(Aus dem Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Technischen Universität München-Weihenstephan und dem Fachbereich Landwirtschaft I, Fachhochschule Weihenstephan)

Untersuchungen zur Resistenz des Dinkel-Weizens (*Triticum aestivum* (L.) Thell. ssp. *spelta* (L.) Thell.) gegenüber Mehltau (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) und Braunrost (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*)

Von F. J. Zeller, F. G. Felsenstein, J. Lutz, A. Holzerland, M. Katzhammer, A. Kellermann, J. Künzler, U. Stephan und K. Oppitz

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden 20 europäische Dinkelsorten mit 12 verschiedenen Mehltauisolaten und 24 Dinkelsorten mit 43 Braunrostisolaten infiziert. Die ausgewählten Isolate decken in etwa das westeuropäische Virulenzspektrum ab. Alle Untersuchungen erfolgten mit Hilfe von Primärblattsegmenten auf Benzimidazolagar. Anhand der makroskopischen Befallsausprägung wurde die Resistenz im Keimlingsstadium bestimmt. Bei Mehltau zeigte sich, daß nur die Sorte „Bauländer Spelz" eine qualitative Resistenz aufweist. Die Reaktion aller anderen Sorten war entweder intermediär oder anfällig. Bei Braunrost wurde ein breites Resistenzniveau festgestellt, jedoch reagierte keine Sorte vollresistent. Allerdings zeigten fünf Sorten gegenüber den meisten Braunrostisolaten eine klare resistente Reaktion. Zwölf Sorten fielen durch ihre Resistenzreaktion gegenüber einer Gruppe von vier Isolaten auf. Sechs Sorten wiesen nur vereinzelt resistente Infektionsreaktionen auf.

Schlüsselworte: Dinkel-Weizensorten, Mehltauresistenz, Braunrostresistenz, *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*.

Studies on the resistance of several spelt wheat (*Triticum aestivum* (L.) Thell. f. sp. *spelta* (L.) Thell.) cultivars against wheat powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici*) and leaf rust of wheat (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*)

Summary

In the present study 20 European spelt wheat cultivars were inoculated with 12 different powdery mildew isolates and 24 spelt wheat cultivars with 43 leaf rust isolates. The selected isolates approximately cover the virulence spectrum in Western Europe. All tests were carried out on segments of primary leaves placed on water-agar with benzimidazole. Using macroscopic host reaction, the infection of disease was assessed in seedling stage. Concerning powdery mildew

only cultivar "Bauländer Spelz" revealed a qualitative resistance. The response of all other cultivars was either intermediate or susceptible. With regard to leaf rust a broad spectrum of resistance was observed. However, no complete resistance response was found. Five cultivars revealed a clear resistance reaction to most of the leaf rust isolates. Twelve cultivars were characterized by a resistance response to a group of four isolates. Six cultivars only showed sparsely resistance reaction after inoculation.

Key-words: spelt wheat cultivars, powdery mildew resistance, *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici,* leaf rust resistance, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici.*

1. Einleitung

Dinkel, *Triticum aestivum* ssp. *spelta,* gewinnt wegen seiner ernährungsphysiologisch günstigen Inhaltsstoffe in den letzten Jahren zunehmend an Beliebtheit. Diese alte Form des Weizens war schon in der späten Bronzezeit in Mitteleuropa weit verbreitet und hat wahrscheinlich im Mittleren Osten (Iran, Irak) seinen Ursprung (Kuckuck und Schiemann 1957, Kema 1992). Brote und Gebäcke mit einem hohen Anteil an Dinkelmehl zeichnen sich durch einen besonders aromatischen Geschmack aus. Dinkel gilt zudem als eine anspruchslose, robuste Getreideart, die gegenüber Krankheiten gering anfällig ist. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß Dinkel mindestens zwei Resistenzgene gegenüber Gelbrost *(Puccinia striiformis* f. sp. *tritici)* besitzt (Macer 1963, Kema und Lange 1992). Resistenz gegenüber Spelzenbräune *(Septoria nodorum)* ist hingegen kaum ausgeprägt (Arseniuk et al. 1991). Ebenso wurden Zweifel an der Resistenz gegenüber Mehltau *(Erysiphe graminis* f. sp. *tritici)* und Braunrost (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici)* laut (Kling 1991). Die vorliegenden Untersuchungen haben zum Ziel, ein Sortiment neuer und älterer europäischer Dinkelsorten auf das Vorliegen von Majorgenen für Resistenz gegen Mehltau und Braunrost zu testen.

2. Material und Methoden

Samenmuster der meisten der insgesamt 24 geprüften Dinkelsorten, deren Herkunft und Zulassungsjahr aus Tabelle 1 zu ersehen sind, stellte Dr. Chr. Kling, Universität Hohenheim, Stuttgart, freundlicherweise zur Verfügung. Einge Proben stammen aus dem Sortiment des Weihenstephaner Instituts der Technischen Universität München. Alle Dinkelsorten wurden auf ihre Infektionsreaktion mit Mehltau- und Braunrostisolaten bekannter Virulenz überprüft, die aus Sporensammlungen innerhalb Europas stammten (Felsenstein und Fischbeck 1992). Als methodische Grundlage diente die Inokulation von Blattsegmenten aus den Primärblättern neun Tage alter Keimlingspflanzen, die auf Benzimidazolagar ausgelegt waren. Da die Untersuchungsmethoden mit den beiden Krankheitserregern unterschiedlich waren, werden sie getrennt voneinander beschrieben.

2.1 Test auf Mehltauresistenz

Für die Untersuchungen wurden die Pflanzen unter mehltaufreien Bedingungen bei 20 °C und einer Lichtintensität von etwa 200 µE/m² s in einer Klimakammer herangezogen. Die Primärblätter der Pflanzen wurden in ca. 3 cm lange Segmente geschnitten und in zwölfkammrigen Polystyrolschalen auf Wasseragar ausgelegt. Dem Agar wurde zur Seneszenzhemmung Benzimidazol beigegeben (35 mg/l B., 6 g/l Agar; Felsenstein et al. 1991). Für die Resistenz-

Tabelle 1

Bezeichnung, Zulassungsjahr und Herkunft der verwendeten 24 Dinkelsorten (nach KLING 1991)

Sortenname (und Numerierung der Sorte)		Zulassungsjahr	Land
Albin	(20)	1979	Belgien
Altgold Rotkorn	(1)	1952	Schweiz
Bauländer Spelz	(24)	1924	Deutschland
Fuggers Babenhauser Zuchtvesen	(11)	1916	Deutschland
Goldir	(2)	?	Deutschland
Hercule	(12)	1982	Belgien
Neuegger Weißkorn	(6)	um 1925	Schweiz
Oberkulmer Rotkorn	(7)	1948	Schweiz
Oberösterreichischer Burgdorf	(3)	?	Österreich
Ostro	(23)	1978	Schweiz
v. Rechbergs Brauner Winterspelz	(13)	1945	Deutschland
v. Rechbergs Früher Winterspelz	(14)	1949	Deutschland
Renval	(15)	1970	Belgien
Roter Kolbendinkel	(21)	<1904	Deutschland
Roter Schlegeldinkel	(8)	<1904	Deutschland
Roter Sommerspelz	(16)	?	Deutschland
Rouquin	(4)	1979	Belgien
Steiners Roter Tiroler	(17)	1911	Deutschland
Schwabenkorn	(22)	1988	Deutschland
Vögeles Dinkel	(9)	<1904	Deutschland
Waggershauser Hohenheimer Weißer Kolbendinkel	(10)	1923	Deutschland
Weißer Kolbenspelz	(18)	<1904	Deutschland
Zeiners Weißer Schlegeldinkel	(5)	1914	Deutschland
Zuzger Dinkel	(19)	um 1925	Schweiz

genanalyse wurden die Isolate in je einer Glaspetrischale auf Blättern der anfälligen Weizensorte „Kanzler" vermehrt. Für die Inokulation der Testsortimente wurde das Sporenmaterial mit Hilfe eines Inokulationsturms gleichmäßig ausgebracht. Es wurden Inokulationsdichten von ca. 400 Konidien/cm² angestrebt. Die Inkubation der inokulierten Blattsegmente erfolgte bei ca. 17 °C, 60 bis 80 % relativer Luftfeuchte und Dauerlicht von 10 µE/m²s. Am zehnten Tag nach der Inokulation wurden die Blattsegmente nach Befallsgrad im Vergleich zu Differentialsorten bonitiert. Die Ergebniswerte wurden in drei Hauptklassen unterteilt: r=resistent, i=intermediär, a=anfällig. In den Fällen, in denen keine eindeutige Klassifizierung möglich war, wurde eine kombinierte Klassifizierung, z. B. r, i oder i, a vorgenommen.

Da nach der Flor'schen Gen-für-Gen-Hypothese (FLOR 1942) Resistenzgene von Wirtspflanzen aufgrund ihrer spezifischen Interaktionen mit entsprechender Virulenz- bzw. Avirulenzgenen des Erregers nachgewiesen werden können, lassen sich die Gene nach Inokulation mit spezifischen Mehltauisolaten unterscheiden. Mit Hilfe der hier verwendeten 12 Mehltauisolate können 13 Differential-Weizenlinien mit bekannten Majorgenen für Mehltauresistenz unterschieden werden. Insgesamt wurde jeder Inokulationsversuch dreimal wiederholt.

2.2 Test auf Braunrostresistenz

Die Anzucht der Pflanzen, die Gewinnung der Blattsegmente, die Vermehrung des Testsporenmaterials auf der anfälligen Weizensorte „Vuka" und die Inokulation erfolgte in gleicher Weise wie beim Mehltau. Nach der Inokulation wurden die Schalen mit den Blattsegmenten bei nahezu 100%iger Luftfeuchtigkeit

für ca. 18 Stunden dunkel gestellt. Nach zehn Tagen bei 18 °C und einer Lichtintensität von ca. 20 µE/m² s erfolgte die Bonitur der Infektionsreaktion auf den Blattsegmenten. Bei der Bonitur des Braunrostbefalls wurden sowohl Befallstyp als auch Befallsstärke berücksichtigt. Der Befallstyp wurde in modifizierter Form nach der Klassifizierung von STAKMAN et al. (1962) und KNOTT (1989) bonitiert. Die Beschreibung der Befallsstärke, bezogen auf die Blattfläche, erfolgte in 10 %-Schritten. Wie beim Weizenmehltau wurde eine Einteilung der infektionsreaktionen nach a = anfällig, i = intermediär und r = resistent vorgenommen, die sich unter Berücksichtigung von Befallstyp und Befallsstärke vornehmlich an der Reproduktionsfähigkeit (Sporulation) des Pilzes orientierte.

3. Ergebnisse

3.1 Reaktion nach Mehltau-Inokulation

Tabelle 2 zeigt die Reaktionen 20 verschiedener Dinkelsorten nach Inokulation mit 12 Mehltauisolaten. Zehn Sorten („Altgold Rotkorn", „Oberkulmer Rotkorn", „Ostro", „Roter Kolbendinkel", „Roter Schlegeldinkel", „Rouquin", „Schwabenkorn", „Steiners Roter Tiroler", „Weißer Kolbenspelz" und „Zuzger Dinkel") waren im Primärblattstadium hochanfällig gegenüber allen verwendeten Mehltauisolaten.

Tabelle 2

Reaktionsmuster von 20 Dinkelsorten nach Inokulation mit 12 verschiedenen Mehltauisolaten, klassifiziert nach „anfällig" (a), „intermediär" (i) und „resistent" (r)

Sorte	Mehltauisolate											
	2	5	6	9	10	12	13	14	15	16	17	20
Altgold Rotkorn	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Oberkulmer Rotkorn	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Ostro	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Roter Kolbendinkel	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Roter Schlegeldinkel	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Rouquin	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Schwabenkorn	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Steiners Roter Tiroler	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Weißer Kolbenspelz	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Zuzger Dinkel	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Albin	i,a	a	a	a	a	a	i,a	i,a	i,a	a	a	a
Hercule	i,a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Neuegger Weißkorn	a	a	a	i	a	a	a	i,a	a	a	a	a
v. Rechbergs Früher Winterspelz	a	a	a	a	a	a	i,a	a	a	a	a	a
Renval	a	a	a	a	a	a	a	i,a	i,a	a	a	a
Zeiners Weißer Schlegeldinkel	a	a	a	i	a	a	i,a	i,a	a	a	i	a
Vögeles Dinkel	a	a	a	i,a	a	a	i,a	i,a	a	a	a	a
Waggersh. Hohenh. Weißer Kolbend.	a	a	a	i,a	i,a	i,a	a	i,a	i,a	i,a	a	a
Goldir	a	a	a	i	a	i,a	i,a	i	a	a	i,a	i,a
Bauländer Spelz	r,i	a	r,i	r,i	r,i	r,i	i	r,i	r	a	r	r,i

Neun weitere Sorten („Albin", „Hercule", „Neuegger Weißkorn", „von Rechbergs Früher Dinkel", „Renval", „Zeiners Weißer Schlegeldinkel", „Vögeles Dinkel", „Waggershauser Hohenheimer Weißer Kolbendinkel" und „Goldir") zeigten zwar gegenüber der Mehrzahl der Isolate eine anfällige Reaktion, ge-

genüber einigen Isolaten war die Reaktion aber entweder intermediär oder es traten sowohl intermediäre als auch anfällige Reaktionen auf. Die Sorte „Bauländer Spelz" ist gegenüber den Isolaten Nr. 5 und 16 hochanfällig, reagiert gegenüber Isolat Nr. 13 intermediär und zeigt gegenüber sieben Isolaten eine r,i-Reaktion. Gegenüber den Isolaten Nr. 15 und 17 war jedoch eine eindeutige Resistenzreaktion zu beobachten.

3.2 Reaktion nach Braunrost-Inokulation

Tabelle 3 zeigt das Reaktionsmuster von 24 Dinkelsorten nach Inokulation mit 43 Braunrostisolaten. Die Sorten „Oberkulmer Rotkorn" (7) und „Waggershauser Hohenheimer Weißer Kolbendinkel" (10) reagierten gegenüber fast allen Isolaten anfällig bzw. intermediär. „Neuegger Weißkorn" (6), „Roter Schlegeldinkel" (8), „Vögeles Dinkel" (9), „Ostro" (23) und „Bauländer Spelz" (24) waren ebenfalls gegenüber den meisten Isolaten anfällig, zeigten aber auch vereinzelt resistente Reaktionen. Insbesondere die Sorte „Roter Schlegeldinkel" (8) fällt durch ihre Resistenz gegenüber den Isolaten Nr. 35, 49 und 73 auf.

Die Sorten „Fuggers Babenhauser Zuchtvesen" (11), „Hercule" (12), „von Rechbergs Brauner Winterspelz" (13), „von Rechbergs Früher Winterdinkel" (14), „Renval" (15), „Roter Sommerspelz" (16), „Steiners Roter Tiroler" (17), „Weißer Kolbenspelz (18), „Zuzger Dinkel" (19), „Albin" (20), „Roter Kolbendinkel" (21) und „Schwabenkorn" (22) sind durch eine weitgehend resistente Reaktion gegenüber den Isolaten Nr. 35, 38, 39 und 40 charakterisiert. Weiterhin reagierten die Sorten Nr. 16 bis 22 bei den Isolaten Nr. 59 und 79 resistent bzw. intermediär. Die Sorte „Schwabenkorn" (22) ist zudem durch eine i- bzw. r-Reaktion gegenüber weiteren 15 Isolaten charakterisiert. Auffällig ist die r- bzw. i-Reaktion fast aller Sorten gegenüber Isolat Nr. 35. Nur die Sorte „Ostro" (23) reagierte auch gegenüber diesem Isolat anfällig.

Das umfangreichste Resistenzspektrum besitzen die Sorten „Altgold Rotkorn" (1), „Goldir" (2), „Oberösterreichischer Burgdorf" (3), „Rouquin" (4) und „Zeiners weißer Schlegeldinkel" (5), wobei die Reaktionen, bis auf zwei Ausnahmen bei der Sorte „Goldir" mit den Isolaten Nr. 7 und 48, identisch sind.

4. Diskussion

Die vorliegenden Untersuchungen mehrerer Dinkelsorten auf qualitative Mehltauresistenz haben gezeigt, daß im 1- bis 2-Blatt-Stadium entsprechende Majorgene kaum auftreten. Bei den Sorten „Altgold Rotkorn", „Oberkulmer Rotkorn", „Ostro", „Roter Kolbendinkel", „Roter Schlegeldinkel", „Rouquin", „Schwabenkorn", „Steiners Roter Tiroler", „Weißer Kolbenspelz" und „Zuzger Dinkel", die gegenüber allen 12 Mehltauisolaten anfällig reagierten, scheint kein Majorgen für Mehltauresistenz vorhanden zu sein. Die Sorten „Albin", „Hercule", Neuegger Weißkorn", „von Rechbergs Früher Winterspelz", „Renval", „Zeiners Weißer Schlegeldinkel", „Vögeles Dinkel", „Waggershauser Hohenheimer Weißer Kolbendinkel" und „Goldir" mit zumeist Anfälligkeits- und gelegentlich i- bzw. i,a-Reaktionen besitzen nach vorliegenden Untersuchungen ebenfalls keine qualitativ wirksamen Reaktionen auf die Existenz von quantitativ wirksamen Genen hin, welche den Befallsgrad beeinflussen.

Bei der Sorte „Bauländer Spelz", die eine Selektion aus „Gaiberger Spelz" ist, scheint die Resistenzreaktion gegenüber den Isolaten Nr. 15 und 17 von mindestens einem Major-Resistenzgen verursacht zu werden. Aber auch die r,i-Reaktionen gegenüber sieben weiteren Isolaten könnten von Major-Resistenzgenen vererbt werden.

Tabelle 3

Reaktionsmuster von 24 Dinkelsorten gegenüber 43 verschiedenen Braunrostisolaten, klassifiziert nach „anfällig" (a), „intermediär" (i) und „resistent" (r)

Sorte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Isol.																								
1	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	i	a	a	a	i	i	a	a	a	a	a	a	a	a
3	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	i	i	a	a	i	i	a	a	i	a
7	r	a	r	r	r	i	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	i
10	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	r	a	a
12	a	a	a	a	a	a	a	a	i	a	a	a	a	a	a	a	a	a	i	a	a	a	a	a
13	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
15	r	r	r	r	r	i	a	a	a	a	a	a	i	a	a	i	a	i	a	a	r	r	r	a
18	a	a	i	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
19	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a
20	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a
22	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a
23	r	r	r	r	r	i	a	i	a	a	r	a	a	a	r	r	r	i	a	a	a	r	a	a
24	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a	a	r	a	i	a	r	r	a	a
25	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	r	a	a
27	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	i	a	a
28	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a	a
29	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	i	a
33	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
35	r	r	r	r	r	i	i	r	i	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	a	r
38	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	a	a
39	r	r	r	r	r	a	i	i	a	i	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	a	a
40	r	r	r	r	r	a	a	i	i	i	r	r	r	r	r	i	r	r	r	r	r	r	a	a
43	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a	a
44	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
48	r	a	r	r	r	a	a	a	i	a	a	a	a	a	a	i	a	a	a	a	a	a	r	a
49	r	r	r	r	r	a	a	r	a	a	a	a	a	a	a	a	i	a	a	a	i	i	a	a
51	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
55	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
56	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
59	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	i	a	i	i	r	i	i	r	r	r	a	a
64	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a	a	a
73	r	r	r	r	r	a	a	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a	a	a
76	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a	a	a
79	r	r	r	r	r	r	a	a	r	i	a	a	i	i	a	i	r	r	i	r	i	r	a	a
81	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	i	a	a	a	a	a	a	a	a	a
83	a	a	a	a	a	a	a	a	i	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a	a	a	a	a
85	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
87	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
88	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a
89	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
91	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a
92	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a
96	r	r	r	r	r	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	a

Das unerwartet niedrige Resistenzniveau in den untersuchten Dinkelsorten wurde in Feldversuchen nicht bestätigt. KLING (1991) fand in dreijährigen Versuchen mit einem Sortiment, das dem hier verwendeten fast identisch war, nur

eine zumeist mittlere Anfälligkeit der Sorten gegenüber Weizenmehltau. Möglicherweise besitzen Dinkelsorten Feldresistenz, die erst in einem späteren Wachstumsstadium zur Ausprägung kommt (Altersresistenz). Daneben ist zu berücksichtigen, daß die geringere Stickstoffdüngung im Dinkelanbau möglichweise eine epidemische Ausbreitung des Mehltaus im Bestand hemmt und so zu einem vergleichsweise geringeren Krankheitsdruck führt. Amerikanische Untersuchungen von REED (1912) und MAINS (1933) hinsichtlich Mehltauresistenz bei Dinkelweizen bestätigen die vorliegenden Ergebnisse. Die Mehrzahl der untersuchten Herkünfte zeigte hohe Krankheitsanfälligkeit im Keimlingsstadium. Nur ein kleiner Anteil war mäßig resistent.

Der Test auf Braunrostresistenz ergab im Gegensatz zu Mehltau unerwartet positive Ergebnisse. Die zumeist klaren avirulent/virulent-Reaktionen der untersuchten Sorten lassen auf die Existenz mehrerer Majorgene für Resistenz schließen. Die gleichgerichteten Infektionsreaktionen von mehr als 40 Isolaten bei den Sorten „Altgold Rotkorn", „Oberösterreichischer Burgdorf", „Rouquin" und „Zeiners weißer Schlegeldinkel" lassen vermuten, daß mindestens ein gemeinsames Major-Resistenzgen in diesen Sorten wirksam ist. Die in einer weiteren Gruppe von Sorten (Nr. 11 bis 22) zu beobachtende Resistenz gegenüber den Isolaten Nr. 35, 38, 39 und 40 läßt ebenfalls auf ein gemeinsames Resistenzgen schließen. Der Versuch einer Zuordnung der in den Dinkelsorten vermutlich vorhandenen Major-Resistenzgenen zu den in den isogenen Linien vorliegenden bekannten Lr (leaf rust)-Genen (MCINTOSH 1993) wurde nicht unternommen.

Leider gibt es zu den zum Teil sehr alten europäischen Dinkelsorten wenig Informationen über Kreuzungseltern und Verwandtschaftsverhältnisse. Von den kommerziell genutzten Sorten zeichnen sich die aus Belgien stammende Sorte „Albin" und die in Deutschland zur Zeit zugelassene Sorte „Schwabenkorn" durch ein breiteres Resistenzspektrum gegenüber Braunrost aus. In einem dreijährigen Feldversuch mit mehreren Dinkelsorten stellten WINZELER et al. (1991) nach natürlichem Befall und künstlicher Inokulation mit Braunrost fest, daß die Sorten „Altgold Rotkorn" und „Rouquin" weniger befallen waren als die Sorten „Ostro" und „Oberkulmer Rotkorn". Dies stimmt mit den Ergebnissen in Tabelle 3 überein. Da die Virulenzen der Isolate im Testsortiment in etwa das Virulenzspektrum innerhalb Westeuropas abdecken, lassen sich auch Rückschlüsse auf die tatsächliche Wirksamkeit der Resistenzeigenschaften im untersuchten Material vornehmen. Auch wenn gegenüber allen Dinkelsorten virulente Reaktionen zu beobachten waren, erscheint die Resistenz der Sorten „Altgold Rotkorn", „Goldir", „Oberösterreichischer Burgdorf", „Rouquin" und „Zeiners Weißer Schlegeldinkel" für die Züchtung aussichtsreich. Bei „Rouquin" handelt es sich zudem um eine kommerziell genutzte Sorte, die in Belgien 1979 zugelassen wurde. Ihre gute Braunrost-Resistenz wurde in mehrjährigen Feldversuchen (KLING 1991) bestätigt. Demgegenüber führen beispielsweise die Untersuchungsergebnisse im Feld (KLING 1991) wie auch die eigenen im Labor zu dem Schluß, daß die ebenfalls in Deutschland zugelassene Dinkelsorte „Bauländer Spelz" und die Schweizer Sorte „Ostro" kaum ein wirksames Majorgen für Braunrostresistenz besitzen.

Auch wenn es noch weiterer genetischer Untersuchungen zur Charakterisierung und Identifizierung der in dem vorliegenden Dinkelsortiment nachgewiesenen Braunrost-Resistenzgene im Vergleich zu den mehr als 40 im Saatweizen bisher bekannten Resistenzgenen (MCINTOSH 1993) bedarf, scheint das Braunrost-Resistenzpotential mehrerer europäischer Dinkelsorten eine gute Ausgangsbasis für die Züchtung zu sein. Auch für Gelbrost besitzt der Dinkel wirk-

same Resistenzgene (KEMA und LANGE 1992). Bei der Mehltauresistenz reichen die bisher in *Triticum spelta* gefundenen Gene jedoch nicht aus. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um bislang unentdeckte Quellen zu evaluieren und die Resistenz bei Dinkelweizen zu verbessern. Alternativ stehen im Saatweizen zahlreiche Major-Resistenzgene zur Verfügung (ZELLER et al. 1993), die in Zukunft in der Dinkelweizenzüchtung eingesetzt werden könnten.

Danksagung

Für die engagierte Mitarbeit im Labor danken wir Ildiko BELLOVICS, Johanna STIEBER, Mariele FELSENSTEIN und Maria GOLDBRUNNER.

Literatur

ARSENIUK, E., P. M. FRIED, H. WINZELER and H. J. CZEMBOR, 1991: Comparison of resistance of triticale, wheat and spelt to septoria nodorum blotch at the seedling and adult plant stages. Euphytica *55*, 43–48.

FELSENSTEIN, F. G. und G. FISCHBECK, 1992: Die Analyse des Erregers als eine Grundlage des Integrierten Pflanzenschutzes. Mitt. Gesellsch. f. Pflanzenbauwissensch. *5*, 59–62.

FELSENSTEIN, F. G., E. LIMPERT and G. FISCHBECK, 1991: Wheat mildew populations in the FRG and neighbouring regions – some aspects of their change. In: J. H. JØRGENSEN (Ed.), Integrated Control of Cereal Mildews: Virulence Patterns and their Change, 1–7. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark.

FLOR, H. H., 1942: Inheritance of pathogenicity in *Melampsora lini*. Phytopathology *32*, 653–669.

KEMA, G. H. J., 1992: Resistance in spelt wheat to yellow rust III. Phylogenetical considerations. Euphytica *63*, 225–231.

KEMA, G. H. J. and W. LANGE, 1992: Resistance in spelt wheat to yellow rust. II. Monosomic analysis of the Iranian accession 415. Euphytica *63*, 219–222.

KLING, C. J., 1991: Prüfung alter deutscher Dinkelsorten als Basis für Züchtungsprogramme. 2. Hohenheimer Dinkelkolloquium, Stuttgart, 27–44.

KNOTT, D. R., 1989: The wheat rusts - breeding for resistance. Springer Verlag, Heidelberg.

KUCKUCK, H. und E. SCHIEMANN, 1957: Über das Vorkommen von Spelz und Emmer *(Triticum spelta* L. und *Triticum dicoccum* Schübl.*)* im Iran. Z. Pflanzenzüchtg. *38*, 283–396.

MACER, R. C. F., 1963: The formal and monosomic genetic analysis of stripe rust *(Puccinia striiformis)* resistance in wheat. Proc. 2nd Intern. Wheat Genet. Symp., Lund, Hereditas Suppl. *2*, 127–142.

MAINS, E. B., 1933: Host specialization of *Erysiphe graminis tritici*. Proc. Natl. Acad. Sci. Wash. *19*, 49–53.

MCINTOSH, R. A., 1993: Catalogue of gene symbols for wheat. In: Proc. 8th Intern. Wheat Genet. Symp., Beijing, China, im Druck.

REED, G. M., 1912: Infection experiments with the powdery mildew of wheat. Phytopathology *2*, 81–87.

STAKMAN, E. C., D. M. STEWART and W. Q. LOEGERING, 1962: Identification of physiologic races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. U.S. Dep. Agric. Bull. E 617 (revised).

WINZELER, H., I. E. SCHMIDT, M. WINZELER und A. RÜEGGER, 1991: Neue Aspekte der Dinkelzüchtung *(Triticum spelta)* in der Schweiz. 2. Hohenheimer Dinkelkolloquium, Stuttgart, 11–25.

ZELLER, F. J., J. LUTZ and U. STEPHAN, 1993: Present status of wheat powdery mildew resistance genetics. In: Proc. 8th Inern. Wheat Genet. Symp., Beijing, China, im Druck.

(Manuskript eingereicht am 2. März 1994, angenommen am 29. März 1994)

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Friedrich J. ZELLER, Dr. Friedrich G. FELSENSTEIN, Dipl.-Ing. agr. Uwe STEPHAN, Dipl.-Ing. agr. Jens KÜNZLER, Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Technische Universität München, D-85350 Freising-Weihenstephan; Dr. Jürgen LUTZ, BayWa AG, HAbt. Saatgut-Kartoffeln, D-81925 München; Dipl.-Ing. agr. Adolf KELLERMANN, Institut für Resistenzgenetik, D-85461 Grünbach; Prof. Dr. Karl OPPITZ, Dipl.-Ing. agr. (FH) Astrid HOLZERLAND, Dipl.-Ing. agr. (FH) Monika KATZHAMMER, Fachbereich Landwirtschaft I, Fachhochschule, D-85350 Freising-Weihenstephan