d. Schweiz. Landwirtschaft 26, Jg. 1978, 223 ff.

¹⁹ G. BACHTHALER, Der gegenwärtige Verbreitungsstand von Flughafer (*Avena fatua* L.) in der Bundesrepublik Deutschland. Weed Res. 6 H. 3, 1966, 193 ff.

²⁰ AMMON, Erfolgreiche Bekämpfung¹⁸.



Abb. 14 Heutige Rispen von Flughafer (*A. fatua*) links, Saathafer (*A. sativa*) Mitte und Bastard (= heterozygoter Bastard) rechts, in ihrer natürlichen Wuchshöhe. Aus dem Anbau in der Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg in Karlsruhe durch LEIST, 25. 7. 1986. Maßstab etwa 1:4.

Modern panicles of oats: *Avena fatua* (left side), *A. sativa* (middle), one hybrid (heterocygous bastard) from artificial crossing between *sativa* x *fatua*. From the experiment fields of the Research Institute Augustenberg in Karlsruhe by LEIST, 25. 7. 1986. c. 1/4 natural size.



Abb. 15 Die Bastard-Rispe von Abb. 14 im Maßstab etwa 2:3.
The hybrid panicle from fig. 14 in c. 2/3 natural size.

und Nährstoffversorgung gedeiht. Deshalb war in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts der Flughafer standortsmäßig am stärksten auf den Marschgürteln an der Nordsee verbreitet. Er wächst im Sommergetreide, denn im Wintergetreide wird er durch die Pflanzenkonkurrenz unterdrückt und in Hackfrüchten durch das Unkraut vermindert oder beseitigt.

Der Ackerbau bei der Feddersen Wierde konnte wegen der Sturmflutgefahr, besonders im Winter, nur ein Sommerfeldbau sein. Die Flächen der Feldstücke waren verhältnismäßig klein, weil diese allein auf dem Uferwall der Küste und den Uferwällen der Wasserläufe (Priele) in Frage kamen. Es gab nur fünf angebaute Arten von Feldfrüchten: Gerste, Hafer, Feldbohnen, Lein und Leindotter. Aufgrund dieser Gegebenheiten war jenes Gebiet also von den Bodenbedingungen her optimal für Flughafer, ebenso vom ausschließlichen Sommerfeldbau her. Andererseits war zur Unterdrückung des Flughafers auch die Möglichkeit des Fruchtwechsels mit den Hackfrüchten Bohnen, Lein und Leindotter gegeben.

Vergleicht man mit dem Hafer der Feddersen Wierde den anderen großen Hafer-Vorratsfund von Rullstorf, Kreis Lüneburg²¹, so hat die Spezialuntersuchung einer von H. KROLL freundlich überlassenen Probe des von ihm publizierten Hafers²² ergeben, daß in diesem gut ausgebildeten Saathafer nur 0,8 % Bastarde und kein Flughafer enthalten war (etwa 500 ml verkohlter Hafer enthielt 252 erste Spelzfrüchte mit erhaltener Basis und erhaltener Deckspelze. Davon waren 250 Saathafer und 2 Bastarde). Die Gründe für diese anderen Verhältnisse können vielleicht sein, daß Sandboden nicht gut geeignet für Flughafer ist (mit Ausnahme der heutigen stark mineralgedüngten Sandböden) und daß außerdem Flughafer wohl nicht in allen Gegenden gleich stark verbreitet war. Das haben Untersuchungen von BACHTHALER²³ gezeigt. Diese Beobachtungen an rezemtem Flughafer bestätigen sich offenbar noch für zwei weitere frühgeschichtliche Fundstellen, ebenfalls aus der Zeitepoche des frühen Hafer-Reinanbaues. So enthielt der Saathafer von Ginderup auf dem Sandboden Nord-Jütlands (2. Jahrhundert n. Chr.) nur eine einzige Spelzfrucht von Flughafer in einer erheblichen Menge von Saathafer²⁴. Demgegenüber fand H. HELBAEK in dem großen Hafer-Vorratsfund von Dalshøj auf der Insel Bornholm ein Gemisch von Saat- und Flughafer²⁵.

U. KÖRBER-GROHNE

Zusammenfassung

Anlaß zu diesen Untersuchungen gaben in einem großen frühgeschichtlichen Haferfund (Feddersen Wierde/NW-Deutschland, 1. Jahrhundert n. Chr.) Typen von Spelzfrüchten, die zwar einige Merkmale von Saathafer (*Avena sativa*) und Flughafer (*A. fatua*) besaßen, aber außerdem Merkmale zeigten, die von den beiden genannten Arten abwichen. Die Frage, ob es sich in dieser Frühepoche des Hafer-Reinanbaues um Vorformen von Saathafer im Verlauf der Evolution oder um Kreuzungsprodukte zwischen Saat- und Flughafer handelt, konnte 1958, bei der Bearbeitung des Fundes, nicht geklärt werden, sondern wurde nur dokumentiert.

²¹ Datierung wahrscheinlich auf das 2./1. Jahrhundert v. Chr. nach einem „ganz erhaltenen Gefäß der Stufe Seedorf, welches mit verkohltem Getreide gefüllt war“. In derselben Fundstelle hat sich jedoch auch Keramik des 4. Jahrhunderts v. Chr. gefunden. Aus Brief von W. GEBERS an die Verf. vom 23. 6. 1986.

²² KROLL, Vorgeschichtliche Vorratsfunde⁴.

²³ BACHTHALER, Verbreitungsstand¹⁹.

²⁴ HELBAEK, Food plants⁵.

²⁵ HELBAEK, Bornholm plant economy⁶.

Inzwischen sind von landwirtschaftlichen Forschungsanstalten verschiedentlich Untersuchungen über das Flughafersproblem durchgeführt worden, zum einen wegen der zunehmenden Verunkrautung von Sommergetreide mit Flughafers, zum anderen wegen der genetischen Reinhaltung des Saatgutes beim Saathafers. Speziell zu letzterem konnte in über 10-jährigen genetischen Experimenten durch LEIST und später auch durch BICKELMANN gezeigt werden, daß intermediäre Typen (Fatuoide und Bastarde), deren Merkmale zwischen denen von Saat- und Flughafers stehen, nur zu einem sehr geringen Teil durch Mutation bedingt sind, hingegen zum größten Teil durch Kreuzung zwischen beiden Arten. Die Bearbeiter beschreiben die betreffenden Merkmale sowie die Ursachen, unter denen sie entstehen können.

Erst aufgrund dieser Ergebnisse war es KÖRBER-GROHNE möglich, das Problem der „Mischtypen“ in dem Hafers der Feddersen Wierde nochmals aufzugreifen. Das geschah 1986 anhand von sieben Teilproben aus dem großen Vorratsfund in dem abgebrannten Ofen des 1. Jahrhunderts n. Chr. Die Bestimmung und Auszählung von insgesamt 5211 Haferskörnern mit erhalten gebliebenen Deckspelzen (und zwar wurden nur die ersten Spelzfrüchte eines Ährchens benutzt) ergab im Mittel 75 % Saathafers, 25 % Zwischenformen und nur 0,08 % Flughafers. Die Zwischenformen besaßen die morphologischen Merkmale der von LEIST beschriebenen heterozygoten Bastarde, die durch Kreuzung zwischen Saat- und Flughafers entstehen. Sie erwiesen sich somit als Bastarde, d. h. Kreuzungsprodukte zwischen den beiden genannten Arten. Deshalb können diese nicht als Vorstufen des Saathafers im Laufe der Evolution angesehen werden. Aus den Ergebnissen der quantitativen Analysen ist zu folgern, daß der relativ hohe Anteil von Bastarden einen hohen Anteil von Flughafers voraussetzt. Da Flughafers in dem Erntevorrat aber nur verschwindend wenig enthalten war, müssen die Bewohner der Feddersen Wierde den Flughafers gezielt eliminiert haben und das über Jahre hinaus. Es werden die Methoden genannt, wie dies damals gehandhabt worden sein könnte. Auch die ökologischen Ansprüche von Flughafers werden dargelegt. Zum Vergleich für die Mengenanteile Saathafers-Bastarde bzw. Saathafers-Flughafers zieht die Bearbeiterin weitere Fundkomplexe aus der Frühzeit des vorgeschichtlichen Hafers-Reinanbaues heran.

Summary

The reason for this investigation was a large prehistorical find of oats at Feddersen Wierde/NW-Germany, dated to the 1st century A.D. This complex contained fruits with glumes which showed on the one hand characteristics of cultivated oat (*Avena sativa*) as well as common wild oat (*A. fatua*) on the other hand characteristics diverging from the two species mentioned. Unfortunately it was not possible to determine during the examination of the find whether in this early period of cultures of pure oats these forms represented preliminary stages of cultivated oat in the evolution or hybrids of cultivated oat and common wild oat⁷.

Since that time, agricultural research institutes have carried out various examinations on the problem of common wild oat, firstly concerning its increasing occurrence as a weed in summer grain fields, secondly with the aim of keeping the seeds of cultivated oat genetically pure. Especially in relation to the latter case LEIST and later on BICKELMANN were able to demonstrate in experiments which were carried out over a period of more than ten years that intermediary types (fatuoids and hybrids) with characteristics between those of cultured and common wild oat are only caused at a very small proportion by mutation. The greatest proportion, however, is caused by crossing of the two species. The two authors described the relevant characteristics as well as the conditions under which they are able to develop.

Only on the basis of these results it was possible that KÖRBER-GROHNE could tackle anew the problem of the „intermediary forms“ in the oats from the Feddersen Wierde. In 1986 this was done by examining seven subsamples from the great storage find in the burnt-down baking oven dating from the 1st century A. D. The determination and counting of a total of 5211 oat grains with preserved glumes (only the first fruits with glumes of a spikelet were used) revealed an average of 75 % cultured oat, 25 % intermediary forms and only 0,08 % common wild oat. The intermediary forms showed the morphological signs of the heterozygous hybrids, resulting from the crossing of cultured and common wild oat, described by LEIST⁹. Thus they turned out to be hybrids, that is crossbreeds of the two abovementioned species. For this reason they cannot be considered to be preliminary stages of cultivated oat in the course of the evolution. It is to be concluded from the results of the quantitative analyses that the relatively high proportion of hybrids implies also a high proportion of common wild oat. But as the stock of grain contained only a negligible amount of common wild oat, the inhabitants of Feddersen Wierde must have deliberately eliminated the common wild oat over a period of years. Methods, how this could have been done are mentioned in this article. The ecological demands of the common wild oat are also described. Additionally the complex from Feddersen Wierde is compared under the aspect of quantitative proportions of cultured oat-hybrids and cultured oat-common wild oat with other finds of the early stage of prehistoric pure culture of oats.

Abbildungsnachweise:

Abb. 1.2 N. LEIST

Abb. 3–15 U. KÖRBER-GROHNE

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. U. KÖRBER-GROHNE, Institut f. Botanik, Universität Hohenheim
Garbenstraße 30
7000 Stuttgart 70

Dr. ULRIKE BICKELMANN und
Dr. NORBERT LEIST, Staatl. Untersuchungs- u. Forschungsanstalt Augustenberg
Neßlerstraße 23
7500 Karlsruhe-Durlach