

Entwicklungscharakteristik und Substanzbildung der Getreidearten

Peter Kunz

1. Einleitung

Als Lebewesen ist die Pflanze in fortgesetzter Entwicklung begriffen. Versuchen wir, ihr Wachstum, ihr Reifen und ihr Vergehen zu beobachten, so können wir bemerken, daß diese Prozesse gar nicht der unmittelbaren Beobachtung zugänglich sind. Wir müssen feststellen, daß uns immer Gestalten gegeben sind, die als einzelne Wachstumsstadien aufgefaßt werden können. In der Vorstellung lassen sich diese Stadien nebeneinander vergegenwärtigen. Bringen wir denkend das verbindende zeitliche Element hinzu und führen die jeweils früheren Stadien in die folgenden über, so entsteht eine sich kontinuierlich verwandelnde Formbewegung, die wir als «Entwicklung» bezeichnen können. An beiden Enden dieser Formbewegung finden wir bei der Pflanze einen Ruhepunkt, der sowohl Ende der vorangehenden, als auch Ansatzpunkt für eine mögliche zukünftige Entwicklung ist: *den Samen*.

Was für Möglichkeiten dieser Samen besitzt, verstehen wir nur, wenn wir das Gesamtbild des Entwicklungsverlaufs zwischen zwei Samenstadien mit ihm verbinden.

Bei jeder Bestimmung dieses uns gegenüberliegenden Gegenstandes als «Same» vollziehen wir denkend, auch wenn wir uns dessen nicht bewußt werden, eine solche Verbindung. Selbst wenn wir die betreffende Pflanzenart nicht kennen, wissen wir, daß der Same von einer Mutterpflanze stammt, und wir erwarten, daß aus ihm wieder ein Pflanzenorganismus hervorgehen wird, wenn er keimt.

Wir setzen also immer die zeitliche Eingebundenheit der Pflanze, ganz gleich in welchem Entwicklungsstadium sie sich auch befindet, stillschweigend voraus. Das Vorausgesetzte entzieht sich uns jedoch in merkwürdiger Weise, insbesondere dann, wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf die unmittelbare Erscheinung der Pflanze lenken. Wir beobachten dann aber nicht irgend etwas Unbestimmtes, sondern wir haben ein Blatt eines Löwenzahns oder z. B. eine Roggenähre vor uns. Das Beobachtete ist somit immer bestimmt. Selbst bei einem Blatt von einer ganz unbekanntem Pflanzenart verweist uns die Bestimmung «Blatt» auf die Zugehörigkeit des Beobachteten zu einem Pflanzenorganismus. Die vereinzelt Teile bzw. die momentane Gesamtgestalt tragen diese Bestimmung nicht an sich. Sie sind nur von ihr geprägt, und weisen dadurch über sich selbst hinaus auf den Zusammenhang, aus dem heraus sie entstanden sind. So kommt

die Bestimmung durch unsere eigene Tätigkeit zustande. Mit ihr kommt etwas zum sinnlich Beobachteten hinzu, was für uns in diesem vorher nicht enthalten war. Unsere denkende Tätigkeit vermittelt zwischen dem unmittelbar Gegebenen und dem stillschweigend vorausgesetzten Pflanzen-Organismus. Indem wir uns mit der Pflanzenwelt beschäftigen, gehen wir ständig mit ihm um. Im Feststellen von Einzelmerkmalen geschieht dies weitgehend unbewußt. Beim Nachbilden des Entwicklungsverlaufs können uns bei aufmerksamer Beobachtung unserer Eigentätigkeit qualitativ unterschiedliche Bildtendenzen im Formwandel bewußt werden, bis schließlich auch deren Bedeutung (Gestik, Physiognomie) deutlich wird (vgl. dazu die ausführliche Darstellung von J. Bockemühl, 1983a).

Diese Ausführungen wollen versuchen, den noch wenig beachteten Entwicklungsverlauf der Getreidearten bewußter zu machen. Während dem Wachstum treten immer wieder neue, artspezifische Gestaltungen auf, in Übereinstimmung mit den jeweiligen Umgebungsbedingungen. Mit dem Samen ist die Möglichkeit verbunden, diese Gestaltungen hervorzubringen und sie während des Wachstums in die Umgebung einzufügen. Urbildliche Phasen, die im Entwicklungslauf aller höheren Pflanzen aufgefunden werden können, wurden schon bei J. Bockemühl (1983b) beschrieben.

Von jeder Pflanzenart werden die folgenden Entwicklungsphasen in spezifischer Weise betont: Tätigwerden der Pflanze (Keimen), Sich Hineinstellen in die Aufrechte und Vorbildung der Gestalt, Einstimmen der Gestalt im Bezugnehmen zur Umgebung, Entfaltung und Form-Werden sowie schließlich das Überwinden der Form. Diese gewöhnlich als «Reaktionsnorm» bezeichnete Artcharakteristik soll im Folgenden ins Bild gebracht, und deren Bedeutung im Hinblick auf die Substanzbildung herausgearbeitet werden. Eine Charakterisierung der Arten aufgrund der Gestaltung der Fruchtstände, wie sie von P. Schilperoord (1985) erarbeitet worden ist, wird hier nicht in Betracht gezogen.

Schließlich sollen aus der Beschäftigung mit der Pflanzenentwicklung Gesichtspunkte zum Art-Begriff gewonnen werden.

Zunächst wird das Wachstum der verschiedenen Arten anhand von Einzelpflanzen aus Versuchen mit Wurzelbeobachtungsgefäßen (40x100x2 cm) im Zeitraum 1984/85 beschrieben. Wir sehen vorerst ab von den vielfältigen Einflüssen auf das Wachstum und die Bestandesbildung unter Feldbedingungen. Das erlaubt uns, an der Einzelpflanzenentwicklung zunächst klare Begriffe zu bilden, die uns schließlich auch dazu verhelfen, die Beziehungen zwischen Einzelpflanze und Bestand zu beleuchten.

2. Der Entwicklungsverlauf des Roggens

Nach der Saat am 4. Oktober zeigt der Roggen von allen Getreidearten die rascheste Keimung. Dieser Saatzeitpunkt ist für die hiesige Gegend rund 1-2 Wochen zu spät, wodurch sich der Roggen im Herbst verhältnismäßig wenig entwickelt. (Das wird vor allem beim Vergleich mit dem üblicherweise zu diesem Zeitpunkt gesäten Weizen zu berücksichtigen sein.) In den ersten vier Wochen wächst eine vier- bis fünfblättrige Pflanze

mit bereits drei flach am Boden liegenden Bestockungstrieben heran, die sich während der Winterzeit ständig vermehren, sodaß wir Mitte März eine Pflanze mit 22 Trieben vorfinden (Bild 1). Während das Wurzelwachstum im Herbst zunächst vor allem vertikal ausgerichtet ist (in den ersten vier Wochen erreichen die vier sichtbaren Hauptstränge bis zu 70 cm Tiefe), finden wir schon im zeitigen Frühjahr, noch bevor sich oberirdisch ein stärkeres Wachstum zeigt, zusätzlich zur neu einsetzenden Kronenwurzelbildung, ein immer dichter werdendes Netz von vorwiegend horizontal sich ausbreitenden sekundären Faserwurzeln. Das allererste Frühjahrswachstum manifestiert sich fast nur im Wurzelbereich.

Ab Mitte März beginnen sich die Triebe zunächst vorwiegend horizontal zu strecken. In den zwei folgenden Wochen richten sich sieben kräftige Triebe langsam auf, strecken sich zunehmend rascher und es bilden sich längere und breitere Blätter, die sich weich anfühlen. Sie besitzen einen an der bläulichen Färbung erkennbaren Wachüberzug und zeigen mehr und mehr die Tendenz herabzuhängen. Die übrigen Bestockungstriebe bleiben nun in ihrem Wachstum zurück. Bei ihnen ist es entweder am Vegetationspunkt nicht zur Bildung einer Ährenanlage gekommen, oder sie entwickeln sich aufgrund der zu starken Beschattung durch die Nachbartriebe nicht weiter. Mit der Vorbildung der Ähre wird die vegetative Entwicklungsmöglichkeit eines Halmes, d. h. die Bestockung, eingeschränkt bzw. abgeschlossen. Voraussetzung für das Schossen eines Triebes ist also eine *Richtungsänderung in der Gestaltdifferenzierung*. Solange am Vegetationspunkt Blattprimordien (-anlagen) gebildet werden, bleibt die Möglichkeit des Austreibens der basalen Augen erhalten und es können immer noch neue Bestockungstriebe gebildet werden. Die Vollständigkeit der Austriebshemmung in der Gesamtpflanze nach der Bildung der Ährenanlagen ist sowohl von der Sorte, als auch von der Jahreszeit abhängig; bei frühchossenden Sorten, und gegen den Herbst zu, ist sie weniger vollständig. (Dieses Phänomen wird weiter unten bei den «Lebensform-Typen» besprochen.)

Während des Schossens wächst das Wurzelwerk in die Verzweigung zu sekundären und tertiären Faserwurzeln, die nun einen dichten Teppich bilden, welcher die Erde zusammenhält. Bis zum Beginn der Kornfüllung wird dieser Wurzelteppich immer noch dichter. Dann hört das sichtbare Wachstum auf, die Wurzel bleibt jedoch bis zur Reife aktiv und vergeht nur zu einem geringen Teil.

Im ersten Teil der *Phase des Schossens* wird ein zunehmend dichter werdendes Blattwerk gebildet, das den Boden und die unteren Blätter während etwa vier Wochen stark beschattet. Mit der Streckung der zwei obersten Internodien lockert sich dann das gebildete «Blätterdach» wieder auf. Die während des Schossens ausgebildeten Blätter zeigen in der aufsteigenden Folge am Halm (Bild 13e-f) eine von Knoten zu Knoten länger werdende Blattscheide, deren Breite bis zum zweitobersten Blatt zunimmt, um beim Fahnenblatt wieder schmaler zu werden. Die Blattspreite nimmt an Länge und Fläche bis zum drittobersten Blatt zu, und wird dann wieder verkürzt und ebenso deutlich schmaler. Die Blattspreite zeigt also im Sinne der Goetheschen Metamorphose eine Ausdehnung bis in den mittleren Halmbereich und von da an wieder eine Zusammenziehung. Dies trifft bei der Blattscheide nur in Bezug auf die Fläche zu; die Länge zeigt eine stetige Zunahme bis hin zum Fahnenblatt. Die Internodienreihe (Bild 13g-h) weist sogar eine fast exponentielle Längenzunahme auf.

Inzwischen macht die Pflanze eine intensive *Farbverwandlung* durch. Während der Bestockung finden wir noch ein sattes Dunkelgrün, das sich im folgenden zuerst noch verdunkelt, zum Ährenschieben und zum Blühen hin dann jedoch wieder mehr zu einem weislichen Blaugrün aufhellt. Einerseits verändert sich das Blattgrün selbst, andererseits wird dieses durch die Bildung (Ausscheidung) einer Wachsschicht an den Blattscheiden und auf der Blattunterseite sowie am Stengel und auf den Spelzen der Ähre beeinflusst. Der Roggen bildet immer eine auffällige Wachsschicht, wogegen sie bei der Wintergerste nur schwach in Erscheinung tritt. Beim Weizen schließlich finden sich hierin große Unterschiede zwischen den Sorten und in Abhängigkeit von den Wachstumsbedingungen.

Das Blühen beginnt mit der Streckung der Filamente, an denen die mit Pollen gefüllten Antheren hängen. Gleichzeitig schwellen die Lodiculae (Schwellkörperchen) an und drücken die Spelzen auseinander. Sowie die Staubbeutel aus den Spelzen herausgetreten sind, kippen sie nach unten, reißen auf und entlassen ihren Pollen. Nun spreizen sich auch die fiederartigen Narbenäste über den Spelzenrand hinaus, wodurch eine Bestäubung mit dem eigenen Pollen zwar möglich ist, aber nur selten erfolgt. Etwa nach einer halben Stunde schließt sich die Blüte wieder, die Antheren fallen ab und die Narben welken. Während der Blüte streckt sich das oberste Halmglied und die Blattscheide des Fahnenblattes immer noch leicht.

Die *Phase der Fruchtbildung und Reifung* dauert rund zwei Monate. In dieser Zeit verändert sich die Pflanzengestalt kaum mehr. Die Wachsschicht am Halm nimmt noch zu, und langsam beginnen sich die Blätter von unten her aufzuhellen. Die Blattspreiten werden schon etwa drei Wochen vor der Reife dürr, während sich die Blattscheiden und die Halmglieder nur langsam von unten nach oben aufhellen und an den belichteten Stellen gelbe bis rötliche Farbtöne annehmen. Die Grannen werden schon zur Zeit der Blüte leicht rötlich, die Knoten bekommen mit zunehmender Reifung eine hellrote Farbe.

3. Gerste

Von der Gerste liegen nur Wurzelgefäßversuche mit Sommerformen vor (P. Kunz, 1983), deshalb wird hier die Entwicklung von Wintergerste im Vergleich mit Roggen und Weizen aufgrund von Beobachtungen in verschiedenen Feldversuchen beschrieben. (Die unterschiedliche Entwicklungsweise von Winter- und Sommerformen wird weiter unten besprochen.)

Die Wintergerste wird hier möglichst in der letzten September-Woche gesät, um ihr eine kräftige Jugendentwicklung vor dem Winter zu ermöglichen. Die Keimung erfolgt sehr rasch, und mit dem Erscheinen des zweiten Blattes setzt auch schon eine starke Bestockung ein. In jeder Blattachsel werden gleichzeitig zwei Seitentriebe angelegt. Dadurch wird schon nach wenigen Wochen eine fast vollständige Bedeckung des Bodens erreicht.

Die Wurzelentwicklung verläuft im Herbst ähnlich wie beim Roggen. Vor allem, wenn die Gerste frühzeitig gesät wird, bilden sich bereits einige kräftige Kronenwurzeln aus. Im Frühjahr erfolgt dann in horizontaler Richtung eine rasche und starke Ver-

Bild 1: Entwicklungsverlauf von Winterroggen «M. Schmidt» im Wurzelgefäß. (Saat: 4.10.84, erste zwei Bilder vom Herbst 1984, drittes Bild: 12.3.85, viertes und fünftes Bild in Zweiwochen-, folgende Bilder in Wochenabständen, zweit- und drittletztes Bild in Zweiwochenabständen, letztes Bild sechs Wochen nach dem vorletzten am 5.8.85 in der Totreife).

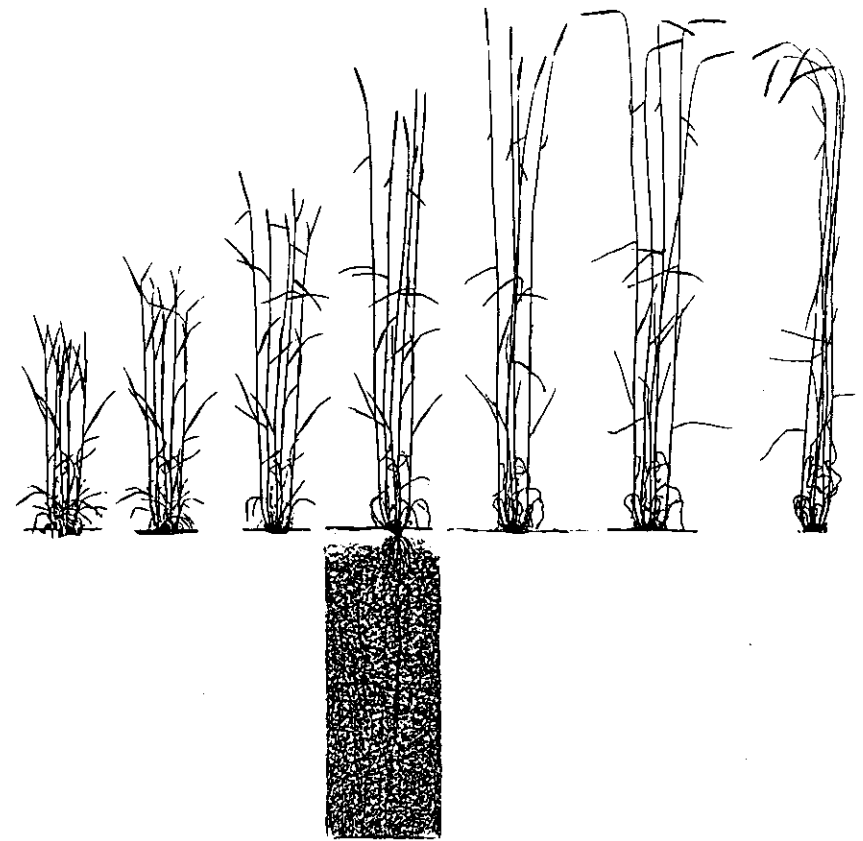
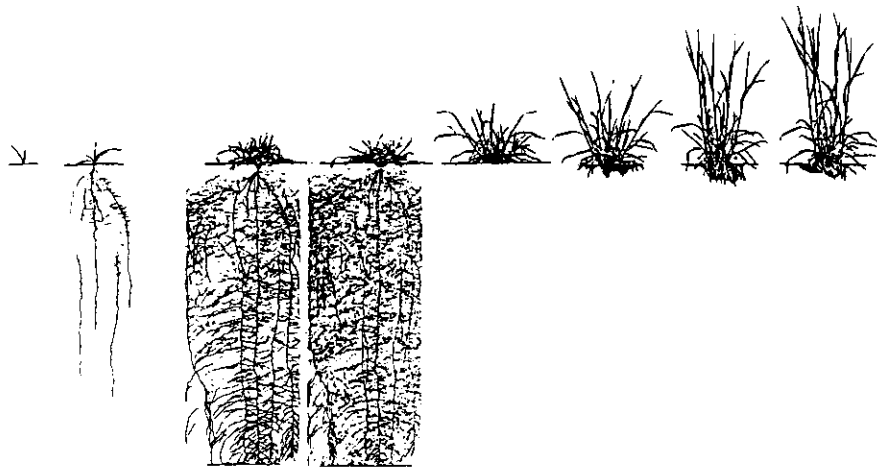
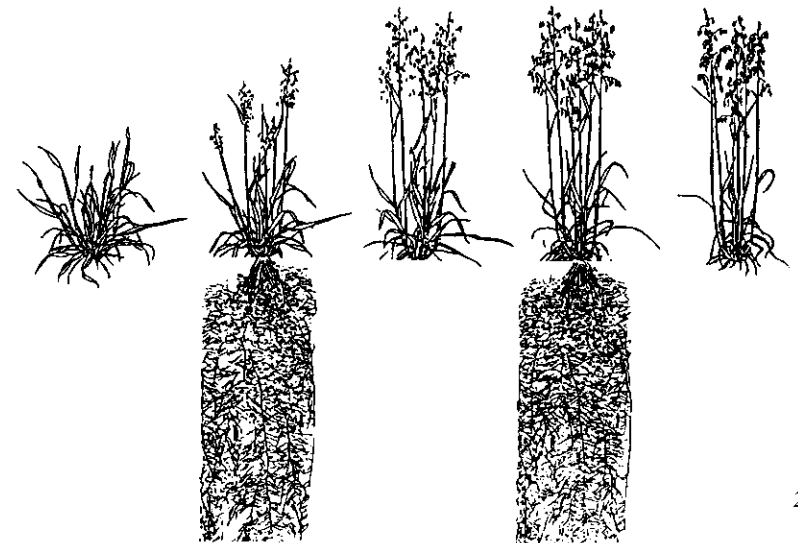


Bild 2: Entwicklungsverlauf von Sommerhafer «Mustang» im Wurzelgefäß (aus W. Koker, 1984). (Saat: 23.3.83).



feinerung, die jedoch schon bald wieder zurückgeht. Schon bei der Blüte ist nur noch ein Teil der Wurzeln aktiv, und bei der reifen Pflanze sind bereits fast alle wieder abgestorben (W. Brower, 1972; L. Kutschera, 1960).

Im Spätherbst können oft Haupt- und Bestockungstriebe in ihrer Stärke nicht mehr voneinander unterschieden werden. Über den Winter vergilben dann die untersten Blätter und sterben zum Teil vollständig ab, sodaß das Feld im frühen Frühjahr vor dem Neuaustrieb oft einen kahlen und kranken Eindruck macht, wogegen der Roggen selbst nach einem strengen Winter sein sattes, blau-tingiertes Grün behält. Die neugebildeten Blätter sind bei der Gerste im Frühling zunächst sehr lang und breit, liegen auf dem Boden oder hängen herab, ihre Farbe geht jedoch immer mehr ins Gelblich-Grüne, während der Roggen mit zunehmender Entfaltung zum Dunkelgrünen hintendiert und sich erst beim Ährenschieben wieder aufhellt. In der Formentwicklung der Blätter am aufsteigenden Halm (Bild 13a-b) erscheint dieselbe Geste wie in der Farbe: Durch das frühe und rasche Streckungswachstum geht die Länge und die Fläche der Blattspreite in der Blattfolge rasch zurück, dafür verlängert und verbreitert sich die Blattscheide stark. Mit der zunehmenden Verkürzung bleiben die Blattspreiten der obersten Blätter in aufrechter Stellung stehen. Bei der Internodienfolge finden wir ebenfalls eine starke Längenzunahme, die jedoch deutlich hinter derjenigen des Roggens zurückbleibt. Vor allem ist die Verlängerung zum letzten Internodium hin geringer als bei jenem. Oft kommt es sogar vor, daß die Ähre gar nicht vollständig aus der Fahnenblattscheide herauswächst.

Der Blattbereich tritt bei dieser Getreideart stark in den Hintergrund, wenn die Ähren erscheinen. Von einem stehenden Gerstenfeld sind nur die dichtbegranneten, silbern bis gelblichgrün schimmernden Ähren zu sehen. Die Blüte beginnt bei der Gerste zum Teil noch früher im Jahr als beim Roggen, meistens schon bevor die Ähre vollständig aus der Blattscheide herausgewachsen ist. So gelangt jeweils nur der Pollen aus der eigenen Blüte auf die Narbe, was eine Fremdbefruchtung nahezu ausschließt. Wenn die Antheren außen an der Ähre sichtbar werden, hat das Wachstum des Embryos, und oft auch schon dasjenige des Endosperms, bereits begonnen. Die Fruchtbildung und vor allem die Reifung erfolgen im Vergleich zum Roggen sehr rasch und sind weniger als bei letzterem von der Wärme als von den Belichtungsverhältnissen abhängig.

4. Weizen

Die Keimung erfolgt beim Weizen langsamer als beim Roggen, und auch die Entwicklung vor dem Winter ist zurückgehalten (Bild 3). Schon die ersten Blätter sind kürzer und schmaler, zeigen dafür aber eine stärkere Strukturierung. In den vier Wochen nach der Keimung wächst eine drei- bis vierblättrige Pflanze heran, mit zwei ganz kurzen Bestockungstrieben. Im Winter werden weitere Bestockungstriebe angelegt, sie bleiben jedoch sehr klein und kaum sichtbar.

Die vertikale *Wurzelentwicklung* ist im Herbst wesentlich schwächer und erreicht höchstens 40 cm Tiefe. Erst im Frühjahr wird die Ausdehnung in die Tiefe erreicht, welche der Roggen schon im Herbst aufweist. Mit einer geringen Verzögerung geht mit dem vertikalen Wachstum die Bildung von sekundären, horizontal verlaufenden Faser-

wurzeln einher. Während die beiden Tendenzen beim Roggen deutlicher auseinandergelegt sind, neigen sie beim Weizen mehr zur Gleichzeitigkeit.

Die oberirdische Entfaltung setzt im Frühling erst gegen den 10. April ein, und geht deutlich langsamer vor sich als beim Roggen und bei der Gerste. Zunächst setzt die eigentliche Ausbildung und Erstarkung der Bestockungstriebe ein, und erst Anfang Mai zeigt sich die Tendenz zur Aufrichtung und Streckung der Halme. Bei beginnendem Schossen stehen die Blätter aufrechter, sie sind steifer und zu diesem Zeitpunkt noch kleinflächiger als beim Roggen im gleichen Entwicklungsstadium. Erst die Folgeblätter mit ihrer zunehmend dunkleren Färbung und ihrer bläulich erscheinenden Wachs-schicht werden mehr und mehr herabhängend. Zugleich nimmt die Fläche der Blattspreiten zu und erreicht erst beim obersten Blatt ihr Maximum (Bild 14b). Die Länge der Fahnenblattspreite ist gegenüber den vorangehenden Blättern wiederum leicht kürzer, während die Blattscheide an Länge und Fläche in der Blattfolge zuerst stetig zunimmt, und dann vom zweitobersten zum letzten Blatt eine sprunghafte Verlängerung aufweist. Entsprechend baut sich in der Gesamtgestalt ein zunehmend dichter werdendes Blattwerk auf, das den Boden immer stärker abdeckt und sich erst bei fortgeschrittener Reife wieder auflockert, wenn die Blätter dürr werden.

Wenn beim Weizen die Blüte einsetzt, ist das Längenwachstum fast vollständig abgeschlossen. Zwischen alten Landsorten und modernen Zuchtsorten bestehen jedoch gerade hierin deutliche Unterschiede. Während die ersteren aufblühen, nachdem die Ähre deutlich über die Fahnenblattscheide hinausgewachsen ist, und nach dem Blühen noch weiter in die Länge wachsen, neigen die letzteren deutlich zu früherem Aufblühen und zu einem ebenso verfrühten Abschluß des Längenwachstums (vgl. Internodienfolgen verschiedener Sorten in Bild 14). Die alte Zuchtsorte «Probus» in Bild 3 nimmt in dieser Hinsicht eine Mittelstellung ein. Die Bestäubung vollzieht sich in der noch geschlossenen Blüte, wodurch eine strenge Selbstbefruchtung (ca. 95 %) erreicht wird. Die Fruchtbildungs- und Reife-Phase dauert etwa 5-7 Wochen. Von unten her hellt sich die Pflanze auf, und erst relativ spät neigt sich die Ähre.

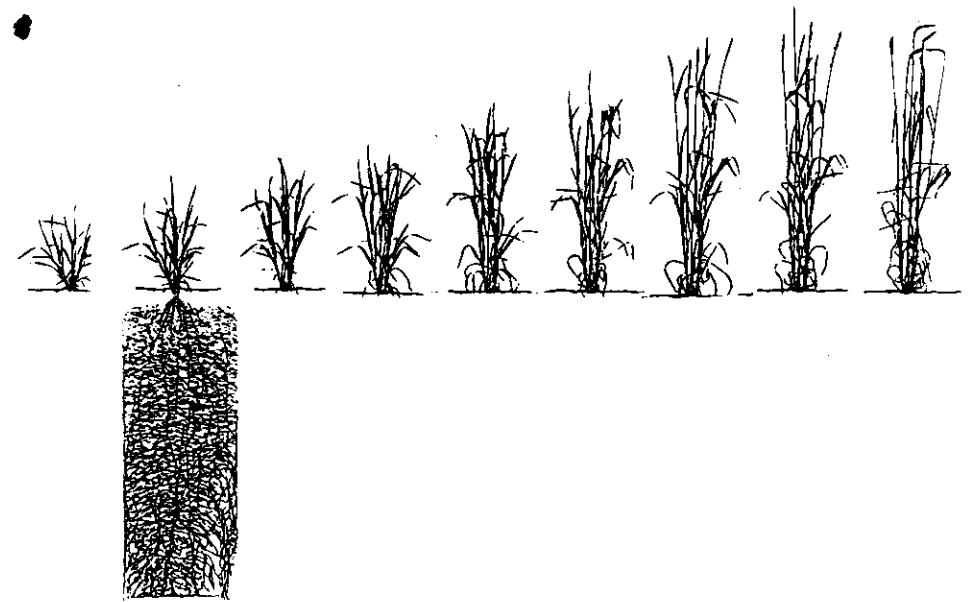
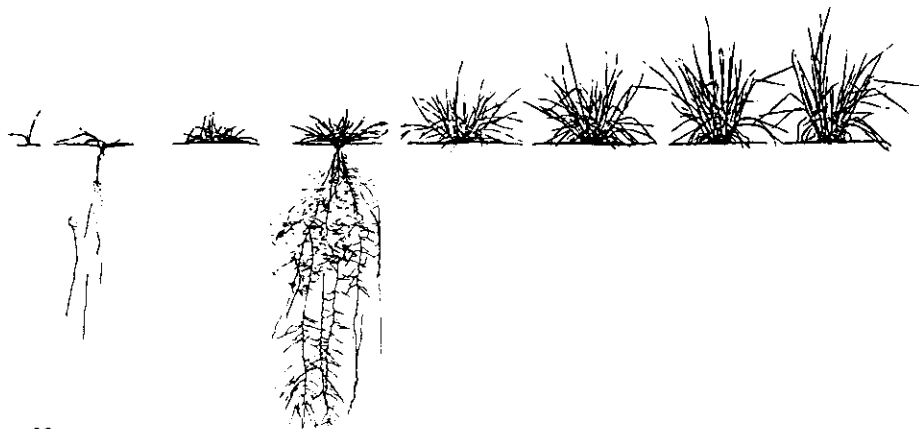
5. Dinkel

Der im alemannischen Sprachraum beheimatete Dinkel (*Triticum spelta*) weist einen ähnlichen Entwicklungsverlauf auf wie der Weizen, allerdings zeigen sich bei ihm schon einige Besonderheiten. Einmal ist er dafür bekannt, daß er auch noch spät im Herbst gesät werden kann. Weshalb dies so ist, wird aus dem Entwicklungsverlauf selbst ersichtlich: im Herbst werden auch bei frühzeitiger Saat nur wenige äußerst schmale Blätter gebildet, und die ersten Bestockungstriebe sind sehr fein und legen sich flach auf den Boden (Bild 4). Die eigentliche Phase der Bestockung setzt erst im Frühjahr ein und übertrifft an Intensität diejenige des Weizens. Trotzdem bilden sich zum Beginn des Halmstreckungswachstums nur sehr schmale, feine Blätter, und die Halme selbst sind zunächst kaum dicker als die eines Wiesengrases (z. B. *Poa trivialis*). Erst mit dem Aufrichten und Schossen entstehen an sieben sich rasch verdickenden Halmen nun auch längere und flächigere Blätter. Dies zeigt sich besonders schön in der Blattfolge (Bild 15a), bei der sich die drei untersten Blätter schrittweise verlängern, ohne breit-

Bild 3: Entwicklungsverlauf von Winterweizen «Probus» im Wurzelgefäß. (Saat: 4.10.84, erste zwei Bilder vom Herbst 1984, drittes Bild vom 12.3.85, viertes und fünftes Bild in Zweiwochen-, folgende Bilder in Wochenabständen, letztes Bild sechs Wochen nach dem vorletzten am 5.6.85).



Bild 4: Entwicklungsverlauf von Winterdinkel (*Triticum spelta*) «Altgold Rotkorn» im Wurzelgefäß. (Saat: 4.10.84, erste zwei Bilder vom Herbst 1984, drittes Bild 12.3.85, viertes und fünftes Bild in Zweiwochen-, folgende Bilder in Wochenabständen, letztes Bild sechs Wochen nach dem vorletzten am 5.8.85).



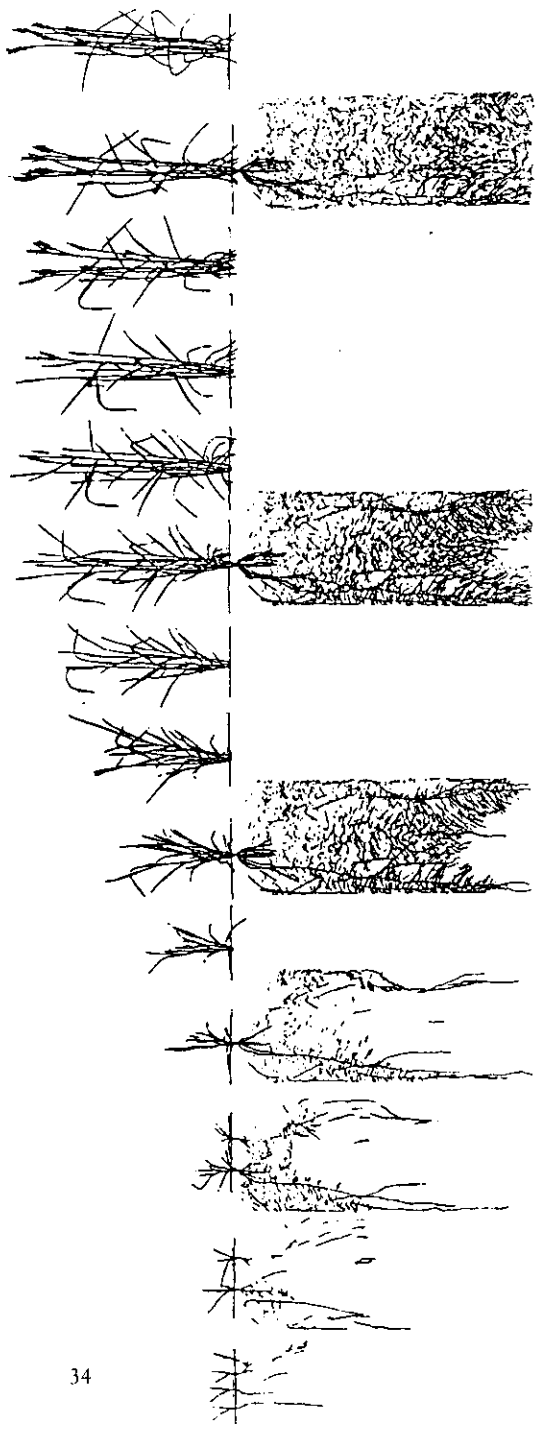


Bild 5: Entwicklungsverlauf von Sommerweizen «Calanda» bei Aussaat am 25.4.84 im Wurzelgefäß. (Einzelne Bilder ab 11.5.84 in Wochenabständen).

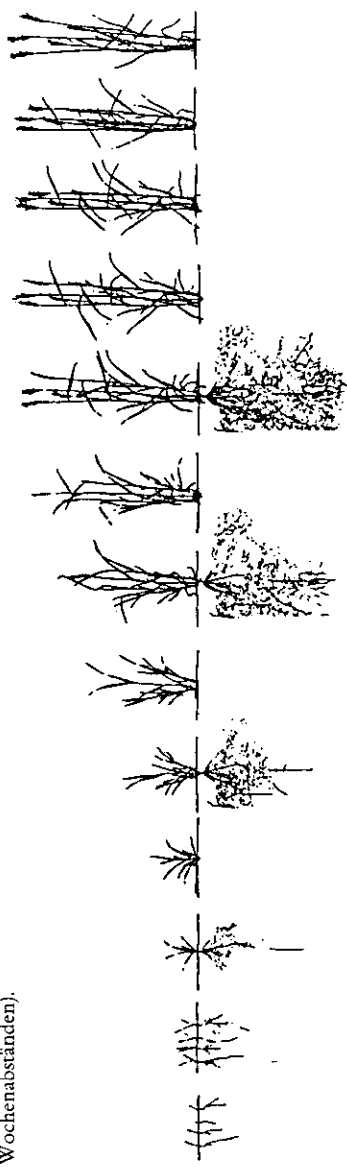


Bild 6: Entwicklungsverlauf von Sommerweizen «Calanda» bei Aussaat am 26.5.84 im Wurzelgefäß. (Einzelne Bilder ab 2.6.84 in Wochenabständen).

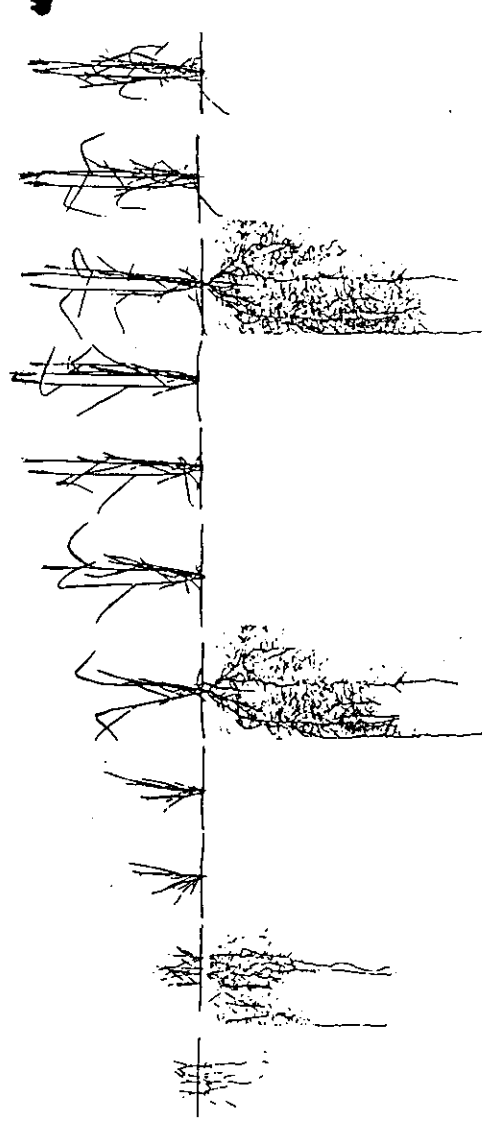


Bild 7: Entwicklungsverlauf von Sommerweizen «Calanda» bei Aussaat am 20.6.84 im Wurzelgefäß. (Einzelne Bilder ab 30.6.84 in Wochenabständen, ab 10. Bild in Zweiwochenabständen).

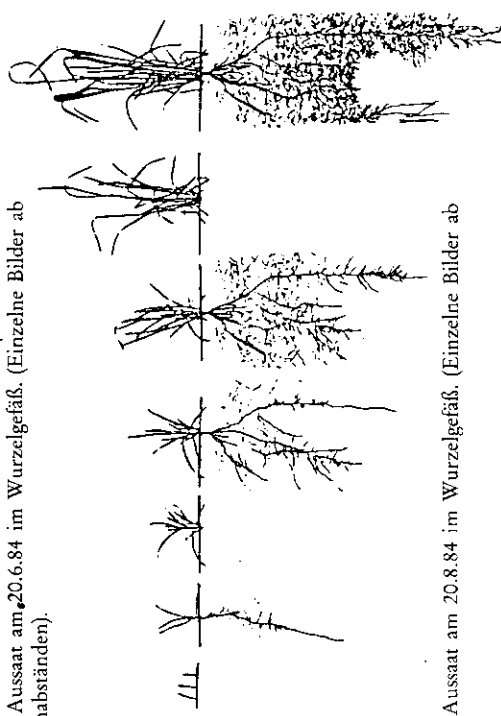
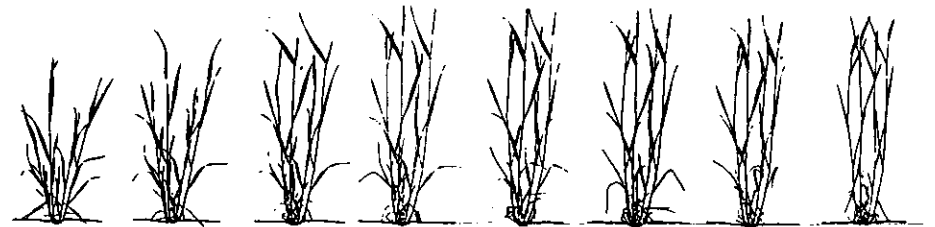
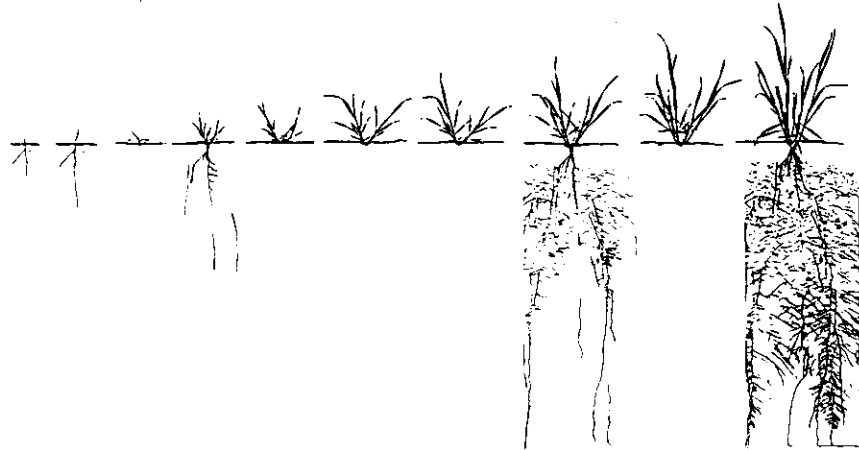


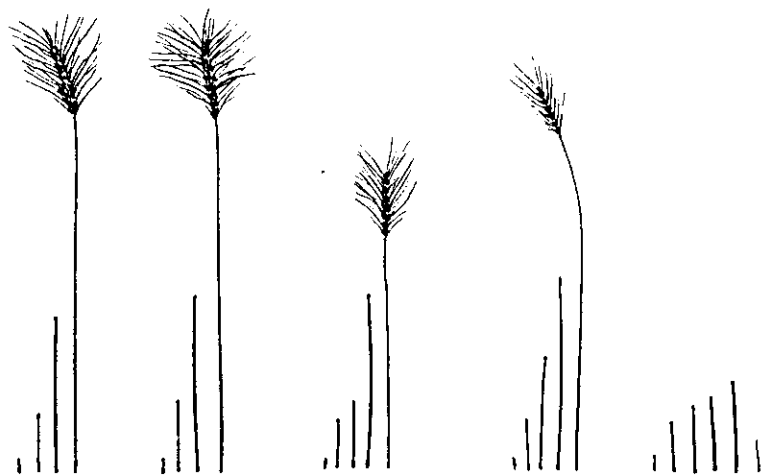
Bild 8: Entwicklungsverlauf von Sommerweizen «Calanda» bei Aussaat am 20.8.84 im Wurzelgefäß. (Einzelne Bilder ab 27.8.84 in Wochenabständen).

Bild 9: Entwicklungsverlauf von Winterweizen «Eiger» bei Aussaat am 9.5.84 im Wurzelgefäß.
 (Bilder in Wochenabständen, 15. bis 19. Bild in Zweiwochenabständen).



Bild 10: Entwicklungsverlauf von Winterweizen «Eiger» bei Aussaat am 20.10.84 im Wurzelgefäß.
 (Erste zwei Bilder vom Herbst 1984, viertes und fünftes Bild in Zweiwochen-, folgende Bilder in Wochenabständen, letztes Bild vier Wochen nach dem vorletzten am 5.8.85).





a)

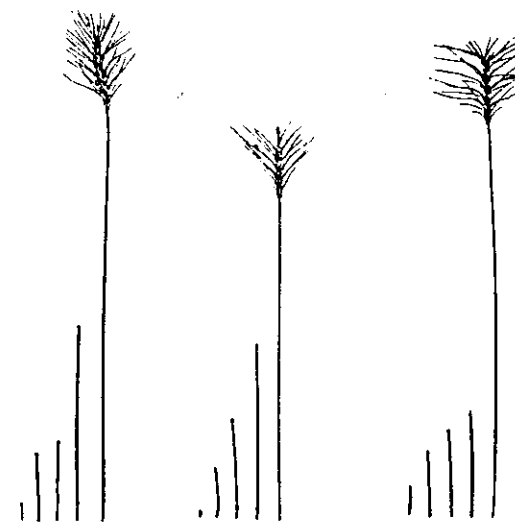
b)

c)

d)

e)

Bild 11: Internodienfolgen (oben) und entsprechende Halm-Blattfolgen (unten) von Sommerweizen «Calanda» bei verschiedenen Aussaatzeiten im Wurzelgefäß 1984. a) 25.4.84, b) 9.5.84, c) 26.5.84, d) 18.7.84, e) 20.8.84



a)

b)

c)

Bild 12: Internodienfolgen (oben) und entsprechende Halm-Blattfolgen (unten) von Sommerweizen «Calanda» bei verschiedenen Aussaatzeiten im Wurzelgefäß 1985. a) 10.4.85, b) 3.6.85, c) 6.8.85

Der Übergang zur mittleren Stufe der Substanzbildung erfolgt ebenfalls in jeweils arttypischer Weise. Am Auffälligsten äußert er sich bei der Gerste und beim Roggen. Stets beginnt mit diesem Übergang auch eine starke Steigerung der Substanzbildung (vegetative Entfaltung), was sich in der Blattformenfolge im Flächigwerden ausdrückt, während die Verlängerung der Blätter mehr die Tendenz des Hinstrebens zur Fruchtbildung aufzeigt. Typischerweise beginnt das Flächigwerden bei allen Winterformen weiter unten am Halm als bei den Sommerformen, wo die größten Blattflächen erst weiter oben am Halm erreicht werden. Folglich ist die Substanzbildung bei den ersten schon früher auf die Blüten- und Fruchtbildung ausgerichtet, in der sie auf ein Zentrum hinstrebt. Dies trotz der allgemein stärkeren Massebildung der Winterformen im Halmbereich, welche bei den Sommerformen erst gegen das Fahnenblatt zu richtig in Gang kommt (vgl. Bilder 13a-b, 15 und 16). Eine große Variabilität innerhalb der Sorten, sowie eine enorme Beeinflussbarkeit der Substanzbildung im mittleren und oberen Halmbereich durch die Umgebung, besonders durch die Bodenverhältnisse, findet sich beim Weizen. Er erreicht die größte Blattspreitenfläche erst in den zwei obersten Blättern am Halm. Vergleicht man bei den verschiedenen Typen die vegetative Entfaltung im Stengelbereich mit der Wurzelbildung, so zeichnet sich folgende Beziehung ab: Starke Entfaltung im unteren Halmbereich, (bzw. schon in der vorangehenden Phase der Bestockung), geht mit einer starken Durchwurzelung, vor allem des Unterbodens, einher, während jene Formen, deren Blätter erst gegen das Fahnenblatt zu flächig und breit werden, vermehrt nur im Oberboden wurzeln (vgl. Jahreslauf-Formen). Betrachtet man diese Typen auf dem Hintergrund des Jahreslaufes, so ergibt sich eine etwas überraschende Einordnung. Die stärker im Unterboden bewurzelnden Typen wachsen zeitiger im Jahr und beginnen mit ihrer intensivierten Substanzbildung noch bevor die Bodenprozesse durch die äußere Erwärmung richtig in Gang gekommen sind. Die tendenzmäßig stärker im Oberboden wurzelnden Typen dagegen, besonders die Sommerformen, sind vermehrt auf einen «warmen und wüchsigen» Boden angewiesen (vgl. *T. Harrach*, 1983). In dieser Hinsicht müssen neben den Arten auch diejenigen Zuchtsorten beurteilt werden, bei denen durch die Halmverkürzung die vegetative Entfaltung höher am Halm hinaufgehoben wurde (Bilder 14 und 15).

Der Fruchtstand der Getreide trägt als assimilierendes Organ selbst in hohem Maße zur Substanzbildung bei. Rund die Hälfte der Assimilate, aus denen das Korn aufgebaut wird, werden in den grünen Spelzen und Grannen gebildet. Der restliche Anteil wird aus dem obersten Blatt- und Stengelbereich in die Frucht verlagert (*G. Geisler*, 1981, *W. Brower*, 1972). Je nach der Bildungsweise der verschiedenen Arten ändern sich auch die Anteile der assimilierenden Organe an der Kornsubstanzbildung. Die Grannen und Spelzen der Gerste bilden nahezu zwei Drittel der Assimilate für das Korn, beim Roggen ist der Anteil leicht geringer und beim Weizen schwankt er je nach Sorte und Grannenform.

Beachtenswert sind nun die Beziehungen zwischen dem Ort und dem zeitlichen Verlauf der Substanzbildung für das Korn und der Mehlqualität resp. dessen Eignung zur Teig- und Brotherstellung. Aus Gerstenmehl allein läßt sich kein Brot backen, weil der Teig sehr rasch schleimig wird und breitläuft, da er zu wenig inneren Zusammenhalt hat. Roggenmehl braucht zur Teigbildung eine gewisse Zeit, während der es aufquellen

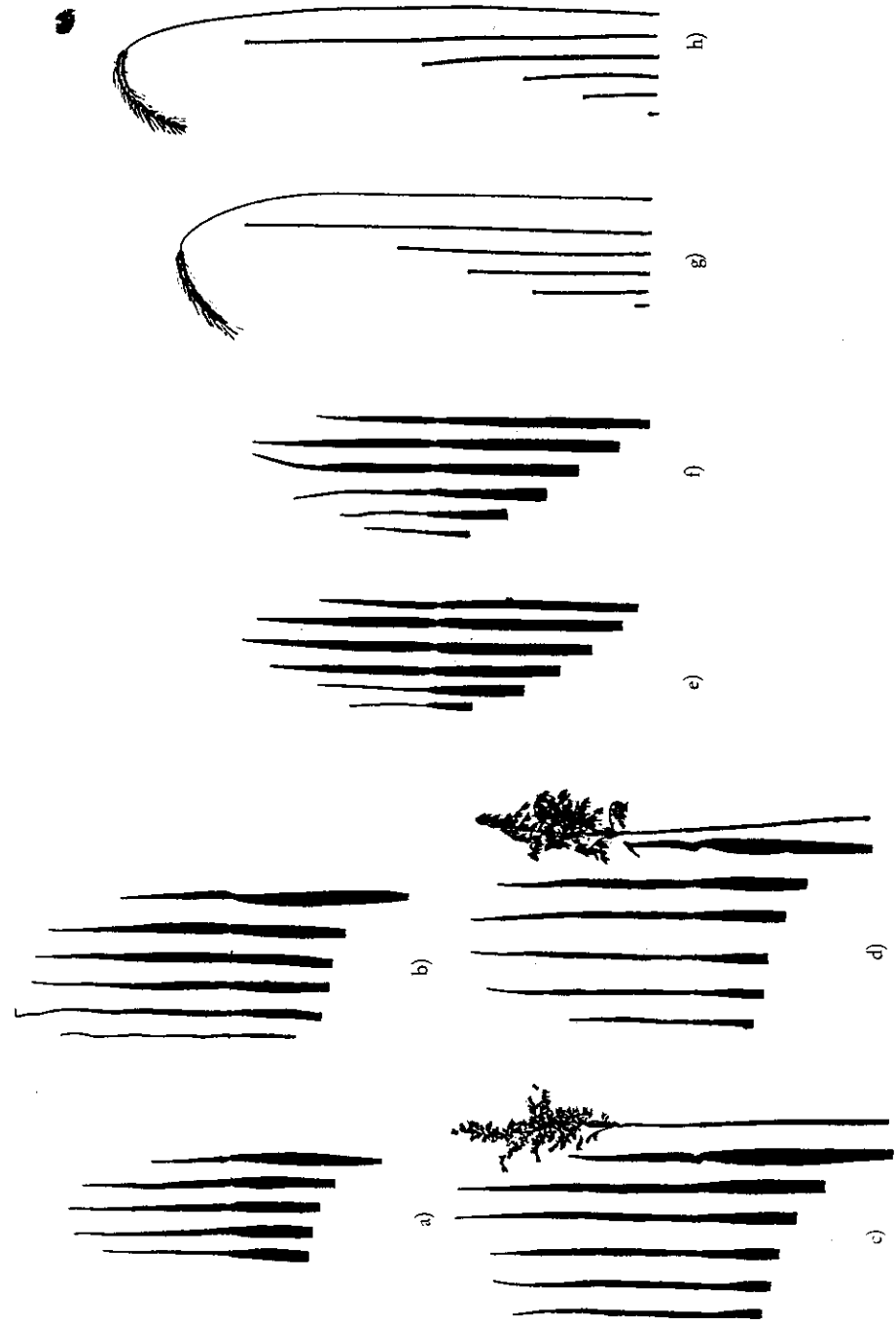


Bild 13: Halm-Blattfolgen von: a) Wintergerste «Gerbels», b) Sommergerste «Nacktform», c) Sommerhafer «Goldregen», d) Sommerhafer «Mustang», e) Winterroggen «Cadi», f) Winterroggen «H 120», g) Internodienfolge von c), h) Internodienfolge von f).

kann. Dann bildet sich ein plastischer Teig, der aber nur sehr wenig aufgeht und ein hartes Fladenbrot ergibt. Im Säuerungsprozeß wird das Aufquellen beschleunigt und verstärkt, wodurch der Teig an Elastizität gewinnt, beim Backen luftiger wird und seine Form trotzdem beibehält. Dinkel- und Weizenmehle bilden schon kurze Zeit nach dem Anrühren einen sowohl plastischen als auch elastischen Teig, der in seiner Form bleibt. Für ein luftig-lockeres Brot ist allerdings noch ein Treibmittel (Hefegärung oder Sauer-
teig) nötig. Aus Hafermehl allein ein Brot zu backen ist ein schwieriges Unterfangen. Schon das Vermahlen der Körner bereitet aufgrund des hohen Fettgehaltes einige Probleme. Der angerührte Teig bekommt keinerlei inneren Zusammenhalt und bildet lediglich einen schleimig-klebrigen Brei.

Dem Teig der im Früh- und im Spätsommer rasch abreifenden Arten Gerste und Hafer fehlt der Zusammenhalt. Beide Getreidearten bilden einen hohen Anteil der Assimilate im Fruchtstand selbst, sodaß in der Pflanze nur eine geringe Umlagerung ins Korn erfolgen muß. Der Hafer zeigt zudem ein verfrühtes Abreifen der Rispe gegenüber dem Stroh. So erscheint die Frucht wie aus dem vegetativen Bereich der Pflanze herausgehoben, was die verstärkte Fettbildung etwas beleuchtet. Im Roggen verlagern sich über den langen Zeitraum der Kornbildung und -reifung neben den aus den Spelzen stammenden, vermehrt auch Assimilate aus dem Blatt- und Stengelbereich ins Korn. Letzteres wird denn auch sehr hart und ergibt ein griffiges Mehl mit stark verhärteter (kondensierter) Stärke.

Weizen und Dinkel weisen den höchsten Anteil an aus dem obersten Blatt- und Stengelbereich stammenden Assimilaten auf. Gleichzeitig bilden sie in besonderer Weise die elastischen Teigeigenschaften aus. Interessant wird an dieser Stelle der Vergleich der Teigqualitäten von Weichweizen (*Triticum aestivum*) und Hartweizen (*Triticum durum*). Der letztere besitzt einen geringeren Assimilatanteil aus dem Stengel- und Blattbereich, außerdem ist seine Ähre immer begrannt und die Zeit zwischen Blüte und Reifung dauert etwa solange wie beim Roggen. Aus den glasig harten Körnern entsteht ein Mehl, aus dem sich ein plastischer Teig kneten läßt, der jedoch nur eine geringe Elastizität aufweist, weshalb er sich besonders zur Herstellung von Teigwaren eignet. Offenbar hängt die Teigelastizität stark mit der Umlagerung von Assimilaten aus dem Blattbereich zusammen. Dort steht die Pflanze in direkterer Wechselbeziehung zur Umgebung als in der Ähre. Das Blatt wandelt sich an den es umgebenden Bedingungen als Ganzes in artspezifischer Weise ab. Dagegen ist die Ähre als ganzes Organ schon sehr früh im «Entwurf» festgelegt (P. Kunz, 1983). Bei ihr äußert sich der Umgebungsbezug kaum noch in einer Formabwandlung. Man kann den Umgebungsbezug im Blattbereich als eine plastisch-elastische Fähigkeit der Pflanze ansehen, die nach der Umlagerung der in diesem Bereich gebildeten Assimilate ins Korn schließlich in der Art der Teigbildung wieder zum Ausdruck kommt. Man müßte dann konsequenterweise eine Nachwirkung des Substanzbildungsortes bzw. eine «Erinnerung» der Substanzen an ihren Bildungsort annehmen.

In ähnlicher Weise wären dann auch die Qualitäten bei den übrigen Arten als ein Fortwirken des Entstehungsprozesses zu begreifen. Mit dieser Vorgehensweise können wir auch die Prozesse bei der Substanzaufnahme für die Ernährung des Menschen weiterverfolgen. Schon bei der Verarbeitung, und besonders in der Verdauung werden die

Nachwirkungen des Entstehungsprozesses angehalten und schrittweise rückgängig gemacht. Damit jedoch erweist sich die Nahrungsaufnahme als ein Vorgang, der dem Substanzbildungsprozeß direkt entgegengesetzt verläuft.

9. Zum Artbegriff

In der Biologie haben sich zwei Richtungen herausgebildet, die den Begriff der Art auf ihrem jeweiligen Arbeitsgebiet ganz unterschiedlich verwenden.

Auf der einen Seite steht die Taxonomie und die sich stark auf sie abstützende Paläontologie, die vorwiegend mit einem typologischen Artkonzept arbeitet, das hauptsächlich auf den Merkmalen und Eigenschaften der Lebewesen bzw. auf deren Bauplänen aufbaut.

Demgegenüber steht das Art-Konzept derjenigen Biologen, die sich mit gegenwärtig lebenden Organismen beschäftigen, und welche die Art als selbständige, isolierte Fortpflanzungsgemeinschaft zu begreifen versuchen. Um eine solche postulierte Fortpflanzungsgemeinschaft zu verifizieren, muß vor allem die räumliche und zeitliche Isolation der fraglichen Population geprüft werden. In den Grenzbereichen überschneiden sich ähnliche Organismengruppen jedoch oft und es wird nötig, Kreuzungsexperimente vorzunehmen, um zu einer sicheren Abgrenzung zu kommen. Ohne Eingriffe in die Lebenszusammenhänge der Organismen ist somit eine präzise Aussage über die Isolation der Fortpflanzungsgemeinschaft nicht möglich. Gerade im Bereich der Fortpflanzung reagieren viele Organismen sehr empfindlich auf geringste Veränderungen, weshalb immer die Frage offen bleibt, ob nicht schon durch das Experiment die Isolationsbarriere durchbrochen, oder erst geschaffen worden ist.

Der Paläontologe dagegen stellt sich die aufgefundenen, morphologisch verschiedenen Typen nebeneinander vor und bringt das zeitliche Element dazu, wodurch verwandtschaftliche Beziehungen entstehen, deren Verifizierung grundsätzlich nicht möglich ist. So haftet dieser Vorgehensweise ebenfalls immer eine gewisse Unsicherheit an, nicht zuletzt deshalb, weil über die Stabilität und die Verhaltensweisen der damaligen Organismen kaum etwas gesagt werden kann.

Auffallend ist jedoch, daß niemand bezweifelt, daß es sich bei den Arten um reale Entitäten handelt, obwohl E. Mayr feststellen mußte, «daß in der Biologie niemand so recht wisse, was eine Art eigentlich sei.» (zit. aus Willmann, 1985).

Auch Schindewolf zweifelt nicht an der Realität des Artbegriffs. «Selbstverständlich ist der Artbegriff kein reines Gedankenprodukt, ohne Objektbezogenheit (...), sondern (...) der Inbegriff einer ihm zugrundeliegenden Realität. Und diese Wirklichkeit, auf die der Artbegriff aufgebaut ist, besteht in einem morphologisch weitgehend übereinstimmenden Individuenkreis, der zugleich eine Kreuzungsgemeinschaft bildet.» (zit. aus Willmann 1985). Aus diesem Zitat wird auch deutlich, daß der Artbegriff zwei Elemente beinhaltet: eine Gestaltgemeinschaft, (die sich, ausgehend von den einfachen geometrischen Bauplänen der Familientypen, bis zu den vielfältigsten Einzelmerkmalen ausdifferenzieren läßt) und gleichzeitig eine die zeitliche Kontinuität wahrende Gemeinschaft in der Fortpflanzung.

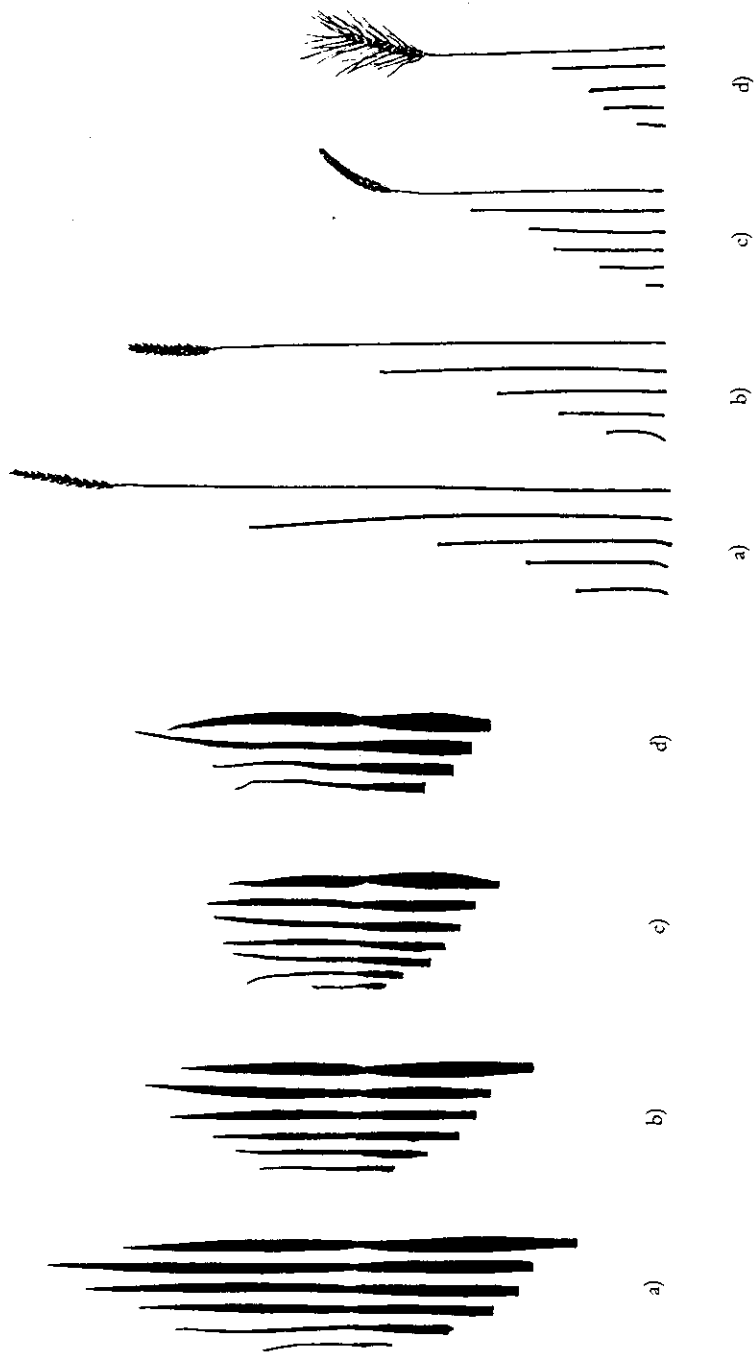


Bild 14: Halm-Blattfolgen (links) und entsprechende Internodienreihen (rechts) von Winterweizen:

a) «Untereingadin» (alte Landsorte), b) «Probus» (alte Zuchtsorte), c) «Eiger» (neue Zuchtsorte), d) «RH6.» (Kurzstrohsorte).

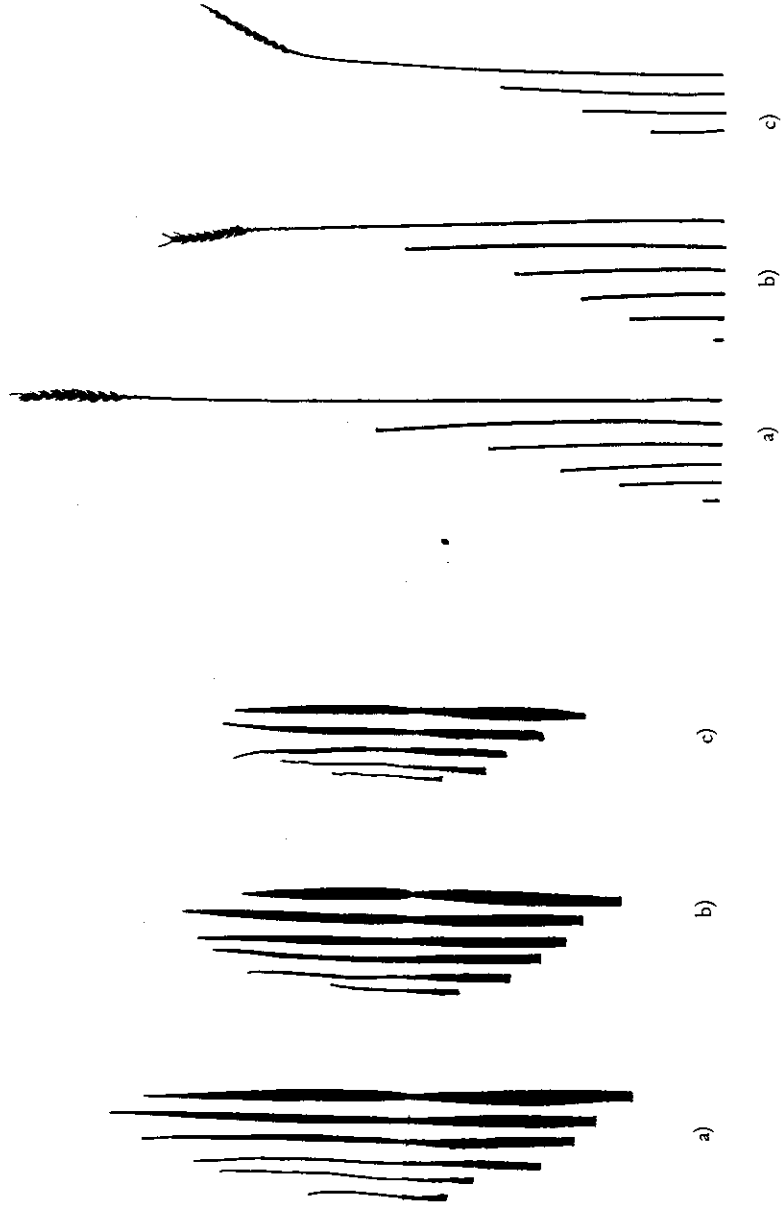


Bild 15: Halm-Blattfolgen (links) und entsprechende Internodienreihen (rechts) von Dinkel (*Triticum spelta*). a) Winterdinkel «Altgold Rotkorn», b) Winterdinkel (neue Zuchtsorte), c) Sommerdinkel (Landsorte).

Mit beiden Elementen gehen wir täglich um: Wir halten einzelne Stadien der Pflanzenentwicklung fest und bilden das zeitliche Kontinuum dazu, oder wir lenken unsere Aufmerksamkeit auf das Verbindende und setzen dabei den (in sich) gestalteten Organismus als selbstverständlich voraus. Dasjenige Element jedoch, auf das wir unsere Aufmerksamkeit gerade nicht lenken, entfällt jeweils unserem Bewußtsein.

Das Bestreben, zu einer allgemeingültigen Definition der Art zu kommen, erscheint weniger wichtig, wenn wir bemerken, in welcher Weise wir mit diesem Begriff umgehen bzw. was für Gesichtspunkte wir anwenden. Wenn diese bei den Bemühungen um den Artbegriff unbewußt vorausgesetzt werden, so neigt man sehr leicht dazu, den Ort des wirklichen Geschehens in nicht mehr sinnenfällige Bereiche hineinzuschieben. Deshalb denkt der Paläontologe in unendlich großen und fernen Zeiträumen, in denen bzw. aus denen heraus sich die heutige Lebewelt entwickelt hat, und der moderne Biologe experimentiert in unvorstellbar winzigen molekularen Strukturen, die den sichtbar gestalteten Organismen zugrundeliegen.

Bei der Entwicklung organischer Individuen bilden das zeitlich Verbindende und das Gestaltungsprinzip eine Einheit, die wir betrachten und innerlich nachbilden können. Wenn es gelingt, auf die Fähigkeiten aufmerksam zu werden, die wir bei der Beschäftigung mit Lebewesen in der jeweiligen Richtung benutzen und dadurch weiterbilden, können alle Artbegriffs-Konzepte in neuer Weise fruchtbar werden. Im vorstellenden und vergleichenden Verbinden und Differenzieren bilden wir die Fähigkeit des Überschauens der vielfältig gestalteten Erscheinungen der Vergangenheit und heben uns dabei selbst aus den realen Verbindungen zur Lebewelt heraus. Durch empirisch-experimentelles Vorgehen greifen wir verändernd in die Lebenszusammenhänge ein und verlieren dabei die durch die Betätigung in der anderen Richtung gefundene Übersicht, was an der folgenden Aussage eines Pflanzenzüchters besonders deutlich wird: «Ob nun eine Gruppe von Pflanzen, die sich durch einige (...) Bewertungsmerkmale von einer bestehenden Art unterscheidet, als selbständige Art beschrieben oder als Unterart oder Varietät einer bestehenden Art angesehen wird, hängt oft von dem betreffenden Systematiker ab (...). Da die Variation der Organismen letzten Endes mehr quantitativer als qualitativer Art ist, sind fließende Reihen mit Übergängen in der Natur vorhanden, und so ist auch die Ziehung von Grenzen zwischen systematischen Einheiten oft besonders schwierig». (H. Kuckuck, G. Kobabe und G. Wenzel, 1985).

Die Beschäftigung mit der Individualentwicklung nimmt eine Art Mittelstellung ein, weil in der Gestaltverwandlung beide Betätigungsweisen bewußt angewandt und geschult werden können.

10. Zusammenfassung

Im Vorangehenden ist versucht worden, aufzuzeigen, wie der Entwicklungsverlauf jeder Getreideart bis in die kleinsten Einzelheiten ein besonderes Gepräge zeigt, das wir uns nicht in einem Male vergegenwärtigen, mit dem wir uns jedoch durch eine intensive Beschäftigung mehr und mehr vertraut machen können. Erst dann lassen sich auch die Abgrenzungen zu anderen Arten bestimmter erfassen. Selbstverständlich besteht die Gefahr einer rein subjektiven Auffassung. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden,

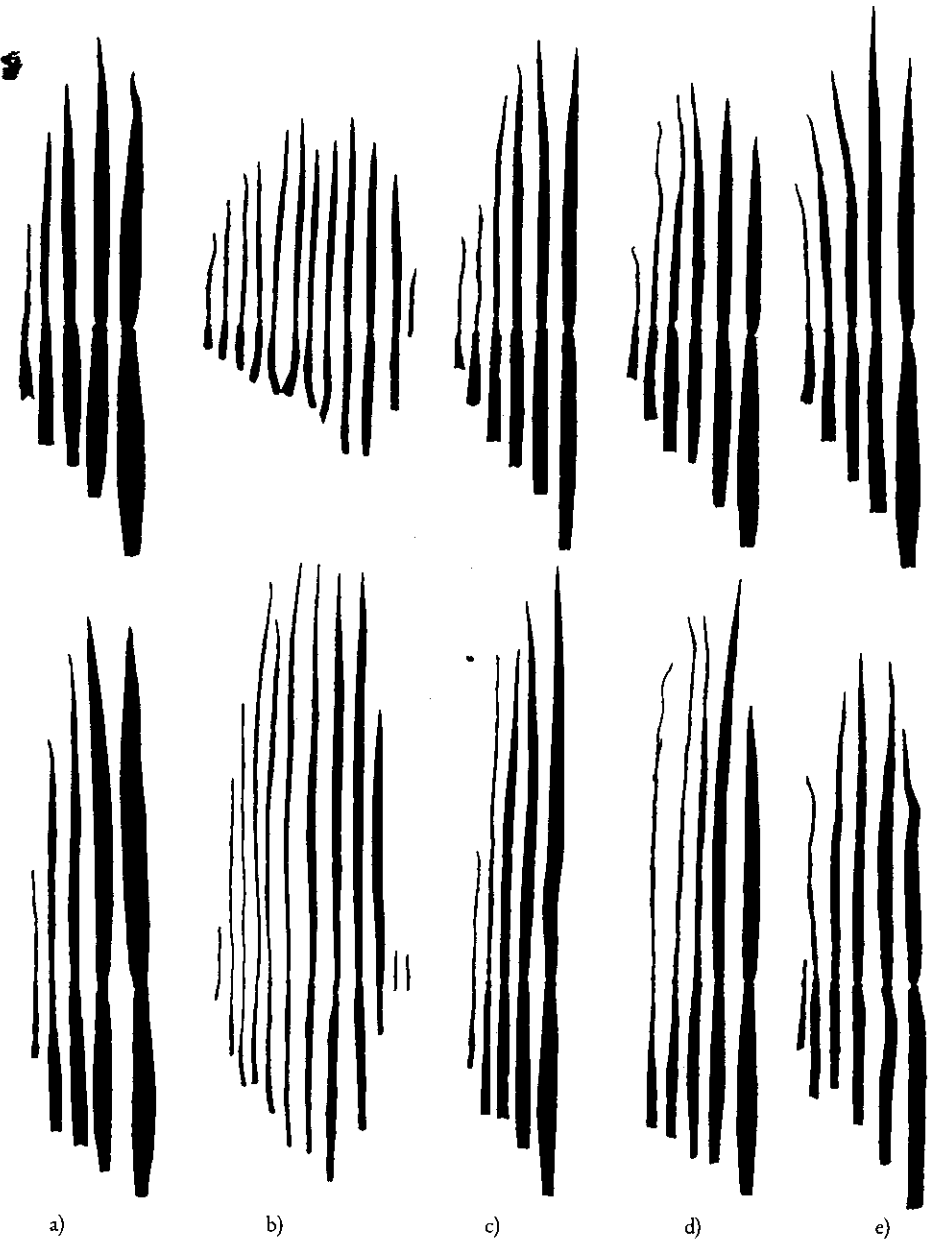


Bild 16: Blattfolgen aus einem Beschattungsversuch. Oben: normale Beleuchtung, unten: ab Mittag kein direktes Sonnenlicht mehr, a) Winterweizen «Eiger» Herbstsaat, b) Winterweizen «Eiger» Frühlingsaat, c) Sommerweizen «Calanda», d) Sommerweizen «Kolibri», e) Sommerweizen «Orello».

daß die Arten am ehesten durch die ihnen innewohnende konsequente Bildungsweise charakterisiert werden können. Weil es sich dabei um naturwissenschaftliche Aussagen handelt, weisen sie auf einen Wahrnehmungsinhalt hin und sind somit im Prinzip nachvollziehbar. Es geht ja weniger darum, nach einer neuen Methode zu einer neuen und absolut gültigen Systematik zu kommen. Vielmehr müssen wir lernen, die bestehenden Ordnungen in der Pflanzenwelt bewußt zu erkennen. Nur dann sind wir in der Lage, in verantwortungsvoller Weise im Lebendigen gestaltend zu wirken. Diese Frage nach der Verantwortung stellt sich in besonderer Weise bei der Nahrungspflanzen-Züchtung, wo althergebrachte Nahrungspflanzen nachhaltig und-z. T. massiv verändert worden sind und noch werden. Motive zu diesem Handeln sind in den wenigsten Fällen rationell entwickelte Beziehungen zwischen Mensch und Pflanze, sondern unbewußte Bedürfnisse aus dem Bereich von Sympathie und Antipathie, denen die Wirtschaft zu folgen gewohnt ist. Durch unsere Motive kommen neue Gestaltungen in die Natur hinein. Diese können aber nur dann gesundend wirken, wenn wir in der Lage sind, sie an bestehende Ordnungen anzuknüpfen.

Verdankung

Für die vielfältigen Anregungen und Hilfen bei dieser Arbeit möchte ich den Mitarbeitern des Forschungslabors am Goetheanum, namentlich den Herren J. Bockemühl und G. Maier herzlich danken.

LITERATUR

- Bockemühl, J.* (1982): Beziehungen zwischen Wurzelwachstum und Sprossentwicklung im Jahreslauf. Wurzelökologie und ihre Nutzanwendung. Int. Symp. Bundesanstalt Gumpenstein, Irnding.
- (1983a): Vergleiche zwischen Wild- und Kulturformen zum Verständnis der Nahrungspflanze und zum Finden einer Zielrichtung für die Züchtung. Elemente d. N. 39.
- (1983b): Urbildliche Phasen in der Entwicklung höherer Pflanzen. Elemente d. N. 39.
- Brower, W.* (1972): Handbuch des speziellen Pflanzenbaues. Bd. 1. Berlin, Hamburg.
- Geisler, G.* (1981): Ertragsbildung bei Kulturpflanzen. Darmstadt.
- Grant, W.* (1976): Artbildung bei Pflanzen. Berlin, Hamburg.
- Harrach, T. und M. Rex* (1983): Ertragsbildung und Nährstoffentzug bei Getreide in Abhängigkeit von der Durchwurzelbarkeit des Bodens. Wurzelökologie und ihre Nutzanwendung. Int. Symp. Bundesanstalt Gumpenstein. Irnding.
- Heyland, K.U.* (1956): Untersuchungen über den Verlauf der Einlagerung von Gerüstsubstanzen im Getreidehalm, im besonderen Hinblick auf die Standfestigkeit. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 101.
- (1959): Der Verlauf der Einlagerung von Gerüstsubstanzen und anderen Kohlehydraten in den Spross von Weizen und Roggen zwischen Ährenschieben und Todreife. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 108.
- Koker, W.* (1983): Vergleich der Entwicklung von Wild- und Kulturformen des Hafers. Elemente d. N. 39.
- (1984): Vergleich der Entwicklung von Wild- und Kulturhafer bei verschiedenen Aussaatzeiten. Studienarbeit im Anthroposophisch-Naturwissenschaftlichen Studienjahr. Dornach. Unveröffentlicht.
- Kuckuck, H., G. Kobabe und G. Wenzel* (1985): Grundzüge der Pflanzenzüchtung. Berlin, New York.
- Kunz, P.* (1983): Entwicklungsstufen bei Gerste und Weizen – ein Beitrag zu einem Leitbild für die Züchtung. Elemente d. N. 39.
- Kutschera, L.* (1960): Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. Frankfurt a. M.
- Schilperoord, P.* (1985): Eine Charakterisierung von Gerste, Weizen und Hafer. Eigenverlag Signina-Riein.
- Willmann, R.* (1985): Die Art in Raum und Zeit. Berlin, Hamburg.

*Peter Kunz
Goetheanum
Freie Hochschule für Geisteswissenschaft
Naturwissenschaftliche Sektion
CH-4143 Dornach*