

Vergleichende Untersuchungen zur Anbauwürdigkeit der Getreidearten Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) und Kanariensaat (*Phalaris canariensis*) sowie der Pseudogetreidearten Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), Reismelde (*Chenopodium quinoa*) und Amarant (*Amaranthus sp.*)

W. Aufhammer und E. Kübler

Investigations of the agronomical value of the cereals millet (*Panicum miliaceum*), canary grass (*Phalaris canariensis*) and the pseudocereals buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) and amaranth (*Amaranthus spp.*)

1. Einleitung

1.1 Literaturübersicht

Weltweit werden die genannten Getreide- und Pseudogetreidearten mit Schwerpunkten in unterschiedlichen Regionen zur Körnernutzung angebaut. Einigermassen verlässliche Angaben zur aktuellen Flächenausdehnung, insbesondere von Rispenhirse und Kanariensaat, konnten nicht ermittelt werden. Wie die Übersicht (Tab. 1) zeigt, werden die Arten auch in verschiedenen Ländern Mittel- und Osteuropas zumindest kleinflächig angebaut.

Die Rispenhirsen werden zur menschlichen Ernährung verwendet. Daneben werden Rispenhirse und Kanariensaat als Vogelfutter vermarktet. Ebenso dient die Kornfraktion

der Pseudogetreidearten als Nahrungsmittelrohstoff. Bei uns wird das Korngut dieser Arten in Naturkostläden und Reformhäusern mit vielfältigen Rezepturen angeboten. Von Personengruppen, die gegenüber glutenhaltigen Lebensmitteln auf Weizenbasis empfindlich sind, werden weitgehend glutenfreie Rohstoffe gesucht. Das Korngut der Pseudogetreidearten ist hier geeignet (AUFHAMMER et al., 1995). Darüber hinaus werden Hirse-, Buchweizen-, Reismelde- und Amarantkörner u. a. aufgrund hoher Protein-, Rohfaser- und Mineralstoffgehalte generell als ernährungsphysiologisch wertvolle Rohstoffe eingestuft (FLEMING und GALWAY, 1995; LEE, 1995; WILLIAMS und BRENNER, 1995; KUHN et al., 1996; FRANKE, 1997). Von daher sind dies interessante Zusätze für die Lebensmittelherstellung.

Summary

A two-years field experiment was conducted to investigate the agronomical value of the cereals millet and canary grass and of the pseudocereals buckwheat, quinoa and amaranth under marginal growth conditions. Available vegetation periods, yields of shoot dry matter and of produced and harvested grain dry matter, losses before and during threshing included, were measured. High germination temperatures, frost sensitivity and wet maturation periods limited the available vegetation periods to 120–130 days. Buckwheat and canary grass stands, as well as early ripening varieties of millet, quinoa and amaranth reached threshability in time. Millet, quinoa and amaranth stands produced 100–110 dt/ha shoot drymatter, buckwheat stands reached 90 dt/ha, canary grass stands reached only 60 dt/ha. The harvest indices of millet and quinoa were 40–45 and exceeded the indices of the other species by far. The grain yields of millet and quinoa stands leveled up to 60 dt/ha, followed by buckwheat and amaranth stands with about 30 dt/ha and by canary grass stands with only 12 dt/ha. On account of losses, levels of threshed grain yields remained 10–35 % below.

Key words: millet, canary grass, pseudocereals.

Zusammenfassung

In zweijährigen Feldversuchen wurde die Anbauwürdigkeit der Getreidearten Rispenhirse und Kanariensaat verglichend mit den Pseudogetreidearten Buchweizen, Reismelde und Amarant auf einem Grenzstandort geprüft. Erfasst wurden der Vegetationszeitbedarf sowie die Leistungsfähigkeit, gemessen an den produzierten Sproß- und Korntrockenmassen, die Kornverluste vor und bei der Ernte eingeschlossen. Hohe Keimtemperaturansprüche, insbesondere von Buchweizen, Amarant und Rispenhirse einerseits, bis Ende Mai auftretende Spätfröste und feuchte Bedingungen ab Mitte September andererseits begrenzten die nutzbare Vegetationszeit auf 120–130 Tage. In dieser Zeitspanne erreichten der Buchweizen und die Kanariensaat sowie frühreife Sorten von Rispenhirse, Reismelde und Amarant sicher die Druschfähigkeit. Durch geringen Feldaufgang lückige, jedoch durch starke Verzweigung geschlossene Bestände von Rispenhirse, Reismelde und Amarant produzierten 100–110 dt/ha Sproßtrockenmasse. Buchweizenbestände erreichten 90 dt/ha, Kanariensaatbestände nur ca. 60 dt/ha. Die Ernteindices von Rispenhirse und Reismelde übertrafen mit 40–45 deutlich die Ernteindices der anderen Arten. Die Rispenhirse- und die Reismeldebstände bildeten bis zu 60 dt Korntrockenmasse/ha, die Buchweizen- und die Amarantbestände erreichten um 30 dt/ha, die Kornerträge der Kanariensaatbestände blieben mit 12 dt/ha sehr gering. Aufgrund artenspezifischer Kornverluste unterschritten die Druscherträge die gebildeten Kornerträge in Größenordnungen von 10–35 %.

Schlagworte: Rispenhirse, Kanariensaat, Pseudogetreidearten.

Tabelle 1: Hauptanbauländer

Table 1: Growing regions

Arten	Länder	Literaturangaben
Rispenhirse	China, Indien, Mali, Nigeria, Niger,	FRANKE, 1997, REHM, 1989; PETR, 1995
Kanariensaat	Europa: GUS, Österreich, Slowakei, Tschechien, Ukraine, Ungarn Argentinien, Australien, Kanada, USA	HOLT, 1988, 1989
Buchweizen	Argentinien, Brasilien, China, Japan, Kanada, USA	FRANKE, 1997; TAHIR und FAROOQ, 1988;
Reismelde	Europa: GUS, Kroatien, Österreich, Polen, Slowenien	JOSHI und RANA, 1995
Amarant	Bolivien, Chile, Peru, Europa: Dänemark, Österreich Ägypten, Argentinien, Bolivien, China, Ecuador, Guatemala, Indien, Mexico, Nepal, Pakistan, Peru, USA, Europa: GUS, Österreich, Polen, Slowakei, Tschechien	FRANKE, 1997; FLEMING und GALWAY, 1995 WILLIAMS und BRENNER, 1995; DOBOS, 1996

Wie weit die Arten auch unter kühleren Bedingungen als „Nischenfrüchte“ anbauwürdig sind, ist unzureichend geklärt. Pflanzenbaulich relevante Kenndaten enthält die Tabelle 2 (SCURFIELD, 1963; HOLT, 1988; FLEMING und GALWAY, 1995; PETR, 1995; WILLIAMS und BRENNER, 1995; KRUSE, 1996).

Relativ hohe Mindestkeimtemperaturen, teilweise verbunden mit einer ausgeprägten Frostempfindlichkeit, sind pflanzenbaulich ebenso kritische Elemente wie die extreme Kleinkörnigkeit einzelner Arten. Aus sehr geringen Tausendkorngewichten resultieren differenzierte Ansprüche an die Saatbettqualität und die Keimbedingungen (AUFHAMMER et al., 1994b). Das erreichbare Kornertragsniveau ein-

zelner Arten erscheint im Hinblick auf die Produktion von Spezialrohstoffen durchaus wirtschaftlich interessant.

1.2 Problemstellung

Mit dem Vergleich der Anbauwürdigkeit der angesprochenen Getreide- und Pseudogetreidearten verbinden sich folgende Fragen:

- Kann der Vegetationszeitbedarf der Arten an einem südwestdeutschen Standort in einer Höhenlage von 500 m erfüllt werden? Erreichen die Bestände die Körnerreife und die Druschfähigkeit?

Tabelle 2: Pflanzenbauliche Kenndaten
Table 2: Agronomical characters

Arten	Merkmale	Photoperiodische Empfindlichkeit	Mindestkeimtemp. (° C)	Frostempfindlichkeit ab (° C)	Tausendkorngewicht (g)	Korntragsniveau (dt/ha)
Rispenhirse		KT	8	-2	4-8	4-25
Kanariensaat		tagneutral bis LT	7	-2	6-8	9-11
Buchweizen		europ.Genotyp LT asiat.Genotyp KT	8	+3	15-30	5-20
Reismelde		KT bis tagneutral	3	-5	1-3	10-45
Amarant		KT bis tagneutral	10	0	0,5-2	2-60

LT = Langtagsempfindlich; KT = Kurztagsempfindlich

- Welches Niveau erreichen die produzierten Trockenmassen, insbesondere die Korntrockenmasse?
- In welchem Ausmaß treten an den Beständen Schadeffekte sowie Kornverluste vor und beim Drusch auf?

Hierzu werden Daten aus einem zweijährigen Feldversuch präsentiert.

2. Material und Methoden

2.1 Feldversuchsanlage

In den Vegetationsperioden 1993 und 1994 wurden auf der Versuchsstation für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Ihinger Hof, der Universität Hohenheim (480–500 m NN; 8° C langjährige Jahresmitteltemperatur; 690 mm langjähriger mittlerer Jahresniederschlag) mehrfaktorielle Feldversuche mit vier (1993) bzw. drei (1994) Wiederholungen durchgeführt (Tab. 3).

In der Vegetationsperiode 1993 wurde im Hinblick auf den Vegetationszeitbedarf einerseits, die Frostempfindlichkeit andererseits das gesamte Arten- und Sortenspektrum sowohl Ende April als auch Mitte Mai ausgesät. Da sich der Saattermin Mitte Mai zwar bezüglich der Keimtemperaturen als günstig, hinsichtlich der Ausreife jedoch bei einigen Arten als zu spät erwies, wurde in der Vegetationsperiode 1994 artspezifisch zu unterschiedlichen Terminen ausgesät. Jedoch wurde 1994 die Saardichte als Faktor hinzugenommen. Aufgrund unzureichenden Feldaufgangs mußte bei Rispenhirse und Reismelde Ende Mai 1994 nachgesät werden (Tab. 3).

In beiden Jahren erhielten die Bestände einheitliche Stickstoffgaben von 60 kg N/ha bereits kurz nach dem Aufgang, um die Jugendentwicklung zu unterstützen und abreifeverzögernde Effekte eines späteren N-Angebots auszuschließen. Da für diese Arten keine Herbizide zugelassen sind, erfolgte die Unkrautbekämpfung mechanisch vor der Saat und im Verlaufe der Bestandesentwicklung mit der Handhacke. Weitere produktionstechnische Maßnahmen wurden nicht vorgenommen.

2.2 Erfasste Parameter

Der Entwicklungsverlauf und die Dauer der einzelnen aufeinanderfolgenden Entwicklungsabschnitte wurden vergleichend anhand der Kalenderdaten des Saattermins und des Aufgangs, des Sichtbarwerdens der Blütenstände, der Reife bzw. des Drusches beschrieben (Tab. 4).

Zur Feststellung der Trockenmasseproduktion und -verteilung wurden vor dem Parzellendrusch aus dem Kern der Parzellen von Hand Proben geschnitten und, um Ausfallverluste zu vermeiden, in feinmaschigen Vorhangstoff eingebunden und getrocknet. Anschließend wurden die Pflanzen bzw. die Fruchtstände ausgezählt und mit dem Standdrescher gedroschen. Der Drusch der Restparzellen erfolgte mit dem Mähdrescher. Dadurch ist eine Bewertung von gebildetem (Probeschnitt) und geerntetem Korntrags (Parzellenernte mit dem Mähdrescher) sowie die Erfassung der z. T. erheblichen Kornverluste möglich. Schadeffekte durch Krankheitsbefall und Vogelfraß wurden durch Bestandes-Bonituren (1–9) erfaßt (Tab. 4).

Tabelle 3: Versuchsanlage
Table 3: Experimental design

Varianten	Vegetationsperiode 1993	Vegetationsperiode 1994	
I Saattermine ¹⁾	alle Arten einheitlich zu zwei verschiedenen Terminen: 1. Saattermin 29.04. 2. Saattermin 18.05.	artenverschieden Rispenhirse: 23.04. ²⁾ Kanariensaat: 23.04. Reismelde: 23.04. ²⁾ Buchweizen: 6.05. Amarant: 6.05.	
II Pflanzenzahl/m² ³⁾		Variante 1	Variante 2
Rispenhirse:	60	16	36
Kanariensaat:	60	23	40
Reismelde:	35	15	15
Buchweizen:	155	92	265
Amarant:	100	26	37
III Arten ⁴⁾	Sorten ⁴⁾	Herkunftsland	
Rispenhirse (<i>Panicum miliaceum</i>)	Gierczyckie Saratovski Unikum	PL GUS SK	
Kanariensaat (<i>Phalaris canariensis</i>)	Cantate	NL	
Buchweizen (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	Prego Hruszowska	D PL	
Reismelde (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Linares Temuco Cochabamba JKK 15	USA USA USA GB	
Amarant (<i>Amaranthus sp.</i>)	MT 3 (<i>A. cruentus</i>) K 432 (<i>A. hypochondriacus</i> x <i>A. hybridus</i>) K 266 (<i>A. cruentus</i>) Nu World (<i>A. cruentus</i>)	USA USA USA USA	

¹⁾ 1993 Versuchsfaktor

²⁾ Nachsaattermin: 26.05.1994

³⁾ 1994 Versuchsfaktor

⁴⁾ in beiden Jahren Versuchsfaktor

Tabelle 4: An den Beständen und am Erntegut erfaßte Parameter
Table 4: Measured traits

Parameter	Verfahren
erfaßt wurden: Dauer der Entwicklungsabschnitte (Tage) Sproßmasse (dt/ha, abs. TM ¹⁾) gebildeter Kornertag (dt/ha, abs. TM) geernteter Kornertag (dt/ha, abs. TM) Krankheitsbefall, Vogelfraß	Erfassung der Entwicklungsstadien nach Kalenderdaten Probeschnitt (Ernte von Hand 0,7 - 1,65 m ²) Probeschnitt (Ernte von Hand 0,7 - 1,65 m ²) Parzellendrusch (Mährescher), 10 m ² , Korngut getrocknet, gereinigt Bonitur (1 = kein, 9 = totaler Befall/Schaden)
errechnet wurden: Harvestindex (Basis: gebildeter bzw. geernteter Kornertag)	$\frac{\text{Kornmasse (dt/ha)}}{\text{Gesamtsproßmasse (dt/ha)}}$
Kornverluste (dt/ha bzw. %)	gebildeter minus geernteter Kornertag

¹⁾ abs. TM = absolute Trockenmasse

2.3 Überprüfung der erfaßten Daten

Die erfaßten bzw. errechneten Daten wurden varianzanalytisch überprüft. Sofern innerhalb der Arten keine nachweisbaren Sortenunterschiede vorliegen, werden die Sortenmittelwerte zu Artenmittelwerten zusammengefaßt. Grenzdifferenzen werden für eine Grenzwahrscheinlichkeit von 5 % angegeben.

3. Ergebnisse

3.1 Entwicklungsverlauf der Arten im Vergleich

Die Kleinkörnigkeit der Arten, der Buchweizen ausgenommen, erschwerte die Erstellung von Beständen mit definierten Pflanzenzahlen. Trotzdem wurden arttypische Bestände, geeignet für die Körnerproduktion, erzielt (Tab. 2). Das erhebliche Verzweigungspotential insbesondere der Pseudogetreidearten trug zum Bestandesschluß

lückiger Ausgangsbestände bei. Im Versuchsjahr 1994 wurde eine Variation der Pflanzenzahl/m² vorgesehen. Die Oberflächenverschlammung, resultierend aus einem hohen Niederschlagsaufkommen in den Monaten April und Mai, führte verbunden mit dem niedrigen Temperaturniveau von April bis Mitte Juni (Abb. 1) zu Pflanzenzahlen/m² (Tab. 3), die sich nur bei 50 % der geplanten Dichten bewegten. Da keine Dichteeffekte nachgewiesen werden konnten, wird im weiteren hierauf nicht näher eingegangen.

Im Artenvergleich benötigte die Rispenhirse, gefolgt von der Reismelde die längste, der Buchweizen die kürzeste Zeitspanne für den Feldaufgang. Die von Ende April auf Mitte Mai 1993 verzögerte Aussaat verkürzte die Aufgangsperiode durchgängig um 3–5 Tage (Tab. 5). Die Kanariensaat ausgenommen, erfolgte nach der späteren Aussaat auch die weitere Entwicklung rascher (Tab. 5), obwohl sich die Temperaturen im Juni und Juli auf einer begrenzten Höhe bewegten und das Niveau des gleichen Zeitraums im fol-

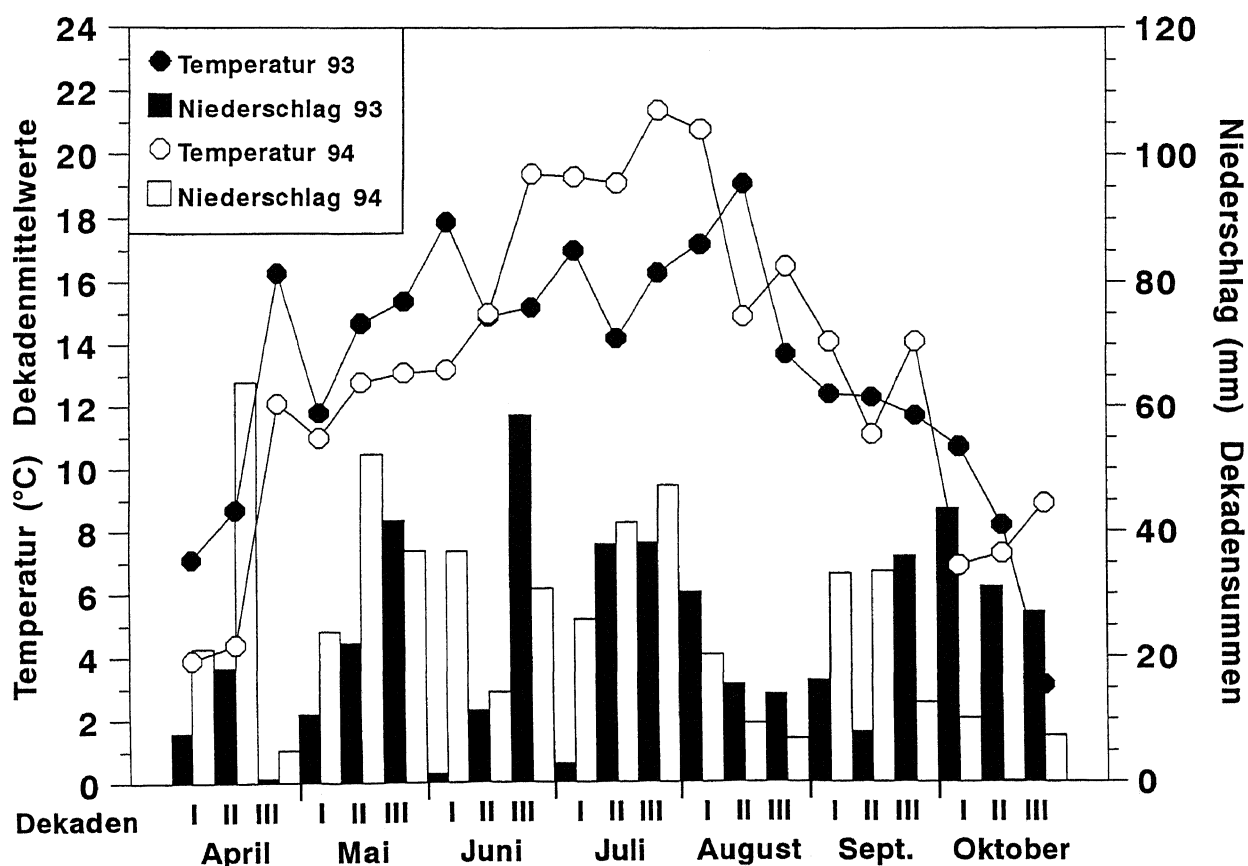


Abbildung 1: Temperaturverlauf und Niederschlagsverteilung (Dekadenwerte) in den Vegetationsperioden 1993 und 1994
Figure 1: Temperature and precipitation during the vegetation periods of 1993 and 1994 (means or sums of decades)

genden Jahr deutlich unterschritten (Abb. 1). Die verzögerte Entwicklung der später gesäten Kanariensaatbestände geht auf eine starke Schädigung durch Hasenfraß zurück. Im Mittel der angebauten Sorten erwies sich der Vegetationszeitbedarf von Buchweizen mit 100–110 Tagen als deutlich kürzer als der der anderen Arten, die bis zur Druschfähigkeit 1993 um 120–130 Tage, 1994 teilweise über 150 Tage beanspruchten (Tab. 5). Dies hing, neben der Nachsaat, auch mit den hohen Niederschlägen im September 1994 zusammen (Abb. 1). Dabei ist zu berücksichtigen, daß insbesondere die Amarantbestände beim Drusch noch Kornwassergehalte zwischen 30 und 50 % aufwiesen, eine weitere Druschverzögerung erschien jedoch wegen ansteigender Kornverluste unmöglich. Zu geringe Temperaturen, bedingt durch relativ frühe Saat und/oder den Jahreswetterungsverlauf (1994) wirkten sich bei Rispenhirse, Amarant und Reismelde in langen Zeitspannen bis zum Aufgang im Frühjahr und in einer späten Abreife aus.

3.2 Sproßtrockenmasseerträge der Arten im Vergleich

Die Rispenhirse-, die Reismelde- und die Amarantbestände produzierten im Mittel 100 bis 110, in Interaktion mit den Jahren teils bis zu 125 dt Sproßtrockenmasse je ha. Unter den gleichen Aufwuchsbedingungen bildeten Kana-

riensaatbestände nur bis zu 65 und Buchweizenbestände bis zu 90 dt Trockenmasse je ha. Die Rispenhirse- und die Reismeldebestände wiesen mit Ernteindizes von 40–45 und mit Korntrockenmassen bis zu 55 dt/ha sowohl hohe nutzbare Anteile als auch absolut hohe Kornerträge auf (Tab. 6). Mit Werten von 30–35 blieben die Ernteindizes von Amarant deutlich geringer und erreichten in den vorliegenden Versuchen nur die Größenordnung von Buchweizen. In Interaktion mit den Jahren gingen damit die Kornerträge beider Arten nicht wesentlich über 30 dt/ha hinaus. Bei ähnlichen Ernteindizes, aber bescheidenem Sproßtrockenmassenniveau, wurden von den Kanariensaatbeständen nur 12–13 dt Kornmasse/ha gebildet.

Allerdings konnten nur Anteile der produzierten Kornmassen geerntet, d. h. gedroschen werden. Bei allen Arten wurden erhebliche Ausfallverluste vor und beim Drusch ermittelt (Tab. 7). Während sich die Verluste im Versuchsjahr 1993 – abgesehen von den Kanariensaatbeständen – zwischen 10 und 25 % der produzierten Kornmassen bewegten, lagen sie im Versuchsjahr 1994 etwa zwischen 25 und 35 %. Die höchsten Verluste wurden bei den Reismelde- und den Amarantbeständen festgestellt. Eine Sondersituation lag insofern bei den Kanariensaatbeständen vor, als diese in der Reife durch Vogelfraß geschädigt wurden.

Tabelle 5: Die Dauer der Entwicklungsabschnitte der Getreide- und Pseudogetreidearten in Abhängigkeit von den Versuchsjahren und den Saatterminen (gemittelt über Sorten)

Table 5: Duration of growth periods of cereals and pseudocereals in relation to years and sowing dates (means across varieties)

Arten	Jahre / Saattermine	Dauer der Entwicklungsabschnitte (Tage)							
		Saat bis Aufgang		Aufgang bis Sichtbarwerden des Blütenstandes		Sichtbarwerden des Blütenstandes bis Reife/Drusch		Saat bis Reife/Drusch	
		$\bar{x}$ Jahre		$\bar{x}$ Jahre		$\bar{x}$ Jahre		$\bar{x}$ Jahre	
Rispenhirse	29.4.93	15		50		63		128	
	18.5.93	10	17	49	50	61	67	120	134
	23.4.94	27		50		76		153	
Kanariensaat	29.4.93	15		33		80		128	
	18.5.93	10	12	40	42	69	67	119	121
	23.4.94	11		52		53		116	
Buchweizen	29.4.93	10		29		72		111	
	18.5.93	7	8	25	26	69	73	101	107
	06.5.94	7		25		77		109	
Reismelde	29.4.93	14		42		77		133	
	18.5.93	10	16	32	39	82	82	128	137
	23.4.94	24		44		86		154	
Amarant	29.4.93	14		56		60		130	
	18.5.93	9	13	51	53	59	64	119	130
	06.5.94	15		53		72		140	

Tabelle 6: Trockenmasseerträge und Ernteindizes der Getreide- und Pseudogetreidearten in Abhängigkeit von den Versuchsjahren
Table 6: Dry matter yields and harvest indices in relation to years

Arten	Jahre	Sproßtrockenmasse (dt/ha)	gebildeter Kornertrag (dt/ha)	geernteter Kornertrag (dt/ha)	Ernteindex (Basis: gebildeter Kornertrag)
Rispenhirse	1993	115,8	54,5	42,2	47,1
	1994	98,0	39,6	27,1	40,4
	$\bar{x}$ Jahre	106,9	47,0	34,6	43,7
Kanariensaat	1993	64,9	12,5	3,8	19,3
	1994	44,6	12,4	13,0	27,9
	$\bar{x}$ Jahre	54,7	12,5	8,4	22,8
Buchweizen	1993	88,0	30,4	26,5	34,5
	1994	78,1	29,0	20,6	37,1
	$\bar{x}$ Jahre	83,1	29,7	23,6	35,7
Reismelde	1993	126,2	50,0	35,2	39,6
	1994	61,9	21,8	13,9	35,2
	$\bar{x}$ Jahre	94,0	33,9	24,6	38,2
Amarant	1993	93,1	25,4	20,3	27,3
	1994	106,3	33,3	20,1	31,3
	$\bar{x}$ Jahre	99,7	29,3	20,2	29,4
GD 5%	Arten	14,0	4,9	2,5	3,1
	Arten $\bar{x}$ Jahre	19,8	6,9	3,5	4,4

Tabelle 7: Kornverluste der Getreide- und Pseudogetreidearten in Abhängigkeit von den Versuchsjahren
Table 7: Grain losses of cereals and pseudocereals in relation to years

Arten	Jahre	Kornverluste (gebildeter minus geernteter Kornertrag)	
		absolut (dt/ha)	relativ (%) ¹⁾
Rispenhirse	1993	12,3	22,6
	1994	12,5	31,6
	$\bar{x}$ Jahre	12,4	26,4
Kanariensaat	1993	8,7	69,5
	1994	-0,6 ²⁾	- 4,9 ²⁾
	$\bar{x}$ Jahre	4,0	32,4
Buchweizen	1993	3,8	12,6
	1994	8,5	29,0
	$\bar{x}$ Jahre	6,1	20,6
Reismelde	1993	14,7	29,5
	1994	7,9	36,1
	$\bar{x}$ Jahre	11,3	31,5
Amarant	1993	5,0	19,8
	1994	13,2	39,7
	$\bar{x}$ Jahre	9,1	31,1
GD 5%	Arten	n.v. ³⁾	n.s.
	Arten $\bar{x}$ Jahre	n.v.	19,8

¹⁾ gebildeter Kornertrag = 100

²⁾ Probeschnitt niedrigerer Ertrag als Druschparzelle, erklärbar durch variierende Bestandesqualität

³⁾ nicht verrechnet

3.3 Sortenvariation innerhalb der Arten Rispenhirse, Reismelde und Amarant

Der geprüfte kleine Sortenausschnitt läßt bei allen Arten Sorten, die gegenüber den Vergleichssorten mit kürzerer Vegetationszeit auskommen, erkennen. Da Sortenunterschiede auf der Basis der beiden Saattermine 1993 wesentlich deutlicher in Erscheinung traten als 1994, werden nur die Daten aus dem Versuchsjahr 1993 aufgeführt (Tab. 8).

Die Frühreife einer Sorte stellt bei diesen wärmeanspruchsvollen Arten ein wichtiges agronomisches Kriterium dar. Allerdings kann mit der Frühreife die Gefahr von Schäden durch Vogelfraß in besonderem Maße verbunden sein. Die Spätreife stellt nicht nur die Druschfähigkeit, sondern auch die vollständige Kornausbildung und damit das Kornertrags- und das Kornqualitätsniveau der Bestände in Frage, obwohl das Kornertragspotential (hier gemessen als gebildeter Kornertrag) mit der Dauer der Vegetationszeit korrelierte. Beispielsweise erwies sich daher die frühreife Rispenhirsesorte Gierczyckie, früh ausgesät, den späterreifen Rispenhirsesorten ertragsunterlegen. Spät ausgesät, konnte jedoch nur diese frühreife Rispenhirsesorte die Kornfraktion noch vollständig ausbilden. Sortenunterschiede im Ertragsniveau konnten nicht mehr nachgewiesen werden. Mit der Veränderung der Kornerträge änderte sich die Sortenabstufung in der Höhe der Ernteindizes.

Gleichgerichtete Zusammenhänge zeichnen sich auch im Sortenvergleich von Reismelde und Amarant ab (Tab. 8). Im Gegensatz zum Amarant erreichten einzelne Rispenhirse- und Reismeldesorten ein Kornertragsniveau von 60 dt/ha. Darüber hinaus variierten innerhalb der Arten jedoch auch die Kornverluste erheblich. Beispielsweise zeigten mit 26 % und 12 % bzw. mit 41 % und 20 % Rispenhirse- bzw. Reismeldesorten erhebliche Unterschiede im Verlustumfang.

3.4 Schadfaktoren

Auf die Gefahr von Schäden durch Vogelfraß während der Abreife an den Rispenhirse-, auch an den Kanariensaarbeständen wurde bereits hingewiesen. Rispenhirsesorten mit dichten Rispen, auf denen sich Vögel bevorzugt niederließen, wurden besonders stark geschädigt und daher von vornherein aus der vorliegenden Versuchsdarstellung und Auswertung ausgeschlossen. Auch die Beschädigung der Kanariensaarbestände in frühen Entwicklungsstadien durch Hasen wurde erwähnt. Während der langsamen Anfangsentwicklung wurde insbesondere in den Keimpflanzenbeständen der Reismelde Befall mit Moosknopfkäfern, Collembolen und Erdflöhen beobachtet, in späteren Stadien trat auch Läusebefall auf. Pilzbefall (*Alternaria* spp.

Tabelle 8: Vegetationsdauer, gebildete Kornerträge, Harvestindices und Kornverluste von Rispenhirse, Reismelde und Amarant in Abhängigkeit von den Sorten und den Saatterminen (ST) im Versuchsjahr 1993

Table 8: Vegetation periods, produced grain yields, harvest indices and grain losses of millet, quinoa and amaranth in relation to varieties and sowing dates (ST) in 1993

Arten (A)	Sorten (S)	Vegetationsdauer Tage (Aufgang - Drusch)		gebildeter Kornertrag (dt/ha)		Harvestindex (Basis: gebildeter Kornertrag)		Kornverlust vor und bei Drusch (%) ¹⁾	
		ST 1	ST 2	ST 1	ST 2	ST 1	ST 2	ST 1	ST 2
Rispenhirse	Gierczyckie	100	104	42,3	52,1	42,5	48,2	11,9	24,0
	Unikum	113	108	60,9	45,6	48,8	43,9	26,5	31,3
	Saratovski	120	108	60,3	46,5	48,7	39,3	24,1	31,9
Reismelde	Linares	113	106	56,9	60,5	44,6	40,2	20,1	32,3
	Temuco	119	114	43,1	35,8	40,0	29,2	21,5	11,7
	JKK 15	120	118	44,9	38,0	41,4	29,6	31,9	10,8
	Cochabamba	121	115	63,0	52,9	43,0	34,2	41,2	31,0
Amarant	MT 3	113	105	24,5	26,4	27,8	24,4	17,8	27,5
	Nu World	116	107	27,2	27,3	27,1	25,0	21,6	18,2
	K 266	119	117	24,9	18,5	28,2	20,6	22,0	18,9
	K 432	120	116	24,7	19,2	24,9	19,5	-16,0 ³⁾	-35,3 ³⁾
GD 5% S (A) x Saattermine		n.v. ²⁾		11,6		5,8		n.s.	

¹⁾ gebildeter Kornertrag = 100

²⁾ n.v. = nicht verrechnet

³⁾ Probeschnitt niedrigerer Ertrag als Druschparzelle

und *Botrytis* spp.), der zu einem Verbräunen und Abknicken der Rispenäste führte, wurde in sortenverschiedenem Ausmaß 1993 bei Amarant beobachtet.

4. Diskussion

Die vordringliche Frage ist zunächst auf das Vegetationszeitangebot des Standorts in Relation zum Vegetationszeitbedarf der Arten gerichtet. Im langjährigen Mittel beträgt der frostfreie Zeitraum am Versuchsstandort (zwischen dem 22. April und dem 15. Oktober) 175–180 Tage.

Eine Orientierung der Aussaat insbesondere der kälteempfindlichen Arten Buchweizen und Amarant am langjährigen Mittel erscheint jedoch sehr riskant. In vier der zurückliegenden zehn Jahre traten bis Ende Mai Spätfröste auf. Über das relativ widerstandsfähige Keimpflanzenstadium hinaus entwickelte Buchweizen- und Amarantbestände erleiden bei Frost massive Schäden. Die geringere Kälteempfindlichkeit der Reismelde und der Kanariensaat, die kurztagsempfindliche Rispenhirse eingeschlossen, verleiten bei diesen Arten zu Saatterminen ab Mitte April. In Regionen mit rascher Erwärmung und kontinuierlich ansteigenden Bodentemperaturen sind solche Saattermine realistisch (RISI und GALWAY, 1991; PETR, 1995). Unter den Bedingungen am vorliegenden Versuchsstandort führte dies zu erheblichen Feldaufgangsproblemen. Aus zu langen Keim- und Auflaufperioden, auch verbunden mit Schädlingsbefall und zwischenzeitlich verschlammenden oder austrocknenden Bodenoberflächen, resultierte ein zu geringer Feldaufgang. Neben zu niedrigen Bodentemperaturen sind Auflaufbeeinträchtigungen durch die Bodenstruktur sowohl bei der Rispenhirse als auch bei den epigäisch keimenden Arten Reismelde und Amarant beteiligte Ursachen (WEBB, 1985; WEBB et al., 1987; AUFHAMMER et al., 1994 b, 1997). Damit werden nicht nur die vorgesehenen Bestandesdichten, sondern auch die gleichmäßige Entwicklung und Abreife der Einzelpflanzen in Frage gestellt. Abgesehen von einer Standortorientierung enthalten offensichtlich auch die Literaturangaben zu den Saattedichten erhebliche „Sicherheitszuschläge“. Für Rispenhirsen werden 200–400 (PETR, 1995) und für die Reismelde 250–800 keimfähige Körner/m² (FLEMING und GALWAY, 1995) genannt.

Unter den gegebenen Standortbedingungen erwiesen sich Aussaattermine vor Anfang bis Mitte Mai als nicht sinnvoll. Werden Jahre mit Frühfrösten ab Mitte September berücksichtigt, beträgt der verbleibende Vegetationszeitraum noch etwa 120 Tage. Hier kommen von vornher-

ein nur frühreife Sorten in Frage. Hinsichtlich des Zeitraums zwischen Aussaat und Reife ließen die Arten durchaus eine teils beträchtliche Sortenvariabilität erkennen. Mit Einschränkungen betrugen die Sortenunterschiede bei der Rispenhirse bis zu 20, bei der Reismelde bis zu 12 und beim Amarant bis zu 11 Tage. Mit frühen Sorten reichen Vegetationszeiträume von 120 Tagen in einem Jahr wie 1993 auch für Arten wie die Rispenhirse, die Reismelde und den Amarant aus. Unter anhaltend kühlen Frühjahrs- und Frühsommerbedingungen, wie sie 1994 vorlagen, reifen und trocknen die Bestände dieser Arten jedoch unzureichend ab.

Frühfröste ab Mitte September beschleunigen das Absterben vegetativer, wasserreicher Pflanzenteile. Solche Witterungseffekte sind im Hinblick auf die Druschfähigkeit spät reifender Bestände hilfreich, ob die Kornausbildung bei Frosteinbruch bereits abgeschlossen ist, ist eine andere Frage. Im Gegensatz zu Reismeldebeständen werfen Amarantbestände senescente Blätter nicht ab. Noch teilweise grüne Blätter und feuchte Stängel können die Separierbarkeit des Amarantdruschguts erheblich beeinträchtigen (LEE, 1995; AUFHAMMER et al., 1995). Abgesehen vom artspezifischen Vegetationszeitananspruch verhindert die Verzweigungsneigung von Reismelde und Amarant, auch von Buchweizen, die insbesondere bei niedrigen Bestandesdichten auf anhaltend feuchten, N-nachliefernden Bedingungen zum Tragen kommt, die zügige, vollständige Abreife. Während im Amarantanbau in warmen, trockenen Regionen Nordamerikas 30–35 Pflanzen/m² (WAGONER, 1983), für marginale Bodenverhältnisse nur 10 Pflanzen/m² (MEHRA und MURTY, 1988) genannt werden, sind auf nährstoffreicheren Böden vermutlich wesentlich höhere Pflanzenzahlen erforderlich. Die Konkurrenz zwischen den Einzelpflanzen dichter Bestände um Licht, Wasser und Nährstoffe reduziert die Verzweigung und beschleunigt die Abreife. Diese Frage verlangt ebenso wie die Frage einer Förderung des Feldaufgangs durch Bodenbedeckungsmaßnahmen zur Reduktion der Oberflächenverschlämmung relevante Untersuchungen.

Damit ist bereits die zweite Frage der bearbeiteten Problematik nach der Leistungsfähigkeit der Arten angesprochen. Im witterungsbedingt günstigeren Jahr 1993 bildeten sowohl einzelne Rispenhirse-, als auch einzelne Reismelde-sorten mit Korntrockenmassen bis zu 60 dt/ha sehr hohe Erträge. Allerdings gingen hiervon 25–40 % durch Ausfall vor und bei der Ernte verloren. Bei ähnlichen Verlustanteilen lag das Kornertragsniveau von Buchweizen und Amarant nur maximal halb so hoch. Auf weitere Abzüge durch

Schälmaßnahmen bei Buchweizen (LEE et al., 1996), auch bei Rispenhirse und Reismelde, wird hier nicht näher eingegangen. Die Kornerträge der Kanariensaat bewegten sich am unteren Ende der Artenskala. Diese Ergebnisse zeigen jedenfalls, daß die Arten auch auf dem vorliegenden Standort zur Bildung hoher nutzbarer Trockenmassen in der Lage sind, sie zeigen aber gleichzeitig die Problematik zu hoher Kornverluste. Hier sind mit artenverschiedener Bedeutung der Kornsitze, aber auch der Blühbeginn, die Dauer der Reifeperiode und damit erneut die Verzweigungsneigung angesprochen. Später Blühbeginn verlegt die Abreife in Zeiträume mit abnehmendem Temperatur- und steigendem Luftfeuchteniveau. Die Abreife dauert daher, insbesondere in Beständen mit kräftigen, stark verzweigten Einzelpflanzen, lange und ist begleitet von zunehmendem Kornausfall. Über die Sortenwahl hinaus dürfte diese Problematik pflanzenbaulich durch dichte Bestände mit gleichmäßig entwickelten, wenig verzweigten, dünnstengeligen Einzelpflanzen und einem begrenztem N-Angebot eingeschränkt werden können.

Der dritten Frage, ausgerichtet auf die Gefährdung der Bestände durch Schaderreger, kam in den vorliegenden Versuchen kein besonderes Gewicht zu, sieht man von den Schäden durch Hasen- oder Vogelfraß ab. Der einschlägigen Literatur folgend existieren in den größeren Verbreitungsgebieten dieser Arten jedoch durchaus verschiedene Krankheitserreger und Schädlinge. Sollten die hier untersuchten Arten als Nischenfruchtarten eine begrenzte Flächenausdehnung erreichen, dürfte die Gefahr des Befalls mit Schaderregern nach bisheriger Erfahrung nicht die zentrale Problematik darstellen.

Literatur

- AUFHAMMER, W., H. ESSWEIN und E. KÜBLER (1994): Zur Entwicklung und Nutzbarkeit des Kornertragspotentials von Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*). Die Bodenkultur 45, 37–47.
- AUFHAMMER, W., H.-P. KAUL, M. KRUSE, J.H. LEE und D. SCHWESIG (1994b): Effects of sowing depth and soil conditions on seeding emergence of Amaranth and Quinoa. Europ. J. Agron. 3, 205–210.
- AUFHAMMER, W., J. H. LEE, E. KÜBLER, M. KUHN und S. WAGNER (1995): Anbau und Nutzung der Pseudocerealien Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), Reismelde (*Chenopodium quinoa*) und Amaranth (*Amaranthus ssp.*) als Körnerfruchtarten. Die Bodenkultur 46, 125–140.
- AUFHAMMER, W., D. CZUCZOROVA, H.-P. KAUL und M. KRUSE (1997): Germination of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* x *A. hybridus*): effects of seed quality, temperature, light and pesticides. Europ. J. Agron., 8 (1–2), 127–135.
- DOBOS, G. (1996): Züchterische Bearbeitung von Körneramarant, Quinoa und Wintermohn – Projektbericht. Bericht über die 47. Arbeitstagung 1996 der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler im Rahmen der „Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter“; BAL Gumpenstein 26.–28. 11. 1996, 211–215.
- FLEMING, J. E. and N. W. GALWAY (1995): Quinoa (*Chenopodium quinoa*). In: J. T. WILLIAMS (Ed.): Cereals and Pseudocereals. Chapman and Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, 3–83.
- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. 6. Auflage. Verlag Georg Thieme, Stuttgart.
- HOLT, N. W. (1988): Effect of nitrogen fertilizer on the agronomic performance and seed quality of annual canarygrass. Can. J. Plant Sci. 68, 41–45.
- HOLT, N. W. (1989): Effects on row spacing and seeding rate on the agronomic performance of annual canarygrass. Can. J. Plant Sci. 69, 1193–1198.
- JOSHI, B. D. and R. S. RANA (1995): Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). In: J. T. WILLIAMS (Ed.): Cereals and Pseudocereals. Chapman and Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, 85–127.
- KRUSE, M. (1996): Vergleichende Untersuchungen zur Licht- und Stickstoffnutzung von Amaranth-, Reismelde- und Buchweizenbeständen. Dissertation, Universität Hohenheim.
- KUHN, M., S. WAGNER, W. AUFHAMMER, J. H. LEE, E. KÜBLER und H. SCHREIBER (1996): Einfluß pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Mineralstoffgehalte von Amaranth, Buchweizen, Reismelde und Hafer. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 92 (H 5), 147–152.
- LEE, J. H. (1995): Ertrag und Kornqualität der Pseudogetreidearten Buchweizen (*Fagopyrum esculentum* Moench), Reismelde (*Chenopodium quinoa* Willd.) und Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L. x *Amaranthus hybridus* L.) im Vergleich zur Getreideart Hafer (*Avena sativa* L.) in Abhängigkeit vom Anbauverfahren. Dissertation, Universität Hohenheim.
- LEE, J. H., W. AUFHAMMER und E. KÜBLER (1996): Gebildete, geerntete und verwertbare Kornerträge der Pseudocerealien Buchweizen (*Fagopyrum esculentum* Moench), Reismelde (*Chenopodium quinoa* Willd.) und Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L. x *Amaranthus hybridus*

- L.) in Abhängigkeit von pflanzenbaulichen Maßnahmen. Die Bodenkultur 47, 5–12.
- MEHRA, P. N. and A. S. MURTY (1988): Some promising life support species for marginal (alkali) soils. In: PARODA, P. S., P. KAPOOR, R. K. ARORA and B. MAL (Ed.): Life Support Plant Species. National Bureau of Plant Genetic Resources, New Delhi, 86–91.
- PETR, J. (1995): Pestování pohanky a prosa.
- REHM, S. (1989) (Hrsg.): Hirsen. Spezieller Pflanzenbau in den Tropen und Subtropen. Ulmer Verlag, Stuttgart, 79–86.
- RISI, J. and N. W. GALWAY (1991): Effects of sowing date and sowing rate on plant development and grain yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in a temperate environment. J. Agric. Sci. Cambridge 117, 325–332.
- SCURFIELD, G. (1963): The effects of temperature on the early vegetative growth of *Phalaris canariensis* L. and *P. tuberosa* L. Aust. J. Agric. Res. 14, 165–179.
- TAHIR, I. and S. FAROOQ (1988): Review article on buckwheat. Fagopyrum 8, 33–53.
- WAGONER, P. (1983): The Rodale amaranth germplasm collection. In: Proceedings of the Second Amaranth Conference, Rodale Press Emmaus PA, 135–141.
- WEBB, D. M. (1985): Seed Germination and Seeding Emergence in *Amaranthus* ssp. MS Thesis, Dep. of Plant and Soil Science, Montana, State University, Bozeman, MT.
- WEBB, D. M., D. W. SMITH and J. SCHULZ-SCHAFER (1987): Amaranth Seeding Emergence as Affected by Seeding Depth and Temperature on a Thermogradient Plate. Agron. J. 79, 23–26.
- WILLIAMS, J. T. and D. BRENNER (1995): Grain amaranth (*Amaranthus species*). In: J. T. WILLIAMS (Ed.): Cereals and Pseudocereals. Chapman and Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras, 129–186.

Anschriften der Verfasser

Univ.-Prof. Dr. Walter Aufhammer, Dr. Ernst Kübler,
Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und
Grünland (340), D-70593 Stuttgart

Eingelangt am 9. Dezember 1997
Angenommen am 17. März 1998