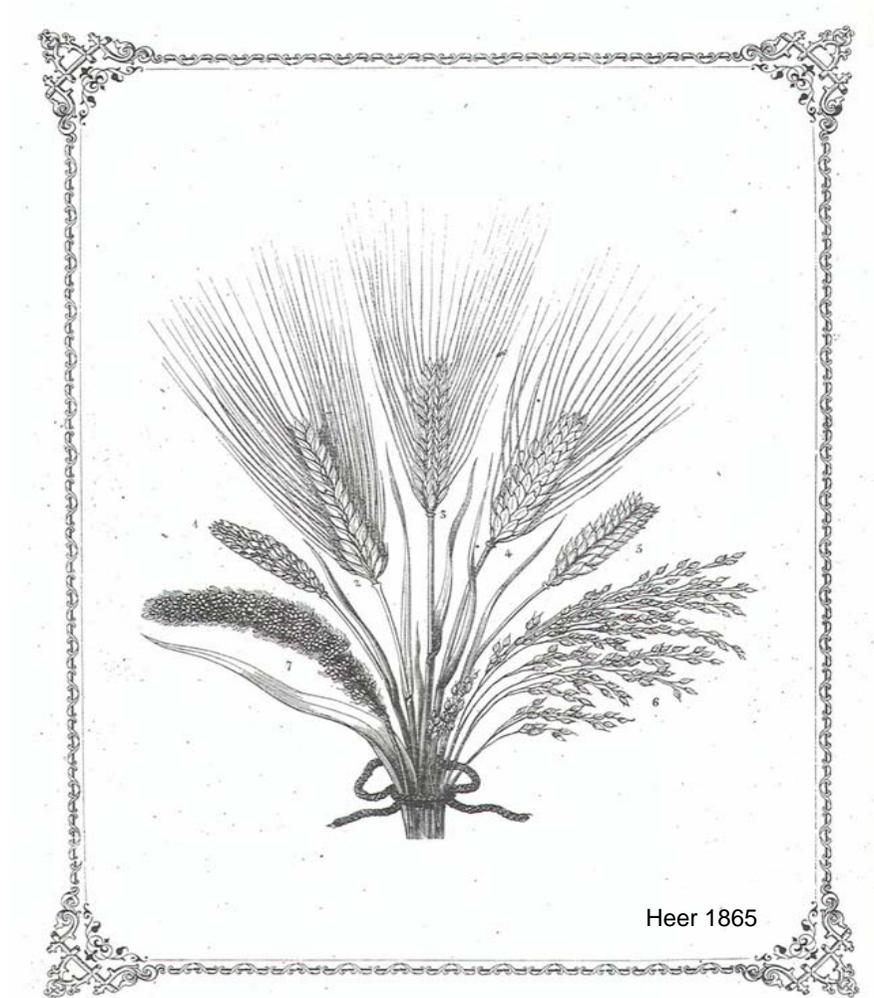


# Bestimmung von Getreidefunden aus archäologischen Ausgrabungen

2. Auflage, 2006



Heer 1865

Stefanie JACOMET  
Und MitarbeiterInnen  
Archäobotanik Labor  
IPNA, Universität Basel

# GETREIDE: CEREALIA

## Fam. Poaceae /Gramineae (Süss-Gräser)

### Systematik und Taxonomie

Alle Getreide gehören botanisch (taxonomisch) zu der Familie der Süssgräser, Poaceae, syn. Gramineae). Dabei handelt es sich um eine der grössten Familien der Bedecktsamer (Angiospermen) mit >10'000 verschiedenen Arten. Im folgenden ist die systematische Stellung der wichtigsten Getreide-Taxa dargestellt:

Klasse: Monocotyledoneae

Ordnung: Poales

Familie: Poaceae (= Gramineae) (Süssgräser)

Unterfamilie: Pooideae

Tribus: Triticeae

Subtribus: Triticinae

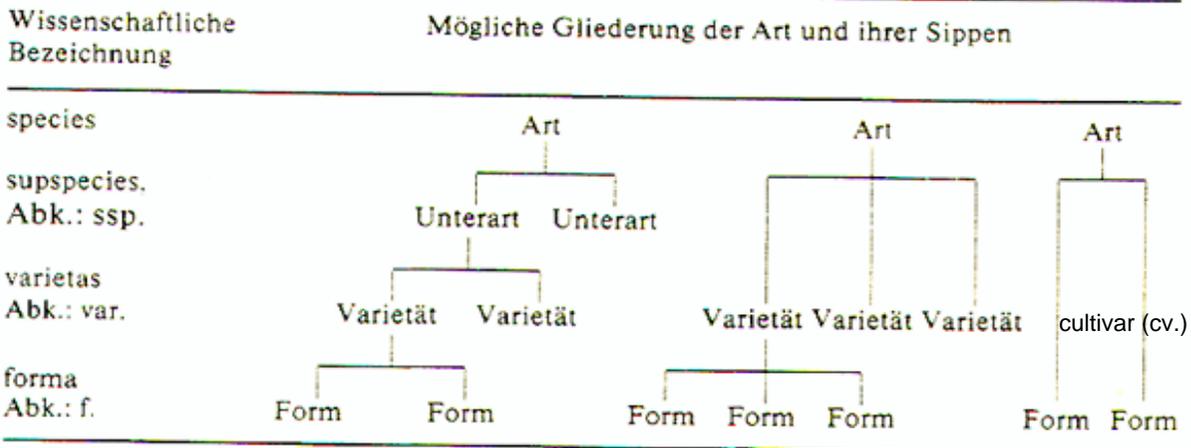
Gattungen: **Triticum** (Weizen, wheat); **Aegilops**; **Hordeum** (Gerste; barley); Elymus; Hordelymus; Agropyron; **Secale** (Roggen, rye)

Achtung: Avena (Hafer) und die Hirsen gehören zu anderen Tribus.

Die Bestimmung von prähistorischen Getreiden erfordert Kenntnisse auf verschiedenen Gebieten der Botanik. Dies sind vor allem Morphologie und Anatomie, aber auch Phylogenie und heutzutage auch Genetik. Weil es sich bei den meisten Getreiden um domestizierte Taxa handelt, lassen sich die Gattungen in viele verschiedene Unterarten, Varietäten und Formen aufteilen (siehe untenstehende Tabelle). Bei den domestizierten Taxa wird die taxonomische Kategorie der Varietät auch als Sorte bezeichnet (lat. cultivar, abgekürzt: cv.). Dies bezeichnet eine Varietät, welche sich durch Auslese und Züchtung entwickelt hat. Kultivar ist der niedrigste taxonomische Rang bei den domestizierten Pflanzen. Manchmal werden Kultivare auch als Rassen bezeichnet. Landrassen haben sich durch genetische Isolation unter bestimmten Umweltbedingungen gebildet, während Hochzuchtrassen das Ergebnis von starker Selektion (und heute auch genetischer Veränderung) durch Menschen sind. Wie dem auch sei: die morphologische Abgrenzung von Kultivaren ist schwierig, manchmal unmöglich. Es braucht dafür detaillierte morphologische Kenntnisse.

### Gliederung der Art

Schubert/Wagner 1988



# Einführung, Voraussetzungen für die Bestimmung

Die stärke- und eiweissreichen Körner der Getreidearten stellen seit Beginn der Neolithisierung das wichtigste Grundnahrungsmittel dar. Seit dem frühesten Neolithikum des nahen Ostens, in Mitteleuropa seit dem 6. Jt. v. Chr., werden Getreidearten kultiviert. Der Untersuchung ihrer Reste aus archäologischen Ausgrabungen kommt daher eine sehr grosse Bedeutung zu. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Erforschung der Ernährungsgrundlagen; zudem können sie wichtige Indizien zu den Einwanderungswegen einzelner Kulturgruppen oder auch zu sozialen Strukturen liefern (für das letztere siehe etwa Bogaard 2004)..

Die einzelnen Getreidearten hatten in den verschiedenen urgeschichtlichen Epochen eine unterschiedliche Bedeutung. Die ältesten mitteleuropäischen Getreide sind verschiedene Weizenarten (Gattung Triticum) und die mehrzellige Gerste (Gattung Hordeum), weshalb diese im folgenden auch ausführlich behandelt werden. Erst nach dem Neolithikum kamen Hirse-Arten, Hafer und Roggen in grösserer Menge (und als Kulturpflanzen) nach Mitteleuropa .

Im folgenden wird versucht, einen Überblick über den momentanen Wissensstand zu geben, was das bestimmen von Getreide aus archäologischen Fundstellen betrifft. Die folgenden Ausführungen basieren auf dem „Getreidebestimmungs-Manual“ von 1987, es wurden dazu einige seither erschienene Literatur zum Thema eingearbeitet. Ausser Informationen aus der Literatur umfassen die folgenden Ausführungen auch viele eigene Beobachtungen, die sich während unserer langjährigen Arbeit mit archäologischen und rezenten Kulturpflanzenresten ergeben haben.

Alle existierenden Bestimmungsbücher (Florenwerke) sind für die Bestimmung von Getreide aus archäologischen Fundstellen Zwecke kaum geeignet, denn die Pflanzenteile, die diagnostisch wichtige Merkmale enthalten, sind nicht oder nur fragmentarisch erhalten. Auf den Ausgrabungen findet man ja nur in den seltensten Fällen ganze Pflanzen oder mindestens ganze Blütenstände - im Falle des Getreides meistens Ähren. In >95% der Fälle treten uns die Getreide in Form von einzelnen Körnern, Teilen der Ährenspindel, Spelzen, Grannen und ev. Halmfragmenten entgegen (vgl. Abb. weiter hinten). Oft müssen (resp. mussten) die Kriterien für eine Identifikation für archäologische Getreidefunde zuerst speziell ausgearbeitet werden.

Zumeist liegen die Reste, oft auch in Feuchtbodensiedlungen, in verkohltem Zustand vor, so dass ihre Dimensionen nur mit Mühe mit Rezentmaterial vergleichbar sind. Formveränderungen durch Verkohlen sind in jedem Fall zu beachten, sie sind oft schwer einschätzbar. Unverkohlte Getreidereste, sehr oft Reste von Ährenspindeln und Spelzenbasen, weisen zwar noch ihre ursprünglichen Masse auf, sind aber meist stark fragmentiert, stark zusammengepresst und oft stark korrodiert.

Die Bestimmung der Getreidefunde geht immer zuerst von morphologischen Kriterien aus. Erst in zweiter Linie werden auch Messdaten als Bestimmungshilfe herbeigezogen. Diese letzteren können ausserdem der Vergleichbarkeit verschiedener untersuchter Siedlungsplätze miteinander dienen. Ab und zu muss auch auf anatomische Merkmale bei der Bestimmung zurückgegriffen werden. Wichtig ist ausserdem, dass man den Erhaltungszustand eines Pflanzenrestes genau beschreibt. Auch wenn aufgrund ihrer morphologischen und ev. auch anatomischen Merkmale Getreidereste oft bestimmt werden können, so hat doch ihre Vermessung nur einen Sinn, wenn ihr Erhaltungszustand gut ist, sie also nicht irgendwie deformiert sind. Ausserdem sind Formveränderungen durch das Verkohlen zu berücksichtigen.

Die im Folgenden verwendete Nomenklatur folgt Van Zeist 1984 (folgend einem morphologischen Artkonzept, siehe die folgenden Seiten). Für einen Vergleich mit der modernen taxonomischen Gruppierung siehe Zohary & Hopf 2000.

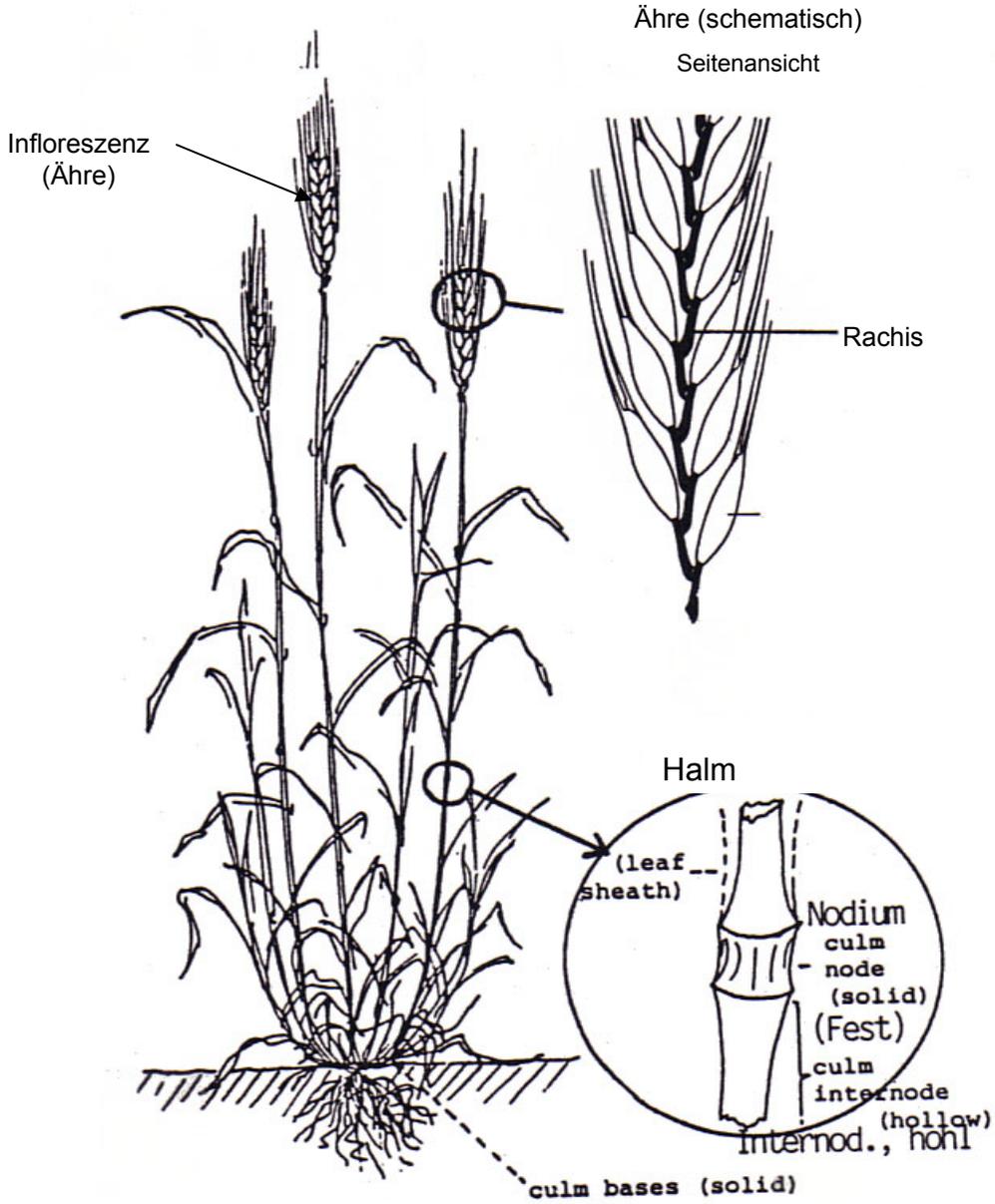
Table 1: Wild and cultivated species of *Triticum* (wheat)

	English	French	German	Distribution	Remarks
<b>diploid (N=14)            hulled wheats</b> <i>Triticum boeoticum</i> Boiss. emend. Schiem. <i>T. boeoticum</i> ssp. <i>aegilopoides</i> (Link.) Schiem. <i>T. boeoticum</i> ssp. <i>thaoudar</i> (Reuter) Schiem.  <i>Triticum monococcum</i> L.	wild einkorn wheat 1-grained wild einkorn 2-grained wild einkorn	engrain sauvage	wildes Einkorn	SE. Europe, W. Asia Transcaucasia	wild ancestor of <i>T. monococcum</i>
	einkorn wheat (small spelt)	engrain	Einkorn	locally grown	widely cultivated in ancient times
<b>tetraploid (N=28)            hulled wheats</b> <i>Triticum dicoccoides</i> Körn  <i>Triticum araraticum</i> Jakubz.  <i>Triticum dicoccum</i> Schübl.  <i>Triticum palaeocolchicum</i> Men. <i>Triticum timopheevii</i> Zhuk.	wild emmer wheat	amidonnier sauvage	wilder Emmer	Syro-Palestinian region	wild ancestor of most tetraploid wheats
	wild emmer wheat			Transcaucasia, N. Iran N. Iraq, E. Turkey	
	emmer wheat	amidonnier	Emmer	locally grown	widely cultivated in ancient times.
	Kolchic emmer wheat Timopheevi wheat			Georgia Georgia	
<b>naked wheats</b> <i>Triticum durum</i> Desf. <i>Triticum turgidum</i> L. <i>Triticum persicum</i> Vav. (= <i>T. carthlicum</i> Nevski)  <i>Triticum polonicum</i> L.  <i>Triticum turanicum</i> Jacobz. (= <i>T. orientale</i> Perc.)  <i>Triticum parvicoccum</i> Kislev	hard wheat (macaroni wheat) rivet wheat (poulard wheat) Persian wheat	blé dur blé poulard	Hartweizen Rauhweizen Persischer Weizen	Mediterranean Mediterranean Iran, Iraq, Caucasus	the species identification of archaeological naked wheat remains (4x and 6x) is still a serious problem
	Polish wheat		Polnischer Weizen	S. Europe, Near East, India	
	Khorassan wheat		Khorassan-Weizen	Iran, Iraq	restricted to irrigated fields
					extinct archaeobotanical species
<b>hexaploid (N=42)            hulled wheats</b> <i>Triticum spelta</i> L. <i>Triticum macha</i> Dekr. et Men. <i>Triticum vavilovii</i> (Tum.) Jakubz.	spelt wheat Makha wheat Vavilov's wheat	épeautre	Dinkel (Spelz)	Iran, Europe Georgia Armenia	
	bread wheat (common wheat)	blé tendre	Saatweizen	temperate and continental regions	see <i>Triticum durum</i>
	club wheat	blé compact	Zwergweizen	same, of minor importance	in ancient times more widely cultivated than nowadays
<i>Triticum sphaerococcum</i> Perc.	Indian dwarf wheat (shot wheat)		Indischer Kugelweizen	India	

Table 2: Wild and cultivated cereal species other than wheat

	English	French	German	Distribution	Remarks
<i>Hordeum spontaneum</i> C. Koch	wild two-row barley	orge sauvage	Wildgerste	E.Mediterranean, W. Asia	wild ancestor of all cultivated barleys
<i>Hordeum distichum</i> L. emend. Lam. <i>Hordeum distichum</i> var. <i>zeocrithon</i> Körn. (= <i>Hordeum zeocrithon</i> L.)	two-row barley dense-eared two-row barley	orge à deux rangs	zweizeilige Gerste Pfaueengerste		
<i>Hordeum distichum</i> var. <i>nudum</i> <i>Hordeum agriocrithon</i> Aberg	naked two-row barley "wild" six-row barley	orge nue	Nacktgerste	China, Japan Tibet, Near East	hybrid of <i>H. vulgare</i> and <i>H. Spontaneum</i>
<i>Hordeum lagunculiforme</i> Bakhteyev				Turkmenistan	brittle rachised barley with bottle-shaped grains; reported for archaeological sites in Crimea, Caucasia and N. Iraq
<i>Hordeum vulgare</i> L. emend. Lam. <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>tetrastichum</i> (= <i>Hordeum tetrastichum</i> Kcke.)	six-row barley lax-eared six-row barley	orge polystique	mehrzeilige Gerste lockerährlige Gerste		
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>hexastichum</i> (= <i>Hordeum hexastichum</i> L.)	dense-eared six-row barley		dichtährlige Gerste		
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>coeleste</i> L. (= <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> )	naked six-row barley	orge nue	Nacktgerste	China, Japan	important crop plant in prehistoric Near East
<i>Secale montanum</i> Guss.	wild rye	seigle sauvage	Wildroggen	Mediterranean, Near East	perennial wild rye
<i>Secale cereale</i> L.	rye	seigle	Roggen	Europe, Turkey	cultivated rye and weedy rye types
<i>Secale ancestrale</i> Zhuk.	wild rye	seigle sauvage	Wildroggen	Turkey	weedy rye
<i>Avena sterilis</i> L. <i>Avena byzantina</i> C. Koch <i>Avena fatua</i> L. <i>Avena sativa</i> L.	wild red oat cultivated red oat common wild oat common oat	folle avoine avoine	Flughafer Saathafer	Mediterranean, Near East Mediterranean Mediterranean, Europe Europe, W. Asia	wild cultivated weedy cultivated
<i>Panicum miliaceum</i> L.	broomcorn millet (proso millet)	millet	Rispenhirse	Asia, C. and SE. Europe	occasionally reported for Near eastern sites
<i>Setaria viridis</i> Beauv. <i>Setaria italica</i> (L.) Beauv.	green bristle-grass Italian millet (foxtail millet)	setaire verte millet des oiseaux	grüne Borstenhirse Kolbenhirse (Borstenhirste) Körnerhirste (Mohrenhirse)	Mediterranean Mediterranean, Europe	wild ancestor of <i>S. italica</i>
<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench (= <i>Sorghum vulgare</i> Pers.)	grain sorghum			Africa, Asia	
<i>Oryza sativa</i> L.	rice	riz	Reis	tropical and subtropical regions	in first century B.C. cultivated in Mesopotamia, in Roman times in the Levant

# Morphologie der Getreidepflanze (Bsp. Weizen)



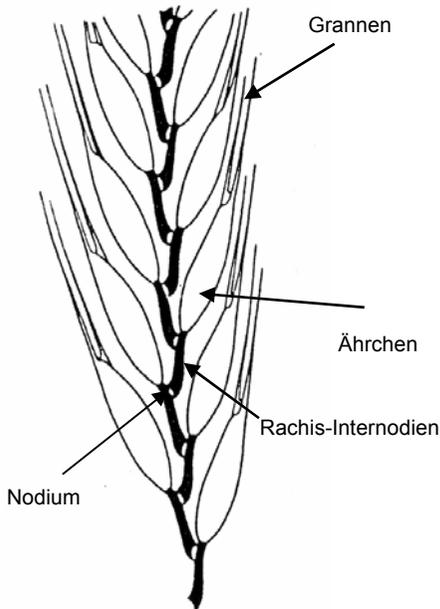
## Morphologie der Getreideinfloreszenz

Der verbreitetste Blütenstandtyp (= Infloreszenz-Typ) unter den Getreidearten ist die **Ähre** (morphologisch genau: Doppelähre (Weizen) und Tripelähre (Gerste); Troll 1957). Alle Weizen- und Gerstenarten, ausserdem der Roggen haben ährenförmige Blütenstände. Eine Ähre ist folgendermassen definiert: an einer Hauptachse sind die seitlichen Blüten (bzw. Teilblütenstände im Fall der Gräser) sitzend angeordnet (siehe Teil 1).

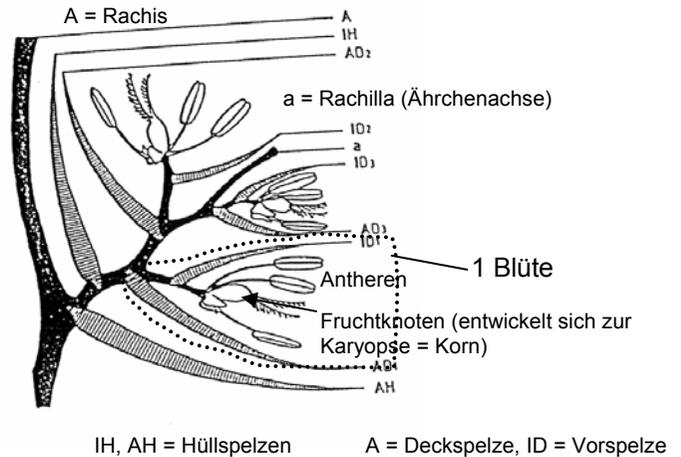
Hafer und Hirsen haben Rispen als Blütenstände (im Fall der Kolbenhirse sind die Ährchenäste sehr kurz, so dass eine Ähre vorgetäuscht wird).

Im folgenden betrachten wir als Beispiel eine Ähre genauer:

**Ähre (Schema)**  
Seitenansicht



**Ärchen (Schema)**



Kaussmann & Schiewer 1989

### Ähre:

Eine **Getreideähre** setzt sich aus einer **Ährenachse** (Spindel) und aus an dieser Achse sitzenden Teilblütenständen = **Ährchen** (spikelets) zusammen, die ihrerseits Blüten enthalten. Die Ährenachse (Rachis) besteht aus einzelnen **Spindelgliedern** (Internodien), die an den Nodien miteinander verbunden sind. Die Ährenachse kann auf 2 verschiedene Arten ausgebildet sein:

- **brüchig**, d.h. sehr leicht in Einzelteile Ährchen mit einem Spindelglied) zerbrechend. Charakteristisch vor allem für alle Wildgräser der Unterfamilie Triticinae (Wild-Weizen). Die domestizierten Spelzweizen wie Einkorn und Emmer besitzen eine mässig-brüchige Rachis.
- **fest**, d.h. beim Dreschen kaum in Einzelteile zerbrechend. Typisches Kulturpflanzenmerkmal, besonders charakteristisch z.B. für Nacktweizen (*Triticum aestivum*, *T. turgidum*, *T. durum*).

### Ährchen :

Grundeinheit der Poaceen-Infloreszenz; es handelt sich um einen Teilblütenstand mit einer stark gestauchten Achse. Bei den Wildgetreidearten bildet das Ährchen eine Verbreitungseinheit. Das Ährchen ist **ein- oder mehrblütig**. Es wird umhüllt von **2 Hüllspelzen**, die unterschiedliche Formen aufweisen können (vgl. die einzelnen Arten).

### Blüten:

Eine Poaceenblüte setzt sich aus 4 Teilen zusammen: einer **Deckspelze** (lemma) und einer **Vorspelze** (palea), die den **Fruchtknoten**, aus dem sich das **Korn (Karyopse)** entwickelt, umhüllen, sowie den **Antheren** (Staubgefässen). Die Deckspelze kann einen mehr oder weniger langen Fortsatz haben, die Granne.

Wird das Korn fest von der Deck- und Vorspelze umhüllt, spricht man von **Spelzgetreide**. Bei diesem lässt sich das Korn erst nach einer Vorbehandlung (meist Darren = leichtes Rösten) und mithilfe eines Mörsers von den Spelzen befreien. Sitzt das Korn nur lose zwischen Deck- und Vorspelze, so handelt es sich um freidreschende Arten oder **Nacktgetreide**.

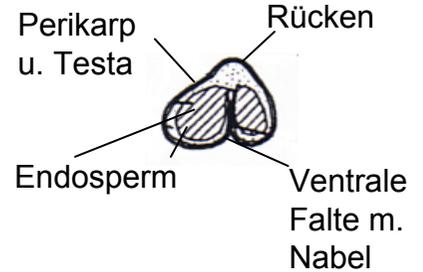
# Das Getreide- „Korn“ = Karyopse

(= einsamige, coenokarpe Nuss, bei der Fruchtwand (Perikarp) und Samenschale (Testa) miteinander verwachsen sind)

Auf der Rückenseite des Kornes ist die junge Pflanze, der Embryo erkennbar; er ist mehr oder weniger stark in eine Höhlung eingesenkt. Das Innere des Kornes wird eingenommen vom Endosperm, einem Nährgewebe, das vor allem Stärke enthält. Auf der Bauchseite liegt - in eine Falte eingesenkt, der langgestreckte Nabel. Das Korn wird umhüllt von einer ganzen Reihe von Schichten:

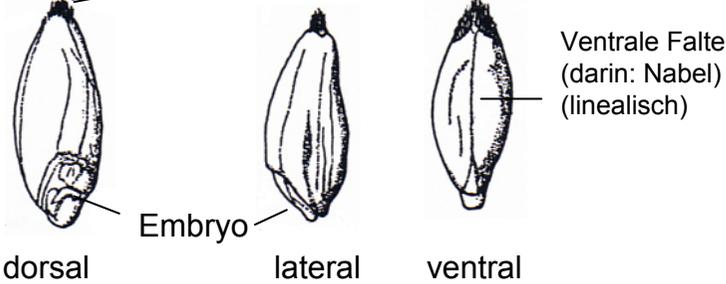
- dem **Perikarp** (Fruchtschale), welches Vitamine und Mineralien enthält
- der **Testa** (Samenschale)
- der **Aleuron-Schicht**, die vor allem Proteine enthält.

## Querschnitt :

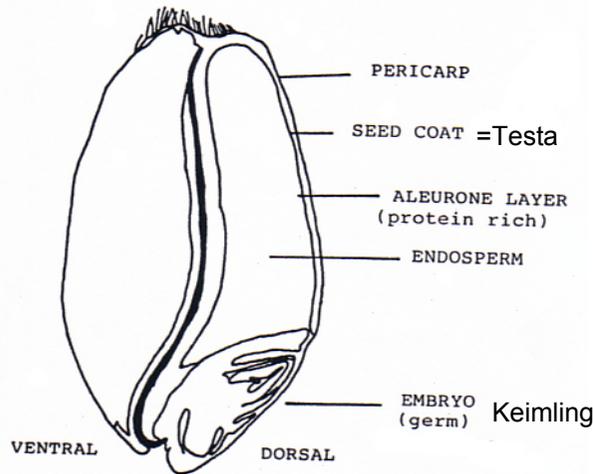


Haarschopf / hears

Von aussen :



## Schnitt:



Charles 1984

## Schnitt durch Perikarp, Testa etc.

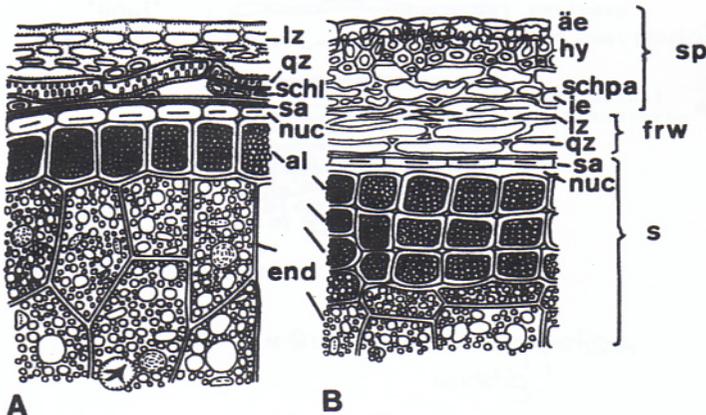


Abb. 30. A: *Secale cereale*. Querschnitt durch den Rand einer Frucht. lz Längs-, qz Querszellen, schl Schlauchzellen, sa Samenschale, nuc Nuzellarrest, al Aleuronzellen, end Endosperm. B: *Hordeum sativum*. Querschnitt durch den äußeren Teil eines Kornes. äe äußere, ie innere Epidermis, hy Hypoderm, schpa Schwammparenchym, sp Spelze, frw Fruchtwand, s Same. Sonst wie in A. Nach GASSNER 1951.

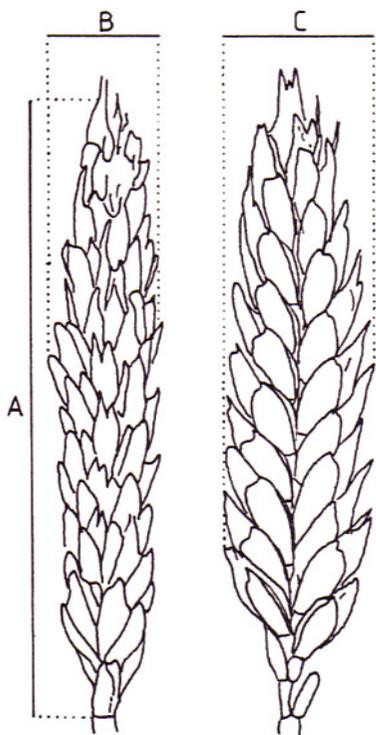
(gilt prinzipiell für alle Früchte der Poaceae = Süssgräser )

# Praktisches Vorgehen bei der Bestimmung

Die diagnostisch wichtigen Merkmale der Fundstücke werden notiert (dafür können je nach Bedarf Formulare entworfen werden). Gut erhaltene Objekte werden –je nach Bedarf - nach den vorgegebenen Messstrecken vermessen (Messstrecken: siehe unten). Aus den erhobenen Messdaten werden div. Indices berechnet. Aufgrund der morphologischen Merkmale und (unter Umständen) der Auswertung der Messdaten werden die Objekte einer bestimmten Art/Varietät etc. zugewiesen. Die Objekte werden für die Publikation auch gezeichnet oder fotografiert

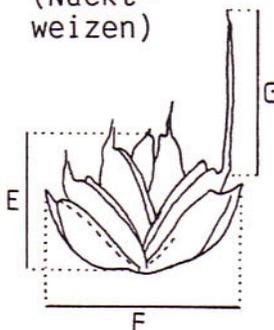
## Mess- Strecken Getreide (1)

### Aehren (Nacktweizen)



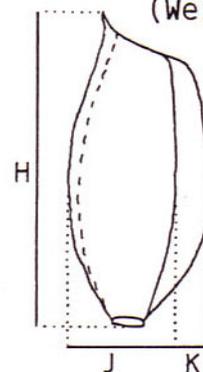
### Aehrchen

(Nacktweizen)



### Hüllspelze

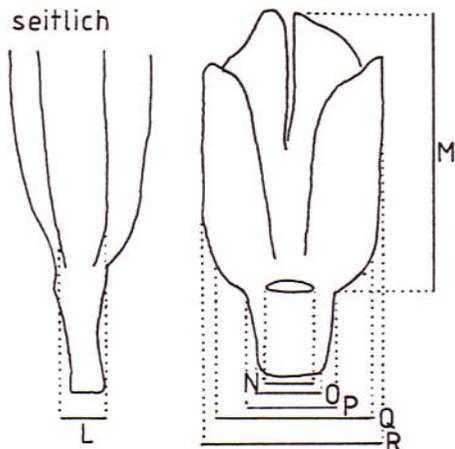
(Weizen)



Legende: siehe die folgende Seite

### Aehrchen, Aehrchengabeln (Spelzweizen)

seitlich



### Aehren- spindel, mehr- gliedrig

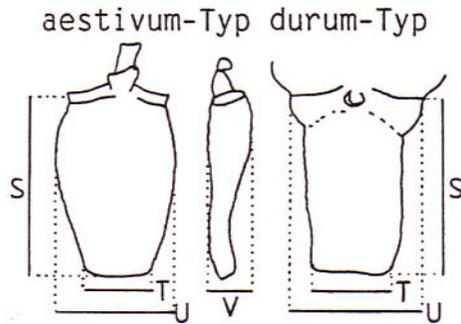


Weiteres zur Vermessung von Spelzweizendrusch siehe weiter hinten

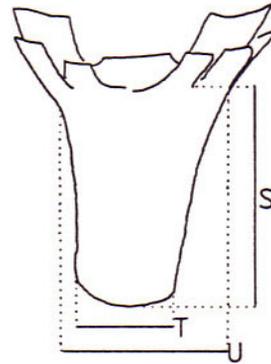
# Mess- Strecken Getreide (2)

## Rachis-fragmente

(Nacktweizen)



## Rachisfragmente (Gerste)



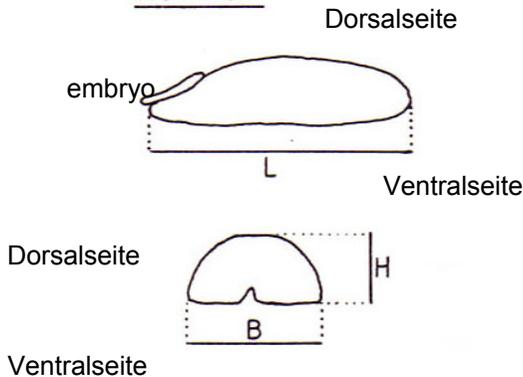
### Legende:

A: Ährenlänge  
 B: Ährenbreite (Aufsicht)  
 C: Ährenbreite (Seitenansicht)  
 D: Länge der Ährenspindel  
 E: Ährchenlänge  
 F: Ährchenbreite (max.)  
 G: Grannenlänge  
 H: Länge der Hüllspelze  
 J: Hüllspelzenbreite (zw. Kiel und 1. Seitennerv)

K: Breite des Hüllspelzenrestes  
 L: Hüllspelzenbasisbreite  
 M: Ährchenlänge  
 N: Breite der Abbruchnarbe des nächsthöheren Spindelgliedes  
 O: Basisbreite des Internodiums  
 P: Maximalbreite des Internodiums  
 Q: Basisbreite des Ährchens

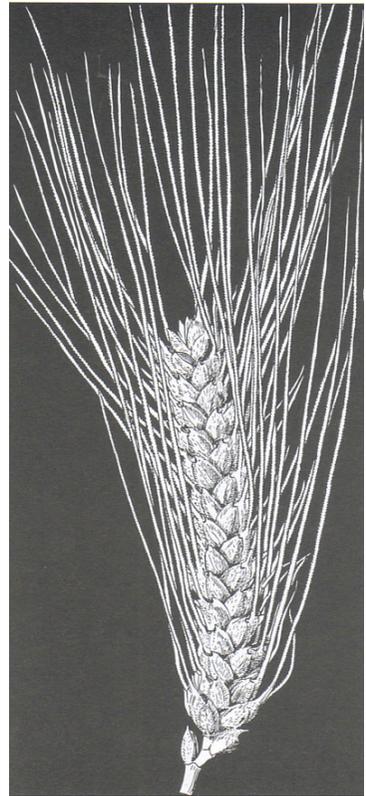
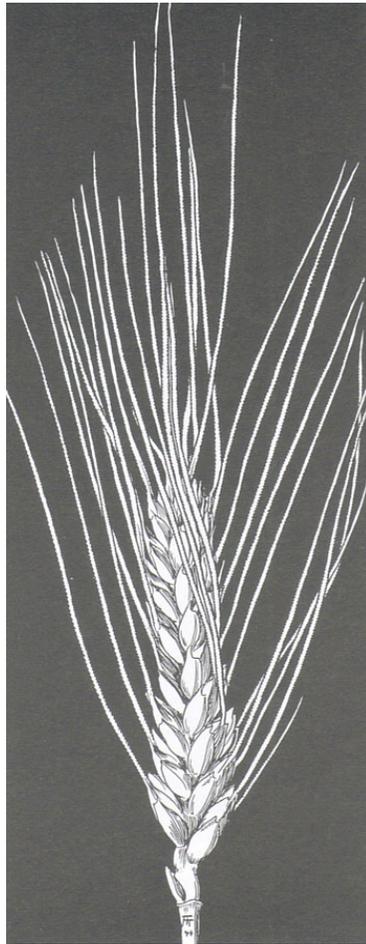
R: Max. Breite des Ährchens  
 S: Internodienlänge  
 T: Internodienbasisbreite  
 U: Internodienmax. Breite  
 V: Internodiendicke

## Körner



L: Länge  
 H: Höhe  
 B: Breite

## Blütenstände der Getreidearten 1. Weizen / wheat (*Triticum*)



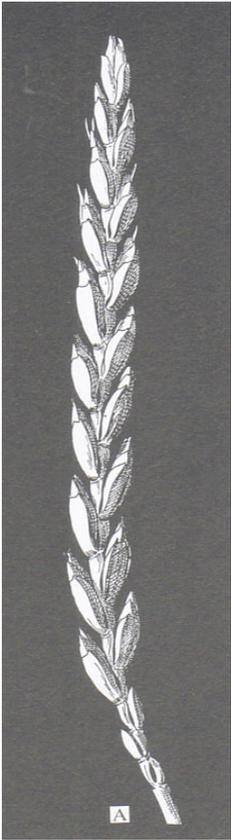
*Triticum monococcum*  
(diploid, Spelzw.)

*Triticum dicoccum*  
(tetraploid, Spelzw.)

*Triticum durum*  
(tetraploid, Nacktw.)

*Triticum turgidum*  
(Tetraploid, Nacktw.)

Blütenstände der Getreidearten 1. Weizen (*Triticum*) (Forts.)



*Triticum spelta*  
hexaploid, Spelzw.



*Triticum aestivum* (hexaploid, Nacktw.)

B: *ssp. compactum*

*ssp. vulgare*

C: mit Grannen

D: ohne Grannen

# WEIZEN (*Triticum*): Taxonomie, Varietäten

Die Weizenarten können nach 2 möglichen Kriterien gegliedert werden :

a) nach dem **Ploidie-Niveau**, also der Chromosomenzahl

b) nach der **Art des Spelzenschlusses**: es gibt bespelzte und nackte Weizenformen.

b1) **Spelzweizen**: dicke, feste Spelzen umschliessen das Korn fest. Durch Dreschen kann das Korn nicht einfach aus dem Ährchen befreit werden; vielmehr wird die Ähre in einzelne Ährchen aufgebrochen. Um nackte Körner zu erhalten, müssen die Ährchen u. U. geröstet (gedarrt) und anschliessend gestampft oder gemörsert werden (vgl. Hillman 1984). In diese Gruppe gehören:

Diploids: Einkorn (*Triticum monococcum*)

Tetraploids: Emmer (*Triticum dicoccum*)

Hexaploids: Dinkel (*Triticum spelta*)

b2) **Nacktwoizen**: Die Körner sitzen nur lose in den Spelzen drin. Bei der reifen Ähre sind die Körner von aussen sichtbar. Die Spelzen sind im allgemeinen weniger verdickt und verholzt als bei den Spelzweizen. Die Körner lassen sich leicht durch Dreschen aus den Ähren befreien. In diese Gruppe gehören :

Tetraploide: Hartweizen (*Triticum durum*)

Rauhweizen (*T. turgidum*)

Hexaploide: Saatweizen (*Triticum aestivum*)

Heute gibt es >17 000 Weizensorten! vgl. z.B. Percival 1974

Table 1 | **Species and their derived forms**

Salamini et al. 2002

Species names in this review (common name)	Biological species	Genome and ploidy	Ear and seed traits	No. of loci that support B vs NB rachis*	Alleles of loci that affect either glume or glume and ear rachis (chromosome) <sup>†</sup>	References
<i>T. boeoticum</i> (wild einkorn)	<i>T. monococcum</i> L. ssp. <i>boeoticum</i> Boiss.	AA	H, B	2	<i>Sog<sub>A</sub></i> (2S)	27
<i>T. monococcum</i> (cultivated einkorn)	<i>T. monococcum</i> L. ssp. <i>monococcum</i>	AA	H, NB	2	<i>Sog<sub>A</sub></i> (2S)	27,29
<i>T. urartu</i> (wild <i>T. urartu</i> )	<i>T. urartu</i> Tuman.	AA	H, B	2	–	–
<i>Ae. tauschii</i> (wild <i>Ae. Tauschii</i> )	<i>Ae. tauschii</i> Coss.	DD	H, B	1	<i>Tg<sub>D</sub></i> (2S)	51,52
<i>T. dicoccoides</i> (wild emmer)	<i>T. turgidum</i> L. ssp. <i>dicoccoides</i> Aschers.	AABB	H, B	2; polygenic	<i>Tg2<sub>B</sub></i> (2S), <i>q<sub>A</sub><sup>§</sup></i> (5L), <i>Qft<sub>5A</sub></i> (5S), <i>Qft<sub>6A</sub></i> (6)	44,50,56,114,115, 116,117
<i>T. dicoccum</i> (cultivated emmer)	<i>T. turgidum</i> L. ssp. <i>dicoccum</i> Schübl.	AABB	H, NB	2	<i>Tg2<sub>B</sub><sup>  </sup></i> (2S), <i>q<sub>A</sub></i> (5L)	50,116
<i>T. durum</i> (hard wheat)	<i>T. turgidum</i> L. ssp. <i>durum</i> Desf.	AABB	FT, NB	polygenic	<i>tg2<sub>B</sub></i> (2S), <i>Q<sub>A</sub></i> (5L), <i>qft<sub>5A</sub></i> (5S), <i>qft<sub>6A</sub></i> (6)	50,51,56,114,116,118
<i>T. parvicoccum</i> ( <i>T. parvicoccum</i> , archaeobotanical)	<i>T. turgidum</i> L. ssp. <i>parvicoccum</i> Kislev	(AABB)	FT, NB	–	–	–
<i>T. araraticum</i> (wild Timopheev's wheat)	<i>T. timopheevii</i> Zhuk. ssp. <i>araraticum</i> Jakubcz.	AAGG	H, B	–	–	–
<i>T. timopheevii</i> (cultivated Timopheev's wheat)	<i>T. timopheevii</i> Zhuk. ssp. <i>timopheevii</i>	AAGG	H, NB	–	–	–
<i>T. spelta</i> (spelt)	<i>T. aestivum</i> L. ssp. <i>spelta</i>	AABBDD	H, NB	2	<i>Tg2<sub>B</sub>Tg<sub>D</sub></i> (2S), <i>q<sub>A</sub></i> (5L), <i>Qft<sub>5A</sub><sup>  </sup></i> (5S), <i>Qft<sub>6A</sub><sup>  </sup></i> (6)	53,55,108,114,119
<i>T. vulgare</i> (bread wheat)	<i>T. aestivum</i> L. ssp. <i>vulgare</i> Host.	AABBDD	FT, NB	2	<i>tg2<sub>B</sub>tg<sub>D</sub></i> , <i>Q<sub>A</sub><sup>  </sup></i> , <i>qft<sub>5A</sub><sup>  </sup></i> , <i>qft<sub>6A</sub></i>	44,48,51,116

Nomenclature is taken from REF 5, with modifications. \*Genes that affect rachis but not glume traits. †Subscripts indicate genomes. ‡Designated as q2 in REF. 56. §Allele inferred from genotype of wild emmer. ¶Allele inferred from genotype of hard wheat. ¶¶The trait is under the control of the single gene *N* (recessive *n*, naked seeds)<sup>80</sup>. *Ae.*, *Aegilops*; B, brittle rachis, ears disarticulating at maturity into spikelets; FT, free-threshing, soft glumes, shorter rachis internode, tougher rachis; H, hulled wheat, in the spikelet, the kernels of H wheats are covered by tenacious glumes, not easily separated from grains during threshing; *H.*, *Hordeum*; NB, non-brittle, non-brittle (tough) rachis that does not disarticulate at maturity; Q, Q factor; S., *Secale*; *Sog*, tenacious glumes; *T.*, *Triticum*; *Tg*, tenacious glumes.

## Herkunft:

**Genetik:** Wildgräser mit 2n=14 Chromosomen (Wildeinkorn = *Triticum boeoticum* s.l., *Aegilops*-Arten, ev. auch *Agropyron*-Arten) und solche mit 2n=28 Chromosomen Wildemmer = *Triticum dicoccoides*)

**Geographie:** Naher Osten (fruchtbarer Halbmond) (siehe Zohary & Hopf 2000 und z.B. Salamini et al. 2002)

# Weizen: Phylogenie

(ohne diploide)

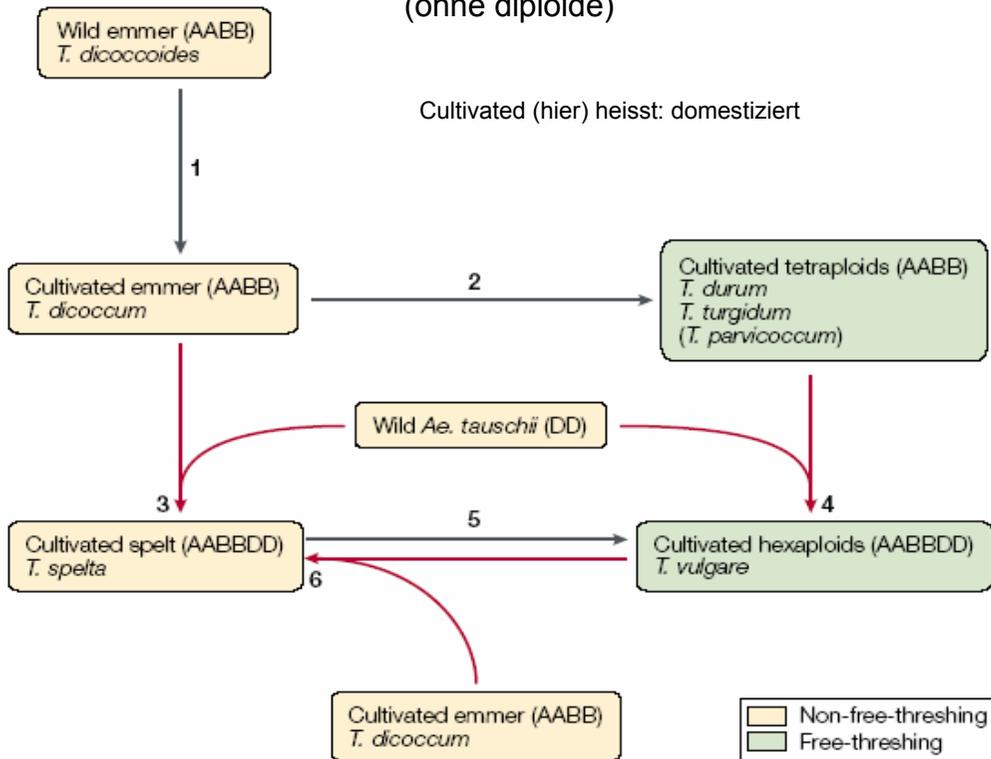


Figure 4 | **Models for the evolution of polyploid wheats under cultivation and domestication.** The red arrows indicate hybridization events; the black arrows show domestication events (see text for details). *Ae.*, *Aegilops*; *T.*, *Triticum*.

Salamini et al. 2002

**Morphologische Besonderheiten:** Ährchen mehrblütig, Hüllspelzen breit Deckspelzen begrannt oder unbegrant .

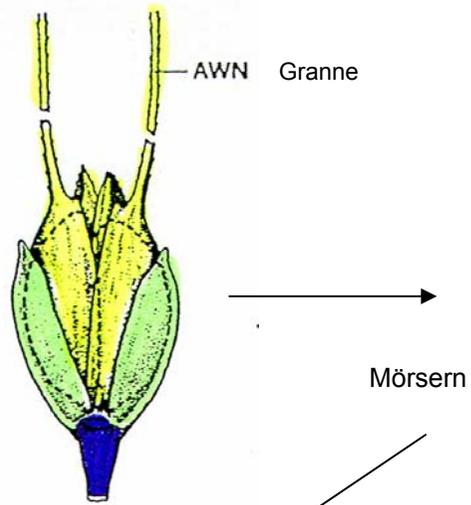
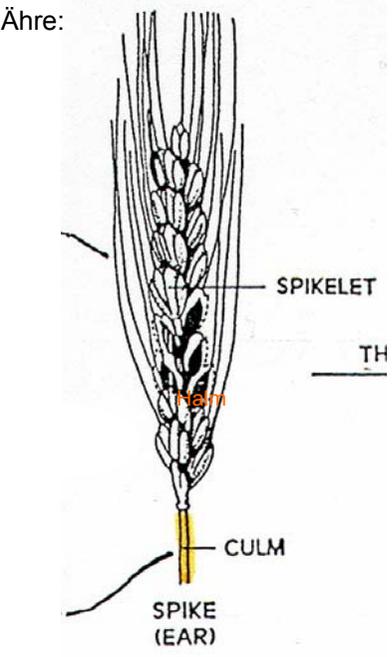
## Wichtigste morphologische Merkmale der Fundobjekte

**Körner:** Weizenkörner können - je nach Artzugehörigkeit - unterschiedliche Formen aufweisen. Im allgemeinen sind sie oval-tropfenförmig im Umriss (siehe Abb. weiter hinten)

**Spindelglieder:** länglich, meist mehr oder weniger rechteckig, mit geraden oder geschwungenen Seitenkanten. Je nach Artzugehörigkeit hatten die breiten Basen der Hüllspelzen am Spindelglied (siehe Abb. weiter hinten)

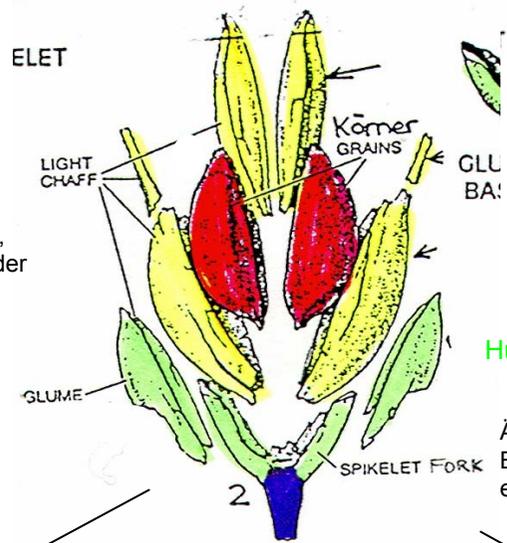
# Die wichtigsten Bestandteile von Getreideähren: Spelzweizen (Einkorn, Emmer, Dinkel)

Ährchen (Bsp. Emmer)



Dreschen

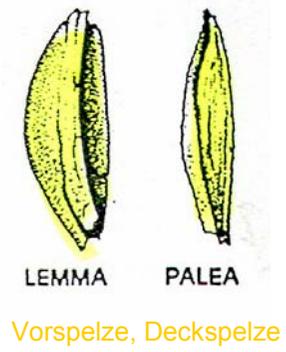
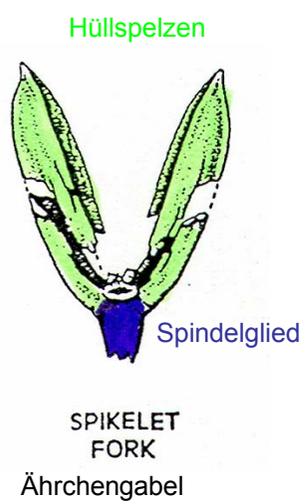
Mörsern



Light chaff = leichte Spreu: Vorspelze, Deckspelze, Grannenfr., obere Teile der Hüllspelze

Hüllspelze

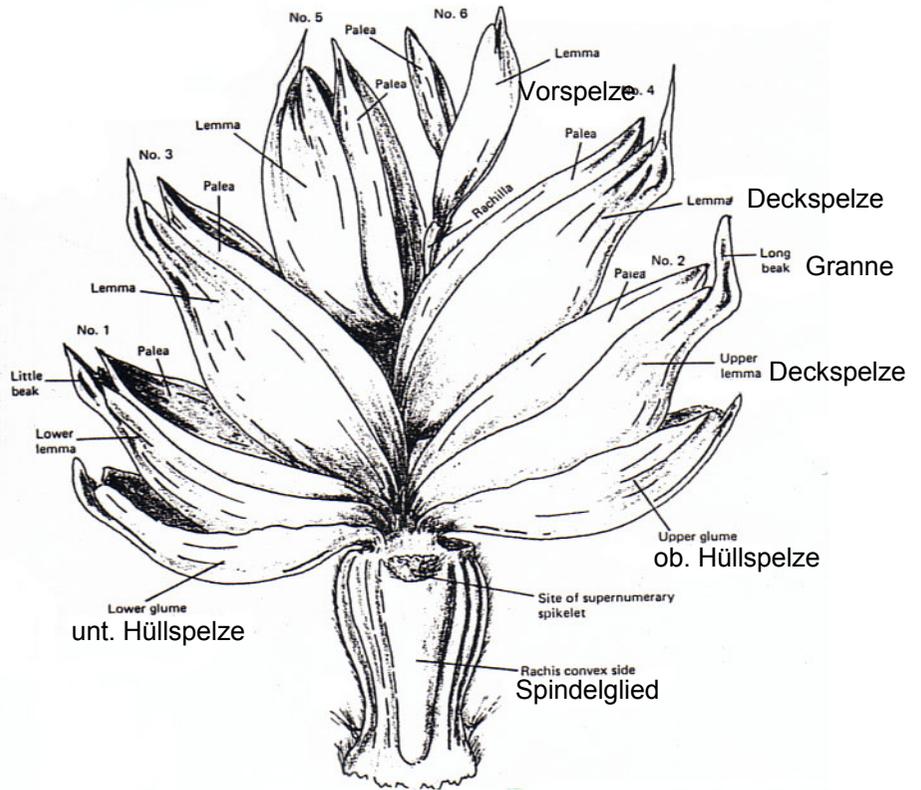
Ährchengabel: besteht aus den massiven Basen der Hüllspelzen und einem Teil eines Spindelgliedes



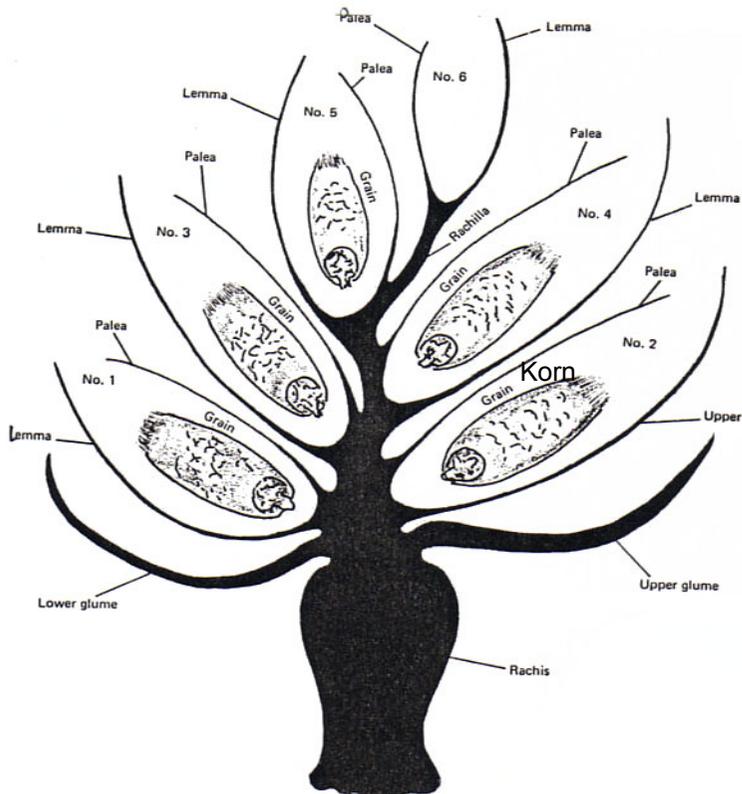
# Die wichtigsten Bestandteile von Getreideähren: Nacktweizen

## Ährchenschema Saatweizen (6n): *T. aestivum*

Aufsicht:

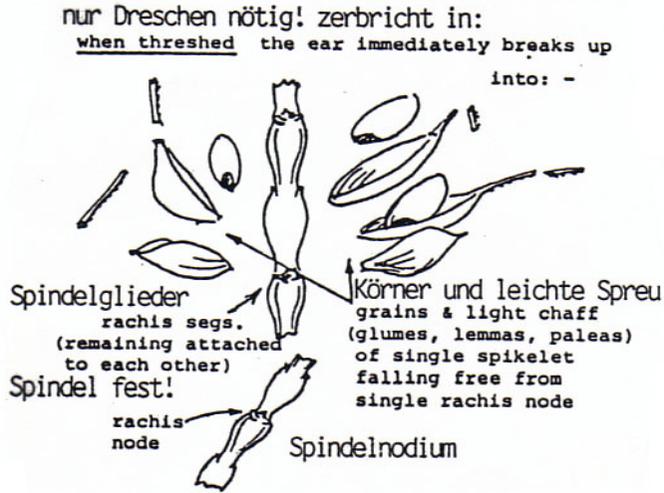


Schnitt:



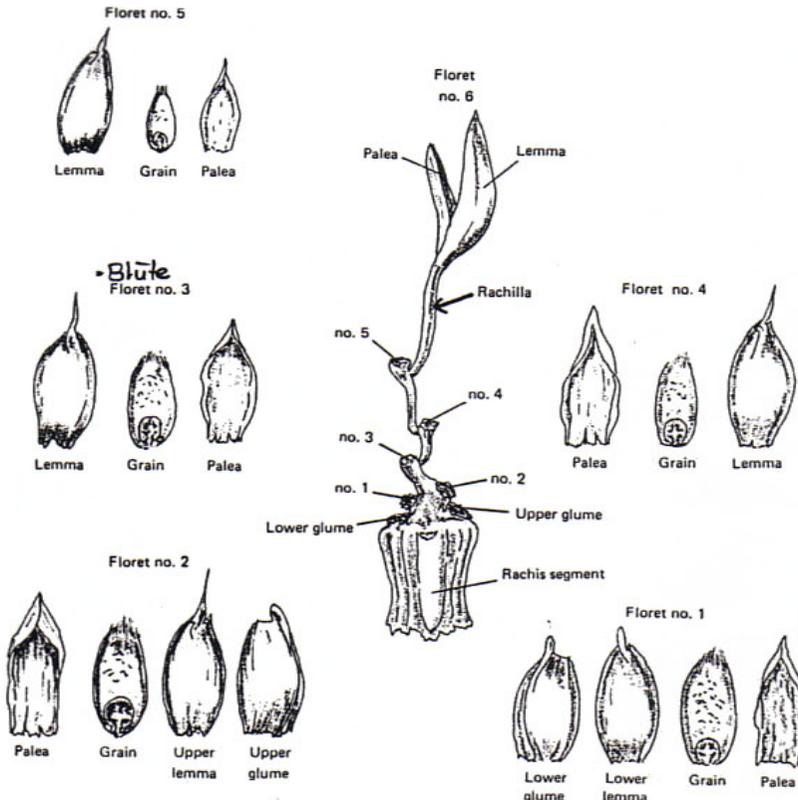
# Die wichtigsten Bestandteile von Getreideähren: Nacktweizen

nach dem Dreschen:



Hillmann 1984

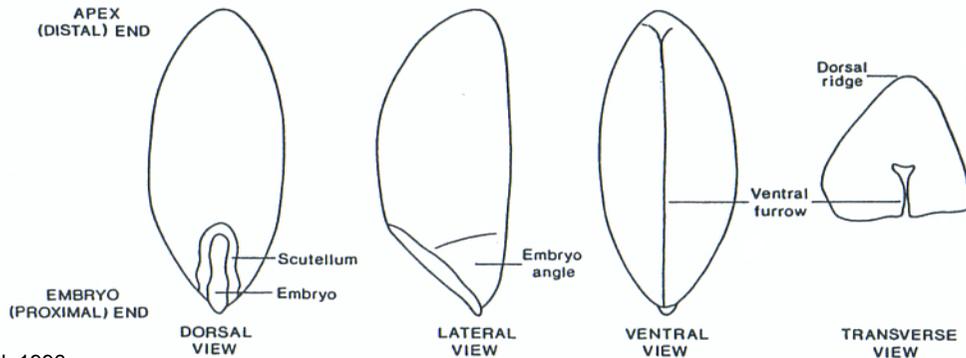
Ährchen, zerlegt ,schematisch:



Hervey-Murray 1980

# Bestimmung von verkohlten Körnern prähistorischer Weizenarten

## Das Weizenkorn



Hillman et. al. 1996

### Vorgehen

Meist liegen Weizenkörner in verkohltem Zustand im Fundmaterial vor. In feucht erhaltenen Sedimenten gibt es auch viele unverkohlte Reste von Getreidekörnern, meist als kleine Fragmente. Deren Bestimmung erfordert speziellen Aufwand und wird hier nicht näher behandelt (siehe etwa Dickson 1989; Körber-Grohne 1981).

Bei verkohlten Körnern ist wichtig, als erstes den Erhaltungszustand zu notieren

- a) gute Erhaltung, keine Deformationen oder Beschädigungen sichtbar
- b) kaum/wenig beschädigt
- c) Pop-Corn-artiges Aussehen, Stärke hervorquellend
- d) Korn fragmentiert

Als zweites wird die Form in Aufsicht, die Form in Seitenansicht und die Form des Querschnittes analysiert und die Beobachtungen notiert. Anschliessend sind die Form der Bauchfurche, die Lage des Keimlings, Strukturen der Kornoberfläche und ev. vorhandene Haare am Kornapex zu beobachten und zu notieren. Zum Schluss werden (u. U.) einige gut erhaltene Körner vermessen (Länge, Breite, Höhe); aufgrund der Messwerte werden verschiedene Indices berechnet. Die einzelnen Weizenarten zeichnen sich im allgemeinen durch eine charakteristische Form (Merkmalskombination) und auch charakteristischen Indices aus (siehe weiter hinten bei den einzelnen Taxa).

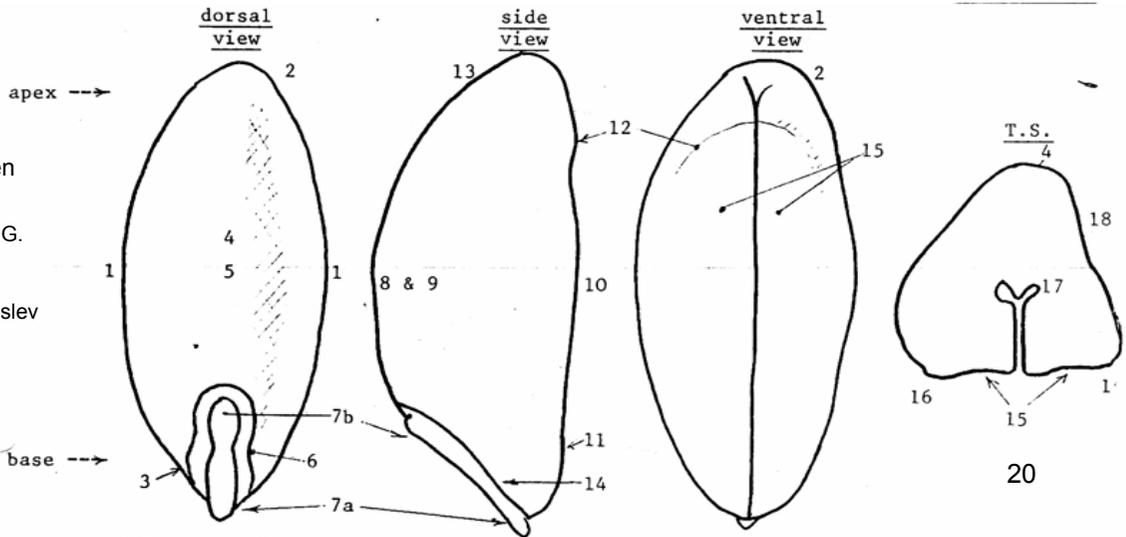
### Kommentar:

Obwohl es eine ganze Reihe von morphologischen Merkmalen gibt, die zur Unterscheidung der Körner der einzelnen Weizenarten herbeigezogen werden können, ist doch oft die Identifizierung (Artzuweisung) schwierig. Dies hat verschiedene Ursachen (Knörzer 1970, S. 33., Hillman et al. 1996 eigene Beobachtungen):

- die morphologischen Ähnlichkeiten zwischen den Körnern der einzelnen Arten sind von vornherein recht gross
- Körner ein- und derselben Art können erheblich in ihrer Form variieren, z.B. bedingt durch ihre Stellung innerhalb der Ähre resp. des Ährchens, oder aufgrund der Tatsache, ob sie als einzelne Körner oder als Ährchen resp. Ähren verkohlt sind
- Sorten und Herkünfte innerhalb einer Art unterscheiden sich in Gestalt und Ausmassen ganz erheblich
- die gestaltlichen Veränderungen beim Verkohlen sind gross - je nach Verkohlungsbedingungen ändern sich die Formen in unterschiedlicher Weise

Allen Schwierigkeiten zum Trotz ist es meist möglich, die Weizenkörner zu bestimmen, zumindest solche aus normal entwickelten Ährchen in der Mitte der Ähren. Voraussetzung ist allerdings ein guter Erhaltungszustand. Ausserdem ist es sehr hilfreich, wenn wir in einer Kornprobe auch Druschreste (vor allem Spindelglieder und Spelzen) finden, da diese oft bessere diagnostische Charakteristika aufweisen als die Körner. Findet man reine Kornproben, so kann eine Artbestimmung schwierig werden (vgl. hierzu etwa Jäger 1966, Hajnalova 1978, Knörzer 1970 oder Dalnoki & Jacomet 2002 und viele andere). Nur einzelne Arten weisen i. allg. so charakteristische Formen auf, dass ihre Bestimmung sicher möglich ist (z.B. Einkorn, einkörniges). Schwierig kann die Unterscheidung von Emmer und Dinkel werden, und auch für die Abgrenzung der Körner der verschiedenen Nacktweizengruppen der Tetraploidea (Hartweizen und Rauhweizen) und Hexaploidea (Saatweizen) existieren keine für den „täglichen Gebrauch“ wirklich brauchbaren Unterscheidungsmerkmale (siehe dazu etwa Kislev 1984 und weiter hinten, einzelne Taxa).

# Bestimmungsmerkmale für die Bestimmung verkohlter Getreidekörner



\*=wichtigste Kriterien

nach: Kursunterlagen G. Hillman (unpubliz.), Hillmann et al 1996, Jacomet (unp.) und Kislev 1984 (ohne nur für Wildgetreide geltende Kriterien)

## a) Körner und Dorsal- od. ev. Ventralansicht:

- \*1 Form im Umriss, Symmetrie
  - eher breit-oval
  - eher schlank
- 1 Kornseiten
  - gebogen
  - gerade (parallele Seiten)
- \*1 breiteste Stelle des Kornes
  - in der Mitte
  - in der oberen Hälfte (tropfenförmig)
  - in der unteren Hälfte
- \*2 Form des Apex:
  - spitz zulaufend
  - zwischen spitz und abgerundet
  - abgerundet-stumpf
- \*3 Form der Kornbasis
  - spitz zulaufend
  - weniger spitz bis abgerundet
- \*4 Verlauf der Rückenlinie (siehe auch Querschnitt)
  - mit "Kamm", oft sehr deutlich
  - im allg. abgerundet; wenn "Kamm" vorhanden, dann sehr niedrig
- \*5 "Kamm" entlang des Kornes herablaufend (siehe auch 12)
  - symmetrisch
  - asymmetrisch (diagonal)
- 6 Form des Scutellum
  - oft in der Mitte eingezogen
  - selten in der Mitte eingezogen
- 19 Position des Embryo
  - in Höhle eingesenkt
  - schräg aufsitzend
- 21 Kornoberfläche
  - glatt
  - Längsfurchen auf der Dorsalseite (Abdrücke der Spelzen)
  - horizontale Fältchen
- 22 Haare am Apex
  - >1mm lang
  - < 1mm lang
  - grob
  - sehr fein

## b) Körner in Seitenansicht

- \*8 Verlauf der Rückenlinie:
  - flach
  - gleichmässig gewölbt
  - deutlich gewölbt, höchster Punkt in der Mitte
  - deutliche gewölbt, höchster Punkt unterhalb der Mitte (buckelig)
- 9 leichte Erhebung in der Rückenmitte

## b) Körner in Seitenansicht (Forts.)

- \*10 Ventralseite des Kornes
  - stark gewölbt (konvex)
  - flach oder mind. z.T. flach
  - konkav
- \*11 Embryoende der Bauchseite
  - flach
  - unmittelbar hinter dem Embryo stark nach aussen gebogen
- 12 Delle auf der Ventralseite (sofern vorhanden) (auch Ventralans.)
  - fast unmittelbar unterhalb des Apex endend (v.a. oberes Korn von 2-körnigem Einkorn)
  - anders aussehend
- \*13 Form des Apex
  - im allg. stark spitz zulaufend
  - leicht zugespitzt bis leicht abgerundet
  - stark abgerundet bis fast gerade abgeschnitten
  - gerade abgeschnitten
- 14 Winkel des Scutellum
  - extrem flach (spitz)
  - ziemlich flach
  - steiler (medium)
  - steil
  - sehr steil (fast vertikal)

## c) Körner in Ventralansicht (od ev. im Querschnitt)

- 23 Flachheit der Bauchseite
- 12 Delle auf der Ventralseite (sofern vorhanden) (auch Seitenansicht.)
  - fast unmittelbar unterhalb des Apex endend (v.a. oberes Korn von 2-körnigem Einkorn)
  - anders aussehend
- 16 "Ecken" des Kornes (auch Querschnitt)
  - manchmal "eckig"
  - immer abgerundet
- 20 Form der V

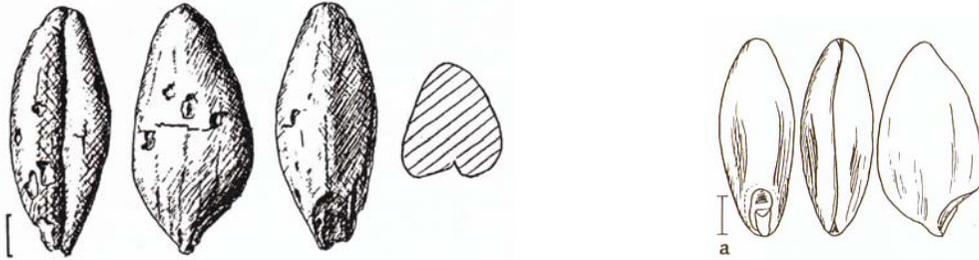


## d) Körner im Querschnitt (auch dorsal/ventral)

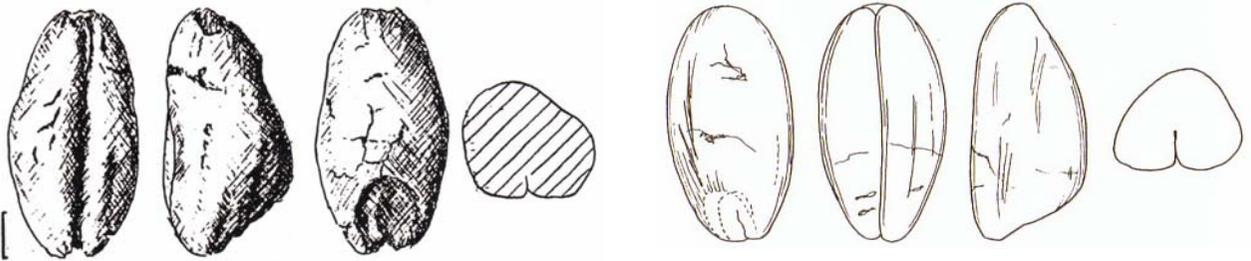
- 4 Form des Kornrückens
  - mit "Kamm", (hierher eingedellte Flanken)
  - begrundet
- 15 Symmetrie der Kompressionsflächen auf der Ventralseite
  - asymmetrisch
  - im allg. symmetrisch
- 16 "Ecken" des Kornes (auch in Ventralansicht)
  - eckig

# Weizenkörner: Vergleiche der verschiedenen Taxa

*Triticum monococcum*: Einkorn, « normale Form »



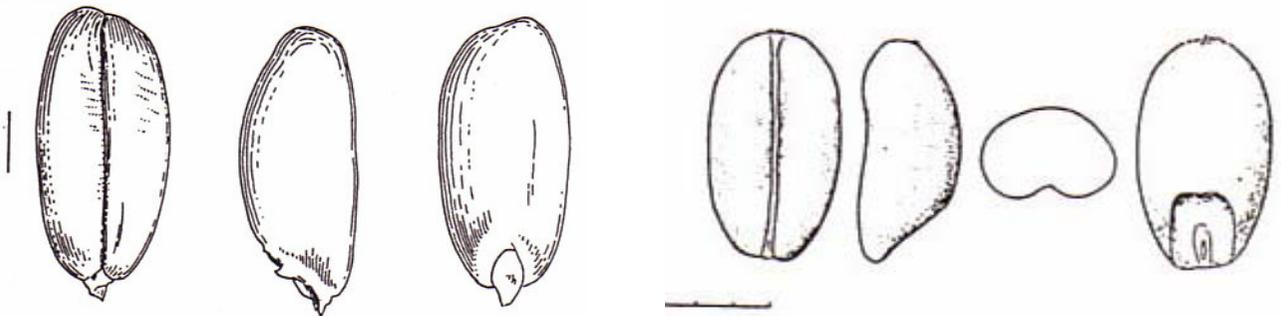
*Triticum dicoccum*: Emmer "normale" Form



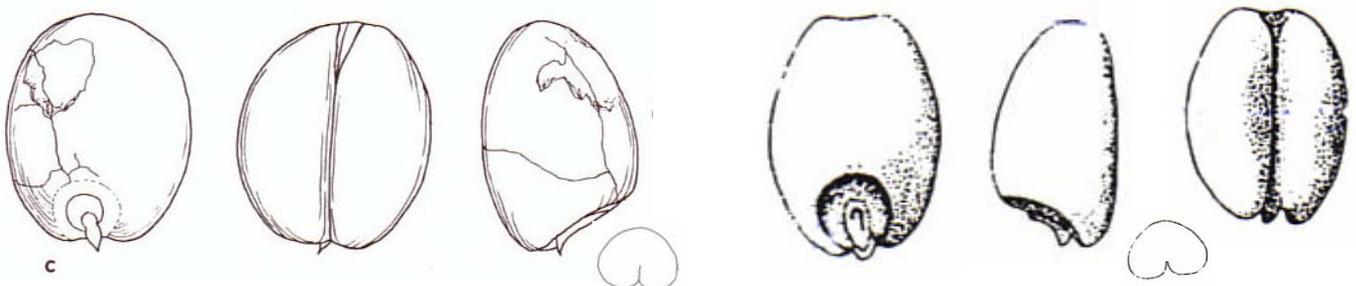
*Triticum dicoccum*: Emmer, Tropfenform



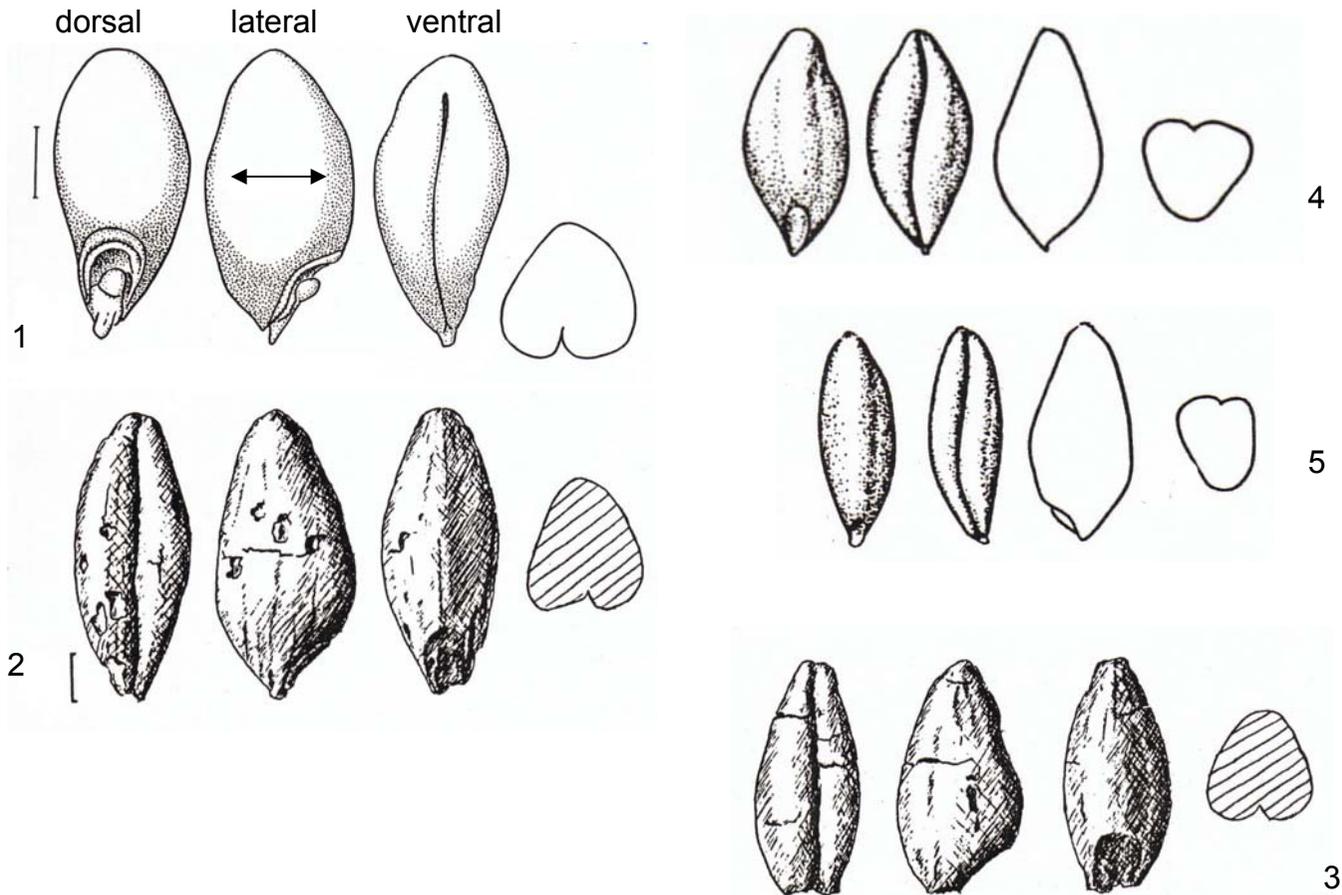
*Triticum spelta*: Dinkel, links: "normale" Form, rechts: Tropfenform



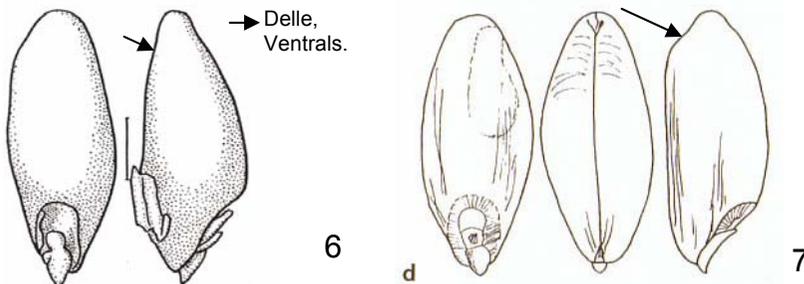
*Triticum aestivum/durum/turgidum*: Nacktweizen: links: rundliche Form, rechts: oval-längliche Form



# Charakteristika von (pre)historischen Funden von Einkorn (*Triticum monococcum*): Körner



## 2-körniges Einkorn



1 and 6: Port-Stüdeli (Switzerland, Neolithic; Brombacher & Jacomet 2003); 2-3: Lamersdrof (LBK, Early Neolithic, Knörzer 1967); 4-5: Ehrenstein (Neolithic, Germany, Hopf 1968); 7: Stillfried (Late Bronze Age, Kohler-Schneider 2001)

**Form in Aufsicht** (Blick auf die Dorsalseite): schlank, gegen oben und unten meist spitz zulaufend.

**Form in Seitenansicht:** hochrückig, Rückenlinie mehr oder weniger gleichmässig gewölbt. Bauchlinie ebenfalls konvex. Höchste Stelle des Kornes meist in der Mitte. Ausnahme: 2-körniges Einkorn mit gerader Bauchlinie und meist einer Delle unterhalb des Apex.

**Querschnitt:** nicht gleichmässig abgerundet, oft "eckig" erscheinend. Dorsalseite oft fast dachförmig, wobei die höchste Stelle aber abgerundet ist. Flanken leicht konvex, des öfteren aber auch leicht konkav, d.h. eingedellt. Oft ist der Übergang von der Dorsal- zur Ventralseite durch eine Kante markiert. Die Bauchfurche ist schmal-tief (eng-zusammengepresst).

**Stellung des Embryos:** schräg-aufsitzend

**Oberflächenstrukturen:** oft sind auf der Dorsalseite, links und rechts der max. Höhe, 2 längsverlaufende Vertiefungen (« Furchen ») zu erkennen. Dabei handelt es sich um Spelzenabdrücke.

**Charakteristische Messwerte und Indices:**

L: 4.5-7.1 mm B: 1.0-3.0 mm (selten >2.5mm)

H: 1.6-3.1 mm (selten <2.3mm)

L/B: 1.6-2.58 (selten <2, mostly more)

L/H: 1.77-2.5 (selten <2)

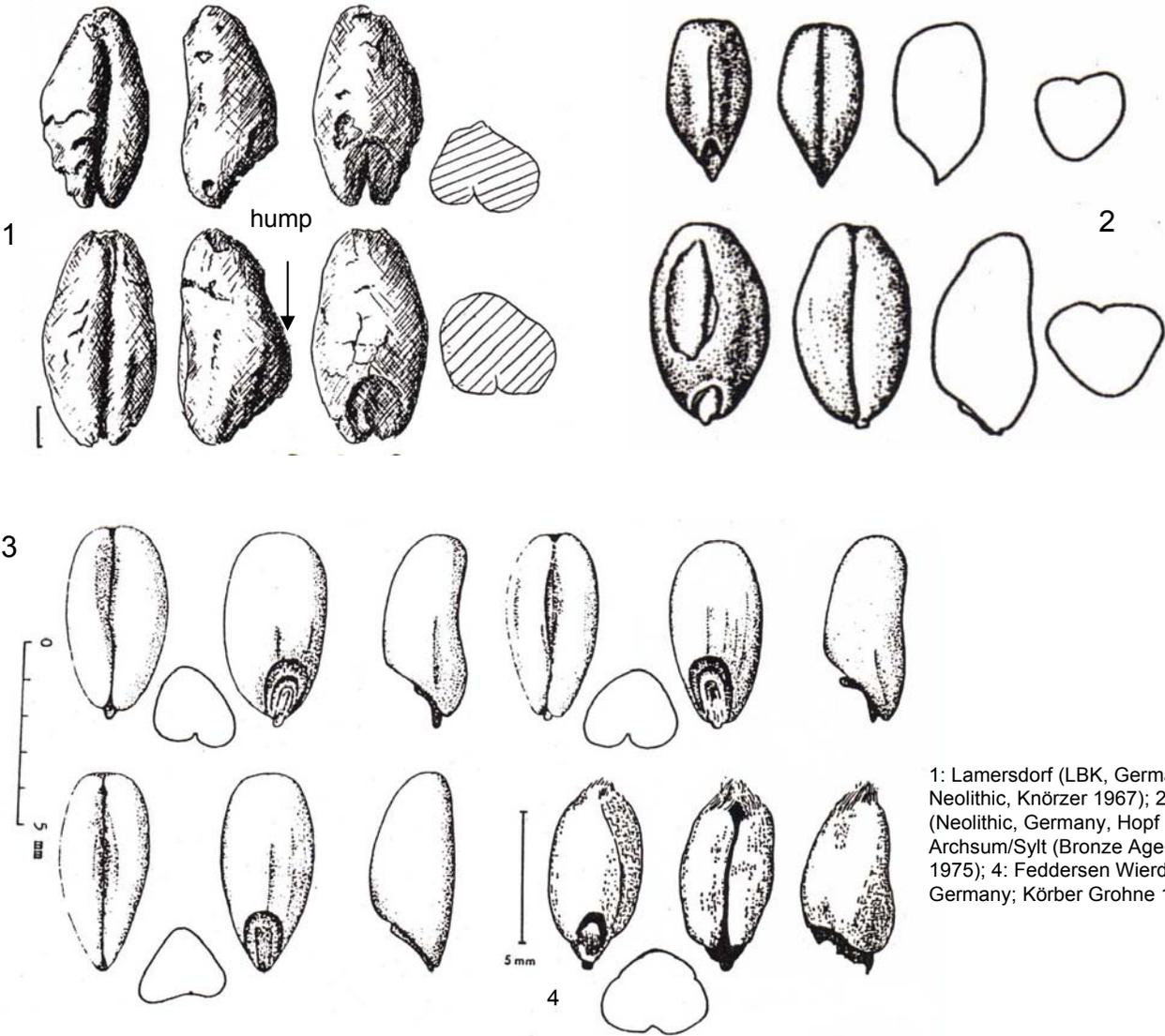
B/H: 0.69-1.2 (meist <1)

**B/Lx100:** 37.8-46.2 (<50) **Unterschied zu Emmer!**

**Verwechslungsmöglichkeiten, Schwierigkeiten bei der Bestimmung:**

"Typische" Exemplare von normalem, d.h. einkörnigem Einkorn haben eine unverwechselbare Form im Verhältnis zu anderen, in der mitteleuropäischen Urgeschichte auftretenden Weizenkörnern. Schwieriger zuzuweisen sind Körner von 2-körnigem Einkorn: hier können Ähnlichkeiten mit Emmerkörnern auftreten. Meist sind jedoch Körner von 2-körnigem Einkorn viel zierlicher als Emmerkörner und weisen oft (das obere Korn eines Paares) eine Delle unterhalb des Apex auf der Ventralseite auf, so dass sie - besonders wenn auch Druschreste im Fundmaterial

# Charakteristika von (prä)historischen Funden von Emmer (*Triticum dicoccum*): Körner



1: Lamersdorf (LBK, Germany, Early Neolithic, Knörzer 1967); 2: Ehrenstein (Neolithic, Germany, Hopf 1968); 3: Archsum/Sylt (Bronze Age, Germany, Kroll 1975); 4: Feddersen Wierde (Iron Age; Germany, Körber Grohne 1967)

## Form in Aufsicht (Blick auf die Dorsalseite):

Meist schlank, das obere Ende oft spitz zulaufend, oft aber auch stumpf-abgerundet; letzteres gilt ganz besonders für die häufig auftretenden, tropfenförmigen Körner. Gegen das untere Ende hin laufen die meisten Körner ziemlich spitz zu.

## Form in Seitenansicht:

Die Rückenlinie ist oft buckelartig gekrümmt: die maximale Höhe befindet sich oft direkt oberhalb des Keimlings. Die Begrenzungslinie der Keimlingsgrube ist oft nicht gleichmässig gekrümmt, sondern geknickt. Die Bauchlinie verläuft meist gerade bis leicht konkav

## Querschnittform :

ziemlich gleichmässig abgerundet, selten auch eckig; die Bauchfurchen sind eng-tief.

## Stellung des Embryos: meist schräg-aufsitzend

## Diverse Oberflächenstrukturen:

Ähnlich wie beim Einkorn sind oft bei gut erhaltenen Exemplaren auf der Dorsalseite längsverlaufende Furchen zu erkennen, bei denen es sich um Spelzenabdrücke handelt

## Charakteristische Messwerte und Indices:

L: 3.5-6.1 mm

B: 1.8-3.2 mm (rarely >3mm, normally less)

H: 1.5-3.4 mm

L/B: 1.57-2.04 (mostly around 2) (**Unterschied zu Einkorn!**)

L/H 1.57-2.5 (mostly >2 but rarely as much as 2.5: **Unterschied zu Einkorn und Dinkel**).

B/Lx100: 48.33 - 60.38 (normally around 54) (**Unterschied zu Einkorn**).

## Verwechslungsmöglichkeiten, Schwierigkeiten bei der Bestimmung:

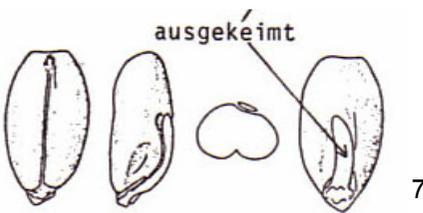
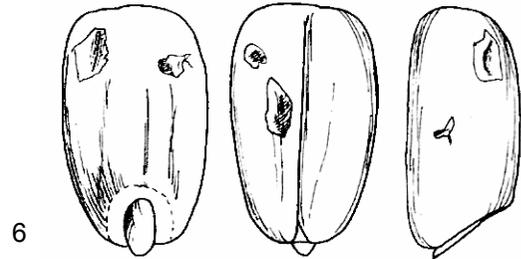
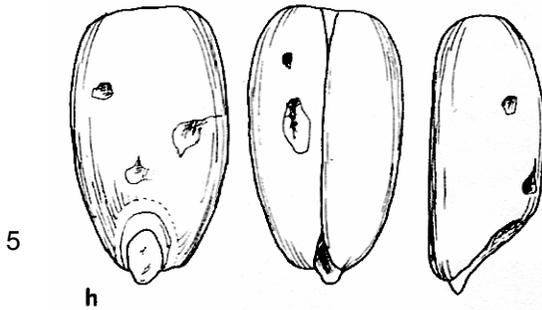
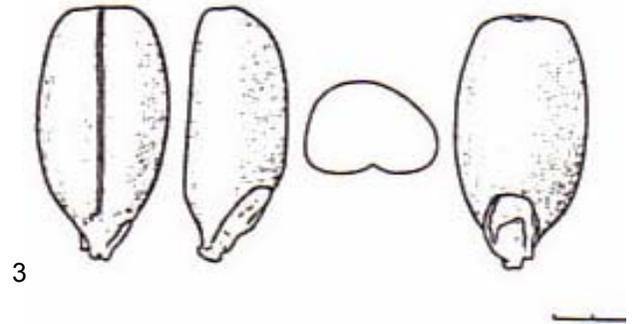
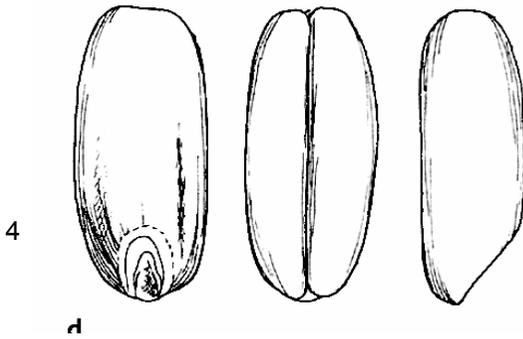
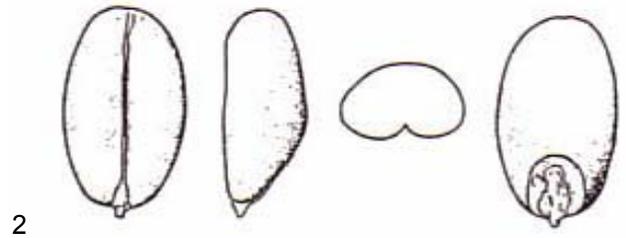
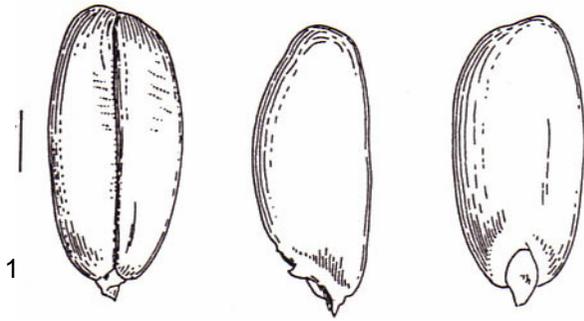
Zierliche Körner, z.B. aus dem apikalen Bereich einer Ähre können mit solchen von 2-körnigem Einkorn verwechselt werden. Körner aus 1-blütigen Ährchen (von der Basis oder dem apikalen Bereich einer Ähre) sehen sehr ähnlich wie solche von « normalem » einkörnigem Einkorn aus.

**Unterschiede zu normalem Einkorn:** Emmerkörner sind breiter im Verhältnis zur Höhe, d.h. ihr B/H-Index liegt normalerweise >1

**Unterschiede zu Nacktweizen:** Emmerkörner sind normalerweise schmaler (meist <3mm breit). Dadurch ist ihr L/B-Index immer deutlich höher als bei *Triticum aestivum* (um 2; *Triticum aestivum*: <1,7)

**Unterschiede zu Dinkel:** Emmerkörner sind im Durchschnitt deutlich höher als Dinkelkörner, d.h. der L/H-Index beträgt bei Emmer zw. 1,9-2,5 (meist um 2,3), während er bei *Triticum spelta* meist >2,5 liegt. Allerdings können Dinkelkörner, besonders wenn sie im Ährenverband verkohlt sind, sehr ähnliche Kornformen wie Emmer aufweisen (vgl. Jacomet et al. 1988, Entingen Biedfluh, auch Jacomet & Dalnoki 2002).

# Charakteristika von (prä)historischen Funden von Dinkel (*Triticum spelta*): Körner



1: Zürich-Mozartstrasse (Early Bronze Age, Switzerland, Jacomet et al. 1989); 2-3+7: Valkenburg (Roman, Netherlands, Van Zeist 1968); 4-6: Stillfried (Late Bronze Age, Austria, Kohler-Schneider 2001)

!!! **Achtung!!!** Körner des sog. « new glume wheat » können ähnlich wie Dinkelkörner aussehen, siehe weiter hinten

## Form in Aufsicht (von dorsal):

« typische » Körner oval, oft mit fast parallelen Seiten. Oberes Ende stumpf-abgerundet, unteres Ende stumpf, oft aber auch rel. spitz zulaufend. Es können aber auch tropfenförmige Körner vorkommen (siehe Abbildungen).

## Form in Seitenansicht:

« typische » Körner: Rückenlinie gleichmässig gewölbt, aber sehr flach. Auch die tropfenförmigen Körner sind flacher als typische Emmerkörner, aber höher als die „typischen“ Dinkelkörner. Bauchlinie meist ziemlich gerade

**Querschnittform:** ziemlich gleichmässig gerundet. Bauchfurchung eng-tief

## Charakteristische Messwerte und Indices :

L: 4.7-8.4 mm

B: 2.0-4.1 mm

H: 1.7-3.3 mm (selten >3mm)

L/B: 1.5-2.45

**L/H:** 2.1-3.09 (bei „typischen!“ Körnern >2.5)

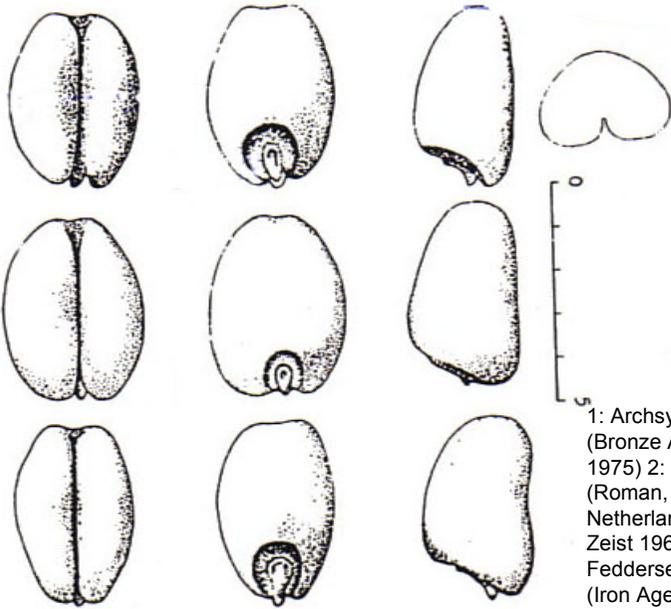
B/H: 1.0-1.5

## Verwechslungsmöglichkeiten :

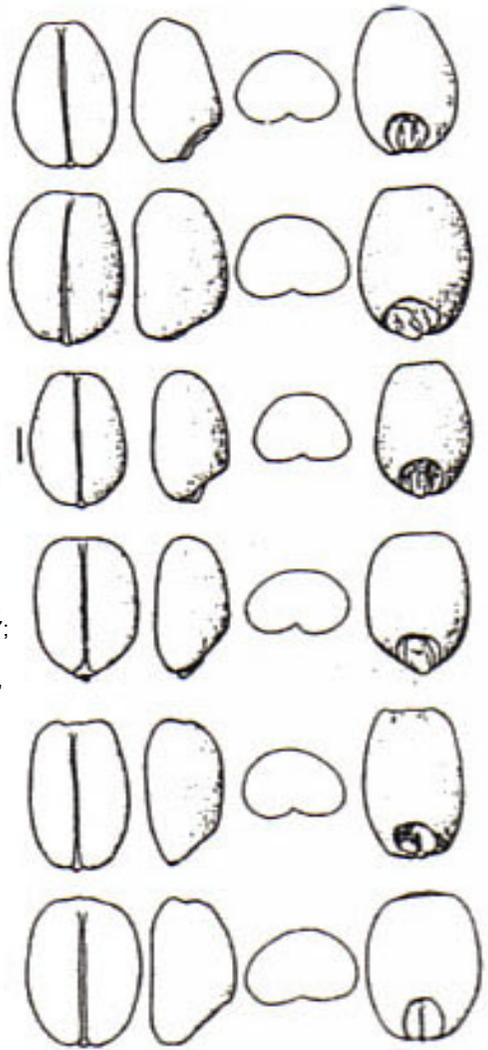
vgl. unter Emmer. **Wichtig:** Wenn Dinkelkörner im Ähren- oder Ährchenverband verkohlen, so weichen ihre Formen stark von der in der älteren Literatur angegebenen Norm für „typische“ Dinkelkörnern ab. Sie nähern sich in ihren Formen und Indices sehr stark Emmerkörnern.

# Charakteristika von (prä)historischen Funden von Nacktweizen: Körner

1



2

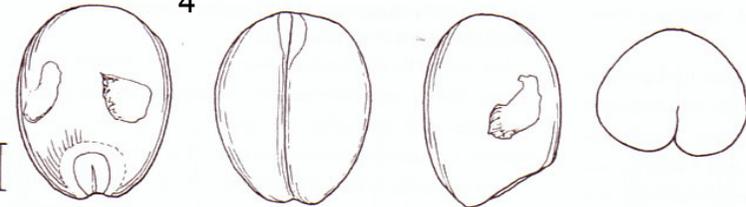


1: Archsym/Sylt (Bronze Age; Kroll 1975) 2: Valkenburg (Roman, Netherlands, Van Zeist 1968); 3; Feddersen Wierde (Iron Age, Germany, Körber-Grohne 1967; 4: Stillfried (Late Bronze Age, Austria, Kohler-Schneider 2001)

3



4



Im Folgenden sollen Details der Unterscheidung von tetra- und hexaploiden Nacktweizen nicht näher behandelt werden (etwas Information dazu findet sich auf der folgenden Seite). Für InteressentInnen sei diesbezüglich auf die Arbeiten von Kislev 1979 und 1984 verwiesen. Einige der Beobachtungen von Kislev sind unten aufgeführt. Die Unterscheidung ist sehr schwierig und aufwendig bis hin zu unmöglich.

Wenn wir im Folgenden von *Triticum aestivum* s.l. sprechen, so meinen wir alle hexaploiden Nacktweizen-Taxa (inkl. *T. compactum*), wenn wir von *T. turgidum* s.l. sprechen, so meinen wir tetraploiden Nacktweizen i. allg. (*T. turgidum* oder *T. durum*). Wir behandeln im folgenden keine anderen hexa- oder tetraploiden Nacktweizen, da sie in der europäischen Ur- und Frühgeschichte keine Rolle zu spielen scheinen. Einen Überblick gibt die Liste auf den ersten Seiten von Teil 2.

Auch die Unterscheidung der verschiedenen Saatweizen-Sorten wird im Folgenden nicht ausführlich behandelt, weil sich ihre Formen und Messwerte überlappen und ihr Plodieggrad nicht bekannt ist.

## Form in Aufsicht (Dorsalseite):

Schlank ("tetraploide") bis oval ("*T. aestivum-vulgare*") bis runderlich ("*T. compactum*"). Das obere Ende stumpf-abgerundet (selten auch spitz; cf tetraploid), unteres Ende ebenfalls stumpf-abgerundet. Tropfenförmige Körner vorkommend (cf tetraploid). Die Oberfläche ist glatt, ohne Furchen. Die keimlingsgrube ist tief, der Embryo ist darin eingesenkt.

## Form in Seitenansicht:

Rücken abgerundet, symmetrisch (bei tetraploiden auch buckelig). Ventralseite Konkav bis gerade. Max Höhe ca. in der Mitte.

## Form im Querschnitt:

Meist symmetrisch, abgerundet. Ventralfurche auseinanderklaffend, tief.

## Messwerte und Indices:

L: 3,4-7,0 mm / B: 2,2-4,7 mm / H: 2,0-4,0 mm

L/B: 1,07-1,73 (die Grenze zwischen „*T. compactum*“ und „*T. vulgare*“ liegt bei 1,5 (compactum weniger, vulgare mehr)

L/H: 1,1-2,1

B/H: 1,1-1,3

B/L\*100: 54,4-89,3 („*T. compactum*“ >65-70, „*T. vulgare*“ <65)

## Unterscheidung von Nacktweizen und anderen Weizen-Arten:

### Unterscheidung von Emmer (*Triticum dicoccum*):

Emmerkörner sind meist deutlich schmaler (meist <3mm breit). Dadurch liegt ihr L/B-Index deutlich höher als bei den Nacktweizen (meist um 2). Deutliche Differenzen bestehen auch beim B/LX100-Index, der beim Emmer zwischen 48 und 60 liegt (Durchschnitt meist um 54), also deutlich tiefer als beim Nacktweizen (54-81 ca.).

### Unterscheidung von "typischen" (flachen) Dinkel-Körnern (*Triticum spelta*):

„Typische“ Dinkelkörner sind rel. lang und eher schmal; ihr L/B-Index liegt etwa bei 2 (1,5-2,45). Ausserdem sind sie viel flacher als Nacktweizenkörner, d.h. ihr L/H-Index liegt deutlich >2, meist sogar >2,5, während er bei *Triticum aestivum* zwischen 1,1-2,1 liegt

## Kritische Bemerkungen zu den Bestimmungsmöglichkeiten von (prä-) historischen Nacktweizenkörnern

In der mitteleuropäischen Literatur wurden bis in die 80er Jahre des 20. Jh. alle Nacktweizenkörner zu hexaploiden Formen, also zu *Triticum aestivum* s.l. (Saatweizen im weitesten Sinne) gestellt. Durch die Untersuchung hervorragend erhaltener Nacktweizen-Neufunde aus Seeufersiedlungen des Alpenvorlandes sind wir darauf aufmerksam geworden, dass diese eindeutige Zuordnung nicht gilt (Jacomet & Schlichtherle 1984). Schon Heer (1865) erkannte die morphologisch eigenartige Stellung eines Teiles der Pfahlbau-Weizen und beschrieb danach eine eigene Unterart, nämlich „*Triticum vulgare antiquorum*“ (Kleiner Pfahlbauweizen). Unsere - und auch schon Heer's sowie jene von Maier (1996) - Vermutung stützt sich vor allem auf morphologische Merkmale der Spindelglieder und Hüllspelzen (vgl. unten). Letztere lassen grosse Ähnlichkeiten mit tetraploiden Nacktweizen (*Triticum turgidum* s.l.) erkennen. Auch Kislev (1979 und 1984) hat schon vor längerer Zeit auf das mögliche Vorhandensein tetraploider Nacktweizen im archäologischen Fundmaterial des Nahen Ostens hingewiesen; er beschrieb die seiner Meinung nach tetraploiden Funde als neue, bisher unbekannte Art (*Triticum parvicoccum*). Deshalb interessierte es uns, durch welche Kornmerkmale sich tetraploide Nacktweizen von hexaploiden abgrenzen lassen. Danach scheint es, dass die Körner der tetraploiden Nacktweizen offenbar grössere Ähnlichkeiten mit Emmer-Körnern (tetraploide Spelzweizen) als mit hexaploiden Nacktweizenkörnern haben. Dies gilt aber nicht für den Grossteil der Nacktweizenkörner aus den « Pfahlbausiedlungen », die aufgrund der Rachis-Funde (siehe weiter hinten) eindeutig tetraploid sind, und wahrscheinlich auch nicht für einen Grossteil der anderen Funde von tetraploiden Nacktweizen, die in den letzten Jahrzehnten auch in anderen Gegenden Europas und anderen Zeiträumen gemacht worden sind (e.g. Kühn 1996, Petrucci-Bavaud & Jacomet 2002; Moffett 1991). **Aus diesem Grunde empfehlen wir, Nacktweizenkörner aus mitteleuropäischen Fundstellen als *Triticum « nudum »* zu bestimmen.** Damit ist gemeint, dass tetra- oder hexaploide Nacktweizen (*T. aestivum* s.l./*turgidum* s.l. (incl. *durum*'s; es muss immer vermerkt werden, welche Nomenklatur man benützt) gemeint sind.

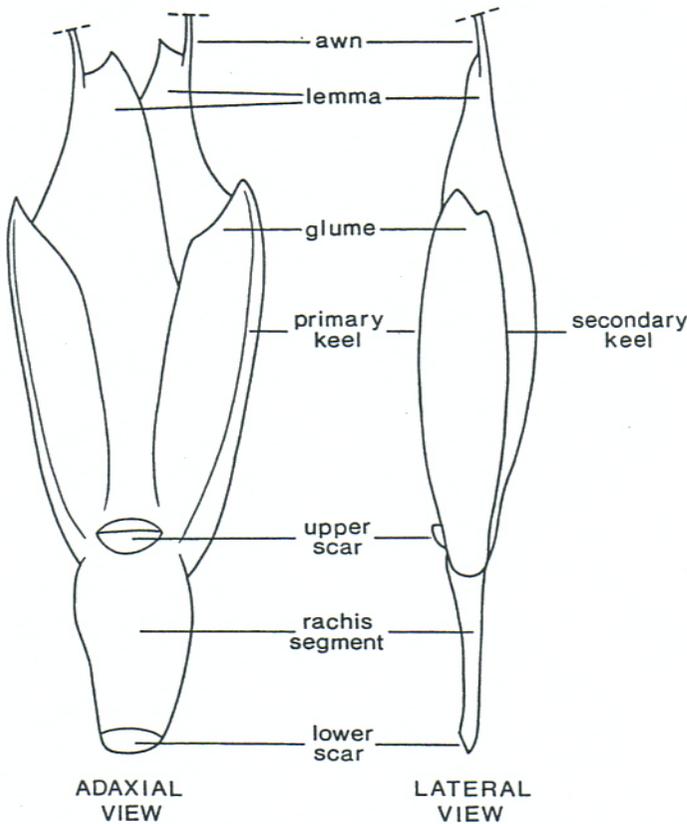
Ein anderer kritischer Punkt betrifft die Schwierigkeit, innerhalb der hexaploiden Nacktweizen zu differenzieren. Aus der älteren Literatur, aus einer Zeit, als man annahm, dass alle Nacktweizenfunde zu hexaploiden Nacktweizen gehören, kennt man eine Diskussion, wie man dichtährige Formen (Zwergweizen, *Triticum aestivum* grex *aestivo-compactum* Schiem.) und lockerährige Formen (*Triticum aestivum* L. s. str.) von Saatweizen unterscheiden kann. Hopf (div. Publikationen), van Zeist 1968, Rothmaler 1955 und viele andere beschrieben verschiedene Kriterien und lieferten Messwerte als Bestimmungskriterien (siehe z.T. auf der vorhergehenden Seite). Diese Diskussion erwies sich als obsolet, als bekannt wurde, dass im Nacktweizenmaterial auch tetraploide vorhanden sein können.

Nichtsdestotrotz kann es wichtig sein zu notieren, welche Formen von Nacktweizenkörnern im Fundmaterial vorhanden sind. Man kann unterscheiden zwischen:

- kurzen, rundlichen Körnern (früherer *T. compactum* Typ)
- eher lange, ovale-schlanke Körner (früherer *T. vulgare* Typ)
- intermediäre Formen

# Bestimmung von Internodien (Spindelgliedern), Ährchengabeln und Spelzen von (prä)historischen Weizen

Die wichtigsten diagnostischen Merkmale eines (schematisch dargestellten) Spelzweizenährchens



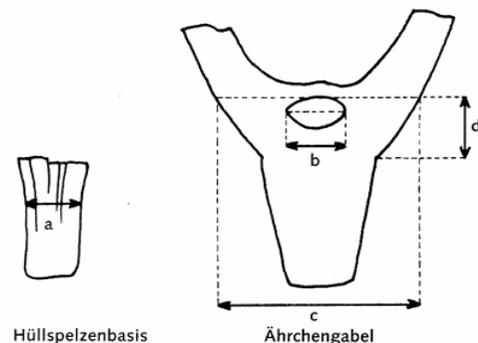
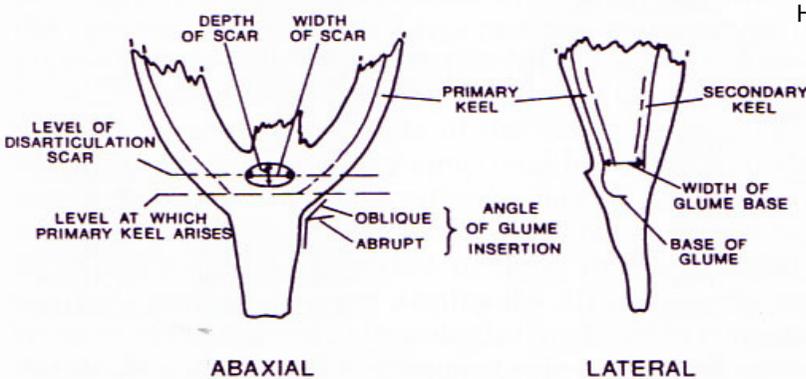
Hillman et al. 1996

Mit die wesentlichsten Grundlagen für die morphologische Bestimmung der prähistorischen Weizenarten bilden die Nebenprodukte, die bei der Kornaufbereitung entstehen, nämlich die Druschreste (Fig. 2 in Hillman 1984). Es handelt sich um Reste der Ährenachse (Rachis-fragmente, Internodien, Spindelglieder) und die Spelzen, vor allem die Hüllspelzen. Diese Teile des Getreidefruchtstandes weisen viele diagnostisch wertvolle Merkmale für die Unterscheidung der einzelnen Arten auf .

Die Unterscheidung der einzelnen Arten basiert vor allem auf den morphologischen Merkmalen. Zjm zweiten werden auch Messwerte für die Bestimmung gebraucht. Die im Folgenden gebrauchten Merkmale stammen zum Teil aus der Literatur (Helbaek 1952 a&b, van Zeist 1968, Hopf 1968, Villaret 1967, Körber-Grohne 1967 and Körber-Grohne and Piening 1983, Hillman et al. 1996, Jones et al. 2000, Kohler-Schneider 2001), zum Teil basieren sie auf eigenen Beobachtungen des Labors Basel (z.B. Zibulski 2001).

Für die Bestimmung werden die folgenden **morphologischen Kriterien** berücksichtigt (nach Jones et al. 2000):

- the upper scar / Abbruchnarbe des nächsthöheren Spindelgliedes
- the primary keel / der Haupt-Kiel (Ort der Ansatzstelle an der Basis, Anstiegswinkel)
- the secondary keel / der 1. Seitennerv (robust oder nicht)
- the angle of glume insertion / der Winkel der Auseinanderklaffens der Hüllspelzen
- the width of the glume bases in lateral view / die Breite der Hüllspelzenbasis in Lateralansicht
- the veining of the glume bases / die Streifung (längsverlaufende Nerven, Furchen) der Hüllspelzer



Messtrecken:

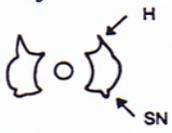
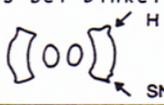
- a Breite der Hüllspelze, lateral
- b Breite der Abbruchnarbe des nächsthöheren SG
- c Breite der Ährchengabel an der Oberkante der Abbruchnarbe
- d Distanz zwischen der Abbruchnarbe und der Ansatzstelle der Hüllspelzen

Kohler-Schneider 2001

**Fig. 5.** A diagram indicating some of the terms used to describe spikelet bases in the text Jones et al. 2000

# Spelzweizen-Drusch: Morphologische und metrische Kriterien für die Unterscheidung von Einkorn-Emmer and Dinkel.

Messtrecken siehe Seiten 48-50 sowie vorherige Seite

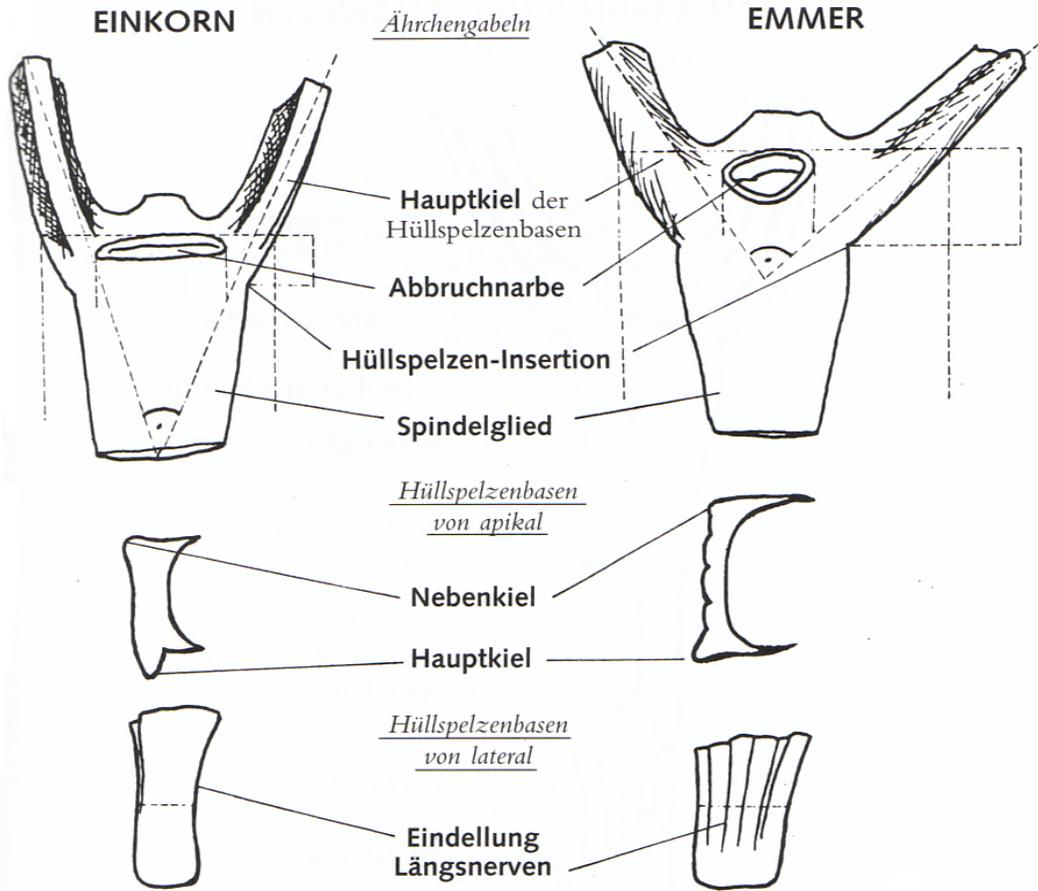
Merkmal:	Einkorn Triticum monococcum	Emmer Triticum dicoccum	Dinkel Triticum spelta
Übergang Hüllspelzen-Spindelglied:	regelmässige Krümmung  Spindelglied breit im Verhältnis zum Ährchen	'Knick' an der Basis  Spindelglied schmal im Verhältnis zum Ährchen	eher regelmässige Krümmung  Spindelglied breit
Winkel des Auseinanderklaffens der Hüllspelzen:	klein, <90 Grad 	grösser 	variabel
Bruchweise der Ährenspindel:	meist an der Insertionsstelle zum nächsthöheren Spindelglied abbrechend, d.h. Teile des nächsthöheren Spindelgliedes haften nur selten am Fundstück (z.B. Ährchengabel)		meist im Bereich der Spindelgliedmitte abbrechend, d.h. Teile des nächsthöheren Spindelgliedes haften meist noch am Fundstück
Hüllspelzen-Basis-Breite in vk Zustand:	0,45–0,9 mm du. 0,65 mm	0,7–1,2 mm du. 0,95 mm	1,1–1,4 mm du. 1,3 mm
Querschnittform der Hüllspelzen an ihrer Basis:	massiv-rundlich-schwach rechteckig 	recht massiv, deutlich rechteckig, dünner als bei Einkorn, aber massiver als bei Dinkel 	recht massiv, deutlich rechteckig, aber viel dünner und auch breiter als bei Emmer 
Kielung der Hüllspelze: Hauptkiel (H):	sehr deutlich vorstehend:	recht deutlich vorstehend	nicht deutlich vorstehend
1. Seitennerv (SN):	recht deutlich vorstehend, als Kante erkennbar	recht deutlich vorstehend, als Kante erkennbar	sehr undeutlich erkennbar
Fläche zwischen H und SN:	meist ohne weitere Längsnervatur	oft mit recht deutlich erkennbarer Längsnervatur	sehr deutliche Längsnervatur
Apex der Hüllspelze:	deutlich 2-spitzig 	1. Spitze deutlich (=Fortsetzung des Hauptkiels), 2. Spitze meist undeutlich 	keine eigentlichen Spitzen vorhanden; Apex des Hüllspelze mit wellenförmigem Verlauf 

zusammengestellt nach: Helbaek 1952A + B, Körber-Grohne 1967, Körber-Grohne & Piening 1983, van Zeist 1968, Villaret-von Rochow 1967 und eigene Beobachtungen. Zusammengestellt durch S. Jacomet. Aus Jacomet / Brombacher / Dick 1989.  
Für sehr stark fragmentierte Reste siehe die Arbeit von Zibulski 2001

Die folgenden Messwerte sind diagnostisch wichtig:

- die Basisbreite der Hüllspelze (L); es gibt aber grössere Überschneidungsbereiche zwischen den Taxa
- die Basisbreite des Ährchens (Q)
- die Maximalbreite der Rachis (P)
- das Verhältnis Q:P. Bei Emmer beträgt es 2:1, bei Einkorn normalerweise <1.5:1.
- die Maximalbreite des Ährchens (R)

Morphologische und metrische Kriterien für die Unterscheidung von Drusch:  
**EINKORN UND EMMER**

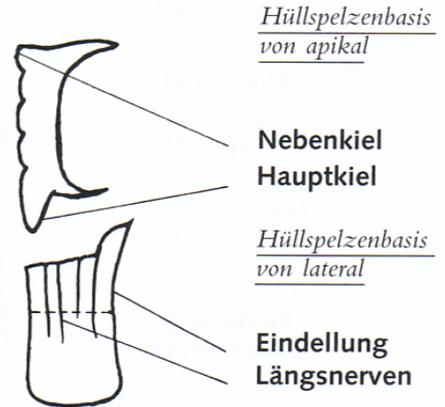
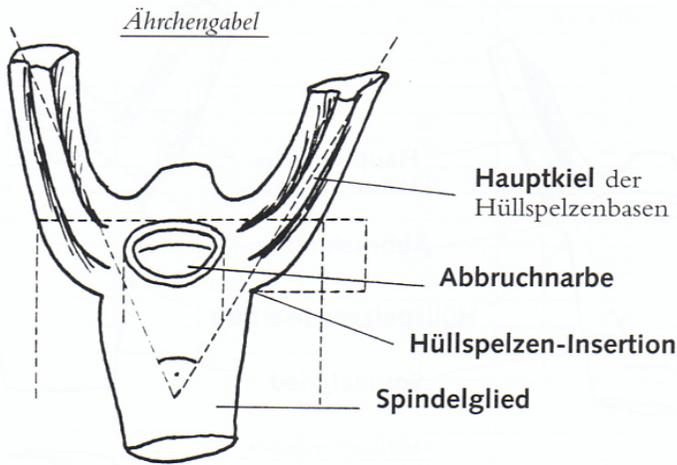


	<b>EINKORN</b>	<b>EMMER</b>
<b>Abbruchnarbe:</b>	breit, <u>linear</u> , flach	eng, <u>rund</u> , tief
<b>Hüllspelzen-Insertion:</b>	ca. in <u>Höhe</u> der Abbruchnarbe	<u>weit unterhalb</u> der Abbruchnarbe
<b>Hauptkiel der Hüllspelzenbasen:</b>	<u>sehr stark</u> ausgebildet und <u>vertikal</u> hervortretend, <u>nahe</u> an die Abbruchnarbe heranreichend	<u>weniger stark</u> ausgebildet und <u>lateral</u> hervortretend, <u>nicht</u> an die Abbruchnarbe heranreichend
<b>Nebenkiel:</b>	<u>deutlich</u> ausgeprägt	<u>weniger</u> deutlich ausgeprägt
<b>Hüllspelzenbasen von apikal:</b>	<u>sehr massiv</u> , Basisbreite niedrig	<u>weniger massiv</u> , Basisbreite höher
<b>Hüllspelzenbasen von lateral:</b>	meist <u>leichte Eindellung</u> , keine Längsnerven	keine (od. leichte) Eindellung oft zusätzliche Längsnerven
<b>Spreizwinkel der Hüllspelzenbasen:</b>	meist relativ <u>klein</u> (kein sicheres Merkmal)	meist relativ <u>groß</u> (keine sicheres Merkmal)
<b>Spindelglieder:</b>	verhältnismäßig <u>breit</u>	verhältnismäßig <u>schmal</u>

Abb. 28: Bestimmungsmerkmale an Ährchengabeln von Einkorn und Emmer (schematisch).

# Morphologische und metrische Kriterien für die Unterscheidung von Drusch: „new glume wheat“

## EMMERÄHNLICHER SPELZWEIZEN



## EMMERÄHNLICHER SPELZWEIZEN

- Abbruchnarbe:** eng, rund, tief (wie bei Emmer)
- Hüllspelzen-Insertion:** ca. in Höhe der Abbruchnarbe (wie bei Einkorn)
- Hauptkiel der Hüllspelzenbasen:** sehr stark ausgebildet und vertikal hervortretend (wie bei Einkorn), nahe an die Abbruchnarbe heranreichend (wie bei Einkorn), auffällig U-förmig ausgeweitet
- Nebenkiel:** deutlich ausgeprägt (wie bei Einkorn)
- Hüllspelzenbasen von apikal:** sehr massiv (ähnlich Einkorn), Basisbreite höher (ähnlich Emmer)
- Hüllspelzenbasen von lateral:** leichte Eindellung (wie bei Einkorn), deutliche zusätzliche Längsnerven
- Spreizwinkel der Hüllspelzenbasen:** meist zwischen typisch Einkorn und typisch Emmer (kein sicheres Merkma auffällig abrupte, U-förmige Insertion der Hüllspelzenbasen
- Spindelglieder:** verhältnismäßig schmal (eher wie bei Emmer)

Abb. 29: Bestimmungsmerkmale an Ährchengabeln von „emmerähnlichem Spelzweizen“ (schematisch).

Tab. 53: Meßwerte von Einkorn (n=10), Emmer (n=10) und „emmerähnlichem Spelzweizen“ (n=30) in mm.

		Einkorn	Emmer	Emmerähnlicher Spelzweizen
<b>a</b>	Basisbreite der Hüllspelzen	0,66 (0,5–0,8)	0,9 (0,7–1,0)	0,91 (0,8–1,1)
<b>b</b>	Breite der Abbruchnarbe	0,87 (0,7–1,0)	0,70 (0,6–0,8)	0,85 (0,7–1,0)
<b>c</b>	Basisbreite der Ährchengabeln	1,84 (1,7–2,0)	2,21 (2,0–2,5)	2,12 (1,8–2,4)
<b>d</b>	Distanz Abbruchnarbe/Hüllsp.insertion	0,59 (0,5–0,7)	0,90 (0,7–1,1)	0,74 (0,5–0,9)
<b>b/c × 100</b>	Index	47,2 (40,2–51,6)	31,4 (27,2–35,3)	40,5 (34,5–47,5)

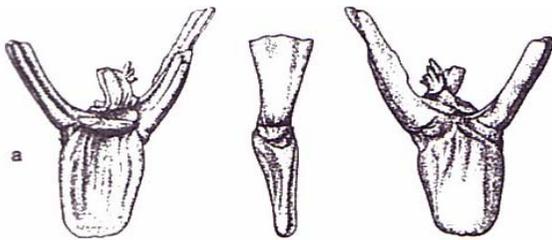
Measurements of einkorn (n=10), emmer (n=10) and new glume wheat (n=30) chaff, in mm

# Morphologische Kriterien für die Unterscheidung von Drusch: **Einkorn**, „new glume wheat“ und **Emmer** (aus Jones et al 2000)

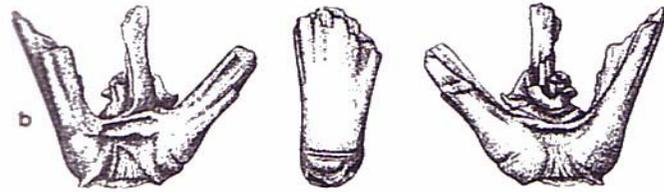
**Table 1.** Summary of the characteristics which distinguish the new type glume bases from typical einkorn and emmer glume bases from Greece

<i>Einkorn</i>	<i>New type</i>	<i>Emmer</i>
Scar left by disarticulation of rachis wide and often shallow	Scar left by disarticulation of rachis wide and deep	Scar left by disarticulation of rachis narrow
Primary keel prominent and projecting abaxially	As einkorn	Primary keel usually less prominent and tending to project laterally
Base of primary keel arising at the same level as the attachment scar	As einkorn	Base of primary keel arising below the level of the attachment scar
Primary keel ascends more or less vertically from scar	Primary keel extends laterally before ascending	Primary keel ascends obliquely
Secondary keel robust but rounded	Secondary keel sharply angled, often with a clearly defined 'vein' running along it	Secondary keel angled but less prominent
Glumes inserted into the rachis at an oblique angle	Glumes inserted into rachis at an abrupt angle	Glumes inserted into the rachis at an oblique angle
Glume bases narrow	As emmer	Glume bases wide
Lateral face of glume bases with little or no veining near the base	As emmer	Lateral face of glume bases usually veined near the base

Note that, like all identification criteria, there is considerable variation within as well as between different types which is not apparent from a summary table (see text for more details)

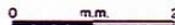
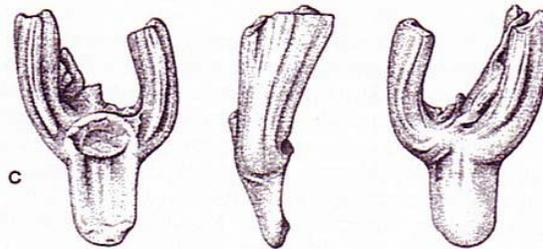


Einkorn

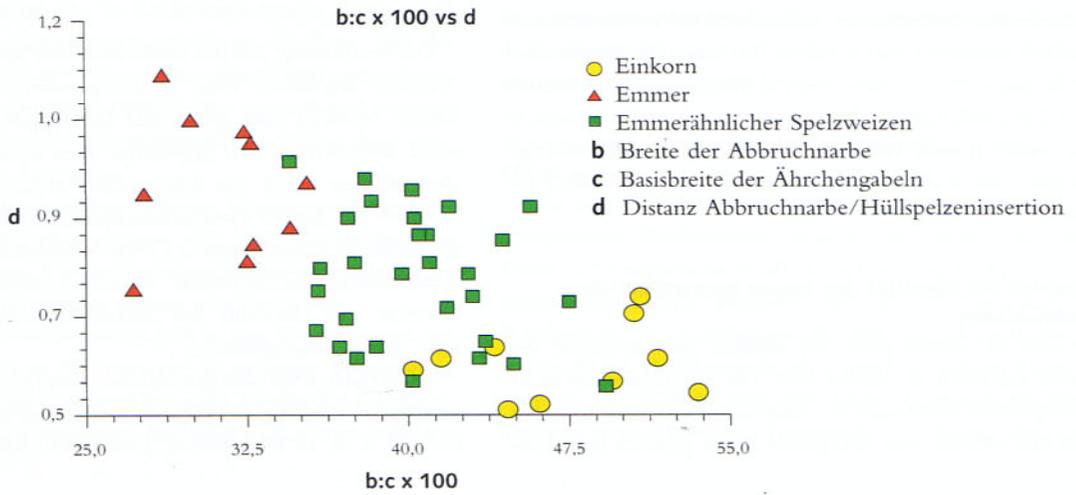
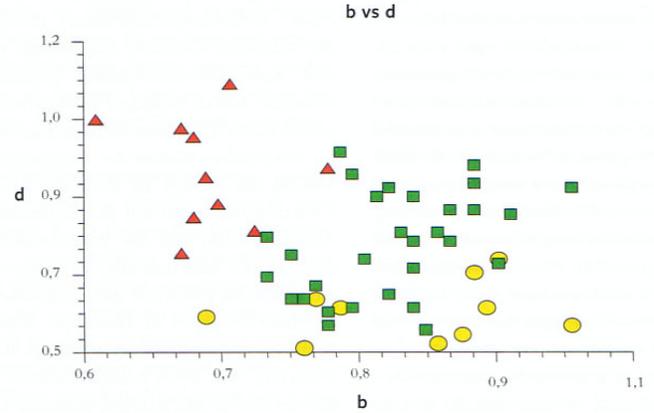
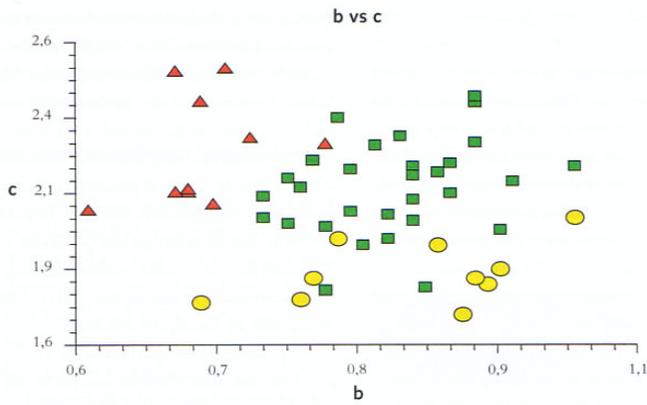


Emmer

« new glume wheat »



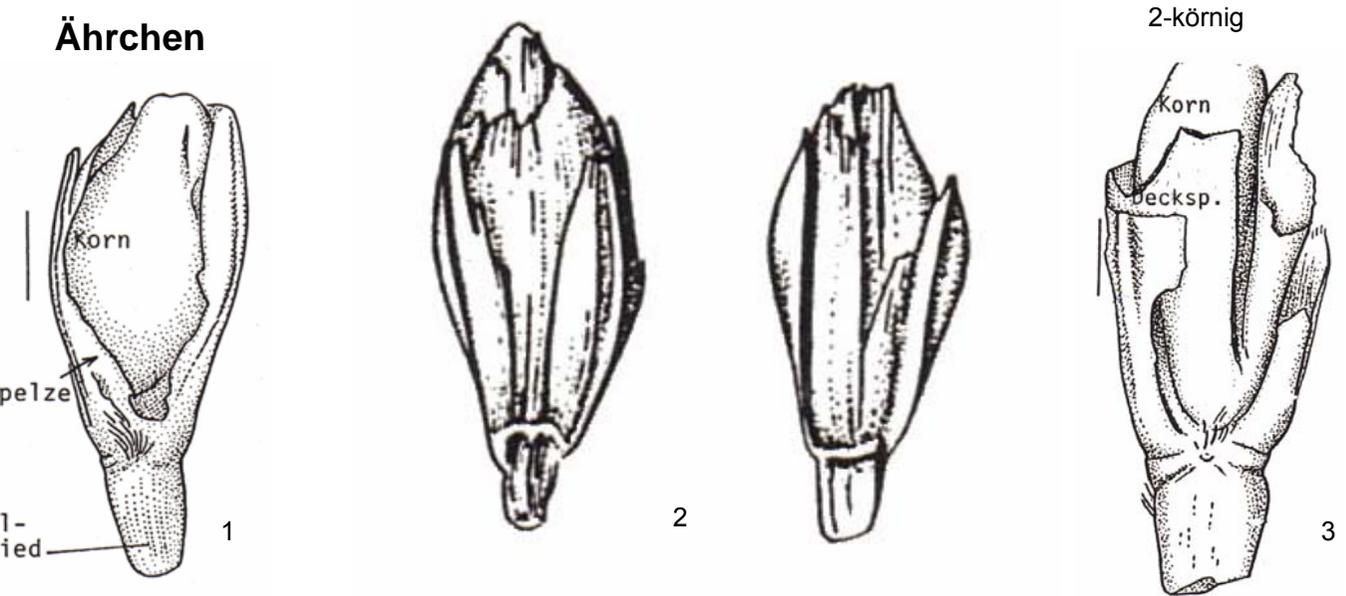
# Spelzweizen-Drusch: Messwerte von Einkorn, Emmer und „new glume wheat“: Vergleich Beispiel Stillfried, Spätbronzezeit, Österreich



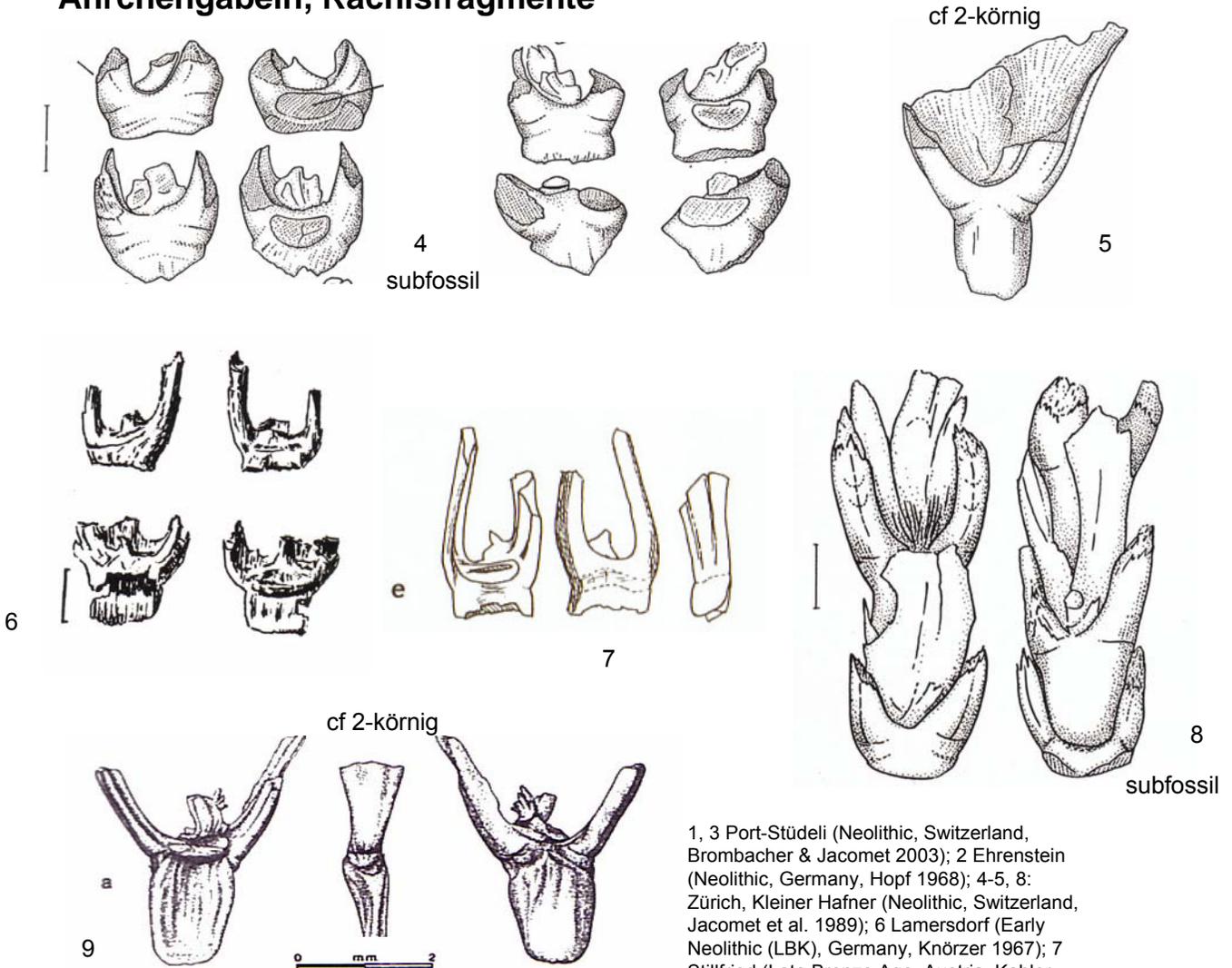
Messtrecken siehe vorherige Seiten

Abbildungen von (prä)historischen Funden von Einkorn (*Triticum monococcum*):  
Ährchen und Drusch

Ährchen



Ährchengabeln, Rachisfragmente



1, 3 Port-Stüdeli (Neolithic, Switzerland, Brombacher & Jacomet 2003); 2 Ehrenstein (Neolithic, Germany, Hopf 1968); 4-5, 8: Zürich, Kleiner Hafner (Neolithic, Switzerland, Jacomet et al. 1989); 6 Lamersdorf (Early Neolithic (LBK), Germany, Knörzer 1967); 7 Stillfried (Late Bronze Age, Austria, Kohler-Schneider 2001); 9 Assiros (Bronze Age, Greece, Jones et al. 2000)

# Abbildungen von (prä)historischen Funden des „new glume wheat“ (*Triticum nn*) Drusch (Ährchengabeln) und Körner (?)

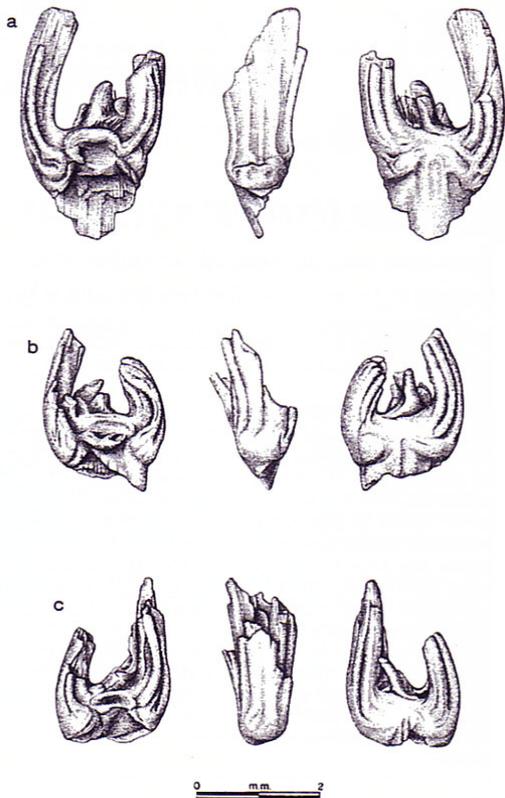
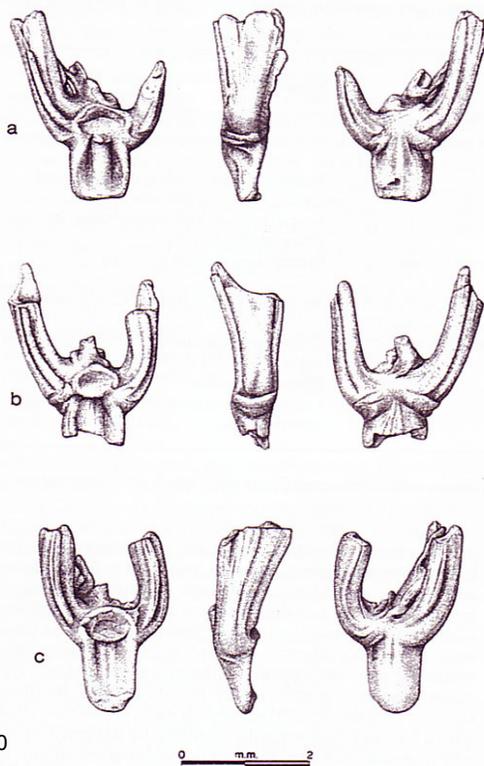
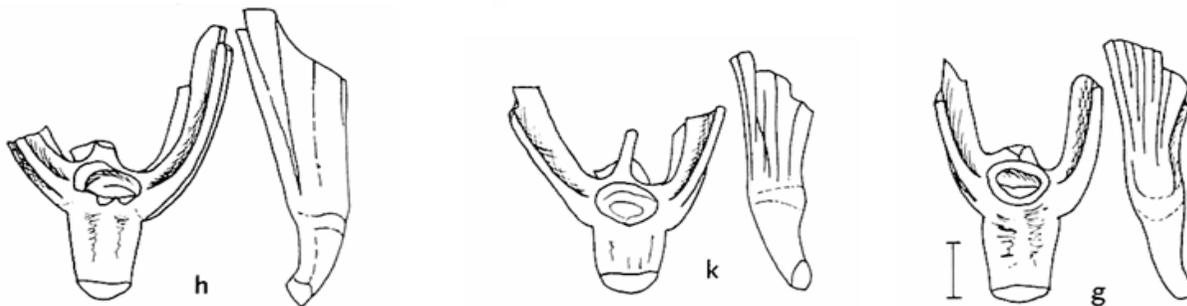


Fig. 2. New type spikelet bases from the Neolithic sites: a and b Makriyalos, c Makri



Jones et al. 2000

Fig. 3. New type spikelet bases from Bronze Age Assiros Toumba: a and b sample 4650, c sample 4384



Kohler-Schneider 2001: Stillfried, Austria, Late Bronze Age

Moderne Weizenart, die dem « new glume wheat » ähnlich sieht

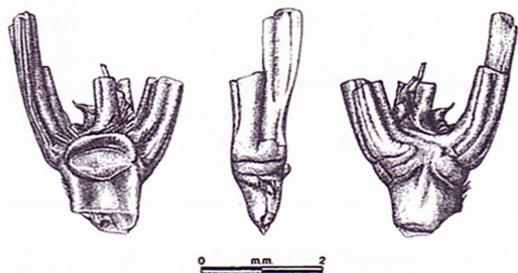
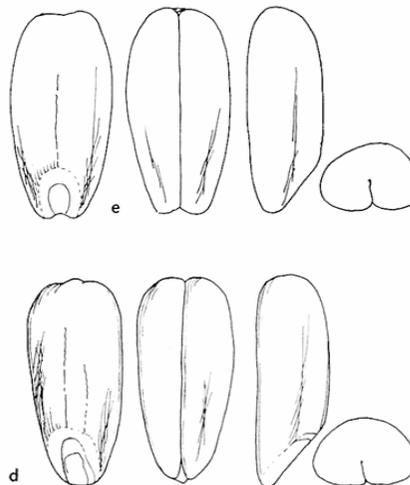


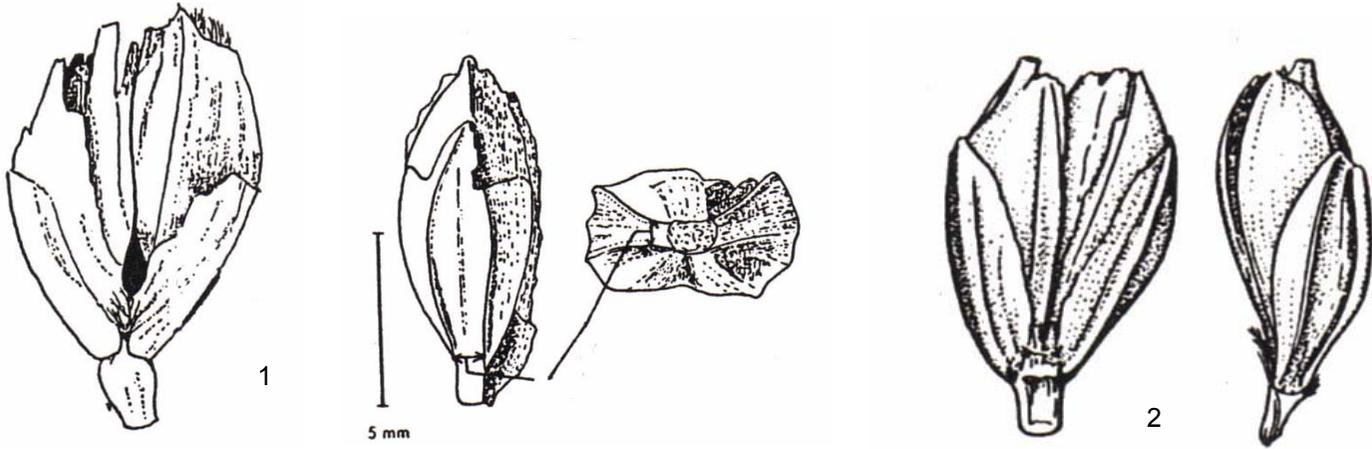
Fig. 6. A modern charred spikelet base of *Triticum timopheevi* Zhuk.



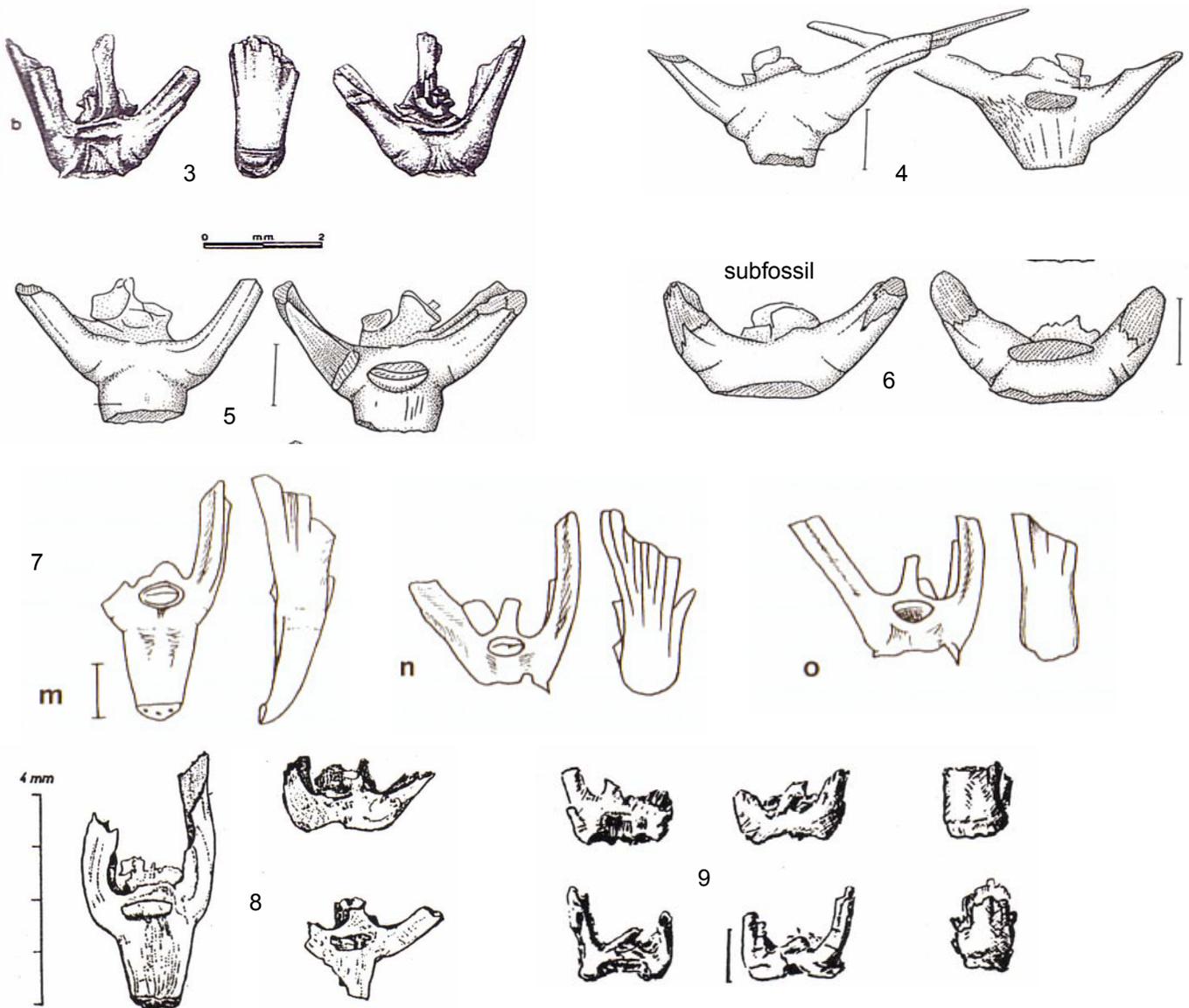
Möglicherweise die zum « new glume wheat » gehörenden Körner (aus Stillfried)

Abbildungen von (prä)historischen Funden von Emmer (*Triticum dicoccum*):  
Ährchen und Drusch

Ährchen



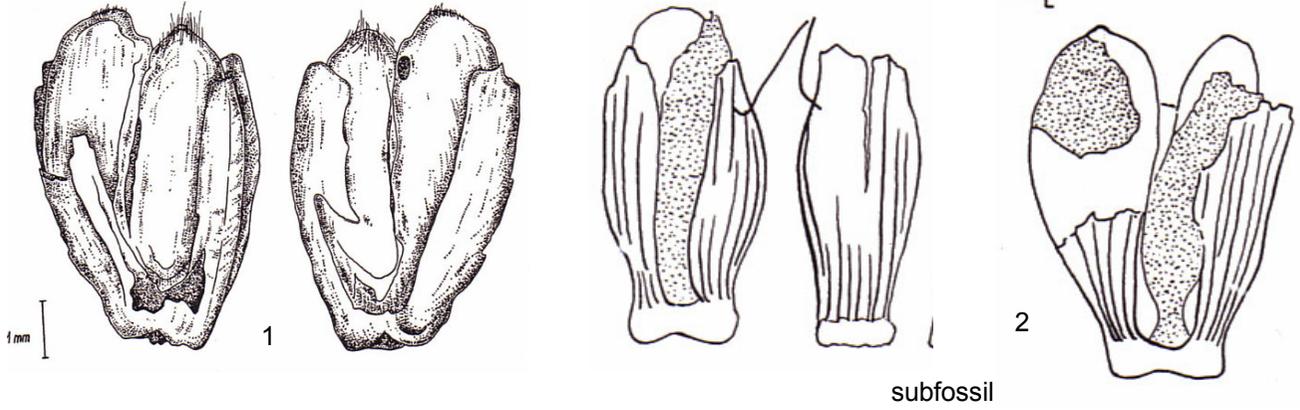
Ahrchengabeln



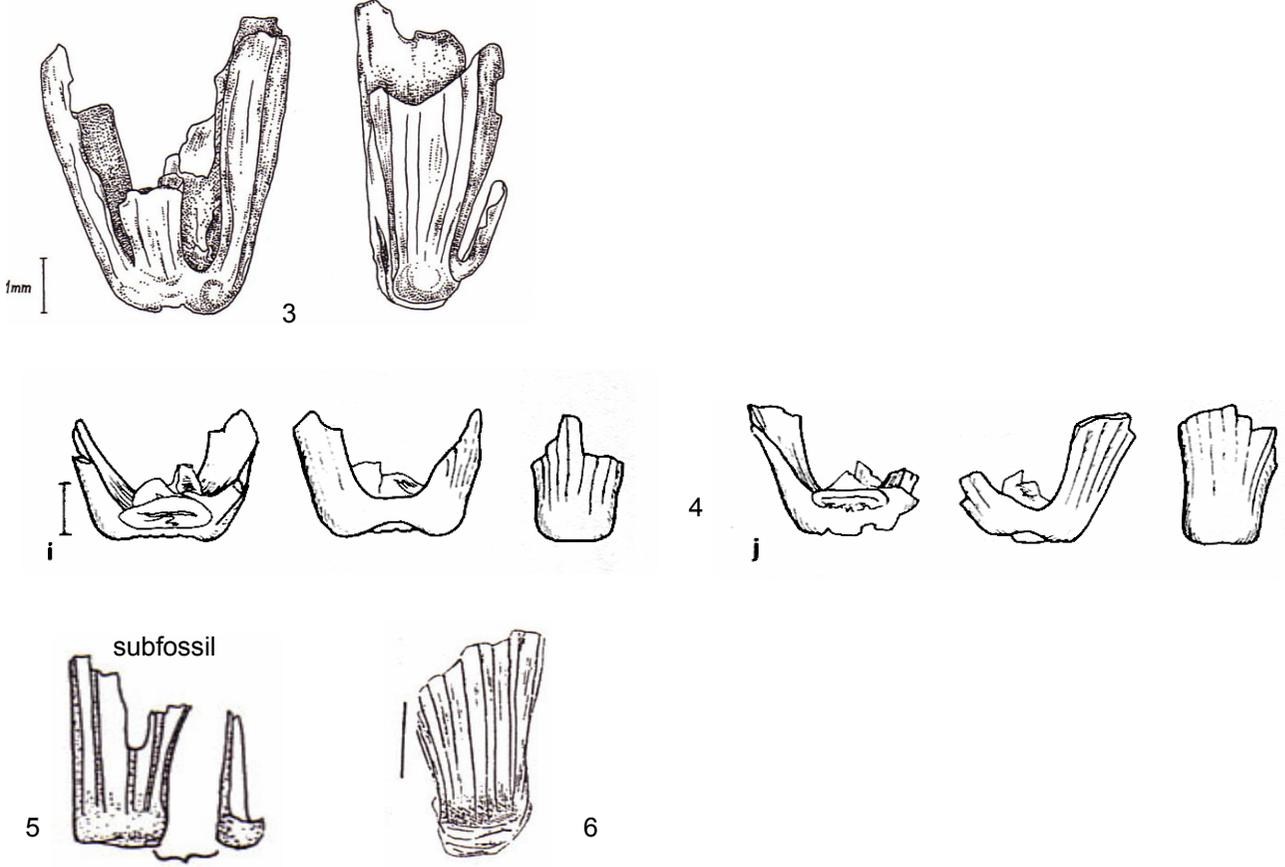
1: Feddersen Wierde (Iron Age, Northern Germany, Körber-Grohne 1967); 2 Ehrenstein (Neolithic, Germany, Hopf 1968); 3 Assiros (Bronze Age, Greece, Jones et al. 2000); 4-6 Zürich, Kleiner Hafner (Neolithic, Switzerland, Jacomet et al. 1989); 7 Stillfried (Late Bronze Age, Austria, Kohler-Schneider 2001); 8: Burgäschisee-Süd (Neolithic, Switzerland, Villaret-von Rochow 1967); 9 Lamersdorf (Early Neolithic (LBK), Germany, Knörzer 1967).

Abbildungen von (prä)historischen Funden von Dinkel (*Triticum spelta*):  
 Ährchen und Drusch

Ährchen

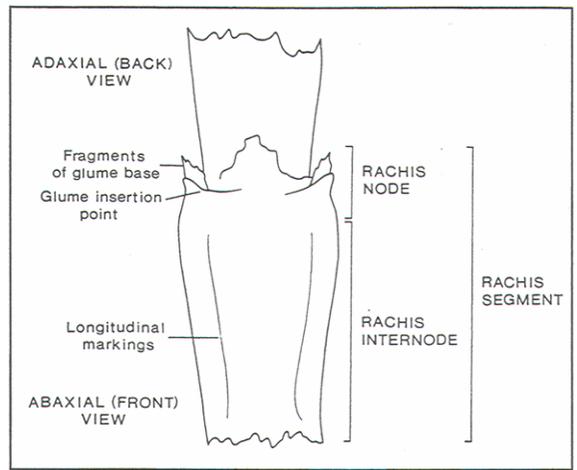


Ärchengabeln und Hüllspelzenbasen



1, 3 Eptingen-Riedfluh (Middle Ages, Switzerland, Jacomet et al. 1988); 2, 5 Welzheim (Roman, Germany, Körber-Grohne & Piening 1983); 4 Stillfried (Late Bronze Age, Austria, Kohler-Schneider 2001); 6 Zürich Mozartstrasse (Bronze Age, Switzerland, Jacomet et al. 1989)

# Kriterien für die Unterscheidung von Rachis-Resten von tetra- und hexaploiden Nacktweizen

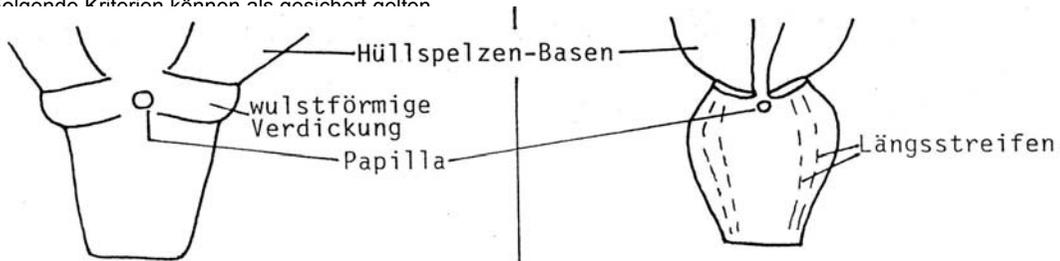


Die wichtigsten diagnostischen Merkmale eines Rachisteiles von Nacktweizen. Unterschied zwischen « rachis segment » (=Rachissegment, Spindelglied) und « internode » (Internodium) beachten! (aus Hillman et al. 1996)

Bei der Bestimmung der Spindelglieder der Nacktweizenarten steht das Internodium selbst im Vordergrund der Beobachtungen, insbesondere seine Form und Grösse. Eine kleinere Rolle spielen hier die Basalteile der Hüllspelzen (vgl. Spelzweizen), die meist abgebrochen sind. Gerade an neolithischem Getreide aus Ufersiedlungen ist allerdings zu beobachten, dass die basalen Teile der Hüllspelzen oft am Spindelglied haften bleiben (eigene Beobachtungen und Jörgensen 1975).

Alle Nacktweizeninternodien wurden früher in der mitteleuropäischen Literatur ausschliesslich als zu den Hexaploidea gehörig betrachtet. Sie wurden also zu *Triticum aestivum* s.l. gestellt, obwohl einige Bearbeiter, unter anderem schon Heer, Abweichungen in der Form feststellten. Insbesondere fiel Heer und z.B. Jörgensen (1975) an neolithischem Weizenmaterial aus dem "Pfahlbausiedlungen" des Alpenvorlandes auf, dass die Internodien eigenartige, wulstförmige Verdickungen unterhalb des Hüllspelzenansatzes aufweisen. So meint Jörgensen (1975) zu den neolithischen Spindelgliedern von Thayngen-Weier: "I have not seen such marked thickenings in extant collections of bread wheat and club wheat. Perhaps this feature is connected only with certain varieties of the species or is strengthened in fossil material by carbonisation."

Gerade das Vorhandensein dieser wulstförmigen Verdickungen, dazu der oft ziemlich gerade Verlauf der Seitenkanten, das Fehlen einer deutlichen Längsstreifung in den meisten Fällen und Merkmale der Hüllspelzen (siehe unten) führten uns bereits in den 80er Jahren des 20. Jh. dazu, an der generellen Zuordnung der neolithischen Nacktweizeninternodien zu den Hexaploidea gewisse Zweifel anzumelden (vgl. Jacomet & Schlichtherle 1984; auch Maier 1996). Alle die oben genannten Merkmale passen viel besser zu tetraploiden Nacktweizen (*Triticum durum/turgidum* i.w.S.). Unterscheidungsmerkmale zwischen Spindelgliedern der beiden Nacktweizengrossgruppen können z.B. den Werken von Schieman (1948), Percival (1921) und Hervey-Murray (1980) entnommen werden, und auch wir haben diverse diesbezügliche Beobachtungen an Rezentmaterial gemacht. Gleichzeitig hat auch G. Hillmann (2001) solche Kriterien ausgearbeitet, die schliesslich 2001 publiziert wurden (siehe die folgende Seite). Folgende Kriterien können als gesichert gelten:



<b>Tetraploidea Typ</b> <i>Triticum turgidum, T. durum</i>	<b>Hexaploidea Typ</b> <i>Triticum aestivum</i> s.l.
Kanten gerade	Kanten geschwungen
Längsstreifen fehlen	Längsstreifung meist deutlich
Internodium unterhalb der Hüllspelzenbasen wulstförmig verdickt	Wulstförmige Verdickungen unterhalb der Hüllspelzenbasen fehlend
oft Hüllspelzenteile am Internodium anhaftend	Hüllspelzen immer abgebrochen
Max. Breite zuoberst	Max. Breite ca. oberhalb der Mitte

Die Nacktweizen-Internodien weisen sehr unterschiedliche Längen auf (wie die Ähren, siehe folgende Seiten).

Fast alle früheren Bearbeiter beschäftigten sich deshalb mit der Frage, ob sich aufgrund der Internodienlängen Saatweizen-Typen im engeren Sinne von Zwergweizen („compactum“-Typen) abtrennen liessen (Villaret 1967, Jörgensen 1975). Jörgensen (1975) kam aufgrund umfangreicher Studien auch an rezentem Material zum Schluss, dass dies nicht möglich sei, denn die Zwergweizen-Messwerte liegen vollständig im Variationsbereich der Saatweizen i.e.S.- Messwerte. Im verkohlten Material können, mit Vorbehalt, nur Stücke >4mm mit einiger Wahrscheinlichkeit zu Saatweizen i.e.S. gestellt werden. Bei Nacktweizeninternodien empfiehlt es sich deshalb folgende Gruppen zu machen:

a) tetraploider Nacktweizen-Typ (*turgidum/durum*-Typ):

a1) lange Internodien >4mm (lockerähriger Typ)

a2) kurze Internodien <4mm (dichtähriger Typ)

b) hexaploider Nacktweizen-Typ (*aestivum*-Typ):

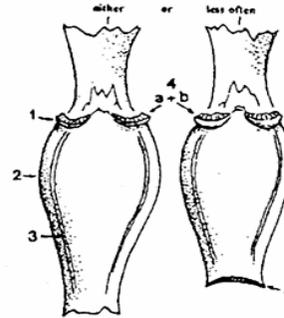
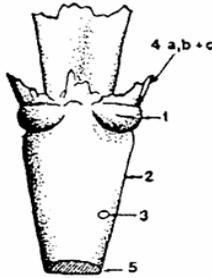
b1) lange Internodien >4mm (lockerähriger Typ)

b2) kurze Internodien <4mm (dichtähriger Typ)

# Merkmale für die Unterscheidung von Rachisteilen von tetra- und hexaploiden Nacktweizen (Hillman 2001)

**T. DURUM GROUP** (including *T. turgidum*, *T. turanicum* and *T. polonicum*)

**T. AESTIVUM GROUP** (including *T. compactum*) + *T. sphaerococcum*



## 1. shape of rachis node immediately below point of glume insertion

Node often with a conspicuous rounded lump beneath each glume-insertion, with or without a thin fissure across the hump. (This feature is poorly developed in some small-eared pyramidal central Anatolian *durums*.)

Node with either (a) no lumps at all, and merely a narrow ridge below glume insert; or (b) weakly developed lower halves of lumps, in which the upper halves give the impression of having collapsed.

## 2. Shape of rachis internode – in lax-eared forms only. (In dense-eared forms of either ploidy, there is insufficient room for internode shape to be properly expressed.)

Rachis internodes forming  $\pm$  straight-sided trapeziums, with only a slight incurved narrowing immediately below the node, even in extremely lax-eared tetraploids such as *turanicum* and *polonicum*.

Rachis internodes conspicuously shield-shaped, with a strongly curved widening of the upper third of the internode, and a more steeply curved narrowing just below the node.

## 3. Presence/absence of longitudinal lines near the outer edge of the convex (abaxial) face of rachis internodes.

(This feature has so far proved the most reliable of all those listed here.)

No trace of lines, except those resulting from occasional wrinkles due to shrinkage if the ears were cut while still green.

Clear longitudinal lines present, often bearing hairs. The lines often have the following form in T.S.

Ridge often with hairs (The lines are just as conspicuous in compact/ dense-eared forms.)



## 5. Roundness of rachis edge in transverse section.

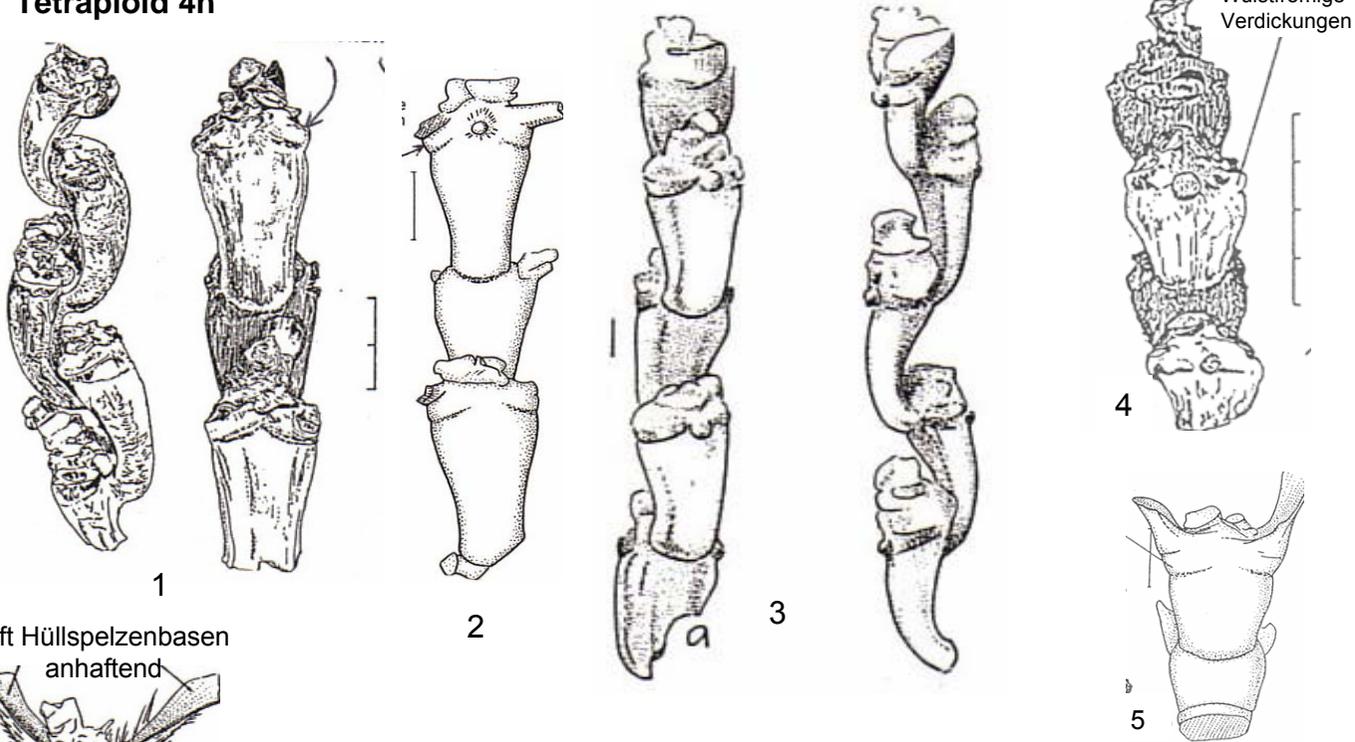
Rachis edge in T.S. generally rounded.

Rachis edge in T.S. generally attenuated.

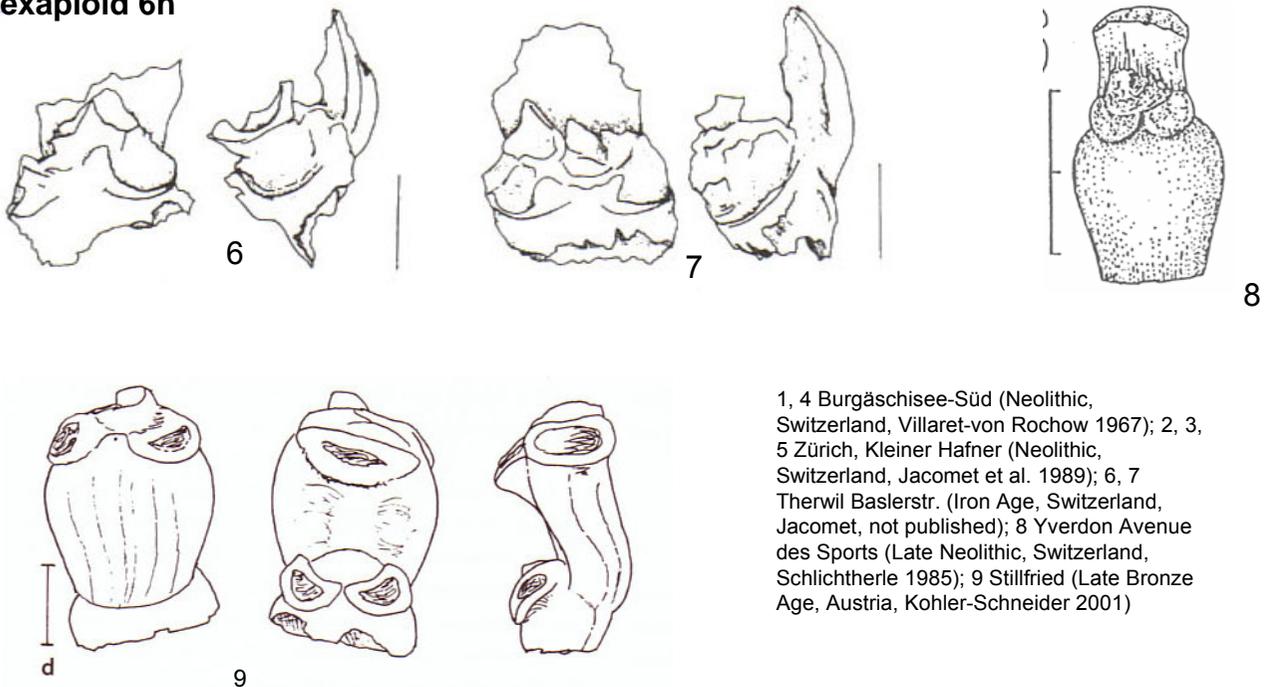


# Abbildungen von (prae)historischen Funden von Nacktweizen : Spindelglieder

## Tetraploid 4n



## Hexaploid 6n



1, 4 Burgäschisee-Süd (Neolithic, Switzerland, Villaret-von Rochow 1967); 2, 3, 5 Zürich, Kleiner Hafner (Neolithic, Switzerland, Jacomet et al. 1989); 6, 7 Therwil Baslerstr. (Iron Age, Switzerland, Jacomet, not published); 8 Yverdon Avenue des Sports (Late Neolithic, Switzerland, Schlichtherle 1985); 9 Stillfried (Late Bronze Age, Austria, Kohler-Schneider 2001)

## Nacktweizen-Hüllspelzen

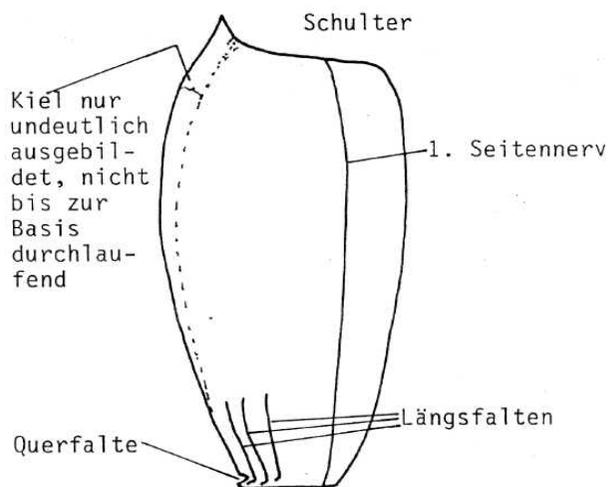
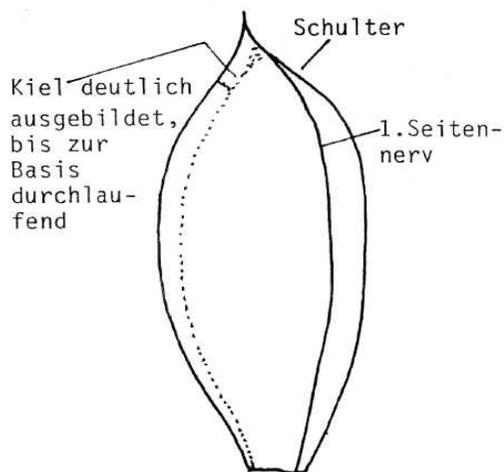
Im allgemeinen werden Hüllspelzenteile von Nacktweizenarten nur selten gefunden. Eine recht grosse Rolle spielen sie aber z.B. im Fundmaterial der neolithischen Feuchtbodensiedlungen des Alpenvorlandes, wo recht häufig ganze Ähren oder zumindest Teile von solchen gefunden werden. Deshalb ist es wichtig, auch die Hüllspelzenmerkmale der Nacktweizen näher anzusehen. Ihre Form kann den Abbildungen auf dieser und der folgenden Seite entnommen werden.

Morphologische Merkmale, auf die besonders zu achten ist:

- Verlauf und Erhabenheit des Hauptkiels
- apikales Ende des Hauptkiels
- Schulterung der Hüllspelze
- Nervatur der Hüllspelze
- Beschaffenheit der Hüllspelzenbasis

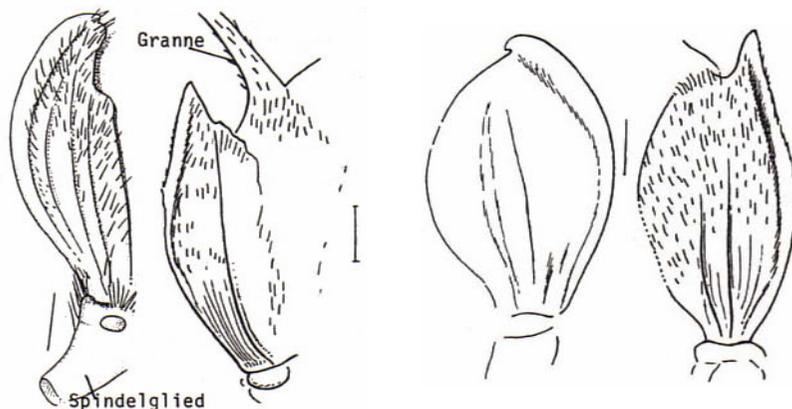
Auch die Hüllspelzen liefern einige wichtige Differenzierungsmerkmale für die Unterscheidung hexaploider und tetraploider Nacktweizen (eigene Beobachtungen):

Tetraploidea (T. turgidum, T. durum)	Hexaploidea (T. aestivum s.l.)
nicht oder wenig geschultert	deutlich geschultert
keine Längsfältelung an der Basis	deutliche Längsfalten an der Basis
keine Querfalte an der Basis	Querfalte an der Basis vorhanden



Bei den Bestimmungen werden am besten die folgenden Gruppen gebildet:

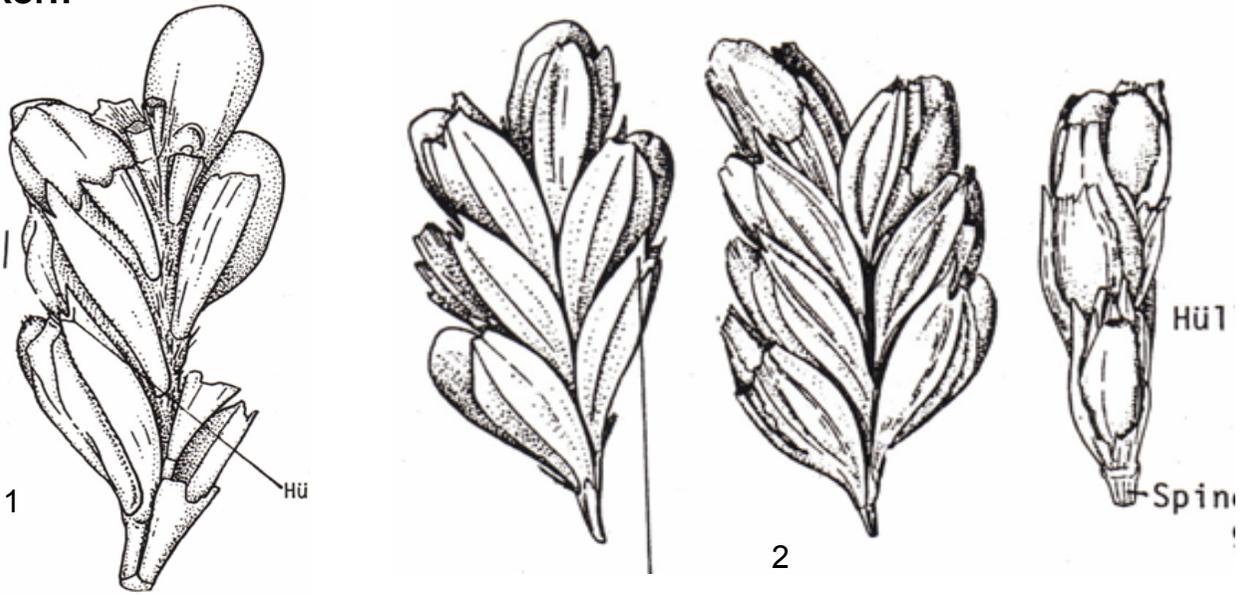
- tetraploidea-Typ
- hexaploidea Typ
- nicht näher zuweisbar



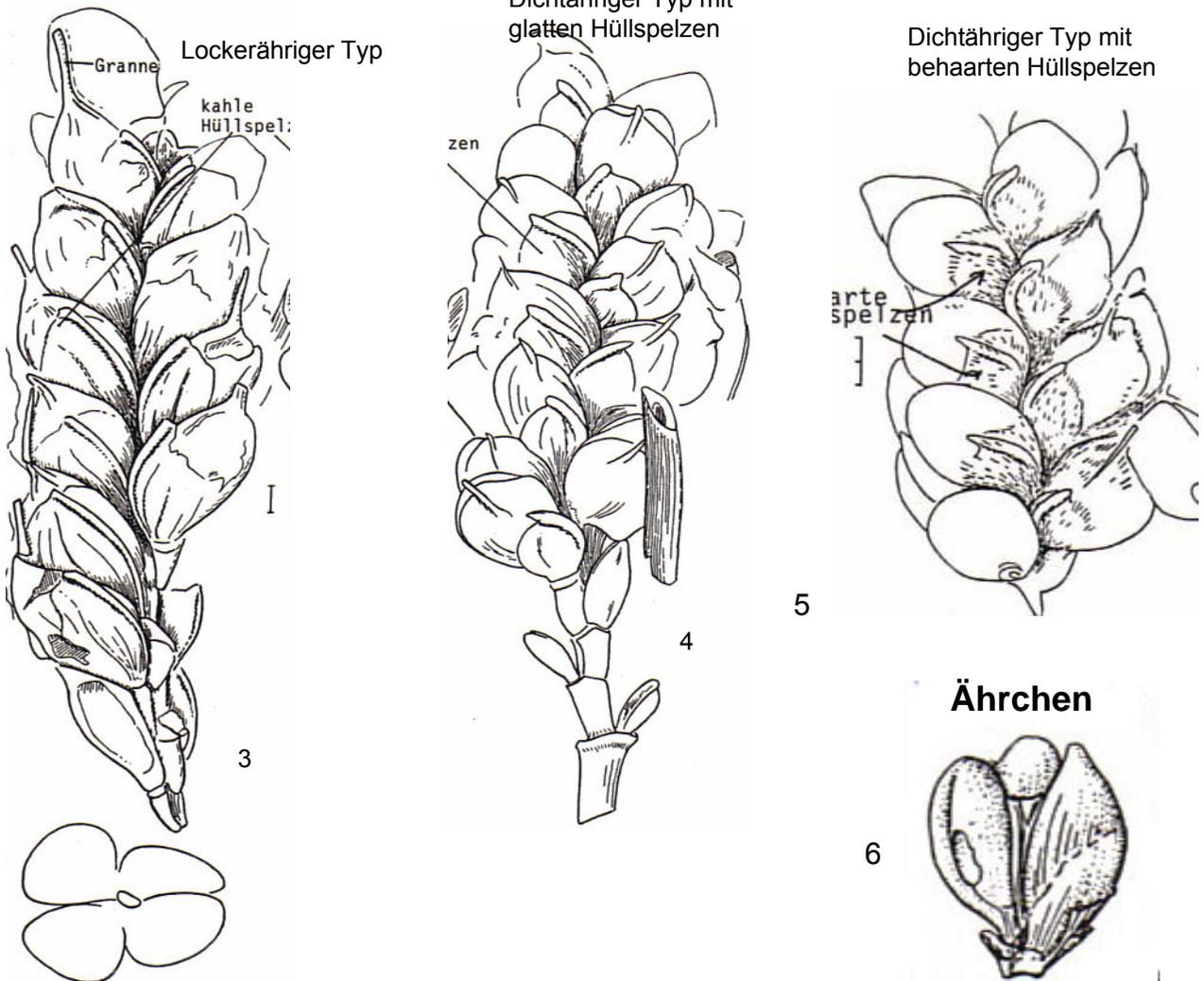
Einige Bweispiele von neolithischen Nacktweizen-spelzen vom tetraploiden Typ: Zürich Kleiner Hafner (Switzerland, Jacomet et al. 1989)

Abbildungen von (prae)historischen Funden verschiedener Weizen: Ähren(teile)  
(sehr selten gefunden!)

Einkorn



Tetraploider Nacktweizen



1 Port Stüdeli (Neolithic, Switzerland, Brombacher & Jacomet 2003); 2, 6 Ehrenstein (Neolithic, Germany, Hopf 1968); 3-5: Zürich Kleiner Hafner (Neolithic, Switzerland, Jacomet et al. 1989);

# Gerste (*Hordeum*): Morphologie

2-zeilig

6-zeilig (oder: mehrzeilig)

**Ursprung:** Wildgras mit  $2n=14$  Chromosomen (*Hordeum spontaneum*), wild vorkommend im Nahen Osten, Gebiet des fruchtbaren Halbmondes

**Morphologische Besonderheiten:**

- Ährchen 1-blütig
- Hüllspelzen grannenförmig
- Deckselzen mit sehr langen Grannen.

**Systematik der Kulturformen** (vgl. auch Tab. am Anfang von Teil 2; für moderne systemat. Gruppierung siehe Zohary & Hopf 2000):

2 Hauptunterscheidungskriterien:

- Anzahl der fertilen Ährchen pro Spindelglied
- bespelzt oder nackt

man unterscheidet demnach:

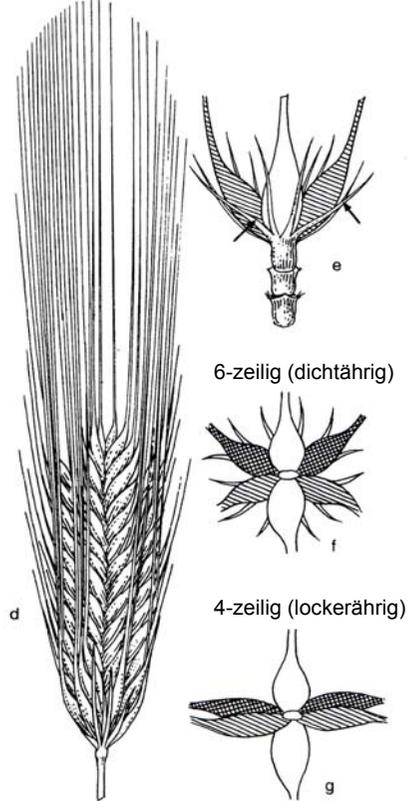
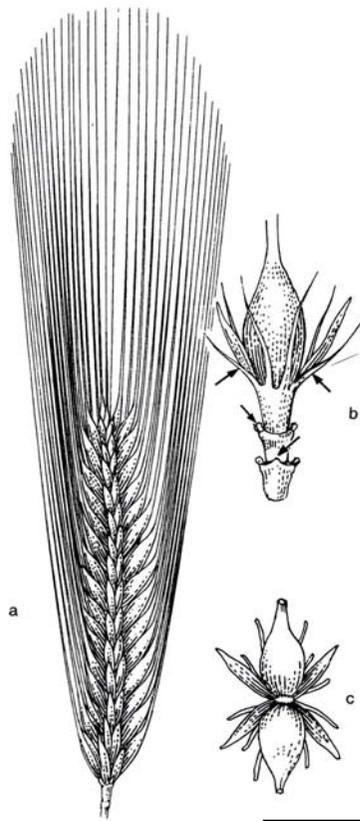
• **zweizeilige Gersten:** *Hordeum spontaneum*, *H. distichum* L., mit nur einem (= das mittlere) fertilen Ährchen pro Spindelglied; die 2 seitlichen sind verkümmert. Vor allem Braugersten (einheitliche Korngröße wichtig!). Es gibt nackte und bespelzte Formen.

• **mehrzeilige Gersten:** *Hordeum vulgare* L. mit 3 fertilen Ährchen pro Spindelglied. Es gibt:

- ▶ lockerährige Formen = vierzeilige Gerste (var. *tetrastichum*)
- ▶ dichtährige Formen = sechszeilige Gerste (var. *hexastichum*).

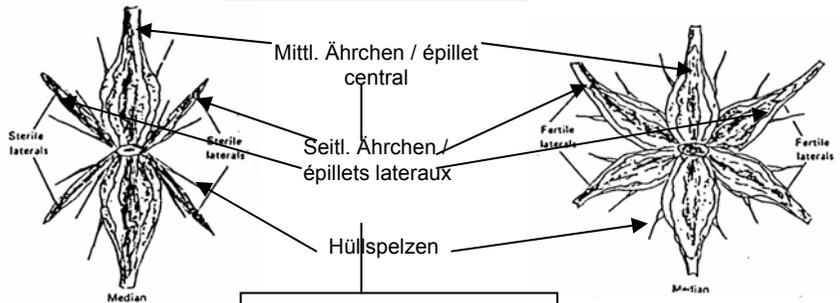
Es treten **nackte** ("Nacktgerste") und **bespelzte** ("Spelzgerste") Formen auf.

Die genetischen Differenzen zwischen den einzelnen Formen sind gering (siehe z.B. Salamini et al. 2002).

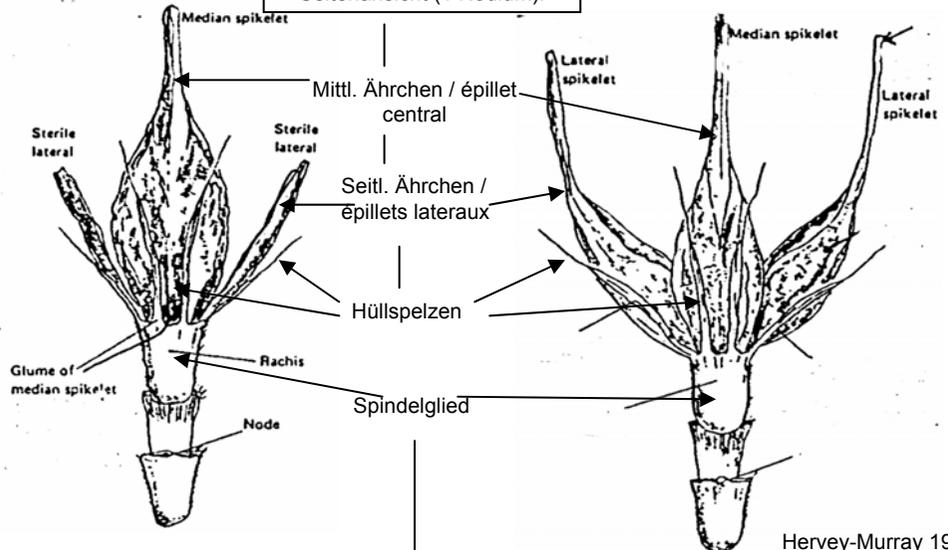


Querschnitt einer Ähre (2 Nodien)

Jacomet / Kreuz 1999



Seitenansicht (1 Nodium):

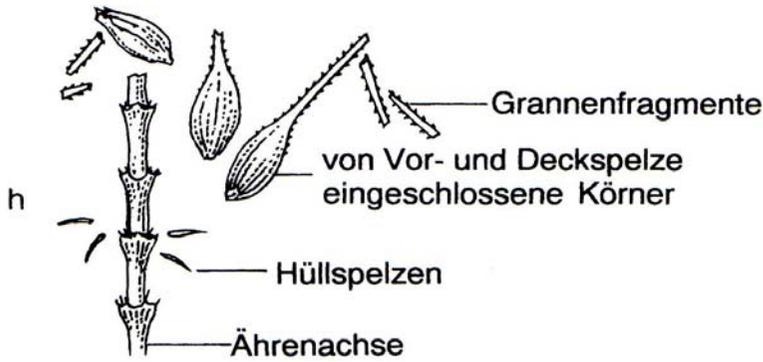


Hervey-Murray 1980

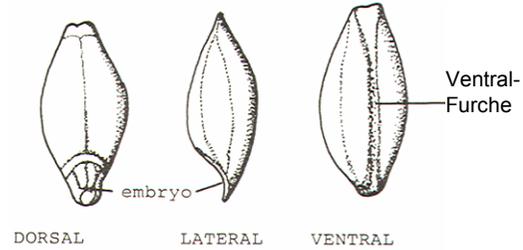
Weitere nützliche Literatur für die Gerstenbestimmung: Charles 1984, Bouby 2001

# Gerste (*Hordeum*): Funde und ihre wichtigsten morphologischen Merkmale

Nach dem Dreschen / Spelzgerste



Korn:  
Zentrales Korn einer Mehrzeil- oder Zweizeilgerste, Spelzen entfernt



Charles 1984

## Körner (und Deckspelze):

Form von der Dorsal- oder Ventralseite: spindelförmig, gegen oben und unten mehr oder weniger spitz zulaufend.

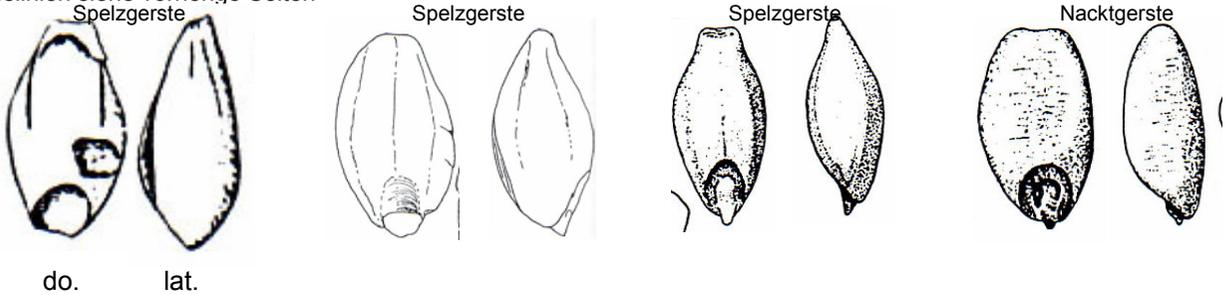
Form in Seitenansicht: ebenfalls spindelförmig, relativ flach. Höchste Stelle mehr oder weniger in der Mitte.

Spezielle Merkmale: siehe unter den einzelnen Arten bzw. Varietäten

Für Unterschiede zu Weizen siehe die Abbildungen auf der folgenden Seite.

Bei der Spelzgerste umschließen die Hüllspelze und die Vorspelze das Korn dicht. Die Basis der Hüllspelze liefert ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen den verschiedenen Gerstenformen. Siehe auf den folgenden Seiten.

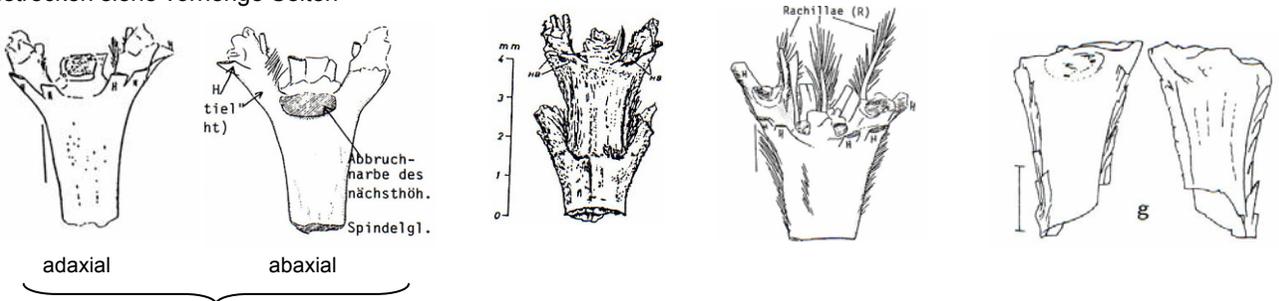
Messlinien siehe vorherige Seiten



## Spindelglieder:

Form unterschiedlich (siehe die einzelnen Tax). Wenn die Erhaltung gut ist, so sind apikal sind die schmalen Basen der Hüllspelzen zu erkennen (H auf der Abbildung links, unten). Von vorne erkennt man 4 (die 2 des mittleren Ährchens und je 1 (=die vorderen) der Seitenährchen, von hinten 2 (jeweils das hintere der Seitenährchen). Im Gegensatz zu Weizeninternodien sind jene der Gerste in Seitenansicht gerade (siehe Abbildungen auf der folgenden Seite).

Messtrecken siehe vorherige Seiten



Wegen der grossen Vielfalt an Varietäten ist die Bestimmung der Gerstenreste schwierig und vor allem für den Anfänger verwirrend.

Wir haben es mit **2 Ebenen** der Betrachtungsweise zu tun:

a) Unterscheidung von zweizeiligen und mehrzeiligen Formen (distichon-vulgare)

b) Unterscheidung der mehrzeiligen Formen voneinander:

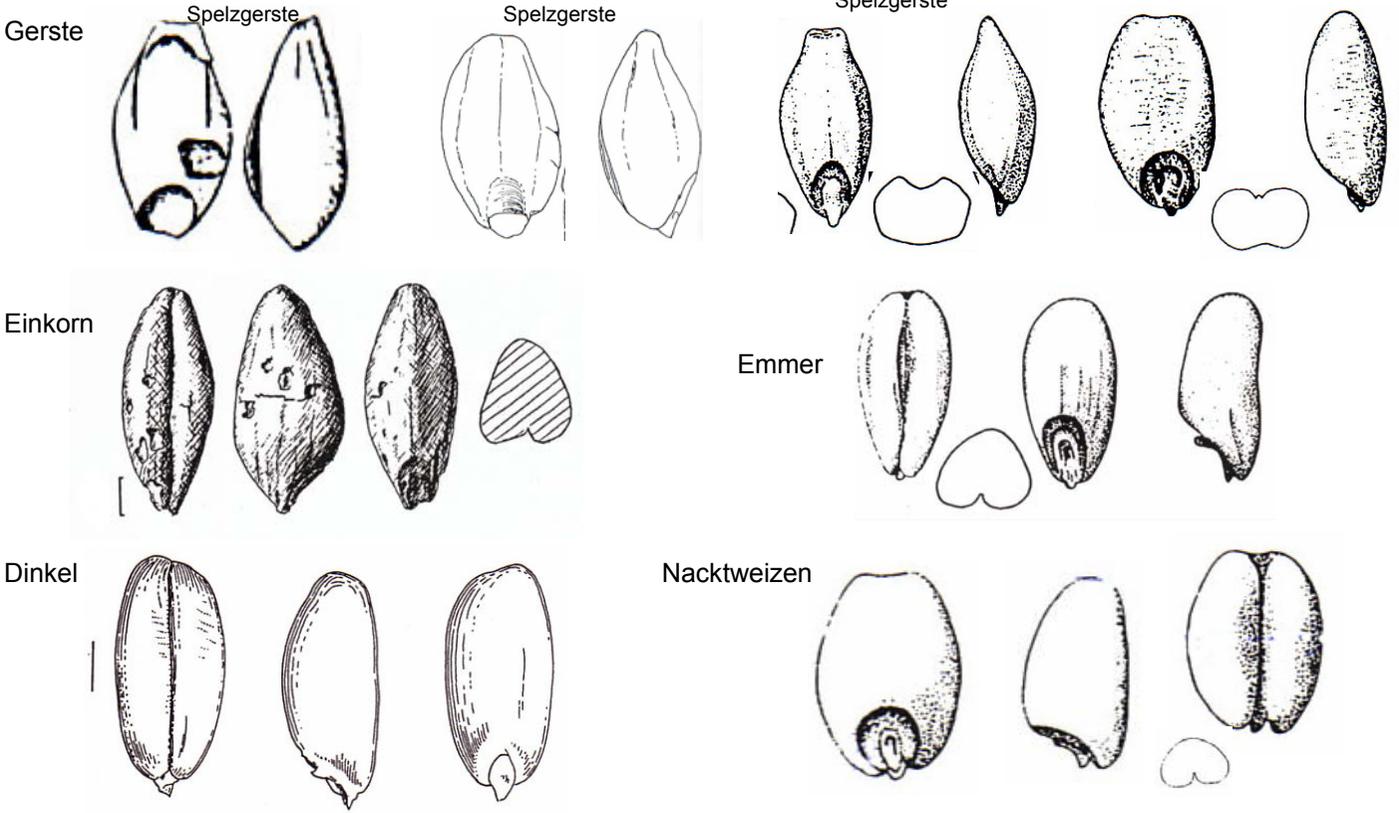
b1 ) lockerährig oder dichtährig

b2) bespelzt oder nackt

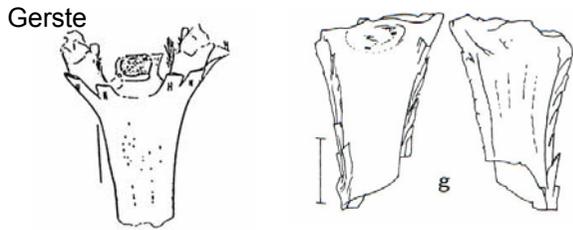
Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale wurden auf den Tabellen auf den folgenden Seiten zusammengestellt.

# Gersten- und Weizen-Reste: ein Vergleich

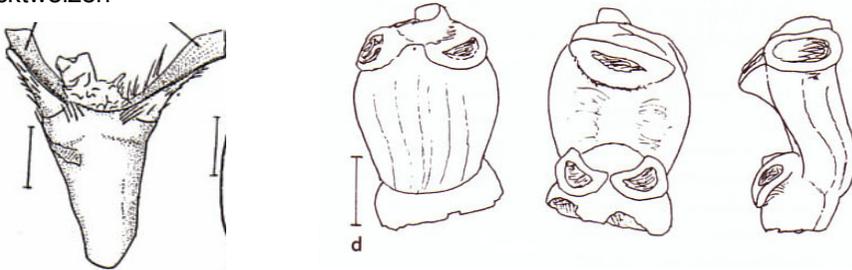
## Körner



## Spindelglieder



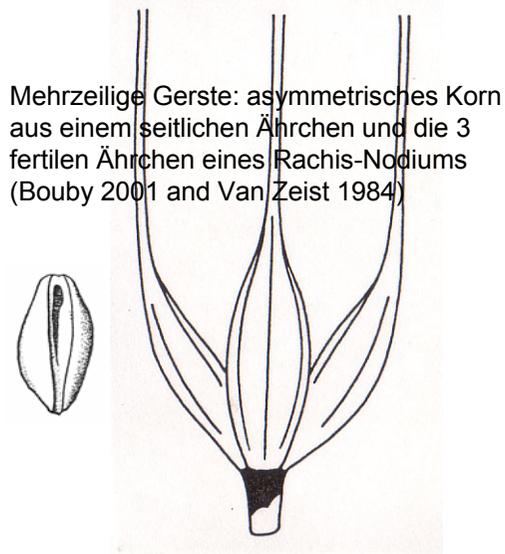
## Nacktweizen



# Gerste: Unterschiede zwischen Zweizeiliger und Mehrzeiliger Gerste

Organ	Mehrzeilige Gerste ( <i>Hordeum vulgare</i> )	Zweizeilige Gerste ( <i>Hordeum distichum</i> )
Ähre	3 fertile Ährchen pro Spindelglied	1 fertiles Ährchen pro Spindelglied=mittleres Ährchen, die beiden seitlichen sind verkümmert
Ährchen	Vertiefung an der Deckspelzenbasis	
	Lockerährige Formen (4-zeilig): schmaler Falz dichtährige Formen (6-zeilig): hufeisenförmig	Hufeisenförmig
Körner	Gerade und krumme Körner vorhanden (besonders bei den lockerährigen Formen) Verhältnis krumme: gerade Körner: Theoretisch 2:1 max. Breite der Körner: in der Mitte	Nur gerade Körner vorhanden  Etwas unterhalb der Kornmitte (1)
Spindelglieder	Basen der Seitenährchen	
	Gut ausgebildete Basen der Seitenährchen	Basen der Seitenährchen kümmerlich ausgebildet

Die Merkmale gelten für verkohltes Material.



# Unterschiede zwischen locker- und dichtährigen Formen der Mehrzeilgerste

Pflanzenteil:	dichtährige Formen:	lockerährige Formen:
<b>Ähre:</b> - Stellung der Ährchen im Triplet:	von oben:  von der Seite:   	von oben:  von der Seite:   
<b>Ährchen:</b> - Form der Vertiefung an der Deckspelzenbasis:	schmal-faltenförmig  	hufeisenförmig  
<b>Körner:</b> - Form:  - Krümmung:	rundlich, kurz-gedrunge L/B-Index < 1,8  Krümmung der seitlichen Körner undeutlich	schlank- oval, L/B- Index > 1,8  Krümmung der seitlichen Körner deutlich: theoretisch doppelt so viele Krümmlinge wie gerade Körner vorhanden
<b>Spindelglieder:</b> - Form:  - Länge  - Behaarung der Ränder:	breit- kurz; breite Basis (B 0,6-1mm (3))  L/B Basis: 2,0 bzw. 1,8 (3) (normalerweise <3)  1,3-2,4 mm (1)  Achtung: Variationen innerhalb einer Ähre sehr gross! stark (nach (2) ist dieses Merkmal nicht relevant)	schlank, gegen die Basis zu stark verjüngt, schmale Basis (B 0,4-1,1 mm (3))  L/B Basis: 3,4 bzw. 2,9 (3) (normalerweise >3)  2,3-3,45 mm (1)  schwach (4)

Stiele der Seitenährchen bei Nacktgerste („echte“ Stielchen im Sinne von (3) = Stiel unterhalb des Ansatzpunktes der hinteren Hüllspelze): Bei dichtährigen Formen nur undeutlich erkennbar, da stark gestaucht; bei lockerährigen hingegen deutliche Stiele vorhanden. Siehe nächste Seite.

# Unterscheidungsmerkmale zwischen Nackt- und Spelzgerste (Mehrzeilgersten)

Pflanzenteil:	Nacktgerste:	Spelzgerste:
Ährchen: - Rachilla:	fehlend	vorhanden
Körner: - Form:	apikales Ende gerundet oder eingezogen in Aufsicht 	flach-gerade: in Aufsicht: 
- Bauchfurche	breit 	in Seitenansicht: 
- Oberflächenstrukturen:	wellenförmige Querstreifung vc 	Querschnitt: kantig 
- anhaftende Spelzreste:	im Normalfall keine; wenn vorhanden, dann ohne ‚Buckel‘	schmal, V-förmig 
		glatt
		im Normalfall vorhanden, besonders Vorspelzenreste auf der Bauchseite, Deckspelzenreste auf der Rückenseite. ‚Buckel‘ auf den Deckspelzen deutlich ausgebildet..
	Achtung! ‚Buckel‘ auf den Spelzen je nach Verkohlungsgrad unterschiedlich stark hervortretend!	
Spindelglieder: - am S. haftende Spelzenbasen:	normalerweise Teile der Deck- und Vorspelzen vorhanden; Rachilla noch anhaftend	normalerweise alle Spelzen mit Ausnahme der Hüllspelzenbasen abgebrochen, Rachilla abgebrochen
	Achtung! Je nach Zustand, in dem eine Ähre zerbricht, können unterschiedliche Spelzenteile noch am Spindelglied haften bleiben!	
Stiele der Seitenährchen im Sinne von Piening 1981:	vorhanden bei lockerährigen Formen deutlich ausgebildet: 	fehlend 
	bei dichtährigen Formen kaum erkennbar	

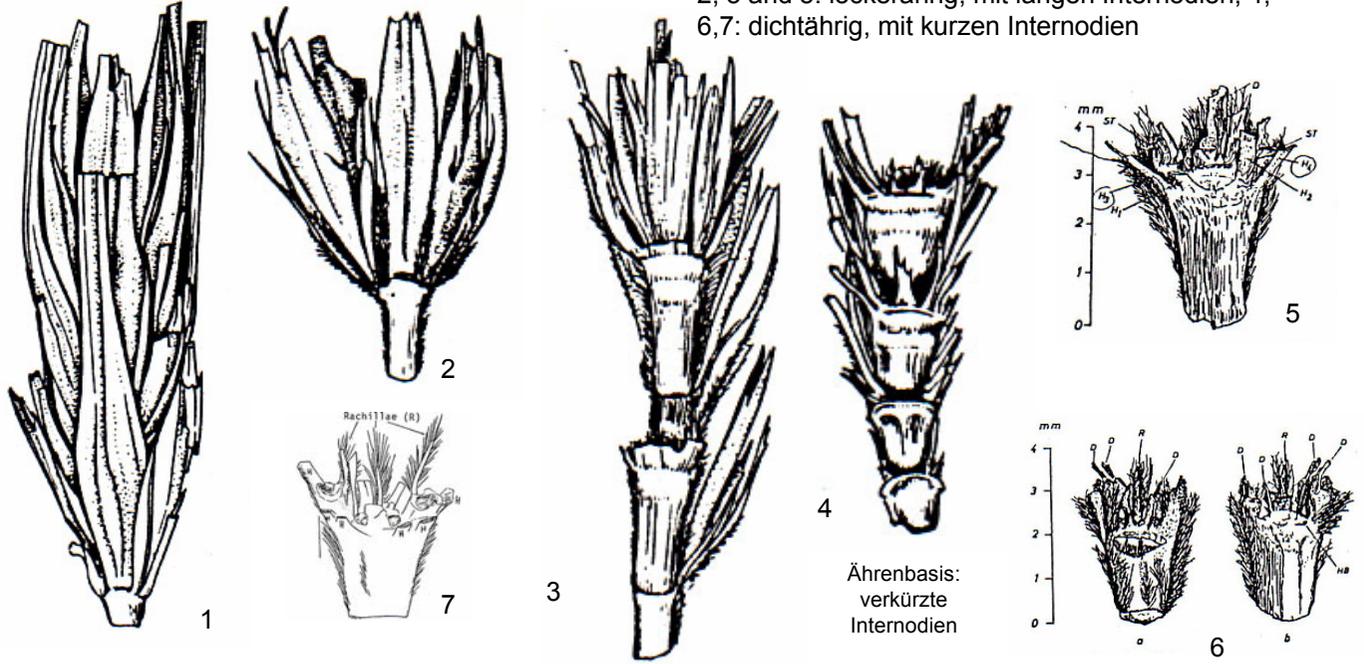
Zusammengestellt nach Angaben aus der Literatur (Villaret- von Rochow 1967, van Zeist 1968, Piening 1981 und mündliche Mitteilung, Helbaek 1952A + B, Kroll 1987 und Körber-Grohne & Piening 1980) und eigenen Beobachtungen an Vergleichsmaterial.  
Zusammenstellung: S. Jacomet.

# Abbildungen von (prae)historischen Funden von mehrzeiliger Gerste (*Hordeum*

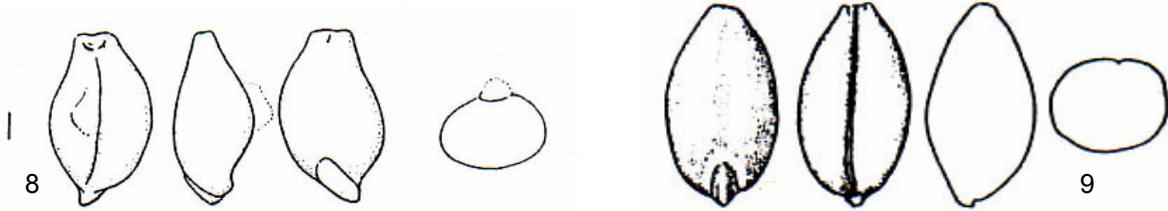
## *vulgare*): Nacktgerste

Ähren, Ährchen und Spindelglieder

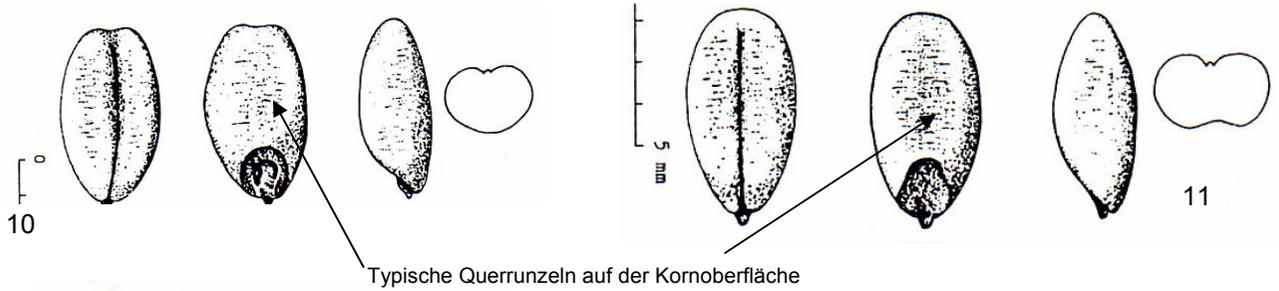
2, 3 and 5: lockerährig, mit langen Internodien; 4, 6,7: dichtährig, mit kurzen Internodien



Körner: meist eher schlanke Typen



Asymmetrische und krumme (oben) Körner: lockerährig



Typische Querrunzeln auf der Kornoberfläche

Raphe



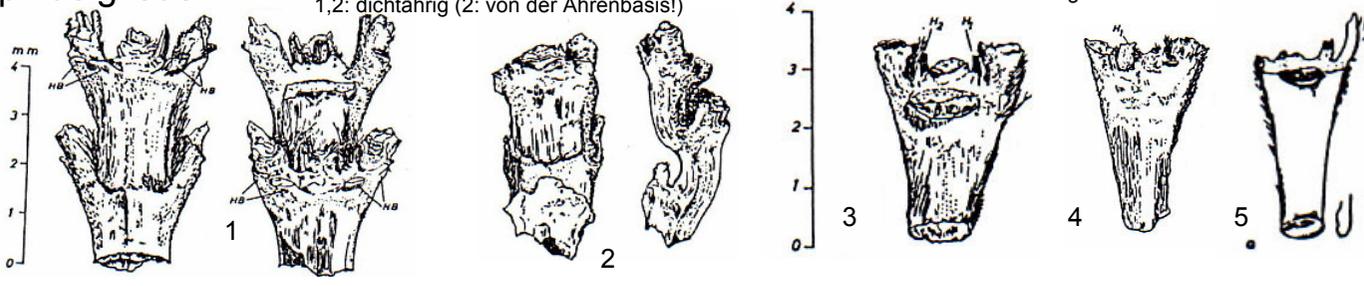
1-4,9: Ehrenstein (Neolithic, Germany, Hopf 1968); 5-6: Burgäschisee-Süd (Neolithic, Switzerland, Villaret-von Rochow 1967); 7-8: Zürich kleiner Hafner (Neolithic, Switzerland, Jacomet et al. 1989; 10-11: Archsum (Bronze Age, Northern Germany, Kroll 1975); 12: Valkenburg (Roman, Netherlands, Van Zeist 1968); 13: Augst (Switzerland, Roman, Jacomet et al. 1988).

# Abbildungen von (prae)historischen Funden von mehrzeiliger Gerste (*Hordeum vulgare*): Spelzgerste

## Spindelglieder

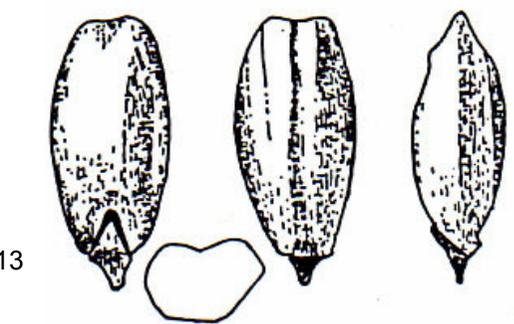
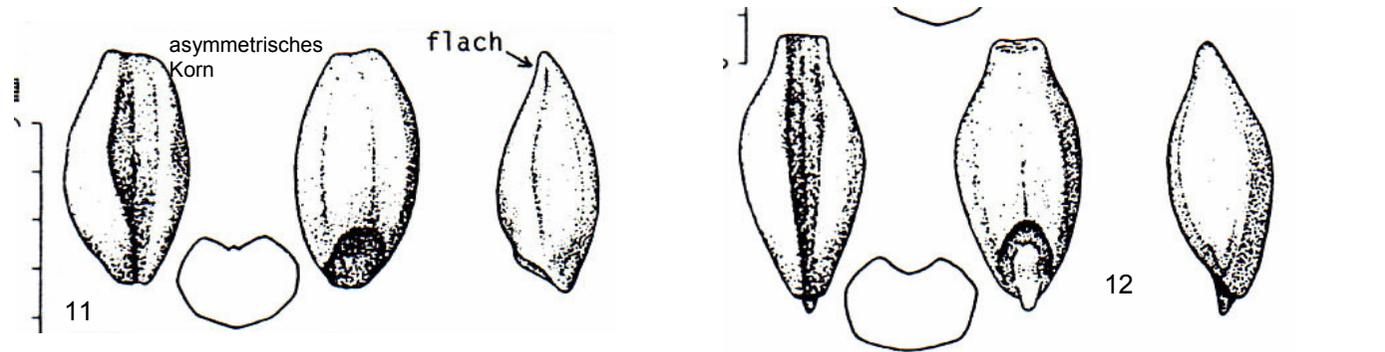
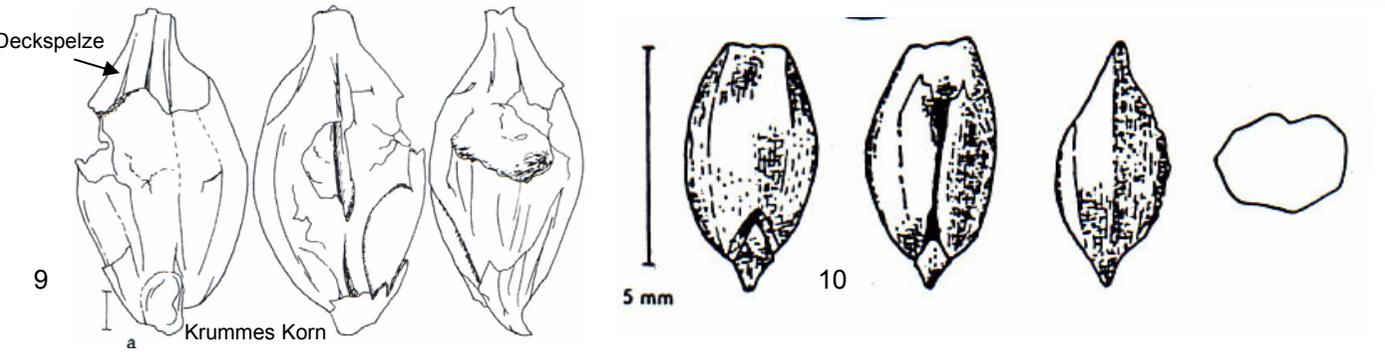
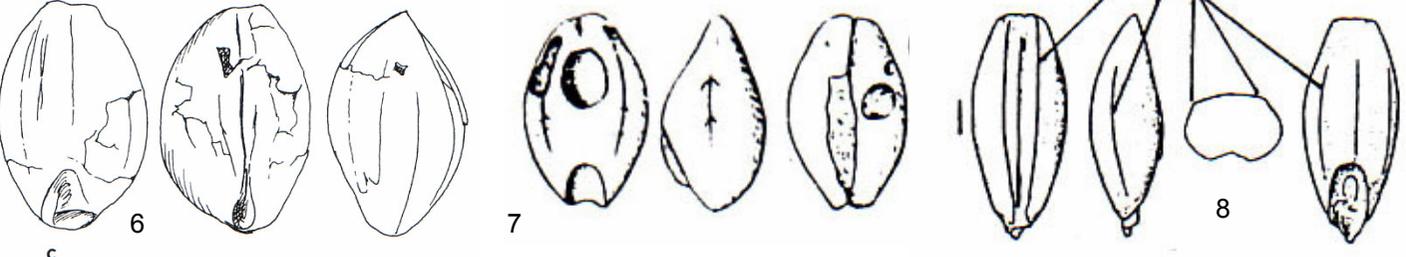
1,2: dichtährig (2: von der Ährenbasis!)

3-5: lockerährig



**Körner:** 6, 7, 10: eher rundliche Körner (cf. von dichtährigen Formen), die anderen eher schlank (cf. von lockerährigen Formen)

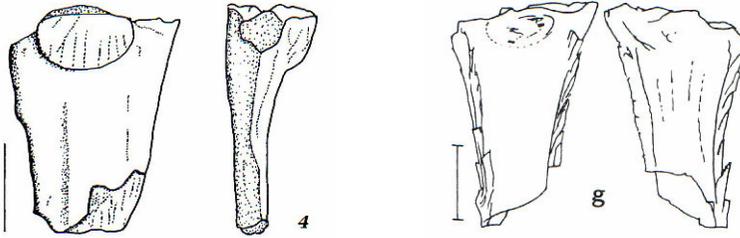
**Kanten**



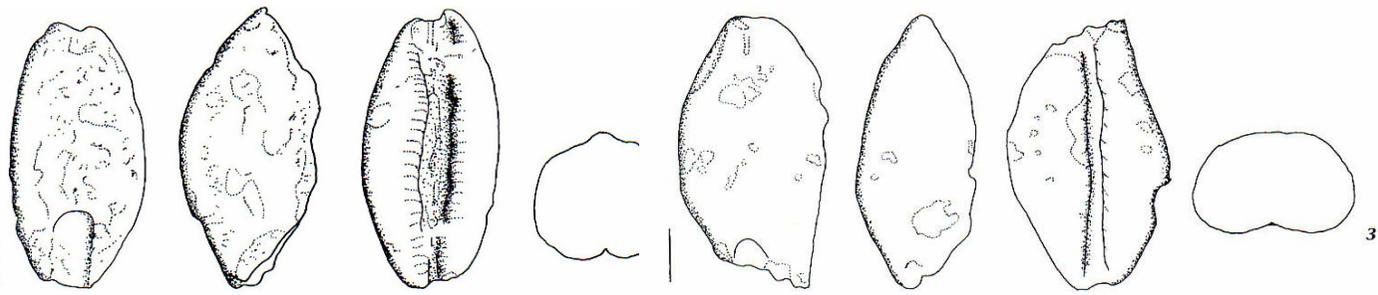
1-4: Burgäschisee-Süd (Neolithic, Switzerland, Villaret-von Rochow 1967); 5, 10 and 13: Feddersen Wierde (Iron Age, Northern Germany, Körber-Grohne 1967); 6, 9: Stillfried (Late Bronze Age, Austria; Kohler-Schneider 2001); 7: Augst (Switzerland, Roman, Jacomet et al. 1988); 8: Valkenburg (Roman, Netherlands, Van Zeist 1968); 11-12: Archsum (Bronze Age, Northern Germany, Kroll 1975).

**Abbildungen von (prae)historischen Funden von von Gerste (*Hordeum vulgare/distichon*):  
verschiedenes**

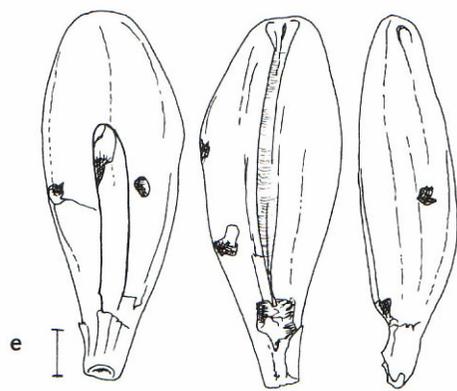
Schlecht erhaltene Spindelglieder aus Mineralbodenerhaltung, nicht klar, welche Form (links: Augst, Roman, Jacomet & Petrucci-Bavaud 2004, rechts: Stillfried, Late Bronze Age, Austria, Kohler-Schneider 2001)



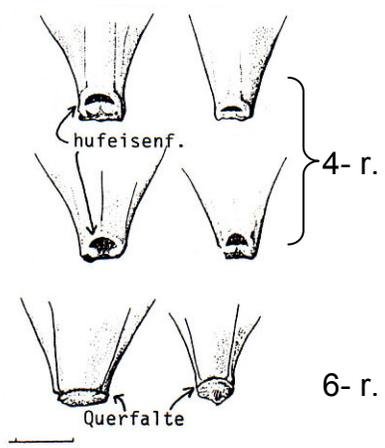
Schlecht erhaltene Körner von Gerste, aus Mineralbodenerhaltung, nicht klar, welche Form (Augst, Roman, Jacomet & Petrucci-Bavaud 2004)



**Ausgekeimtes Gerstenkorn**, schlank, krumm (lockerährige, zeilige Gerste) (Stillfried, Late Bronze Age, Austria, Kohler-Schneider 2001)

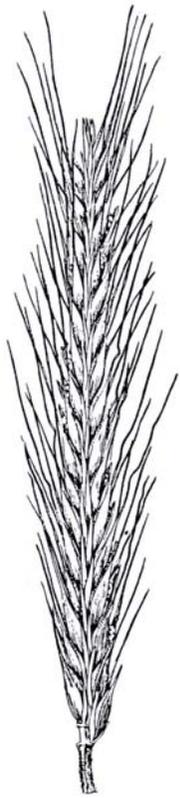


**Deckspelzenbasen:**

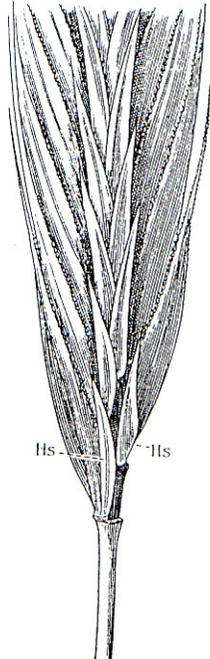


Valkenburg (Roman, Netherlands, Van Zeist 1968)

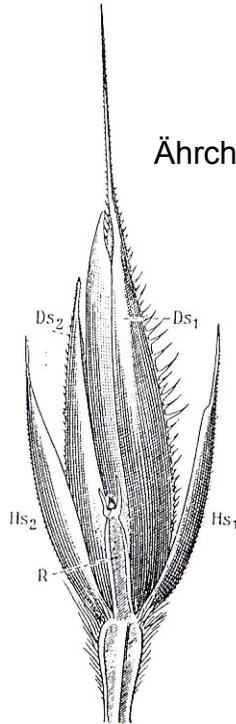
# Roggen (*Secale cereale* L.)



Ähre

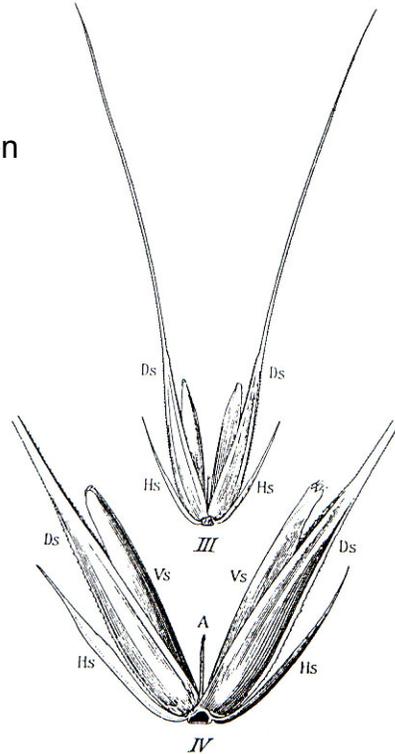


I



II

Ährchen



IV

Zohary & Hopf 2000

*Secale cereale* (from Troll, 1954, 1957). I Ährenbasis; Hs die eine Doppelzeile bildenden Hüllspelzen der zweizeilig angeordneten Ährchen; II Ährenende mit Spitzenrudiment (R) und fertilem Ährchen; Hs<sub>1</sub>, Hs<sub>2</sub> dessen Hüll- und Ds<sub>1</sub>, Ds<sub>2</sub> dessen Deckspelzen, von denen nur Ds<sub>1</sub> fruchtbar ist; im Scheitelbereich des Spitzenrudimentes ist ein verkümmertes Ährchen zu sehen. III, IV Ährchen in adaxialer Flächenansicht; A Ährchenachse; Hs Hüllspelzen; Vs Vorspelzen; Ds Deckspelzen (beide fertil).

## Bestimmung von Roggenkörnern

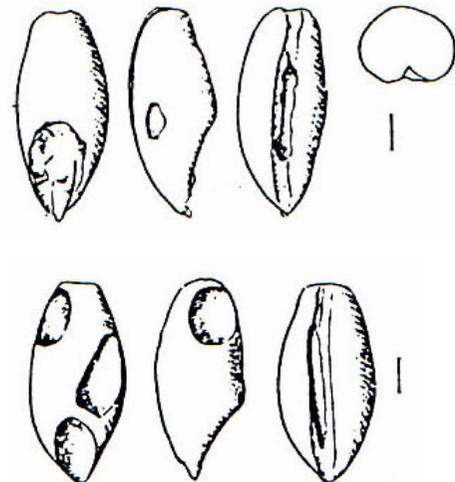
**Form der Körner in Aufsicht:** oft mit parallelen Seiten, teils auch mehr oder weniger oval. Oberes Ende normalerweise breit abgestutzt, teils stumpfvorgezogen; unteres Ende (Embryoende) im allgemeinen lang-zugespitzt, Embryo oft sehr lang.

**Form der Körner in Seitenansicht:** Ventralseite gerade oder schwach konvex; Rückenlinie mehr oder weniger gleichmässig gewölbt, oft auch flach. Meiste Körner bis fast ans obere Ende hin gleichmässig hoch, danach abrupt zur Ventralseite hin abfallend, d. h. fast hammerförmig.

**Form der Körner im Querschnitt:** abgerundet bis dreikantig. Bauchfurche eng-tief, bis ans obere Ende des Kornes hin gleichmässig tief.

Roggenkörner sind in einem Fundmaterial im allgemeinen durch ihre charakteristische Form eindeutig erkennbar. Vor allem breit-abgestutzte obere Ende und die lange Embryogrube sind typisch.

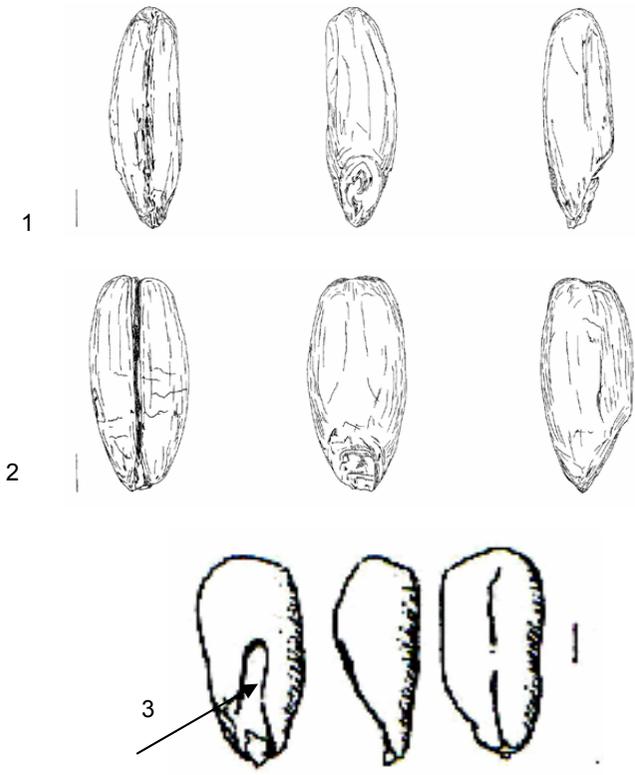
Roggen ist ein Nacktgetreide, die Oberfläche ist deshalb glatt und weist keine Spelzenabdrücke auf. Bei guter Erhaltung ist sie stark glänzend.



Zwei Roggenkörner aus Augusta Raurica, römsich (Jacomet et al. 1988)

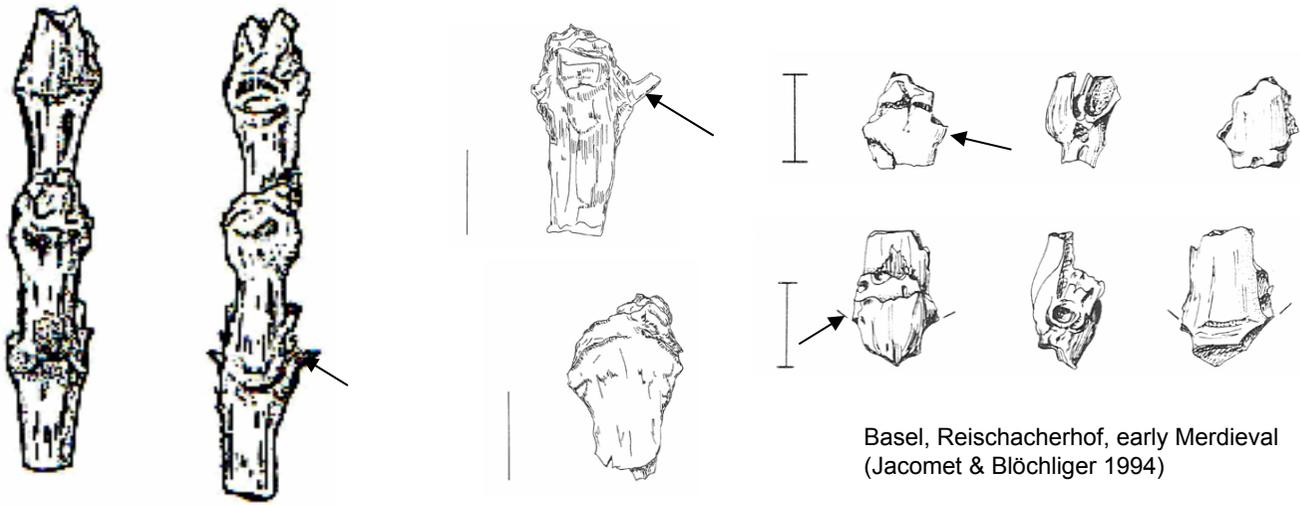
# Roggen (*Secale cereale*): Archäologische Funde und Bestimmungskriterien der Rachis-Reste (Spindelglieder)

Roggenkörner: 1,2 aus Basel, Rosshof, mittelalterlich (Kühn 1996)  
 3: aus Augusta Raurica, römisch (Jacomet et al. 1988). Nr. 3: ausgekeimtes Korn



Messwerte und Indices von Roggenkörnern aus Augusta Raurica, römisch (37 Körner):  
 L: 5,1 mm (3,9-6,0 mm)  
 B: 2,4 mm (2,0-2,9 mm)  
 H: 2,2 mm (1,6-2,7 mm)  
 L/B: 2,14 (1,54-2,48)  
 L/H: 2,41 (1,62-3,56)  
 B/H: 1,13 (0,84-1,5)

## Rachis-Reste (Spindelglieder) von Roggen



Basel, Reischacherhof, early Merdieval (Jacomet & Blöchliger 1994)

Dorestad NL (Van Zeist 1968)

Basel-Rosshof, hochmittelalterlich (Kühn 1996)

→ Hüllspelzenbasen

**Bestimmungsmerkmale:** Seiten gerade. Die Basen der schmalen. Seitlich ansetzenden Hüllspelzen sind im Bereich des verbreiterten Nodiums oft

# Hafer (*Avena L.*)

## *Avena sativa*



Im Gegensatz zu Weizen, Gerste und Roggen hat der Hafer eine **Rispe** als Blütenstand.

In europäischen archäologischen Fundstellen können 4 verschiedene *Avena*-Arten vertreten sein:

***Avena sativa***, der domestizierte Saathafer

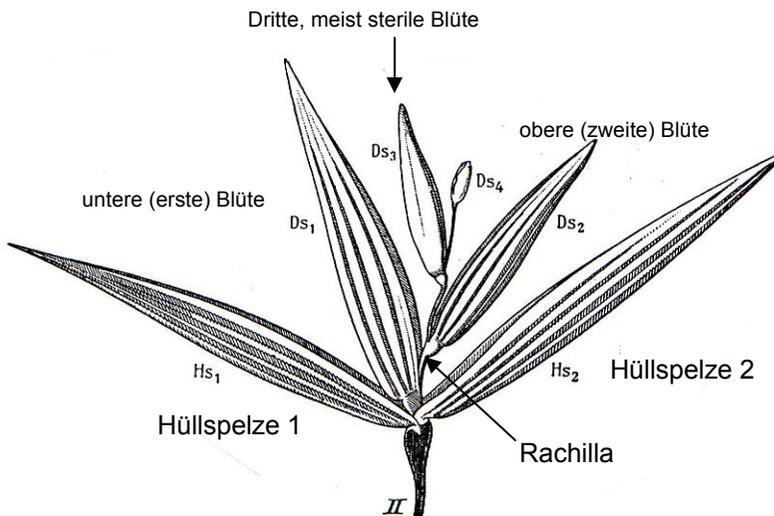
***Avena strigosa***, als Unkraut und teilweise kultiviert

***Avena fatua***, ein Unkraut

***Avena sterilis***, ein Unkraut

Sie sind im archäobotanisch nicht einfach zu unterscheiden. Die Körner sind nicht (kaum...) differenzierbar. Wenn gut erhaltene Reste der Blüten vorhanden sind (vor allem die Deckspelzen und die Rachilla) ist eine Unterscheidung u.U. möglich (siehe folgende Seiten).

## Ährchen



Die Ährchen von Saathafer haben normalerweise 2 fertile Blüten (selten 3).

$Ds_1$  = Deckspelze der erste Blüte (des ersten Kornes)

$Ds_2$  = Deckspelze der zweiten Blüte (des zweiten Kornes)

aus Troll 1954/1957

# Hafer (*Avena L.*): Unterscheidungskriterien der 3 wichtigsten Arten

(nach Pasternak 1991 und dort angegebener Literatur sowie Ruas & Pradat 2001)

Morphologisches Merkmal / Pflanzenteil	<i>Avena sativa</i>	<i>Avena strigosa</i>	<i>Avena fatua</i>
Oberfläche der Deckspelze	glatt, unbehaart	Glatt, an der Basis und an der Rachilla manchmal etwas behaart	Grob gekörnelt rauh. dicht behaart. Deckspelzenbasis und Rachilla mit dichten, kräftigen Haaren besetzt
Begrannung der Deckspelze	Deckspelze der ersten Blüte teilweise begrannt, jene der zweiten unbegrannt	Alle Deckspelzen begrannt	Alle Deckspelzen begrannt
Abbruchnarbe des ersten Kornes (der ersten Blüte) von der Ährchen-Achse	Breit, nahe bei der Deckspelzenbasis	Gleich wie jene der zweiten Blüte: schmal, oft zugespitzt und etwas von der Deckspelzenbasis entfernt	Bei allen Körnern gleich gebaut: schräg zur Längsachse stehend und heufeisenförmig wulstig umwallt
Abbruchnarbe des zweiten Kornes (der zweiten Blüte) von der Ährchen-Achse	Schmal, nahe der Deckspelzenbasis	Gleich wie jene der ersten Blüte (siehe dort)	Gleich wie jene der ersten Blüte (siehe dort)
Rachilla (Ährchenachse)	Beim ersten Korn breit und kurz, beim zweiten Korn lang und dünn	Beim ersten Korn schmal, am oberen Ende leicht verbreitert und oft gekniet. Die Rachilla des zweiten Kornes ist stets fadendünn	dünn
Grösse der Körner	Erste Körner gross, zweite kleiner (siehe <i>A. strigosa</i> ). Max. Höhe in der Mitte	Kleiner als die ersten Körner von <i>Avena sativa</i> , etwa gleich gross wie die zweiten Körner von <i>A. sativa</i>	Ähnlich wie die Körner der anderen Arten, eher schlank; Mikropylende etwas zugespitzt, max. Höhe unterhalb der Mitte

# Bestimmungsschlüssel für bespelzte Haferkörner

(Text und Abbildungen aus Pasternak 1991: Schleswig, mittelalterlich).

1 Deckspelze unbegrannt

2 Rachilla breit und kurz, Abbruchnarbe breit und nahe der Deckspelzenbasis: *Avena sativa*, unbegranntes 1. Korn

2\* Rachilla lang und dünn, Abbruchnarbe schmal und nahe der Deckspelzenbasis: *Avena sativa*, 2. Korn

1\* Deckspelze begrannt

3 Rachilla breit und lang, borstig behaart und am Ende hufeisenförmig, Abbruchnarbe ebenfalls hufeisenförmig: *Avena fatua*, 1.-3. Korn

3\* Abbruchnarbe nicht hufeisenförmig

4 Rachilla breit und kurz, Abbruchnarbe breit und nahe der Deckspelzenbasis: *Avena sativa*, 1. Korn, begrannt

4\* Rachilla lang und schmal, Abbruchnarbe schmal, etwas entfernt von der Deckspelzenbasis

5 Rachilla schmal, am oberen Ende verbreitert, oft gekniet und manchmal etwas behaart: *Avena strigosa*, 1. Korn

5\* Rachilla fadendünn: *Avena strigosa*, 2. Korn

*Avena sterilis* unterscheidet sich von den oben aufgeführten Arten dadurch, daß das erste Korn wie eines von *Avena fatua* gebildet ist. Die Abbruchnarbe zum zweiten Korn ist allerdings lang oval statt hufeisenförmig. Das zweite Korn von *Avena sterilis* ähnelt dem zweiten Korn von *Avena strigosa*, bei fehlender Granne dem von *Avena sativa* und ist von diesen nicht sicher zu trennen. Die Spelzen sind mehr oder minder behaart.

8-11: *A. strigosa*



1. Korn, Bauchseite



1. Korn, Rückenseite



2. Korn: Bauchseite



2. Korn, Rückenseite

6-7: *A. fatua*



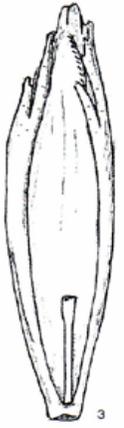
6: Bauchseite; 7: Rückenseite



1 *A. sativa*: erstes Korn, Rückenseite begrannt



2 *A. sativa*: erstes Korn, Rückenseite unbegrannt



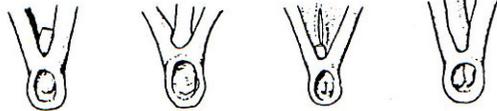
3 *A. sativa*: erstes Korn, Bauchseite



4+5: *A. sativa*: 2. Korn: links Rückenseite, rechts Bauchseite

Blütenbasen von *Avena sativa*

und *Avena fatua*



# Hafer (*Avena L.*): Morphologie der Blütenbasen:

Beispiele aus einem mittelalterlichen Fundplatz in Frankreich, im Vergleich zu modernem Material (aus Ruas & Pradat 2001)

FIG. 54

Lemmes actuelles d'*Avena sativa* vues en face ventrales : **a** premier fleuron ; **b** deuxième fleuron.

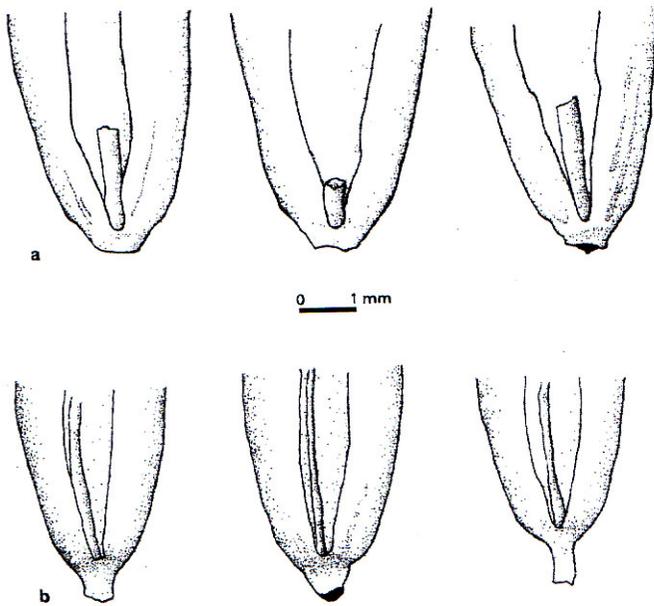


FIG. 55

Lemmes actuelles d'*Avena strigosa* (face ventrale).

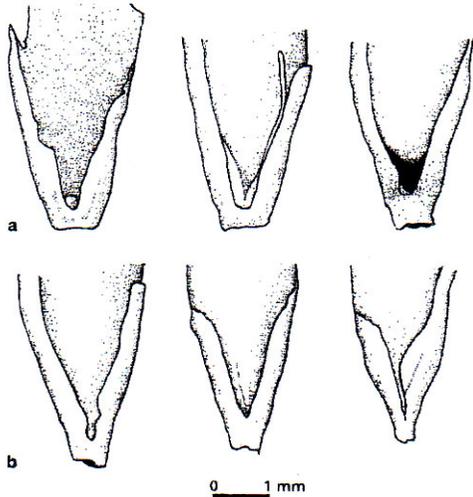
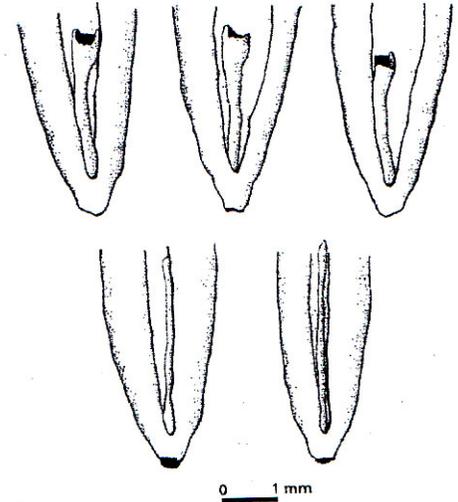


FIG. 56

Lemmes carbonisées d'avoines : **a** *Avena sativa*, site de Gaudines (IX<sup>e</sup>-X<sup>e</sup> s.) ; **b** *Avena strigosa*, site de Pérans (X<sup>e</sup> s.).

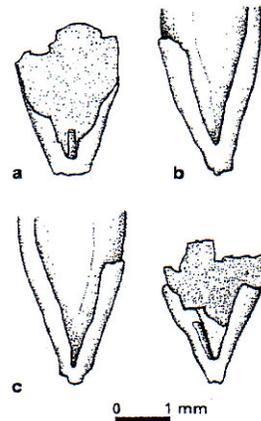
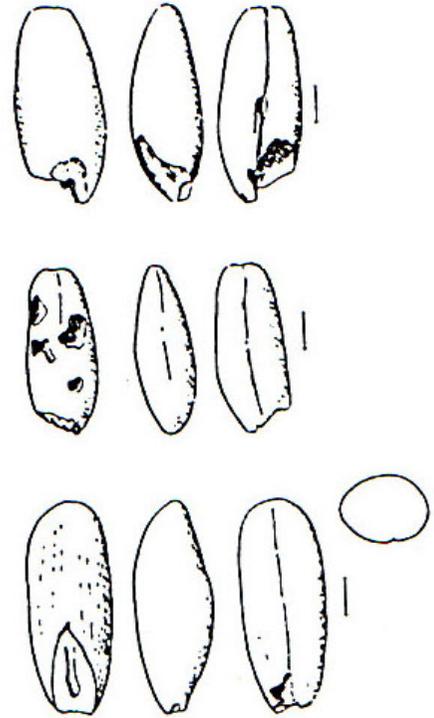
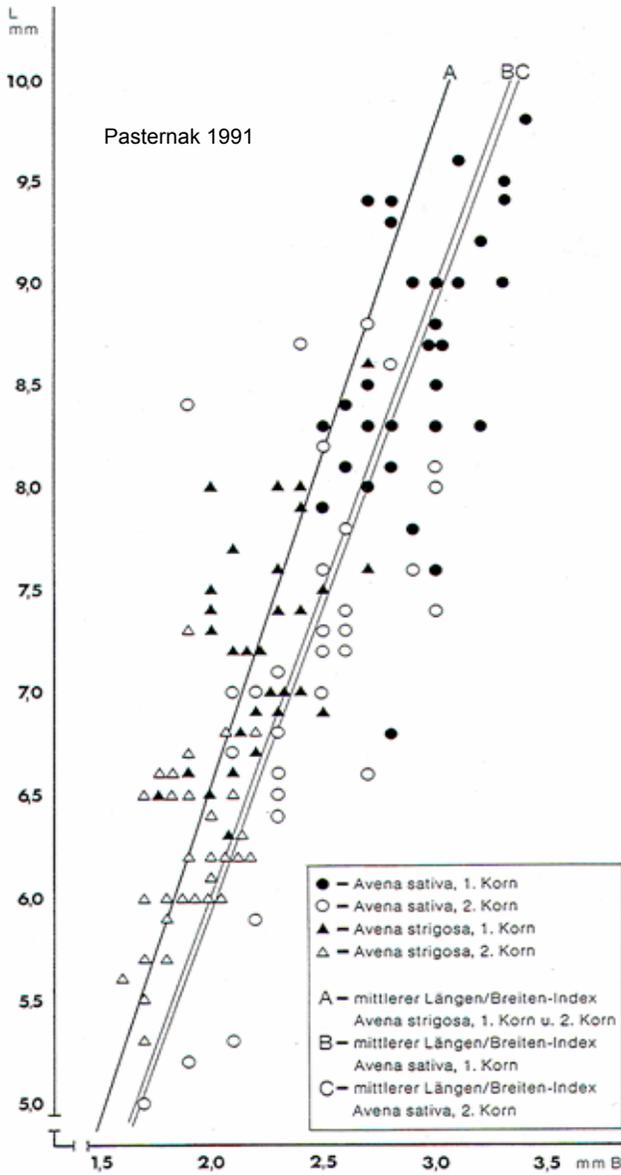


FIG. 57

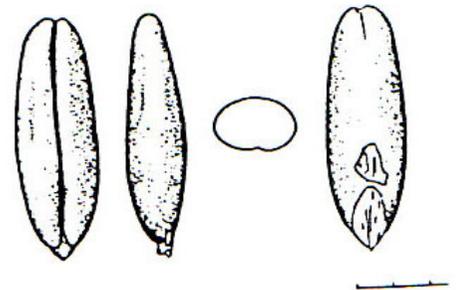
Le Teilleul. Lemmes carbonisées d'avoines extraites de la fosse 2209 : **a** *Avena sativa* ; **b** *Avena sativa/strigosa* ; **c** *Avena strigosa*.

# Hafer (*Avena* L.): Korn-Morphologie und -Größen

Haferkörner aus Augst (römisch, Jacomet et al. 1988)



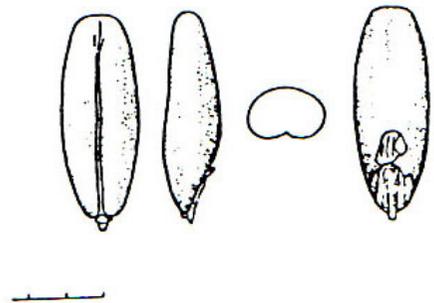
Haferkörner aus Dorestad (Roman, Netherlands, Van Zeist 1968)



**Dorsalansicht:** Haferkörner sind schlank-schmal, der breiteste Punkt ist normalerweise in der Mitte (v.a. bei *A. sativa*; bei *A. fatua* auch in der unteren Hälfte). Seiten gerade oder schwach gebogen. Scutellum (Embryogrube recht lang. Apex. Abgerundet.

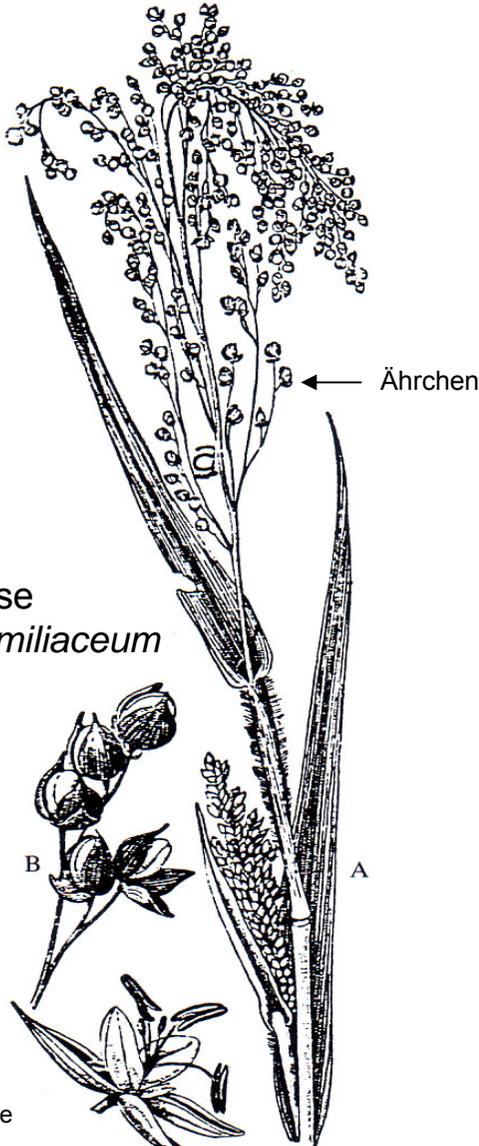
**Seitenansicht:** Körner eher flach, Bauch und Rückenseite leicht konvex und meist gleichmässig gerundet. Apex abgerundet.

Zu den **Messwerten:** es wurden bespelzte Haferkörner gemessen. Die Körner wurden von Spelzbasis bis Kornende gemessen. *Avena sativa* hat im Mittel die größeren Körner, es wird allerdings deutlich, daß die ersten Körner von *Avena strigosa* und die zweiten Körner von *Avena sativa* in denselben Größenbereich fallen. Daraus folgt, daß eine Trennung der beiden Arten in entspelztem Zustand mit ausschließlich metrischen Methoden nicht möglich ist. Zwar hat *Avena strigosa* geringfügig schmalere und deutlich kleinere Körner, die große Streuung der Maße von *Avena sativa* verhindert jedoch eine Trennung der beiden Arten.



# Hirsen

Die Hirsen haben 1-blütige Ährchen. Die Blütenstände sind Rispen (bei *Setaria italica* allerdings mit sehr kurzen Ästen).



Rispenhirse  
*Panicum miliaceum*

Rispenast  
mit Ährchen



Blüte

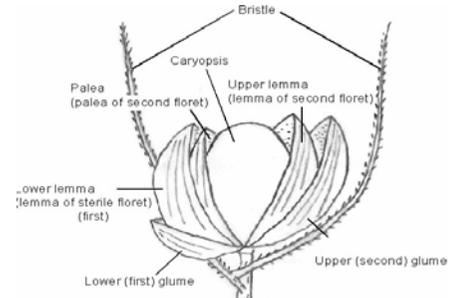
Zohary&Hopf 2000

Kolbenhirse  
*Setaria italica*

Ein Rispenast  
mit den Ährchen



Ährchen von *Setaria italica*



Spikelet

Ein Ährchen besteht bei den Hirsen aus einer sterilen und einer fertilen Blüte. Die Deckspelze der sterilen Blüte ist gut entwickelt, die Vorspelze hingegen nur noch als kleiner häutiger Rest vorhanden oder völlig fehlend. Die Deckspelze und Vorspelze der zweiten, fertilen Blüte sind gut entwickelt und umschliessen das Korn fest.

Nasu et al., in press  
(Vegetation History  
and Archaeobotany)

# Hirsen

## Rispenhirse: *Panicum miliaceum* L., Kolbenhirse: *Setaria italica* (L.) P.B.

Angaben zu den Charakteristika der Kulturhirsen- Arten finden sich in der Literatur vor allem in NETOLITZKY 1914, KROLL 1983, KÖRBER-GROHNE 1967, KNÖRZER 1971 und WASYLIKOWA 1978 (neu siehe auch Nasu et al., in press). Danach sind als besonders charakteristische Unterscheidungskriterien zu nennen:

- Die **Oberflächenstruktur der Deck- und Vorspelze:**

*Panicum miliaceum*: Oberfläche glatt, mit wenigen, längsverlaufenden Nerven, Zellen länglich-rechteckig.

*Setaria italica*: Oberfläche mit Papillen.

- Die **Form und Grösse der Körner:** KROLL 1983.

*P. miliaceum*: oval; in verkohltem Zustand 1.3-2.2 mm lang;.

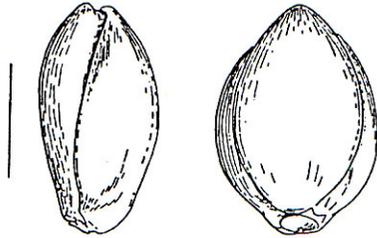
*S. italica*: rundlich; in verkohltem Zustand 1.1-1.7 mm lang

- Die **Form der Keimlingsgrube bei den nackten Körnern:**

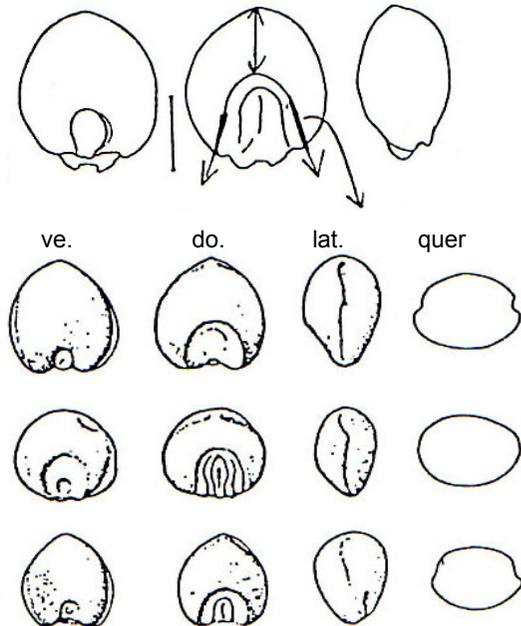
*Panicum miliaceum*: Breite Keimlingsgrube mit nach unten divergierenden Rändern, bis maximal zur Kornmitte reichend. (*Panicum* = *Echinochloa crus-galli*: Keimlingsgrube etwas schmaler als bei *P. miliaceum*, bis ca. 2/3 der Kornlänge reichend; Ränder mehr oder weniger parallel).

*Setaria italica*: Keimlingsgrube schmal, mindestens bis 2/3 der Körnlänge reichend, Ränder parallel.

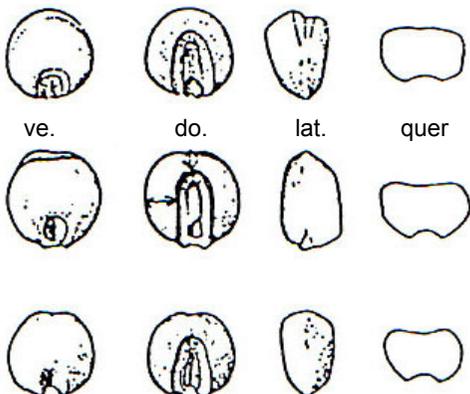
*Panicum miliaceum*: Korn mit Deck- und Vorspelze : Bronze Age, Zürich-Mozartstrasse, Switzerland (Jacomet et al. 1989)



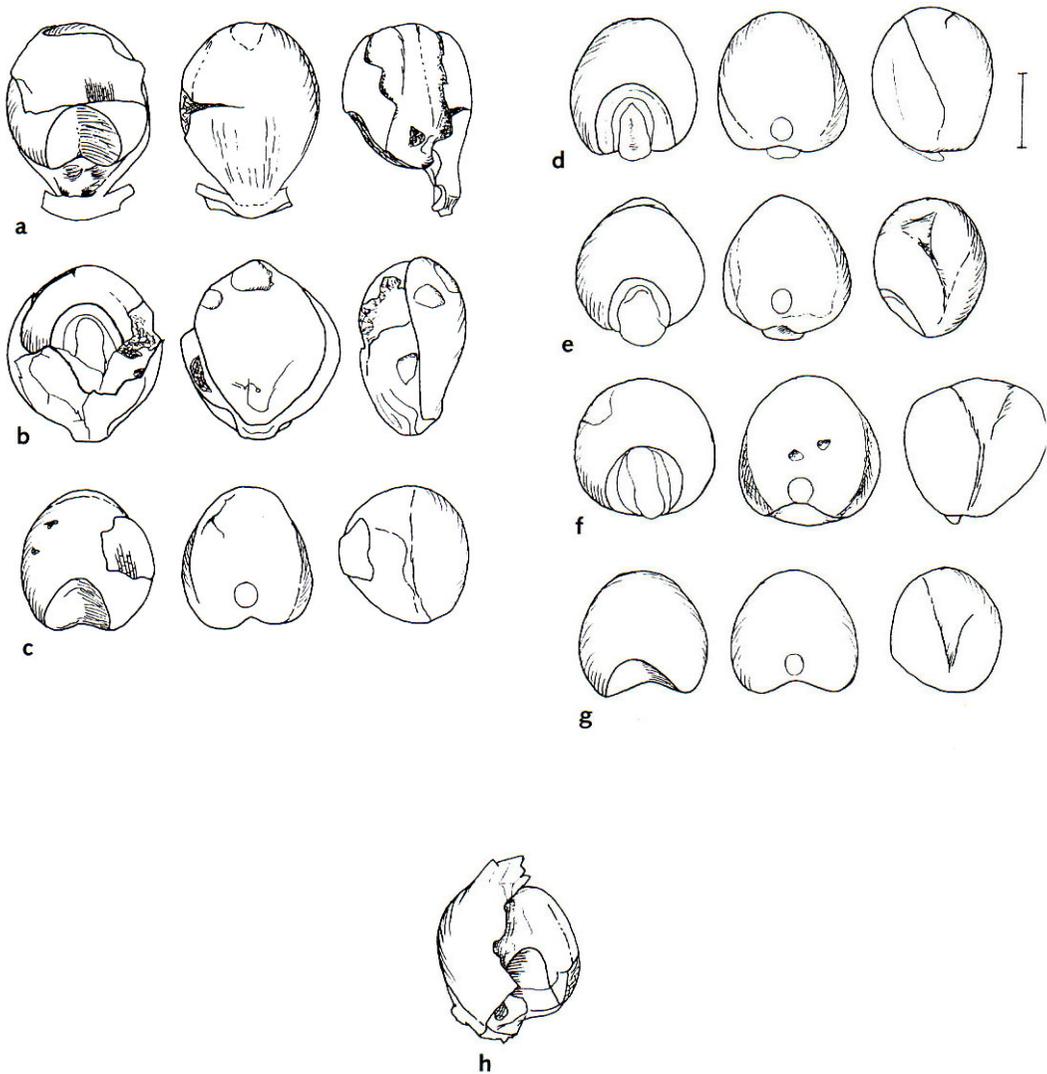
Nackte Körner von *Panicum miliaceum* (verschiedene Fundstellen)



Nackte Körner von *Setaria italica* (verschiedene Fundstellen)



**Rispenhirsekörner aus der spätbronzezeitlichen Fundstelle Stillfried  
(Österreich, Kohler-Schneider 2001)**



**A-h:** Rispenhirse (*Panicum miliaceum*), **a-g:** Körner von ventral, dorsal und lateral; **a,b,c,h:** Körner mit Spelzenresten (Kohler-Schneider 2001).

## Literaturliste / Bibliography: Cereal identification (and some additional literature)

- Bogaard, A. (2004) Neolithic Farming in Central Europe. An archaeobotanical study of crop husbandry practices. London.
- Bouby, L. (2001) L'orge à deux range (*Hordeum distichum*) dans l'agriculture Gallo-Romaine: données archéobotaniques. *Revue d'Archéométrie* 25, 35-44.
- Brombacher, C. und Jacomet, S. (2003) Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt. In: Zwahlen, H. (Hrsg.) Die jungneolithische Siedlung Port-Stüdeli. Ufersiedlungen am Bielersee 7, Bern, 66-86.
- Charles, M. P. (1984) Introductory remarks on the cereals. *Bulletin on Sumerian Agriculture* 1, 17-31.
- Dalnoki, O. und Jacomet, S. (2002) Some aspects of Late Iron Age agriculture based on the first results of an archaeobotanical investigation at Corvin tér, Budapest, Hungary. *Vegetation History and Archaeobotany* 11/1-2, 9-15.
- Dickson, C. (1989) The Roman army diet in Britain and Germany. In: Körber-Grohne, U. und Küster, H. (Hrsg.) *Archäobotanik. Symposium der Universität Hohenheim (Stuttgart) vom 11.-16-Juli 1988. Dissertationes Botanicae* 133, Berlin / Stuttgart, 135-154.
- Hajnalová, E. (1978) Funde von Triticum-Resten aus einer hallstattzeitlichen Getreidespeichergrube in Bratislava-Devin/CSSR. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 91, 85-96.
- Helbaek, H. (1952a) Early Crops in Southern England. *Proceedings of the Prehistoric Society* 18/2, 194-233.
- Helbaek, H. (1952b) Spelt (*Triticum spelta* L.) in Bronze Age Denmark. *Acta Archaeologica* 23, 97-107.
- Hervey-Murray, C. G. (1980) *The Identification of Cereal Varieties*. Cambridge.
- Hillman, G. C. (1984a) Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey. In: van Zeist, W. A. und Casparie, W. A. (Hrsg.) *Plants and Ancient Man*. Rotterdam, 1-41.
- Hillman, G. C. (1984b) Traditional Husbandry and Processing of Archaic Cereals in Recent Times: The Operations, Products and Equipment which might feature in Sumerian Texts. Part I: The Glume Wheats. *Bulletin on Sumerian Agriculture* 1, 114-151.
- Hillman, G. C. (1985) Traditional Husbandry and Processing of Archaic Cereals in Recent Times: The Operations, Products and Equipment that might Feature in Sumerian Texts. Part II: The Free-Treshing Cereals. *Bulletin on Sumerian Agriculture* 2, 1-31.
- Hillman, G. C. (2001) Archaeology, Percival, and the problems of identifying wheat remains. *The Linnean (Special Issue)* 3, 27-36.
- Hillman, G. C., Mason, S., de Moulins, D. und Nesbitt, M. (1996) Identification of archaeological remains of wheat: the 1992 London workshop. *Circaea* 12/2, 195-210.
- Hopf, M. (1955) Formveränderungen von Getreidekörnern beim Verkohlen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 68/4, 191-193.
- Hopf, M. (1963) Die Untersuchung von Getreideresten und anderen Feldfrüchten aus Altkalkar, Kr. Kleve, und Xanthen, Kr. Moers. *Bonner Jahrbücher* 163, 416-423.
- Hopf, M. (1968) Früchte und Samen. In: Zürn, H. (Hrsg.) *Das jungsteinzeitliche Dorf Ehrenstein (Kreis Ulm)*. Veröffentlichungen des Staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart, Reihe A 10/II, Stuttgart, 7-77.
- Hopf, M. (1975) Beobachtungen und Überlegungen bei der Bestimmung von verkohlten Hordeum-Früchten. *Folia Quaternaria* 46, 83-92.
- Jacomet, S. (1987) *Prähistorische Getreidefunde. Eine Anleitung zur Bestimmung prähistorischer Gersten- und Weizenfunde*. Basel.
- Jacomet, S. und Blöchliger, C. M. (1994) Verkohlte Pflanzenreste aus einem frühmittelalterlichen Grubenhaus (7./8. Jh. AD) auf dem Basler Münsterhügel Grabung Münsterplatz 16, Reischacherhof, 1977/3. *Jahresbericht der archäologischen Bodenforschung Basel-Stadt*, 106-143.
- Jacomet, S., Brombacher, C. und Dick, M. (1989) Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich. *Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste der Jahre 1979-1988. Zürcher Denkmalpflege, Monographien* 7. Zürich.
- Jacomet, S. und Dick, M. (1986) Verkohlte Pflanzenreste aus einem römischen Grabmonument beim Augster Osttor (1966). *Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst* 6, 7-53.
- Jacomet, S., Felice, N. und Füzési, B. (1988a) Verkohlte Samen und Früchte aus der hochmittelalterlichen Grottenburg Riedfluh bei Eptingen, Kanton Baselland (Nordwest-Schweiz): Ein Beitrag zum Speisezettel des Adels im Hochmittelalter. In: Degen, P., Albrecht, H., Jacomet, S., Kaufmann, B. und Tauber, J. (Hrsg.) *Die Grottenburg Riedfluh Eptingen BL. Bericht über die Ausgrabungen 1981-1983. Schweizer Beiträge zur Kulturgeschichte und Archäologie des Mittelalters (SBKAM)* 15, 169-243.
- Jacomet, S., Wagner, C., Felice, N., Füzési, B. und Albrecht, H. (1988b) Verkohlte pflanzliche Makroreste aus Grabungen in Augst und Kaiseraugst. *Kultur- und Wildpflanzenfunde als Informationsquellen über die Römerzeit. Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst* 9, 271-310.
- Jacomet, S. und Schlichtherle, H. (1984) Der kleine Pfahlbauweizen Oswald Heer's - Neue Untersuchungen zur Morphologie neolithischer Nacktweizen-Ähren. In: van Zeist, W. A. und Casparie, W. A. (Hrsg.) *Plants and Ancient Man. Proceedings of the sixth symposium of the international work group for palaeoethnobotany 1983 in Groningen*. Rotterdam, 153-176.
- Jäger, K.-D. (1966) Die pflanzlichen Grossreste aus der Burgwallgrabung Tornow, Kr. Calw. In: Herrmann, J. (Hrsg.) *Tornow und Vorberg: Ein Beitrag zur Frühgeschichte der Lausitz. Schriften der Sektion für Vor- und Frühgeschichte* 21, 164-189.
- Jones, G. E. M., Valamoti, S. und Charles, M. (2000) Early crop diversity: a "new" glume wheat from northern Greece. *Vegetation History and Archaeobotany* 9/3, 133-146.
- Jörgensen, G. (1975) *Triticum aestivum* s. l. from the Neolithic Site of Weier in Switzerland. *Folia Quaternaria* 46, 7-21.
- Kaussmann, B. und Schiewer, U. (1989) *Funktionelle Morphologie und Anatomie der Pflanzen*. Jena.
- Kislev, M. E. (1979) *Triticum pavicoccum* sp. Nov., The oldest naked wheat. *Israel Journal of Botany* 28, 95-107.
- Kislev, M. E. (1984) Botanical evidence for ancient naked wheats in the Near East. In: Van Zeist, W. A. und Casparie, W. A. (Hrsg.) *Plants and Ancient Man. Studies in Palaeoethnobotany. Proceedings of the 6th Symposium of the International Work Group for Palaeoethnobotany, Groningen, 30st May-3rd June 1983*. Rotterdam & Boston, 141-152.
- Knörzer, K.-H. (1967) Subfossile Pflanzenreste von bandkeramischen Fundstellen im Rheinland. In: Knörzer, K.-H.: *Untersuchungen subfossiler pflanzlicher Grossreste im Rheinland. Archäo-Physika* 2, 3-29. Knörzer, K.-H. (1970) *Römische Pflanzreste aus Neus. Nevosium IV. Limosforschungen* 10. Berlin.

## Literaturliste / Bibliography: (and some additional literature)

- Körber-Grohne, U. (1967) Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wierde. Text- und Tafelband. Wiesbaden.
- Körber-Grohne, U. und Piening, U. (1980) Microstructure of the surfaces of the carbonized and non-carbonized grains of cereals as observed in scanning electron and light microscopes as an additional aid in determining prehistoric findings. *Flora* 170, 189-228.
- Körber-Grohne, U. und Piening, U. (1983) Die Pflanzenreste aus dem Ostkastell von Welzheim mit besonderer Berücksichtigung der Graslandpflanzen. In: Körber-Grohne, U., Kokabi, M., Piening, U. und Plank, D. (Hrsg.) *Flora und Fauna im Ostkastell von Welzheim. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 14, Stuttgart, 17-88.
- Kreuz, A. und Boenke, N. (2003) Zweikörniges Einkorn zur Zeit der Bandkeramik: Archäologisches Indiz oder Laune der Natur? In: Eckert, J., Eisenhauer, U. und Zimmermann, A. (Hrsg.) *Archäologische Perspektiven. Analysen und Interpretationen im Wandel. Festschrift für Jens Lüning zum 65. Geburtstag. Internationale Archäologie: Studia Honoraria* 20, Rahden/Westf., 233-241.
- Kroll, H. (1975) Pflanzliche Reste aus subfossilen Ackerböden der bronze- bis wikingerzeitlichen Siedlungen in Archsum auf Sylt (Schleswig-Holstein). *Folia Quaternaria* 46, 31-34.
- Kroll, H. J. (1983) Kastanas. Ausgrabungen in einem Siedlungshügel der Bronze- und Eisenzeit Makedoniens 1975 - 1979. *Prähistorische Archäologie in Südosteuropa* 2.
- Kühn, M. (1996) Spätmittelalterliche Getreidefunde aus einer Brandschicht des Basler Rosshof-Areales (15. Jahrhundert A.D.). *Materialhefte zur Archäologie in Basel* 11. Basel.
- Ladizinsky, G. (1984) Key to the genus *Avena*. *Plant Genetics Resources Newsletter* 61, 37 ff.
- Maier, U. (1996) Morphological studies of free-threshing wheat ears from a Neolithic site in southwest Germany, and the history of the naked wheats. *Vegetation History and Archaeobotany* 5, 39-55.
- Mansfeld, R. (1950) Das morphologische System der Saatgerste, *Hordeum vulgare* L. s.l. *Züchter* 20, 9-24.
- Moffett, L. (1991) The Archaeobotanical Evidence for Free-threshing Tetraploid Wheat in Britain. In: *Palaeoethnobotany and Archaeology. International Work-Group for Palaeoethnobotany 8th Symposium Nitra-Nové Vozokany 1989. ACTA* 7, 233-244.
- Nasu, H., Momohara, A., Yasuda, Y. und He, J. (in press) The occurrence and identification of foxtail millet [*Setaria italica* (L.) P. Beauv.] grains from the Chengtoushan site (ca. 5800 cal. B.P.) in central China, with reference to the domestication centre in Asia. *Vegetation History and Archaeobotany*.
- Nesbitt, M. und Samuel, D. (1996) From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats. In: Padulosi, S., Hammer, K. und Heller, J. (Hrsg.) *Hulled wheats. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops* 4. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 21-22 July 1995, Castelvecchio Pascoli, Tuscany, Italy. Rom, 41-100.
- Netolitzky, F. (1914) Die Hirse aus antiken Funden. *Sitzungsb. der mathemat.-naturw. Klasse* 23/1, 725-759.
- Pasternak, R. (1991) Hafer aus dem mittelalterlichen Schleswig. *Offa* 48, 363-380.
- Percival, J. (1974 (Reprint von 1921)) *The Wheat Plant*. London.
- Petrucci-Bavaud, M. und Jacomet, S. (2002) Die archäobotanischen Makroreste aus den befestigungszeitlichen Schichten. In: Schwarz, P.-A. (Hrsg.) *Kastelen 4. Die spätrömischen Befestigung auf Kastelen - Ein Beitrag zur Geschichte in Augusta Raurica im späteren 3. und frühen 4. Jahrhundert. Forschungen in Augst* 24, Augst, 287-323.
- Piening, U. (1981) Die verkohlten Kulturpflanzenreste aus den Proben der Cortaillod- und Horgener Kultur. In: Ammann, B., Bollinger, T., Jacomet, S., Liese-Kleiber, H. und Piening, U. (Hrsg.). *Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 14*, Bern, 69-88.
- Rothmaler, W. (1955) Zur Fruchtmorphologie der Weizen-Arten (*Triticum* L.). *Feddes Repertorium* 57/3, 14, 210-215.
- Ruas, M. P. und Pradat, B. (2001) Les semences découvertes: plantes attestées et origine des déchets. In: Catteddu, I. (Hrsg.) *Les habitats carolingiens de Montours et La Chapelle-Saint-Aubert (Ille-et-Vilaine). Documents d'archéologie française* 89, Paris, 65-79 + 219-221.
- Salamini, F., Ozkan, H., Brandolini, A., Schafer-Pregl, R. und Martin, W. (2002) Genetics and geography of wild cereal domestication in the Near East. *Nature Reviews Genetics* 3/6, 429-441.
- Schiemann, E. (1948) *Weizen, Roggen, Gerste. Systematik, Geschichte und Verwendung*. Jena.
- Schlichtherle, H. (1985) Samen und Früchte: Konzentrationsdiagramme pflanzlicher Grossreste aus einer neolithischen Seeuferstratigraphie. Quantitative Untersuchungen an einem Profilsöckel in Yverdon, Avenue des Sports. *Freiburg i. Br.*
- Schubert, R. und Wagner, G. (1988) *Botanisches Wörterbuch*. UTB 1476. Stuttgart.
- Troll, W. (1954, 1957) *Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie*, 2 Bände. Jena.
- van Zeist, W. A. (1968) Prehistoric and early historic food plants in the Netherlands. *Palaeohistoria* 14, 42-173.
- van Zeist, W. A. (1984) List of names of wild and cultivated cereals. *Bulletin on Sumerian Agriculture* 1, 8-16.
- Villaret - von Rochow, M. (1967) Frucht- und Samenreste aus der neolithischen Station Seeberg, Burgäschisee-Süd. In: (Hrsg.) *Seeberg Burgäschisee Süd, Teil 4: Chronologie und Umwelt. Acta Bernensia* 2, Bern, 21-63.
- Wasylikowa, K. (1978) Plant remains from early and late medieval time found on the Wawel hill in Cracow. *Acta Palaeobotanica* 19/2, 115-198.
- Zeder, M. A., Emshviller, E., Smith, B. D. und Bradley, D. G. (2006) Documenting domestication: the intersection of genetics and archaeology. *TRENDS in Genetics* 22 /3 march 2006, 139-155.
- Zeder, M. A. e. a. (2006) *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms*. Berkeley.
- Zibulski, P. (2001) Archäobotanische Untersuchungen der Makroreste (Samen, Früchte und Dreschreste). In: Gnepp Horisberger, U. und Hämmerle, S. (Hrsg.) *Cham-Oberwil, Hof (Kanton Zug). Befunde und Funde aus der Glockenbecherkultur und der Bronzezeit. Antiqua* 33, Basel, 150-166, 285-295, 333-339.
- Zohary, D. und Hopf, M. (2000) *Domestication of Plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Oxford.