

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig

# Der Dinkel, eine besondere Weizenart – Anbau, Pflanzenschutz, Ernte und Verarbeitung

Spelt, a special type of wheat – cultivation, plant protection, cropping and processing

Horst Mielke und Bernd Rodemann

## Zusammenfassung

Der Dinkel (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) ist eine besondere Weizenart, die allerdings in den vergangenen 100 Jahren durch den ertragsreicheren Weichweizen (*T. aestivum* ssp. *aestivum*) vollkommen verdrängt wurde. Da das Interesse der Verbraucher an dem Dinkel aus ernährungsphysiologischen Gründen zugenommen hat, wurde in der vorliegenden Arbeit auf die Botanik, den Verwendungszweck, den allgemeinen Anbau und insbesondere auf den Pflanzenschutz eingegangen und erörtert. Neben der Verwendung von Dinkel als Gebäck- und Brotgetreide wurde und wird heute wieder der Grünkern als besondere Erzeugungsform gewonnen.

Aufgrund seiner Robustheit besteht die Möglichkeit, den Spelzweizen auch auf extremen Standorten (Grenzlagen) anzubauen. Durch „aufgelockerte“ Fruchtfolgen, richtige Sortenwahl, termingerechte Aussaaten sowie durch den Einsatz geeigneter Fungizide und Wachstumsregler lassen sich Krankheits- und Schädlingsprobleme im Dinkelanbau durchaus lösen. Abschließend wird über die Ernte und Verarbeitung des Dinkels berichtet; wobei der Grünkern- und Körnerdrusch sowie das Darren, Gerben und die Lagerung des Erntegutes Berücksichtigung finden. Auf die Spelzdiät bei Zöliakiekranken wird hingewiesen.

Die Sicherheit des Dinkelanbaues ist für den Praktiker noch vor dem Anbaubeginn eine entscheidende Voraussetzung. Aus diesem Grund sollte der Dinkelanbau in der Praxis nur im Rahmen von Anbauverträgen mit dem Abnehmer erfolgen.

**Stichwörter:** *Triticum aestivum* ssp. *spelta*, Dinkel, Weizenart, Botanik, Verwendungszweck, Klima/Boden, Vorfrucht/Fruchtfolge, Sortenwahl, Saat/Aussaaten, Düngung/Wachstumsreglereinsatz, Unkrautbekämpfung, Fußkrankheiten, Blatt- und Ährenkrankheiten, tierische Schädlinge, Ernte/Verarbeitung

## Abstract

Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) is a special type of wheat which, within the past 100 years, has been totally crowded out by soft wheat (*T. aestivum* ssp. *aestivum*) with better yields. Since the interest of the consumers in spelt has increased for diet physiological reasons, in this current study, the botany, the intended purpose, the growing and especially plant protection have been approached and discussed. In addition to the use of spelt as grain for cookies and bread, unripe spelt grain as a special kind of product was and is being obtained again.

Due to the robustness, it is possible to cultivate spelt wheat as well on extreme locations (limit areas). By means of “dispersed”

crop rotations, suitable choice of types, optimal sowing time as well as by the use of suitable fungicides and growth regulators, it will be quite possible to solve the problems of disease and pest. Finally, the cropping and processing of spelt is described considering the threshing of unripe spelt grain and grain as well as the kilning, tanning and lodging of the harvested crops. The special diet for people who suffer from celiac disease is pointed out.

The safety of the spelt cultivation is a crucial condition for the farmer before starting the cultivation. For this reason, in practice, spelt cultivation should only be done within the framework of cultivation contracts with the customer.

**Key words:** *Triticum aestivum* ssp. *spelta*, Spelt, wheat variety, botany, intended purpose, climate/soil, early fruit, crop rotation, choice of types, seeds/sowing, fertilization/use of growth regulators/weed control, foot diseases, leaf and ear diseases, animal pests, cropping, processing

## 1 Einleitung

Der Dinkel (Spelzweizen, *Triticum aestivum* ssp. *spelta*) ist eine Weizenart, die in Europa und in einigen Teilen Asiens über mehrere Jahrtausende für die menschliche Ernährung von Bedeutung war. Mit Beginn der römischen Zeit (0 bis 300 Jahre n. Chr.) wurde der Dinkel bevorzugt in den römischen Provinzen nördlich der Alpen angebaut. In Deutschland waren die beiden Hauptzentren des Spelzweizenanbaus das Neckarland und das Niederrheingebiet. Vom 14. bis 18. Jh. wurde der Dinkelanbau in Süddeutschland verstärkt erweitert (KÖRBER-GROHNE, 1988). BROUWER (1972) berichtete, dass die Heimat des Grünkerns das badische Frankenland und das untere Jagsttal gewesen war. Dort wurde seit 300 Jahren Grünkern gewonnen. Der vor 1900 in Deutschland weit verbreitete Dinkel ist dann durch den ertragreichen Brot- oder Weichweizen (*T. aestivum* ssp. *aestivum*) verdrängt worden. In der nationalsozialistischen Zeit wurde der Dinkelanbau aufgrund der geringen Ertragsleistung verboten. In neuerer Zeit wurde der Dinkel wieder stärker – besonders in Süddeutschland – angebaut (BAUMGÄRTEL-BLASCHKE, 1992; GAPP, 1996; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000; BECKER et al., 2001; BICKERT, 2006).

Da das Interesse der Verbraucher an Dinkelweizen in den letzten 15 bis 20 Jahren wieder zugenommen hat, soll in der vorliegenden Arbeit zur Botanik, über den Verwendungszweck, den Anbau und Pflanzenschutz sowie über die Ernte und Verarbeitung des Dinkels berichtet werden.

## 2 Zur Botanik

Der Dinkel (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) ist eine besondere Kulturform des Weizens, die mit dem Nacktweizen (Weichweizen, *T. aestivum* ssp. *aestivum*) eng verwandt ist und auch der hexaploiden Genomreihe angehört. Der Dinkel ist mit dem gewöhnlichen Saatweizen kreuzbar (nur bei künstlicher Befruchtung). Der Spelz (AABBDD) entstammt vermutlich aus einer Kreuzung eines tetraploiden Weizens (AABB) und eines Wildgrases *Aegilops squarrosa* (*A. tauschii* (DD)); er ist phylogenetisch wie der gewöhnliche Weichweizen (AABBDD) und weist ebenfalls 42 Chromosomen ( $2n = 6x = 42$ ) auf (STRASS und ZIMMERMANN, 1990; ZELLER und HSAM, 2002).

Vom Dinkel gibt es sowohl winter- als auch sommerannuelle Formen. Die Winterform weist einen noch höheren Vernalisationsbedarf als der Weichweizen auf. Selbst die Sommerform des Dinkels hat einen geringen Bedarf an vernalisierenden Temperaturen (KÜBLER, 1994). Der Spelz unterscheidet sich in der Morphologie von allen anderen Weizenarten; er verfügt über ein reich verzweigtes Wurzelwerk. Die Jungpflanze des Spelzes zeigt sich zumeist als repens-Typ; er hat eine sehr hohe Bestockungsfähigkeit. Seine jungen Blätter sind stärker behaart als diejenigen des gewöhnlichen Weichweizens. Vom Saatweizen unterscheidet er sich später durch seine grasartigen, feinen Blätter.

Der Halm des Dinkels ist zwar fest, jedoch hohl und dünnwandig. Zumeist weisen die Dinkelgenotypen eine geringe Halmstabilität auf. Dies trifft besonders für die langen Sorten zu, deren Fahnenblattinternodien im Allgemeinen sehr große Wuchslängen aufweisen (BECKER-DILLINGEN, 1927; BROUWER, 1972; KÖRBER-GROHNE, 1988). Demgegenüber gibt es seit kurzem einige Genotypen, die einen halbhohen Wuchs zeigen und relativ standfest sind.

Die Ährchen des Spelzweizens sind drei- bis vierblütig; der Dinkel ist von Natur aus ein Selbstbefruchter. Je nach Witterung kann aber auch beim Spelz – nur in seltenen Fällen – eine Fremdbefruchtung auftreten. Die Ährchen bilden zwei bis drei Körner aus. Bei frühem Ährenschieben weisen manche Dinkeltypen lange Kornfüllungsphasen auf. In Höhenlagen wird die Abreife ohnehin schon hinausgezögert oder häufig auch nicht abgeschlossen. In der Ährenmorphologie unterscheiden sich Weizen- und Dinkelsorten deutlich. Die Ähren des Dinkels haben ein lockeres, langes und im Grundriss ein quadratisches Aussehen; dementsprechend haben sie auch geringe Ährendichten. Ihre Spindeln sind kahl und später zur Reife hin werden sie brüchig. Es gibt begrannete und unbegrannete Dinkeltypen. Die Dinkelkörner haben einen festen Spelzschluss, dadurch entstehen beim Drusch – durch den Zerfall der Ähren – die Vesen (Vesen = Spindelgliedstücke + Ährchen). Die Tausendvesenmasse (TVM) schwankt zwischen 120 und 200 g; der Spelzanteil beträgt 25 bis 35%. Die Körner des Dinkels (Kerne) werden durch den sog. Gerbgang aus den Spelzen gelöst. Seine langen, schmalen Körner sind am Rücken abgerundet, während die Bauchseite kantig und gefurcht ist. Die Tausendkornmasse (TKM) beträgt 40 bis 55 g. Für den Dinkel liegen Gesamtmasseertrag und Harvestindex (0,29) weit unter denen des Weichweizens (0,5). In der Ertragsleistung ist der Dinkel dem Weichweizen auch deutlich unterlegen; allerdings verfügt er über eine weitaus größere Ertragsstabilität. Die Winterform des Spelzes hat vergleichsweise zur Sommerform zumeist eine höhere Ertragsleistung (KÜBLER, 1994).

Die Karyopsen der Dinkelsorten weisen gegenüber denen der modernen Weichweizen genotypen höhere Gesamtfettgehalte auf, wobei der Spelz vor allem mehr Ölsäure bildet. Außerdem besitzt das Korn des Dinkels einen höheren Eiweißgehalt, der besonders kleberreich ist. Allerdings ist seine Kleberqualität nicht

ebenbürtig mit derjenigen des Weichweizens. Der Kleber des Spelzes ist zumeist weich, unelastisch und klebrig, dies beruht offenbar auf dem hohen Gliadin-Glutenin-Verhältnis. Seit kurzem werden Dinkelgenotypen aufgrund der Kleberqualität in drei Gruppen eingeteilt: Die Gruppe der weizenartigen Dinkel umfasst Sorten, die feste, elastische Kleber und eher niedrige Klebergehalte wie moderne Weichweizen haben. Die Gruppe der typischen Dinkel sind Genotypen mit sehr hohen Klebergehalten und relativ weichen unelastischen Klebern. In der dritten Gruppe sind Sorten, die sehr niedrige Sedimentationswerte und weiche Kleber haben. Neben hohen Fett-, Eiweiß- und Klebergehalten weisen die Körner des Dinkels auch einen Reichtum an Mineralstoffen (Zink, Kupfer, Eisen, Phosphor, Kalium, Magnesium) und Vitaminen (A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, D und E) auf (BECKER-DILLINGEN, 1927; BROUWER, 1972; KÖRBER-GROHNE, 1988; RIMLE, 1995; RANHOTRA et al., 1995, zit. bei SCHOBBER, 2001; BECKER und JOHN, 2000; SCHOBBER, 2001).

## 3 Verwendungszweck

Das Erntegut des Dinkels ist im Vergleich zu dem der anderen Getreidearten, wie bereits erwähnt, sehr eiweiß- und kleberreich (ALSING et al., 1995; SCHOBBER, 2001). Daher wird der Dinkel (Vesen) in Belgien und in den USA auch für die Verfütterung an Rinder – vor allem an Jungrinder – und Pferde eingesetzt, während der Spelz in Deutschland und in der Schweiz traditionell in der menschlichen Ernährung Verwendung findet (KÜBLER, 1994; FRANKE, 1997; BICKERT, 2006). Aus Dinkelmehl lassen sich Brei, Brot und Teigwaren (Spätzle, Klöße, Feineback) herstellen. Der höhere Eiweißgehalt des Dinkels bewirkt eine gute Teiglockerung und aromatische Geschmacksentwicklung während des Backens. Außerdem lassen sich aus Spelz Kaffeeersatz zubereiten und Dinkelbier herstellen (KÖRBER-GROHNE, 1988; STRASS und ZIMMERMANN, 1990; BAUMGÄRTEL-BLASCHKE, 1992; GAPP, 1996; BECKER und JOHN, 2000; BECKER et al., 2001). Neben der Verwendung von Spelz als Back- und Brotgetreide ist der Grünkern eine besondere Erzeugungsform des Dinkels. Die Körner (Kerne) sind nicht keimfähig. Die Grünkernerzeugung ist vermutlich unter den klimatisch ungünstigen Anbaubedingungen entstanden, bei denen die Abreife des Dinkels sich verzögert bzw. nicht mehr gegeben war (GEISLER, 1988). Der Grünkern kann als Graupen, Grieß oder Mehl und als Suppeneinlage genutzt werden (STRASS und ZIMMERMANN, 1990; BAUMGÄRTEL-BLASCHKE, 1992; BECKER et al., 2001). Dem Dinkel werden besondere Heilkräfte nachgesagt, was ihm im Rahmen der Bionahrung in den vergangenen Jahren zu einer „Renaissance“ verhalf (STRASS und ZIMMERMANN, 1990; FRANKE, 1997). Die ausgedroschenen Vesen (Dinkelspreu) wurden früher als Raufutter, Streu und Füllung für Matratzen (Kinderbetten) verwendet. Letztere werden heute wieder angeboten.

## 4 Allgemeiner Anbau

Zumeist wird der Dinkel als Wintergetreide angebaut (STRASS und ZIMMERMANN, 1990; ALSING et al., 1995; LINDHAUER, 2002). Gegenüber *aestivum*-Weizen ist der Dinkel weniger anspruchsvoll. Da der Spelzweizen sich für Betriebe mit extensiver Wirtschaftsweise eignet, hat er in letzter Zeit auch im ökologischen Landbau eine Bedeutung erlangt. Wenn der Dinkelanbau im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt wird, lassen sich im konventionellen Landbau beachtliche Mehrerträge vom Spelz erzielen und damit kann durchaus ein entsprechend höherer Beitrag zur Gesundheit hinsichtlich der Weizenverträglichkeit und der Ernährungsphysiologie geleistet werden, als es im ökologischen Dinkelanbau möglich ist.

Die traditionellen Anbauggebiete des Dinkels liegen in Süddeutschland. Die Saatgutvermehrungsfläche der zugelassenen Dinkelsorten betrug 2003 über 1000 ha (BUNDESSORTENAMT, BSA, 2003). In Baden-Württemberg hatte Dinkel 2003 eine Anbaufläche von über 7300 ha (AMANN und OTT, 2003). Der Dinkel wird in Deutschland als Backweizen und als Grünkern angebaut; zwischen den beiden Verwertungsrichtungen besteht anbautechnisch kein großer Unterschied.

#### 4.1 Klima/Boden

Dem Dinkel wird eine besondere Robustheit zugeschrieben. Hinsichtlich des Klimas und des Bodens stellt er keine hohen Ansprüche. Aufgrund seiner hohen Winterfestigkeit gedeiht er auch in rauen Anbaulagen (sogar über 800 m Höhe) recht gut. Der Dinkel wächst auch auf flachgründigen, steinigten Böden, wo der gewöhnliche Saatweizen (*T. aestivum* ssp. *aestivum*) nicht mehr sein Auskommen findet. Unter Stressbedingungen ist bei den Dinkelgenotypen die Reduktion des Kornertrages geringer, als es bei den Weichweizensorten der Fall ist (RIMLE, 1995). Bevorzugt gedeiht der Spelzweizen aber auch auf mittleren bis schweren Böden, wo genügend Feuchtigkeit vorhanden ist. Sehr saure oder trockene Moorböden bzw. saure Standorte sagen dem Dinkel nicht zu (HÄNI et al., 1987; KLING, 1987; GEISLER, 1988; STRASS und ZIMMERMANN, 1990; DIEPENBROCK et al., 1999; HAUSMANN et al., 2000; SAATEN-UNION, 2000/2001).

#### 4.2 Vorfrucht/Fruchtfolge

Als Vorfrucht für den Dinkel eignen sich außer Kartoffeln und Zuckerrüben auch Körnerleguminosen (Ackerbohnen, Erbsen, Soja). Der wenig anspruchsvolle Dinkel kann auf ärmeren Böden die beste Position in der Fruchtfolge einnehmen. Auf besseren Standorten muss bei hoher N-Versorgung und hohen Niederschlägen beim Spelzweizen mit Lager gerechnet werden. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass er in engen Fruchtfolgen von *Pseudocercospora herpotrichoides* befallen wird (FREYER, 2003). Da Dinkelweizensorten gegenüber dem Erreger der Schwarzbeinigkeit (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) ebenso anfällig wie *aestivum*-Weizen sind (MIELKE, 1998), ist es nicht ratsam, die Dinkelgenotypen auf leichten bis mittleren Böden in niederschlagsreichen Regionen nach Vorfrucht Weizen anzubauen.

#### 4.3 Sortenwahl

Wie aus der Beschreibenden Sortenliste 2005 des Bundessortenamtes zu ersehen ist, stehen dem Praktiker acht Dinkelsorten zum Anbau zur Verfügung; wobei der Landwirt selbst die Sortenwahl je nach Nutzung (Mehl- oder Grünkerngewinnung) treffen kann. Auf besseren Böden sollten schon Dinkeltypen mit agronomischem Vorteil (u. a. Standfestigkeit) ausgesät werden. Der Anbau von Spelz in rauen Lagen erfordert winterfeste Sorten, die im Frühjahr auch ein gutes Regenerationsvermögen zeigen sollten. Hinsichtlich der Erträge konnte 2003 in den Landesortenversuchen in Baden-Württemberg festgestellt werden, dass neben der Sorte Frankenkorn die EU-Dinkelsorten die höchsten Erträge aufzuweisen hatten (AMANN und OTT, 2003).

Eine konkrete Backqualitätseinteilung in E-, A-, B- und C-Sorten – wie es bei den Weichweizensortengentypen der Fall ist – wird beim Dinkel nicht vorgenommen. Aus Gründen des Verbraucherschutzes vor der Weizen-Unverträglichkeit sollte in der Beschreibenden Sortenliste bei den zugelassenen Spelzweizen genotypen angegeben werden, ob es sich hier um „reine Dinkelsorten“ oder nur um Dinkel-Weizen-Kreuzungsnachkommen handelt.

Anhand von einschlägiger Literatur wies Dr. FRANCK nach (zit. bei GAPP, 1996), dass in nahezu allen Dinkelsorten zu Beginn des

20. Jahrhunderts auch Weizen (*T. aestivum* ssp. *aestivum*) eingekreuzt wurde, so dass auch bei alten Sorten nicht mit Sicherheit von einem „reinen Dinkel“ gesprochen werden kann. Aus diesem Grund sollten in der Dinkelaufzucht auch alte Spelzweizensorten vor ihrer Verwendung als Kreuzungseltern auf ihre Echtheit überprüft werden. Die Unterschiede zwischen Weizen und Dinkel ließen sich heute elektrophoretisch und anhand des DNA-Aufbaues vornehmen (GAPP, 1996; SCHOBER, 2001).

Da Dinkelsorten gegenüber Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten ein unterschiedliches Resistenzverhalten aufweisen, ist dem Praktiker zu raten, nur untersuchte, wenig anfällige, auf die örtlichen Bodenverhältnisse abgestimmte Spelzweizen genotypen anzubauen. Die Getreidezüchtung ist bemüht, Dinkelsorten mit geringer Spindelbrüchigkeit für den Anbau hervorzubringen. Aufgrund des guten N-Aneignungsvermögens können bestimmte Dinkeltypen auch auf flachgründigen Böden bzw. für extensive ökologische Anbauverfahren verwendet werden.

#### 4.4 Saat/Aussaat

Aufgrund der schützenden Spelzen zeigt der Dinkel zumeist keine oder nur wenig Keimlings- bzw. Ährenkrankheiten. Daher kann auf Standorten mit weiten Fruchtfolgen häufig auf eine Beizung des Saatgutes verzichtet werden. In Höhenlagen muss jedoch das Dinkelsaatgut gegen Zwergsteinbrand (*Tilletia controversa*) gebeizt sein.

Die Aussaat des Dinkels erfolgt in der Zeit von Anfang bis Mitte Oktober. In rauen Lagen (Höhenlagen) ist es angebracht, die Aussaat des Spelzweizens bereits ab Mitte September vorzunehmen, damit er sich noch im Herbst bestocken kann.

Das Saatgut wird in einer Bodentiefe von 3 bis 4 cm und in Reihenbeständen von 11,5 bis 13 cm ausgesät. Die Aussaatmenge sollte bei Frühsaat 160 bis 180 Vesen/m<sup>2</sup> (200 bis 220 kg/ha), bei mittleren Saatbedingungen 180 bis 200 Vesen/m<sup>2</sup> (220 bis 230 kg/ha) und bei Spätsaat 200 bis 230 Vesen/m<sup>2</sup> (230 bis 250 kg/ha) betragen. Dinkel wird meistens bespelzt ausgesät. Beim Ausdrillen des Spelzweizens ist darauf zu achten, dass hier ein ungehinderter Saatgutfluss gegeben ist. Mit der Aussaat ganzer Vesen kommen Nockenrad-Sämaschinen besser zurecht als pneumatische Drillmaschinen (SAATEN-UNION, 2000/2001; DSV-DEUTSCHE SAATVEREDELUNG, 2002).

#### 4.5 Düngung/Wachstumsreglereinsatz

Die Düngung des Dinkels richtet sich ähnlich – wie beim *aestivum*-Weizen – nach der Ertragserwartung und der Stickstoff-Nachlieferung des Bodens (einschließlich N<sub>min</sub>). Um hohe Dinkelerträge erzielen zu können und um aber auch ein Lagern des Bestandes zu vermeiden, sind bedarfsgerechte N-Gaben unter N<sub>min</sub>-Berücksichtigung und ausreichende Kali- und Phosphatdüngungen unerlässlich (KNOPF, 2004<sup>1</sup>). Der Dinkel verfügt über ein recht gutes Aneignungsvermögen für Nährstoffe, so dass sein Nährstoffbedürfnis nicht ganz so groß ist wie das des Weichweizens (KLING, 1987). Bei einem Ertrag von 50 dt/ha (mit Spelzen und Stroh) entzieht der Dinkel (nach der Landesanstalt f. Entwicklung der Landwirtschaft und der ländl. Räume Schw. Gmünd, zit. bei FREYER, 2003) dem Boden etwa 105 kg N, 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 125 kg K<sub>2</sub>O/ha. Die SAATEN-UNION (2000/2001) empfiehlt für ihre Dinkelsorten eine N-Düngung zur Bestockung (inkl. N<sub>min</sub>) 40 bis 60 kg N/ha, zum Schossen (-nachlieferung) 30 bis 40 kg/ha und als Spätgabe (Ertragserwartung) bei EC 51 bis 55 30–40 kg N/ha.

Beim Anbau stark bestockender und langstrohiger Dinkelgenotypen sollte die N-Andüngung im Frühjahr stets in angemessener

<sup>1</sup>) Empfehlungen von Dr. E. KNOPF, Pflanzenzucht Dr. h. c. CARSTEN, mündl. und schriftl. Mitteilungen 2004

sener Höhe erfolgen<sup>1)</sup>. Der Einsatz von Wachstumsreglern ist bei derartigen Dinkelsorten stets erforderlich, wobei Pflanzenentwicklung, Standort und Witterung zu berücksichtigen sind (STRASS und ZIMMERMANN, 1990; SAATEN-UNION, 2000/2001; DSV-DEUTSCHE SAATVEREDELUNG, 2002; KNOPE, 2004<sup>1)</sup>).

## 5 Pflanzenschutz

### 5.1 Unkrautbekämpfung

Unkräuter im Dinkelanbau erschweren nicht nur die Ernte, sondern können Krankheiten (Blatt- und Ährenkrankheiten) fördern und darüber hinaus hohe Ertragsverluste (durch zusätzliche Spindelbrüchigkeit) verursachen. Was die Unkrautbekämpfung angeht, können alle im Weizen zugelassenen Herbizide eingesetzt werden. Die Unkrautbekämpfung sollte im Dinkel im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes vollzogen werden. Dies kann durch Herbizideinsätze im Vorauf- oder im Nachauflauf mit geeigneten Mitteln ohne Probleme erfolgen (AMANN und OTT, 2003; BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, BVL, 2005).

### 5.2 Krankheiten

Im Dinkelanbau scheinen die Krankheiten nicht so eine große Bedeutung zu haben, wie es bei dem gewöhnlichen Saatweizen der Fall ist. In der vorliegenden Arbeit werden einige Krankheiten aufgelistet und erörtert, die in unterschiedlicher Intensität auftreten können. Ausführliche Beschreibungen der Schadenssymptome und Krankheitsabbildungen sind in HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) sowie in OBST und GEHRING (2002) zu finden. Im Dinkelanbau sollten auch die Krankheitsbekämpfungen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt werden.

#### 5.2.1 Fußkrankheiten

Hinsichtlich der Fußkrankheiten, insbesondere gegenüber der Schwarzbeinigkeit (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* = Ggt), ist der Dinkel genauso anfällig wie der *aestivum*-Weizen. In engen Fruchtfolgen – also nach den Vorfrüchten Weizen, Triticale, Roggen und Gerste – ist beim nachfolgenden, frühgesäten Spelz auf leichten bis mittleren Böden stets mit einem hohen Ggt-Befall und Notreife zu rechnen (HÄNI et al., 1987; MIELKE, 1998). Durch weite Fruchtfolgen und Beizung des Saatgutes ist es durchaus möglich, den Befall mit Ggt in Grenzen zu halten.

Obwohl dem Spelzweizen eine gewisse „Selbstverträglichkeit“ nachgesagt wird, ist er auf besseren Böden nach Vorfrucht Weizen bei hohen Niederschlägen stets der Halmbruchkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides*) ausgesetzt. Die langstrohigen und sehr stark bestockten Dinkelsorten sind hier besonders gefährdet, da schon bei einem mittleren Befall diese Genotypen – aufgrund ihrer Instabilität – früh ins Lager gehen können.

Aus diesen Gründen sollten Dinkelbestände, die in engen Fruchtfolgen stehen, mit geeigneten Wachstumsreglern und Fungiziden behandelt werden (MIELKE, 1995; BVL, 2005). Bei Dinkelbeständen auf leichteren Böden und in rauen Lagen, wo der Pilz *Ps. herpotrichoides* nicht in dem Ausmaß in Erscheinung tritt, lassen sich Wachstumsregler- und Fungizidapplikationen durchaus einsparen.

#### 5.2.2 Blatt- und Ährenkrankheiten

Im Hinblick auf Blattkrankheiten kommen im Dinkelanbau Schneeschimmel (*Microdochium nivale*), Mehltau (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*), DTR-Blattdürre (*Drechslera tritici-repentis*), Blattseptoria (*Septoria tritici*), Gelbrost (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), Braunrost (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) in Frage.

Der Schneeschimmel gefährdet alle Wintergetreide u. a. auch den Dinkel vor allem in Höhenlagen. Der Erreger *M. nivale* wird begünstigt, wenn Schnee auf ungefrorenen Boden fällt und dort lange liegen bleibt. Der Schneeschimmel verursacht neben Aufschäden später Blatt- und Ährenbefall. Zur Verhütung des Schneeschimmels sollte Dinkel möglichst nicht nach Wintergetreide angebaut werden; darüber hinaus sollte nur gesundes und gebeiztes Saatgut zur Aussaat kommen (RADEMACHER, 1954; OBST und GEHRING, 2002).

In Höhenlagen wird der Dinkel selten von Blattkrankheiten befallen. Sonst können Dinkelsorten ebenso wie der gewöhnliche Saatweizen vom Mehltau in Mitleidenschaft gezogen werden. In Regionen mit feucht-warmer Witterung tritt der Mehltau besonders stark in Erscheinung. Durch Sortenwahl und Fungizidapplikationen lässt sich der Erreger *B. graminis* leicht bekämpfen.

Die DTR-Blattdürre tritt dort besonders stark auf, wo Weizen nach Weizen bei pflugloser Bodenbearbeitung angebaut wird. Auch Dinkelsorten können von dem Schaderreger *Drechslera tritici-repentis* befallen werden. Bei eigenen Resistenzuntersuchungen (mit Hilfe künstlicher Inokulation) im Freiland hat sich herausgestellt, dass Dinkelgenotypen in der Anfälligkeit gegenüber DTR unterschiedlich stark reagierten. Die langstrohigen Sorten scheinen weniger anfällig zu sein als die kurzstrohigen (MIELKE und REICHELT, 1999).

Aufgrund hoher Niederschläge und früher Aussaaten kann auch der Dinkelanbau in den Mittelgebirgen und Voralpengebieten durch *Septoria tritici*-Blattdürre gefährdet und geschädigt werden. Bei der Bekämpfung des Schaderregers ist es ratsam, sorgfältige Stoppelbearbeitung schon nach der letzten Weizen- oder Dinkelfrucht durchzuführen, um das Inokulum im Boden schnell zu reduzieren. Sonst lässt sich diese Blattdürre durch den Einsatz von geeigneten Fungiziden in den Griff bekommen.

Der Gelbrost tritt auf, wo der Dinkel in der Regel nicht angebaut wird. Von daher ist der Gelbrost im Dinkelanbau kein Problem; sollte er dennoch im Spelzweizenanbau auftreten, dann lässt er sich relativ leicht durch Fungizidapplikationen bekämpfen.

Der Braunrost ist in Deutschland weit verbreitet. Warme und trockene Witterung begünstigen den Befall mit *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* auch im Dinkelanbau (HÄNI et al., 1987). Der Braunrost kann durch Einsatz von Fungiziden leicht gestoppt werden.

Der Schwarzrost tritt vornehmlich im Voralpengebiet auf, wo in den Sommermonaten häufig Wärme, Licht und Feuchtigkeit vorherrschen. In diesen Regionen können auch Spelzweizensorten vom Erreger *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* befallen werden. Mit der Vernichtung des wichtigen Zwischenwirtes *Berberis vulgaris* und mit Fungizideinsätzen ließe sich das Problem Schwarzrost auch im Dinkelanbau lösen (PRILLWITZ, 1983; OBST und GEHRING, 2002).

Der Pilz *Stagonospora nodorum* (Syn. *Septoria nodorum*) tritt – wie beim gewöhnlichen Weizen – auch beim Dinkel als Blatt- und Ährenkrankheit in Erscheinung, er kann auch hier erhebliche Schäden hervorrufen. Unter den Dinkelgenotypen gibt es Sorten, die gegenüber *Stagonospora nodorum* sich als wenig anfällig erwiesen haben. Durch Sortenwahl und Fungizidanwendung lassen sich Blattdürre und Spelzenbräune relativ einfach bekämpfen. Die Applikation der Fungizide erfolgt zumeist, wenn der Dinkel zu 70 % seiner Ähren geschoben hat.

Nach den Vorfrüchten Weizen und Mais bleibt auch der Dinkel von der Partiiellen Taubährrigkeit nicht ganz verschont. In früheren Jahren konnte festgestellt werden, dass ältere, lange Spelzweizensorten gegenüber den Erregern der Partiiellen Taubährrigkeit (*Fusarium graminearum*, *F. culmorum*) nicht so

hochanfällig sind wie die mitgeprüften Weichweizengenotypen (MIELKE, 1988; OBST und PAUL, 1993). Dem Dinkel wird eine besondere Reinheit zugeschrieben, da die Spelzen den Kern weitgehend vor schädlichen Umwelteinflüssen schützen sollen. Es hat sich herausgestellt, dass Dinkel die Getreideart mit dem geringsten Anteil an *Fusarium*-Toxinen im Erntegut ist (GAPP, 1996). Durch Sortenwahl und Fungizidapplikation kann die Partielle Taubährigkeit auch im Spelzenanbau in Grenzen gehalten werden. Allerdings erfolgt hier die Fungizidspritzung erst in der Vollblüte.

Im konventionellen Weizen- und Dinkelanbau dürften die Brandkrankheiten Steinbrand (*Tilletia caries*) und Flugbrand (*Ustilago tritici*) bei ihrer Bekämpfung keine Probleme bereiten, da beide Erreger durch Beizung relativ einfach eliminiert werden können. Die Bekämpfung des Zwergsteinbrandes (*Tilletia controversa*) ist dagegen doch etwas komplizierter. Der Zwergsteinbrand tritt aufgrund seiner eigenartigen Biologie (Kalt- und Lichtkeimer, Samen- und Bodentübertragbarkeit) ausschließlich im Winterweizen und Dinkel in Höhenlagen von über 500 m in Erscheinung (HÄNI et al., 1987). Nur durch weitgestellte Fruchtfolgen und Behandlung des Saatgutes mit Spezialmitteln ist der Zwergsteinbrand bekämpfbar (OBST und GEHRING, 2002; BVL, 2005).

### 5.3 Tierische Schädlinge

Im Vergleich zum Weichweizen hat der Dinkel wesentlich weniger tierische Schädlinge. Dennoch können massiv auftretende Blattläuse (*Metopolophium dirhodum*) auch dem Spelz gefährlich werden. Um den Dinkel vor Viruskrankheiten zu schützen, sollten geeignete Insektizide gegen die Vektoren rechtzeitig eingesetzt werden (RIMLE, 1995; BVL, 2005). Auf leichteren Befallslagen sollten schon vorbeugend zur Saat Insektizide gestreut oder mit geeigneten Insektizidbeizmitteln behandeltes Saatgut ausgesät werden (RIMLE, 1995; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999).

Nach RIMLE (1995) wird auch Spelzweizen von der Gelben Weizenhalmfliege in Mitleidenschaft gezogen. *Chlorops pumilionis* tritt örtlich in Alpenregionen auf und kann dort stärkere Schäden hervorrufen. Durch frühe Aussaaten und Insektizidspritzungen lassen sich die Larven der Gelben Halmfliege bekämpfen (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999). Durch den festen Spelzenschluss ist der Dinkel weitgehend vor Vogelfraß geschützt.

## 6 Ernte/Verarbeitung

Die Ernte des Dinkels richtet sich einmal nach dem Standort und andererseits nach seiner Verwertung.

### 6.1 Grünkern

In Höhenlagen erreicht der Dinkel häufig nicht seine volle Reife; daher wird er bereits in der Teigreife (Wassergehalt zwischen 40 und 50 %) im Mähdrusch geerntet. Da die Pflanzen zu diesem Zeitpunkt noch unreif sind, muss der Mähdrusch langsam und mit weit gestellter Trommel arbeiten, um das Erntegut (möglichst) nicht zu zerquetschen bzw. nicht zu beschädigen. Nach dem Drusch wird das Dinkel-Erntegut in speziellen Darrenanlagen bei einer Temperatur von 120 °C gedort. Dabei entstehen aromatische Röstkaramellstoffe; hierbei erfolgt eine Stärkeverkleisterung, die dem Grünkern den guten Geschmack verleiht.

Nach dem Darren wird das Erntegut in sog. Gerbmühlen (Gerbgang) entspelzt und der reine Grünkern herausgelöst. Das Gerben ist wegen des mehrmaligen Durchganges arbeits- und zeitaufwendig.

Der Kernertrag im Dinkelanbau kann wegen des sortenspezifischen geringen Spelzanteils und aufgrund der verschiedenen Standorte unterschiedlich hoch ausfallen. Vom Dinkel sind Grünkernerträge zwischen 30 und 50 dt/ha zu erwarten. Genutzt wird der Grünkern u. a. für die Herstellung von Suppen, Suppeneinlagen, Müsli, Bier und als Brotbeimischung zur Geschmacksverbesserung (KÖRBER-GROHNE, 1988; STRASS und ZIMMERMANN, 1990; BAUMGÄRTEL-BLASCHKE, 1992).

### 6.2 Dinkel als Backware

Zur Verwendung des Dinkels als Kuchen-, Gebäck- und Brotgetreide wird der Spelzweizen in der Vollreife ebenfalls mit dem Mähdrusch geerntet. Wegen der relativ starken Brüchigkeit seiner Ährenspindeln können beim Dinkel unmittelbar vor und während der Ernte bei aufkommendem Sturm und hohen Niederschlägen sowie Hagelschlag Ertragsverluste entstehen. Um Druschverluste bei der Dinkelernte so gering wie möglich zu halten, sollte auch hier der Drusch mit langsamer Fahrgeschwindigkeit erfolgen, wobei die Haspeldrehzahl niedrig und die Korböffnung weit einzustellen sind. Damit möglichst wenig oder keine Vesen verloren gehen, sind Wind und Siebe entsprechend einzustellen (SAATEN-UNION, 2000/2001).

Die Ertragsfähigkeit des Dinkels ist geringer als diejenige des *aestivum*-Weizens; sie hängt im Wesentlichen von der Sorte, vom Standort, von der Bestandesführung und letztendlich vom Pflanzenschutz ab. Auf guten Standorten und bei ertragreichen Dinkelsorten konnten in Baden-Württemberg bis zu 70 dt Kerne/ha geerntet werden. Der Anteil der Spelzen lag zwischen 30 bis 35 % (AMANN und OTT, 1998).

Um jegliche mikrobiologische Belastung auszuschließen, wird der Dinkel nach dem Drusch und evtl. Trocknung im unentspelzten Zustand bis 8 °C gelagert. Vor dem Vermahlen müssen die Körner von den Spelzen getrennt werden. Dies geschieht in sog. Gerbmühlen, wobei weit gestellte Mühlensteine die Körner (Kerne) aus den Vesen lösen. Erst dann können die Dinkelnkörner oder -kerne zu Mehl oder Grieß vermahlen werden. Im Jahre 1992 wurden speziell für den Dinkel neue Mehltypen eingeführt: Typ 630; Typ 812; Typ 1050. Diese Bezeichnungen weisen auf hohe Mineralstoffgehalte des Dinkelmehls hin, denn die Typ-Zahlen geben den Aschegehalt in mg/100g Mehl an.

In reiner Form wird Dinkelmehl überwiegend zu flachen Spezialgebäcken wie Lebkuchen, Fladen, Seelen und Wecken verwendet. Außerdem findet das Dinkelmehl für die Herstellung von Klößen und Spätzle eine Verwendung. Wegen seines ernährungsphysiologischen Wertes wird der Dinkel besonders geschätzt. Es gibt aber auch Hinweise dafür, dass reiner Dinkel bei anfälligen Menschen keine Zöliakie auslöse, wobei eine Spelzdiät bei Zöliakiekranken sogar auch Blähungen und Durchfall auskurieren kann.

Bei Verzehr von Dinkel-Weizen-Kreuzungsnachkommen besteht jedoch die Gefahr, dass die Weizenunverträglichkeit nicht verhindert werden kann. Vorbeugende Gliadinmuster- und Dinkelstammabaumuntersuchungen sollten hier hilfreich sein, „reine Dinkel“ oder Weichweizentypen nachweisen zu können, um eine Zöliakie durch Anbau und Verzehr „reiner Dinkel“ zu verhindern (KÖRBER-GROHNE, 1988; BAUMGÄRTEL-BLASCHKE, 1992; GAPP, 1996; SCHOBER, 2001).

Seit Mitte der 90er Jahre erfolgt der Absatz des Dinkels in Baden-Württemberg vorbildlich durch eine Kette von Saatzuchten, Landwirten, Mühlen, Einzelhandel bis hin zum Verbraucher. Dabei wird der Dinkel in verschiedenen Produkten vom Mehl über Flocken, Grieß und Grünkorn vermarktet. Die Produkte müssen allerdings nur vom reinen Dinkel stammen (DÖRPMUND, 1997).

## 7 Danksagung

Für die zur Verfügung gestellte Literatur möchten wir Herrn Dr. R. KÄLBERER, Regierungspräsidium Tübingen, und Herrn P. MAI, Adlum, vielmals danken.

## 8 Literatur

- ALSING, I., A. FLEISCHMANN, H. FRIESECKE, K. GUTHY, G. ROSSBAUER, H.-J. RUHDEL, J. SCHLAGHECKEN, I. SCHNEIDER-BÖTTCHER, 1995: Lexikon Landwirtschaft-Weizenarten. 3. Aufl. München, Wien, Zürich, BLV-Verlagsges., S. 726.
- AMANN, C., J. OTT, 1988: Landesversuche mit Dinkel. LAP Forchheim, IFPP H. 4, 78–83.
- AMANN, C., J. OTT, 2003: Ergebnisse der Landessortenversuche mit Winterweizen und Dinkel 2003. LAP Forchheim IFPP H. 4, 1–88.
- BAUMGÄRTEL-BLASCHE, U., 1992: Dinkel für die neue deutsche Küche. DLG-Mitt., agrar inform 12, 44–47.
- BECKER-DILLINGEN, J., 1927: Handbuch des Getreidebaues – einschließlich Mais, Hirse und Buchweizen – Dinkel. Berlin, Verl.-Buchhandlung P. Parey, 191–307.
- BECKER, K., S. JOHN, 2000: Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa – Dinkel. Stuttgart, Verlag E. Ulmer, 277–278.
- BECKER, H.-G., SPELLE, R. LOBITZ, 2001: Cerealien & Co – Warenkunde – Dinkel/Grünkern. – Hrsg. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (aid), Bonn, H. 1194, 12–13.
- BICKERT, C., 2006: Dinkel bietet Perspektiven. DLG-Mitt. 5, 68–69.
- BROUWER, W., 1972: Handbuch des speziellen Pflanzenbaues. – Weizen-Dinkel. –, Berlin und Hamburg, Verlag P. Parey. Bd 1, 4–202.
- BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL), 2005: Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis Teil 1, 2005, Ackerbau-Wiesen und Weiden-Hopfenbau-Nichtkulturland. 53. Aufl. Hrsg. BVL, Braunschweig, Vertrieb Saphir Verl., Ribbesbüttel, 1–347.
- BUNDESSORTENAMT (BSA), 2003: Beschreibende Sortenliste 2003 – Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Hrsg. BSA, Hannover, Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1–240.
- BUNDESSORTENAMT (BSA), 2005: Beschreibende Sortenliste 2005 – Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Hrsg. BSA, Hannover, Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1–261.
- DIEPENBROOK, W.; G. FISCHBECK, K. U. HEYLAND, N. KNAUER, 1999: Spezieller Pflanzenbau – Getreide. 3. Aufl. Stuttgart, Verlag E. Ulmer, 101–147.
- DÖRPMUND, H.-G., 1997: Verbundprojekte – Erfolgs-Club Dinkel. Agrarmarkt, 10, 14–15.
- DSV-DEUTSCHE SAATVEREDELUNG, 2002: Innovation für Wachstum – Dinkel. Sdr. DSV-Deutsche Saatveredelung, Lippstadt.
- FRANKE, W., 1997: Nutzpflanzenkunde: Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen – Dinkel. 6. Aufl. Stuttgart, Verlag G. Thieme, 82–83.
- FREYER, B., 2003: Fruchtfolgen. Stuttgart, Verlag E. Ulmer, 1–230.
- GAPP, E., 1996: Dinkel in Anbau und Ernährung. Bioland Lebendige Erde 6, 395–403.
- GEISLER, G., 1988: Pflanzenbau – Ein Lehrbuch – Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion – Dinkel. Berlin und Hamburg, Verlag P. Parey, Bd. 2, 294–295, 305–306.
- HÄNI, F., G. POPOW, H. REINHARD, A. SCHWARZ, K. TANNER, M. VORLET, 1987: Integrierter Pflanzenschutz im Ackerbau – Krankheiten – Schädlinge – Nützlinge. Zöllerhofen, Verlag, Landwirtschaftl. Lehrmittel-Zentrale (LmZ), 31–83.
- HANSMANN, G., H. DIETZSCH, H. SCHÖNBERGER, U. KROPF, B. HOHNER-

- MEIER, H. MESSNER, 2002: Halm- und Körnerfrüchte-Dinkelreihe. – In N. LÜTKE ENTRUP, J. OEMISCHEN, 2002: Lehrbuch des Pflanzenbaues Bd. 2 – Kulturpflanzen. Gelsenkirchen-Buer, Verlag Th. Mann, 264–265.
- HOFFMANN, G. M., H. SCHMUTTERER, 1999: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen – Getreide. 2. Aufl. Stuttgart, Verlag E. Ulmer, 17–246.
- KLING, C.-J., 1987: Dinkel – ein traditionsreiches Getreide wird wieder entdeckt. Württembergisches Wochenbl. Landwirtschaft., 51–52, 28–31.
- KÖRBER-GROHNE, U., 1988: Nutzpflanzen in Deutschland – Kulturgeschichte und Biologie – Dinkel. 2. Aufl., Stuttgart, Verlag K. Theiss, 68–86.
- KÜBLER, E., 1994: Weizenanbau. Stuttgart, Verlag E. Ulmer, 1–191.
- LINDHAUER, M. G., 2002: Thesen zum Forschungsbedarf Weizen aus Sicht der Verarbeitung und Verwertung. Vorträge zur Pflanzenzüchtung, 13–16.
- MIELKE, H., 1988: Untersuchungen über *Fusarium culmorum* (W.G.Sm) Sacc. als Fuß- und Ährenkrankheitserreger beim Weizen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., 283, 1–101.
- MIELKE, H., 1995: Studien zum Befall des Weizens mit *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton unter Berücksichtigung der Sorten- und Artenanfälligkeit sowie der Bekämpfung des Erregers. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., 314, 1–197.
- MIELKE, H., 1998: Studien zum Befall des Weizens mit *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx et Oliver var. *tritici* Walker unter Berücksichtigung der Sorten-Artenanfälligkeit sowie der Bekämpfung des Erregers. – Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., 359, 1–140.
- MIELKE, H., A. REICHEL, 1999: Studien zur Biologie des Erregers *Drechslera tritici-repentis*, zur Anfälligkeit des Weizens und verschiedener Artverwandter sowie zur Bekämpfung der DTR-Blattdürre. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtschaft., 366, 1–76.
- OBST, A., V. H. PAUL, 1993: Krankheiten und Schädlinge des Getreides. Gelsenkirchen-Buer, Verlag Th. Mann, 1–184.
- OBST, A., K. GEHRING, 2002: Getreide-Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter. Gelsenkirchen-Buer, Verlag Th. Mann, 1–256.
- PRILLWITZ, H. G., 1983: Getreide einschließlich Mais. – In K. HEINZE (Hrsg.), 1983: Leitfaden der Schädlingsbekämpfung, Bd. III, Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. 4. Aufl. Stuttgart, Wiss. Verlagsges., 9–221.
- RADEMACHER, B., 1954: Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau. – Stuttgart/Ludwigsburg, Verlag E. Ulmer, 1–261.
- RIMLE, R., 1995: Agronomische und morphologische Charakterisierung von Weizen (*Triticum aestivum* L.) und Dinkel (*Triticum spelta* L.) sowie von spezifischen Weizen/Dinkel-F<sub>1</sub>-Hybriden und deren Folgegenerationen von der F<sub>2</sub> bis zur F<sub>5</sub>. Diss. Eidgenöss. Technische Hochschule Zürich, 1–123.
- SAATEN-UNION, 2000/2001: Wintergetreide 2000/2001 – Triticale/Dinkel. – Technische Sorteninformationsschrift der Saaten-Union GmbH, Isernhagen, 1–2.
- SCHÖBER, T., 2001: Eigenschaften der Kleberproteine des Dinkels – Entscheidungshilfen für Züchtungsprogramme aus technischer Sicht. Diss. Universität Hohenheim, 1–287.
- STRASS, F., G. ZIMMERMANN, 1990: Langsam aber stetig im Vormarsch: der Dinkel. – SuB, H. 8, S. III-12-III-15.
- ZELLER, F. J.; S. L. K. HSAM, 2002: Cytogenetik in der Weizenzüchtung. Vorträge zur Pflanzenzüchtung 53, 85–89.

Zur Veröffentlichung angenommen: Juni 2006

Kontaktanschrift: Dr. Bernd Rodemann, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11–12, 38104 Braunschweig, E-Mail: b.rodemann@bba.de