



# Jahresbericht 2003

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Freising



**Impressum:**

**Herausgeber:** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL),  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 8, 85354 Freising

Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

E-mail: [IPZ@LfL.bayern.de](mailto:IPZ@LfL.bayern.de)

Telefon: 08161/71-3637

Fax: 08161/71-5227



**Text und Grafik:** LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 8, 85354 Freising

**Redaktion:** Vizepräsident Dr. F. Keydel, Dr. E. Seigner, B. Baier, D. Hausruckinger,  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

© Copyright: LfL, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung



# **Jahresbericht 2003**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. VORWORT</b>	<b>6</b>
<b>2. AUFGABEN UND ORGANISATION DES INSTITUTES</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Organisation der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ)</b>	<b>8</b>
<b>3. BERICHTE AUS DEN ARBEITSGRUPPEN</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Gewebekulturtechniken (IPZ 1a)</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Genomanalyse und Genquellen (IPZ 1b)</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Gentransfer und GVO-Sicherheitsforschung (IPZ 1c)</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Produktionssysteme und Pflanzenbau Getreide (IPZ 2a)</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Züchtungsforschung Winter- und Sommergerste (IPZ 2b)</b>	<b>22</b>
<b>3.6 Züchtungsforschung Weizen und Hafer (IPZ 2c)</b>	<b>25</b>
<b>3.7 Zuchtmethodik und Biotechnologie bei Getreide (IPZ 2d)</b>	<b>28</b>
<b>3.8 Pflanzenbausysteme, Züchtungsforschung und Beschaffenheitsprüfung bei Kartoffeln (IPZ 3a)</b>	<b>30</b>
<b>3.9 Zuchtmethodik und Biotechnologie Kartoffeln (IPZ 3b)</b>	<b>33</b>
<b>3.10 Pflanzenbausysteme bei Öl- und Eiweißpflanzen und Zwischenfrüchten (IPZ 3c)</b>	<b>37</b>
<b>3.11 Pflanzenbausysteme bei Heil- und Gewürzpflanzen (IPZ 3d)</b>	<b>40</b>
<b>3.12 Pflanzenbausysteme, Produktionstechnik und Sortenfragen bei Futterpflanzen und Wechselgrünland (IPZ 4a)</b>	<b>43</b>
<b>3.13 Züchtungsforschung bei Futterpflanzen und Leguminosen (IPZ 4b)</b>	<b>46</b>
<b>3.14 Bewirtschaftungssysteme und Produktionstechnik bei Dauergrünland (IPZ 4c)</b>	<b>49</b>
<b>3.15 Pflanzenbausysteme und Züchtungsforschung bei Silo- und Körnermais (IPZ 4d)</b>	<b>51</b>
<b>3.16 Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a)</b>	<b>55</b>
<b>3.17 Pflanzenschutz im Hopfenbau (IPZ 5b)</b>	<b>57</b>
<b>3.18 Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)</b>	<b>60</b>
<b>3.19 Hopfenqualität und –analytik (IPZ 5d)</b>	<b>63</b>
<b>3.20 Amtliche Saatenanerkennung (IPZ 6a)</b>	<b>65</b>
<b>3.21 Verkehrs- und Betriebskontrollen (IPZ 6b)</b>	<b>68</b>

<b>3.22 Beschaffenheitsprüfungen Saatgut (IPZ 6c)</b>	<b>70</b>
<b>3.23 Saatgutforschung und Proteinelektrophorese (IPZ 6d)</b>	<b>72</b>
<b>3.24 Versuchskoordination und Biometrie (IPZ VK)</b>	<b>75</b>
<b>4. LAUFENDE FORSCHUNGSPROJEKTE AUS DRITTMITTELN</b>	<b>77</b>
<b>5. KOOPERATIONEN</b>	<b>80</b>
<b>6. ÖFFENTLICHKEITSARBEIT DES IPZ</b>	<b>84</b>
<b>6.1 Fachinformationen in schriftlicher Form</b>	<b>84</b>
<b>6.2 Informationen für die breite Öffentlichkeit bzw. für Fachkreise</b>	<b>84</b>
<b>6.3 Aus- und Fortbildung von Wissenschaftlern und Fachkräften</b>	<b>84</b>
<b>7. MITGLIEDSCHAFTEN</b>	<b>91</b>
<b>8. EHRUNGEN</b>	<b>93</b>

# 1. Vorwort

Das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) der neu gegründeten Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ist im Prinzip die Nachfolgeorganisation der früheren Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. Es unterscheidet sich im Vergleich dazu durch zwei wesentliche organisatorische Neuerungen.

Hinzugekommen ist der gesamte Bereich der Hopfenforschung in Hüll mit den Arbeitsgruppen Produktionstechnik, Pflanzenschutz, Pflanzenzüchtung/Biotechnologie und Qualitätsanalytik. Diese Neuerung stellt einen fachlichen Gewinn für IPZ dar, weil die Hopfenforschung auf einem hohen Niveau eine weltweite Bedeutung besitzt. Als zweite wesentliche Änderung wurde die Sonderarbeitsgruppe Versuchskoordination, Biometrie dem Institut zugeordnet, wodurch deutliche Synergieeffekte bei der Bewältigung des regionalisierten Versuchswesens in Bayern als bedeutende Datenbasis für die Pflanzenbauberatung erwartet werden können.

Die "flache" Organisation ist fruchtarten- und produktorientiert aufgebaut. Die Forschungs- und Beratungstätigkeit sowie der Hoheitsvollzug finden in Arbeitsgruppen statt, die in der Regel von einem Wissenschaftler geführt werden und denen ein den Aufgaben entsprechendes Mitarbeiterteam zugeordnet ist. Durch diese Voraussetzungen stellt das Institut die zentrale Facheinrichtung für alle pflanzenbaulichen Fragestellungen in Bayern dar.

Trotz erheblicher Personalkürzungen wird versucht, über entsprechende Forschungsarbeiten die anstehenden Probleme zu lösen und ein hohes fachliches Niveau zu halten. Dies ist bislang aufgrund der Einsatzfreude aller Mitarbeiter möglich. Eine weitere wesentliche Voraussetzung dafür ist, dass wir trotz verminderter Ressourcen für die Kernaufgaben erreichen, zusätzliche Forschungskapazitäten an der Peripherie über die Einwerbung von Drittmittelprojekten zu erschließen. Dies gelingt derzeit wegen der hohen Kompetenz der wissenschaftlichen Mitarbeiter relativ gut.

Über einen Teil dieser 32 fremdfinanzierten Forschungsprojekte und über Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen des Instituts wird in Kurzdarstellungen berichtet. Der geneigte Leser möge daraus die Breite und Tiefe des fachlichen Niveaus im IPZ erkennen. Wir haben versucht, trotz der schwierigen Zeit einen hohen Fachstandard zu halten zur Förderung der Landeskultur, zum Wohle der Verarbeiter und der Verbraucher und zur Schonung der Umwelt. Wir streben an, soweit die notwendigen Ressourcen erhalten bleiben, unserem vielfältigen Klientel weiterhin als kompetente und verlässliche Partner zur Seite zu stehen.

Allen Mitarbeitern sei an dieser Stelle für ihr nicht nachlassendes Engagement gedankt. Dem Institut wünsche ich viel Erfolg und eine gute Zukunft.

Dr. F. Keydel  
Vizepräsident



Technologie P I – eine von vier Technologien des IPZ

## 2. Aufgaben und Organisation des Institutes

### 2.1 Organisation der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

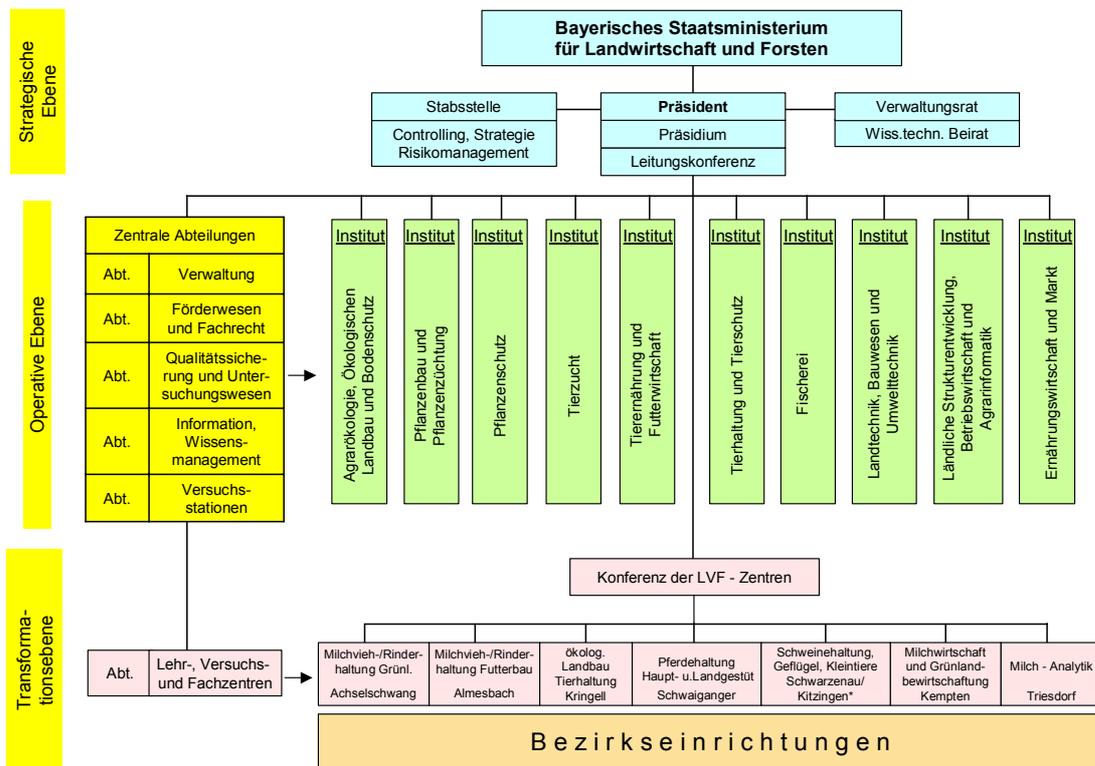
Durch Beschluss des Bayerischen Ministerrates wurde zum 1. Januar 2003 die neue Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft gegründet. Sie vereint die ehemaligen Landesanstalten für Bodenkultur und Pflanzenbau, für Tierzucht, für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, für Ernährung, für Fischerei und für Landtechnik. Am 01.01.2004 wurden die Lehr-, Versuchs- und Fachzentren an die LfL angeschlossen.

Damit sind die organisatorischen Voraussetzungen geschaffen, um an die erfolgreichen praxisnahen Forschungsarbeiten der Vorgängerinstitutionen mit ihrem überaus wirkungsvollen Einfluss auf die positive Entwicklung der Landeskultur in Bayern nahtlos anzuschließen und für die Zukunft zu sichern.

Die Organisationsstruktur unterscheidet

- eine strategische Ebene für die Leitung und Gesamtausrichtung der LfL,
- eine operative Ebene, auf deren Basis zehn relativ unabhängige Institute praxisorientierte wissenschaftliche Erkenntnisse für Politik- und Praxisberatung sowie für den einschlägigen Hoheitsvollzug erarbeiten, unterstützt durch fünf zentrale Abteilungen (Servicebereich) und
- eine Transformationsebene mit sieben regionalen Lehr-, Versuchs- und Fachzentren, die Aus- und Fortbildung sowie Versuchstätigkeiten wahrnehmen.

Organigramm der LfL, Stand Februar 2004



\* Geflügel, Kleintiere (Kitzingen) bis auf weiteres dem Institut für Tierhaltung und Tierschutz zugeordnet.

## **2.2 Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ)**

Das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung ist das zentrale bayerische Kompetenzzentrum für die angewandte pflanzenbauliche Forschung. Es entwickelt innovative, praxisgerechte Anbau- und Bewirtschaftungssysteme bei Getreide, Öl- und Eiweißpflanzen, Hackfrüchten, Futterpflanzen, Grünland und Sonderkulturen. Es dokumentiert, sichert und verbessert die genetischen Ressourcen wichtiger Fruchtarten. Das Institut arbeitet auf den Gebieten anwendungsorientierte Pflanzenbauforschung, angewandte Pflanzenzüchtung, Biotechnologie, Genomanalyse und Genomik, Gentransfer, Biometrie, Saatgutforschung, genetische Sicherheit, Pflanzenphysiologie und fachlicher Hoheitsvollzug.

Es liefert fachliche Grundlagen für politische Entscheidungen, erarbeitet aktuelle Fachinformationen für die Beratung, für Handel, Züchter, Verarbeiter und Verbraucher und vollzieht einschlägige Hoheitsaufgaben.

### **2.2.1 Ziele**

Das Institut ist in Forschung und Dienstleistung folgenden Zielen verpflichtet:

- Entwicklung nachhaltiger Systeme des Pflanzenbaus für die unterschiedlichen Anbauregionen Bayerns (Förderung der Landeskultur)
- Verbesserung von Produktqualität, Produktsicherheit und Verbraucherschutz bei pflanzlichen Erzeugnissen
- Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Landwirtschaft durch eine leistungsfähige pflanzliche Primärproduktion einschließlich Sonderkulturen (z.B. Hopfen, Heil- und Gewürzpflanzen)
- Nutzung genetischer Ressourcen, insbesondere im Bereich der Resistenz- und Qualitätseigenschaften sowie der Ertragsstabilität als Grundlage für die Umsetzung von Zuchtzielen in der mittelständischen bayerischen Pflanzenzüchtung
- Erhalt der Agrarproduktion zur Wahrung der bayerischen Kulturlandschaft und zur Absicherung der Nahrungsmittelerzeugung in Krisenzeiten.

### **2.2.2 Aufgaben**

- Sammlung, Auswertung und Bereitstellung des aktuellen Wissensstandes in den Bereichen Pflanzenbau auf Acker- und Grünland, Pflanzenzüchtung, Bio- und Gentechnologie
- Prüfung, Bewertung und Entwicklung pflanzenbaulicher Innovationen in den Bereichen Produktionssysteme, Sorten und Pflanzengesellschaften (Verbesserung der Landeskultur)
- Weiterentwicklung des pflanzenbaulichen Versuchswesens für die unterschiedlichen Bedürfnisse regionalspezifischer Produktionssysteme, der Züchtungsforschung und der Sortenbeurteilung
- Bestandsaufnahme, Langzeitbeobachtung und Erschließung genetischer Ressourcen für gesunde, qualitativ hochwertige Pflanzen zur Nahrungs-, Futter- und Rohstoffproduktion
- Lösung agrarökologischer und phytosanitärer Probleme bei Getreide, Mais, Kartoffel, Hopfen, Futter- und Eiweißpflanzen durch gezielte züchterische Verbesserung von Anbau- und Resistenzeigenschaften
- Gewinnung und Umsetzung von Erkenntnissen der Bio- und Gentechnik als effiziente Hilfsmittel für die Qualitäts- und Resistenzzüchtung
- Adaptierung und Verbesserung von gentechnischen Verfahren zur Sicherung der technologischen Kompetenz und der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit der Pflanzenzüchtung in Bayern
- Vollzug fachlicher Rechtsvorschriften im Bereich Saatenanerkennung und Verkehrs- und Betriebskontrollen (EU-Recht, Saat-G, SaatVerkG, DüngMG, PflSchG)
- Erarbeitung von Beratungsgrundlagen zur Ausrichtung der Pflanzenbau- und Sortenberatung in Bayern; Ausübung der Leitlinienkompetenz
- Bereitstellung von pflanzenbaulichen Fachinformationen für Beratungszwecke in Publikationen, LfL-Schriften und im Internet
- Fachliche Betreuung pflanzenbaulicher Selbsthilfeeinrichtungen und Fachorganisationen, insbesondere auf dem Gebiet der Qualitätserzeugung.

Zur Erfüllung der Aufgaben stehen dem Institut das bayernweite staatliche Versuchswesen, Monitoringprogramme, eigene Versuchsflächen, moderne Labore, Klimakammern, Gewächshäuser, diverse Untersuchungseinrichtungen und langzeitentwickelte genetische Ressourcen zur Verfügung.

# Organisationsplan des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung



Institutsleitung: Vizepräsident Dr. Keydel

Stellv. Leiter: Dr. Baumer

Stand: 01.07.2003

**Sonderarbeitsgruppe IPZ VK:**  
Versuchskoordination, Biometrie (Graf)

		<b>IPZ 1</b> Arbeitsbereich <b>Biotechnologie der Pflanzenzüchtung</b>	<b>IPZ 2</b> Arbeitsbereich <b>Getreide</b>	<b>IPZ 3</b> Arbeitsbereich <b>Hackfrüchte, Öl- und Eiweißpflanzen, Heil- u. Gewürzpflanzen</b>	<b>IPZ 4</b> Arbeitsbereich <b>Futterpflanzen, Mais, Grünland</b>	<b>IPZ 5</b> Arbeitsbereich <b>Hopfen</b>	<b>IPZ 6</b> Arbeitsbereich <b>Amtliche Saaten- anerkennung, Verkehrskontrollen</b>
		Koordinator: Dr. Daniel	Koordinator: Dr. Baumer	Koordinator: Dr. Hepting	Koordinator: Dr. Eder	Koordinator: Engelhard	Koordinator: Kupfer
<b>Arbeitsgruppen</b>	<b>a</b>	Gewebekultur- techniken  Dr. Daniel	Pflanzenbausysteme bei Getreide  Dr. Doleschel	Pflanzenbausysteme, Züchtungsforschung und Beschaffenheitsprüfung bei Kartoffeln Dr. Hepting	Pflanzenbausysteme bei Futterpflanzen u. Wech- selgrünland  Dr. Hartmann	Hopfenbau, Produkti- onstechnik  Portner	Amtliche Saatenaner- kennung  Kupfer
	<b>b</b>	Genomanalyse, Gen- quellen  Dr. Schweizer	Züchtungsforschung Winter- und Sommer- gerste  Dr. Baumer	Züchtmethodik und Biotechnologie Kartof- feln  Dr. Schwarzfischer	Züchtungsforschung bei Futterpflanzen und Le- guminosen  Dr. Hartmann	Pflanzenschutz im Hopfenbau  Engelhard	Verkehrs- und Be- triebskontrollen  Dittmann
	<b>c</b>	Gentransfer, GVO- Sicherheitsforschung Dr. Müller Genkonstrukte N.N.	Züchtungsforschung Weizen und Hafer  Dr. Zimmermann	Pflanzenbausysteme bei Zuckerrüben, Öl- u. Eiweißpflanzen und Zwischenfruchtanbau Aigner	Bewirtschaftungssyste- me und Produktions- technik bei Dauergrün- land Dr. Diepolder	Züchtungsforschung Hopfen  Dr. Seigner	Beschaffenheitsprü- fung Saatgut  (Dr. Killermann)
	<b>d</b>	Bioinformatik  (N.N.)	Züchtmethodik und Biotechnologie Ge- treide  Dr. Hartl	Pflanzenbausysteme bei Heil- und Gewürzpflan- zen  Prof. Dr. Bomme	Pflanzenbausysteme und Züchtungsforschung bei Körner- u. Silomais  Dr. Eder	Hopfenqualität und -analytik  Dr. Kammhuber	Saatgutforschung und Proteinelektrophorese  Dr. Killermann

### 3. Berichte aus den Arbeitsgruppen

#### 3.1 Gewebekulturtechniken (IPZ 1a)

Aufgabe der Arbeitsgruppe ist die anwendungsorientierte Forschung zur Entwicklung und Optimierung von Gewebekulturtechniken bei landwirtschaftlich genutzten Kulturarten. Im Vordergrund dieser Arbeiten steht die Entwicklung von doppelhaploiden Pflanzen bei den Getreidearten zur Unterstützung von Zuchtprogrammen und als Ausgangsmaterial für die Entwicklung molekularer Marker in der Genomanalyse und Proteinelektrophorese. Neben dieser Aufgabe befasst sich die Arbeitsgruppe mit der Entwicklung von Gewebekulturtechniken zur vegetativen in vitro Vermehrung und Langzeitlagerung bei Heil- und Gewürzpflanzen im Rahmen von Zuchtprogrammen. Ein weiterer Aufgabenbereich beinhaltet mikroskopische und flowcytometrische Untersuchungen der in vitro erzeugten Pflanzen.

#### Effizienz der Weizen x Mais-Methode bei der Erstellung von doppelhaploiden Weizenpflanzen ausgehend von F<sub>1</sub>-Pflanzen.

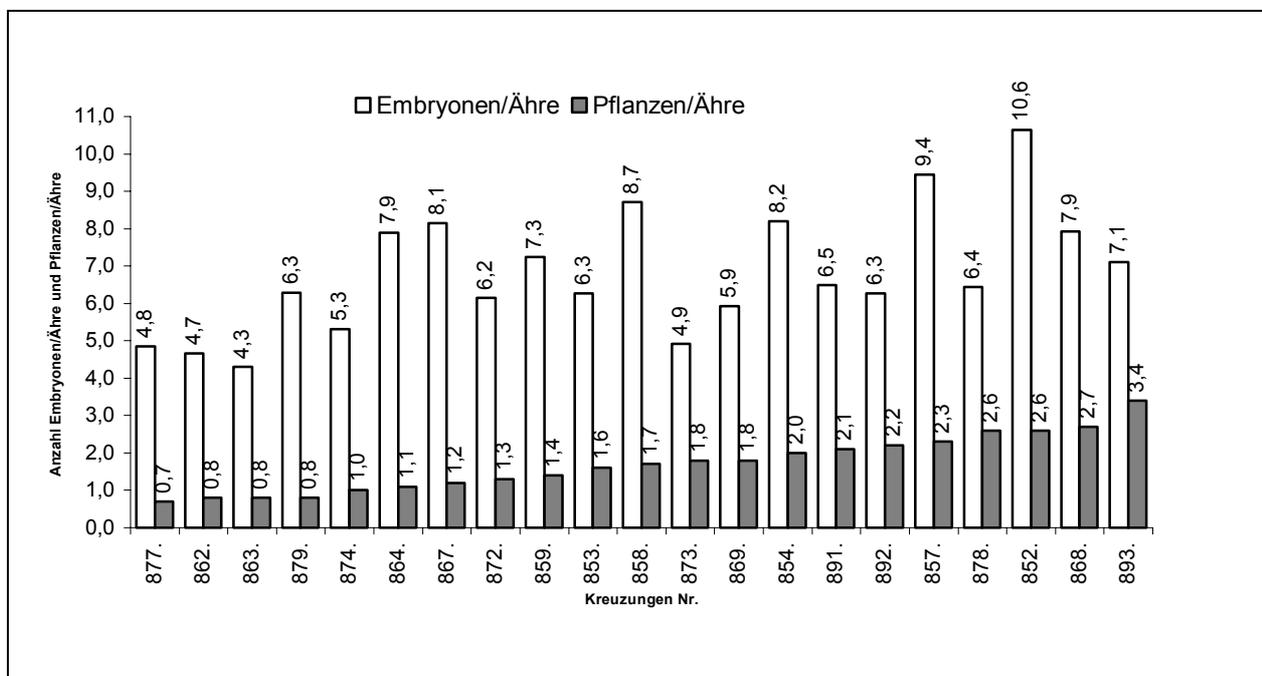


Abb. 1: Weizen x Mais- Methode: Embryonenbildung und Regenerationsrate von 21 Kreuzungen

#### Zielsetzung

Nach vorangegangener Etablierung der 'Weizen x Mais-Methode' an Zuchtsorten sollte die Effizienz der Methode an F<sub>1</sub>-Pflanzen von 21 Kreuzungen geprüft werden. Ausgehend von den Ergebnissen soll entschieden werden, ob die 'Weizen x Mais-Methode' die bisher zur Erzeugung doppelhaploider Pflanzen angewandte 'Antherenkultur' in der praktischen Züchtung ersetzen kann.

#### Methode

Die Untersuchungen wurden im Mai 2003 begonnen und die Regeneration von haploiden Pflanzen ist abgeschlossen. Nach erfolgter Anzucht wurden die F<sub>1</sub>-Weizenpflanzen 1-2 Tage vor der Anthesis kastriert und zwei Tage später mit einem Pollengemisch der Zuckermaissorten 'Tasty Sweet' und 'Rival' bestäubt. Die Hormonbehandlung der bestäubten Ähren durch Injektion in den Weizenhalm oberhalb des letzten Nodiums mit einem Gemisch aus Benzylaminopurin (20 ppm) und Dicamba (100 ppm) erfolgte einen Tag nach der Bestäubung. 15-18 Tage nach der Bestäubung wurden die Ähren geerntet und die gebildeten Karyopsen entnommen, mit Natriumhypochlorid oberflächensterilisiert und die gebildeten haploiden Embryonen unter sterilen Bedingungen in Petrischalen auf Nährmedium überführt. Während

der nächsten 2-3 Wochen wurden die Embryonen in Dunkelheit bei 25°C kultiviert. Anschließend wurden die sprossbildenden Embryonen in größere Kulturgefäße umgesetzt und unter Lichtbedingungen bei 22°C bis zum 3-4 Blattstadium kultiviert bevor sie in Töpfe mit Torfsubstrat überführt und im Gewächshaus weiterkultiviert wurden. Erfasst wurde pro Genotyp die Anzahl verwendeter Ähren, gebildeter Embryonen und regenerierter Pflanzen.

### Ergebnisse

Von den 21 Kreuzungen wurden 2288 Ähren bearbeitet. Je nach Spenderpflanzenanzahl pro Kreuzung variierte die Ährenzahl zwischen 72 und 141 Ähren, die zur Erzeugung der haploiden Pflanzen verwendet werden konnten. Insgesamt konnten 15.365 Embryonen gewonnen werden. Pro Ähre wurden durchschnittlich 6,7 Embryonen (4,3-10,6 je nach Kreuzung; s. Abb.1) explantiert und in vitro kultiviert. Zu haploiden Pflanzen regenerierten 3897 Embryonen, dies entspricht einer Regenerationsrate von 1,7 Pflanzen pro Ähre, bei einer Spannweite von 0,7 bis 3,4 Pflanzen/Ähre in Abhängigkeit von der jeweiligen Kreuzung (s. Abb.1). Verglichen mit der Regenerationsrate von durchschnittlich 0,5 Pflanzen/Ähre wie sie bei Verwendung der Antherenkultur in den letzten 8 Jahren erreicht wurde, können über die 'Weizen x Mais-Methode' somit dreimal soviel Pflanzen pro Ähre regeneriert werden. Die absolute Anzahl an haploiden Pflanzen pro Kreuzung betrug bei der 'Weizen x Mais-Methode' zwischen 77 und 478 Pflanzen. Dem gegenüber war die absolute Zahl regenerierter Pflanzen bei der Antherenkultur pro Kreuzung geringer, bei einigen Kreuzungen konnten nur 30 Pflanzen oder weniger regeneriert werden. Zur effektiven Nutzung des Potenzials der Haploidiezüchtung in der praktischen Weizenzüchtung sollten bei vertretbarem Aufwand pro Kreuzung 100 doppelhaploide Pflanzen als Ausgangspunkt neuer Linien zur Verfügung stehen, damit die Variabilität der Kreuzung ausreichend gewährleistet ist. Mit durchschnittlich 110 haploiden Pflanzen pro Kreuzung, bei einem Verlust von ca. 10 % durch die Colchizinbehandlung zur Erzeugung von doppelhaploiden Pflanzen, konnte diese Vorgabe im vorliegenden Versuch überwiegend erfüllt und teilweise sogar weit übertroffen werden. In der praktischen Weizenzüchtung wird daher zukünftig die 'Weizen x Mais-Methode' eingesetzt werden.

Projektleitung: Dr. G. Daniel

Bearbeitung: A. Baumann

### Einsatz von Colchizin während der Regenerationsphase haploider Embryonen aus der 'Weizen x Mais-Methode' zur Erzeugung doppelhaploider Weizenpflanzen

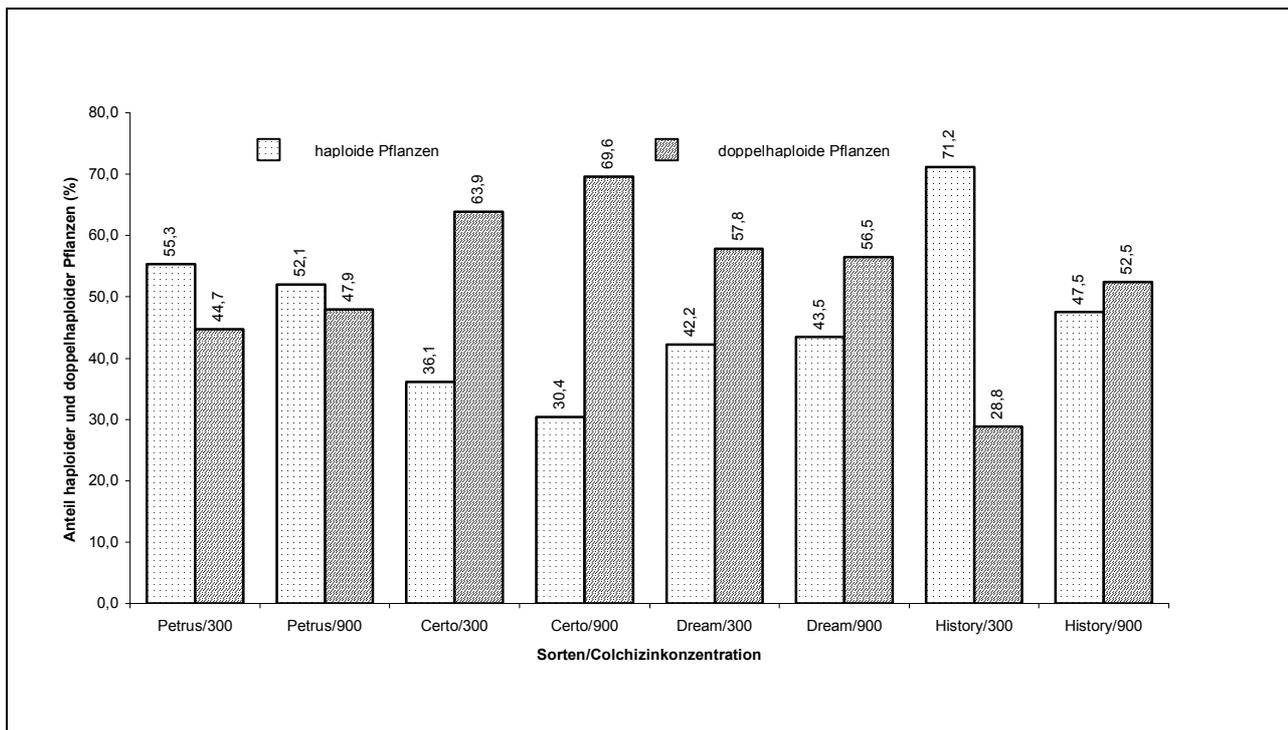


Abb. 2: Weizen x Mais-Methode: Anteil haploider und doppelhaploider Pflanzen

### Zielsetzung

Bei der Erzeugung doppelhaploider Weizenpflanzen über die 'Weizen x Mais-Methode' erfolgt zunächst die Regeneration haploider Pflanzen. In einem weiteren Schritt wird bei diesen Pflanzen der einfache Chromosomensatz durch Colchizinbehandlung verdoppelt, damit die Reifeteilung erfolgen kann und die Pflanzen fertil werden. In dem vorliegenden Versuch sollte geprüft werden, ob eine Colchizinbehandlung bereits in vitro während der Pflanzenregeneration erfolgreich durchgeführt werden kann.

### Methode

Die über die 'Weizen x Mais-Methode' entwickelten haploiden Embryonen von vier Winterweizensorten ('Petrus', 'Certo', 'Dream', 'History') wurden auf colchizinhaltigen Regenerationsmedien kultiviert. Geprüft wurden drei Colchizinkonzentrationen: 0, 300 und 900 mg/l Nährmedium. Im 3-bis 4-Blattstadium wurde die Ploidiestufe der Regenerate der Colchizinvarianten flowcytometrisch untersucht. Erfasst wurde die Anzahl kultivierter Embryonen, regenerierter Pflanzen und die Anzahl haploider und doppelhaploider Pflanzen (DH).

### Ergebnisse

Insgesamt wurden 2.704 Embryonen, davon 1.778 auf colchizinhaltigem Nährmedium, kultiviert. Pro Colchizinvariante wurden von den Sorten 'Petrus' 294, 'Certo' 180, 'Dream' 183 und 'History' 251 Embryonen kultiviert. Von den 2.704 Embryonen regenerierten insgesamt 1.288 zu Pflanzen (47,6 %). Die höchsten Regenerationsraten wurden, bezogen auf die drei Colchizinvarianten, mit Embryonen der Sorte 'Certo' erzielt. Die Zugabe von Colchizin zum Regenerationsmedium führte bei 'Certo', wie auch bei den anderen Sorten, zu niedrigeren Regenerationsraten. Während in der 0-Variante 73,7 % der Embryonen der Sorte 'Certo' regenerierten, waren es bei den Colchizinkonzentrationen 300 bzw. 900 mg/l Nährmedium mit 63,9 bzw. 62,0 % ca. 10 % weniger Regenerate pro 100 Embryonen. Bei den Sorten 'Petrus', 'Dream' und 'History' regenerierten ebenfalls die meisten Embryonen auf colchizinfreiem Medium zu Pflanzen. Der Verlust an Embryonen durch die Colchizinbehandlung belief sich bei diesen drei Sorten auf 7,7 bis 28,9 %. Von den 964 auf colchizinhaltigem Medium regenerierten Pflanzen wurden 557 Pflanzen flowcytometrisch auf ihren Ploidiegrad (haploid, doppelhaploid) untersucht. Der höchste Prozentsatz an DH's mit 69,9 % wurde bei der Sorte 'Certo' und einer Colchizinkonzentration von 900 mg/l Medium erreicht. Die geringste Rate an DH's mit 28,8 % ergab die Kombination Sorte 'History' und einer Colchizinkonzentration von 300 mg/l Medium. Der Prozentsatz an DH's der Sorten 'Petrus' und 'Dream' lag für beide Colchizinkonzentrationen zwischen 45 bzw. 57 % (s. Abb. 2). Im Durchschnitt der vier Sorten wurden 53,8 % der flowcytometrisch untersuchten Pflanzen als doppelhaploid eingestuft. Da die Regeneration der Embryonen zu Pflanzen durch die Colchizinbehandlung je nach Sorte mehr oder weniger stark eingeschränkt war und somit eine Wechselbeziehung zwischen der Regenerationsfähigkeit einer Sorte und der Colchizinbehandlung angenommen werden kann, ist diese Methode zur Erzeugung doppelhaploider Weizenpflanzen in der praktischen Züchtung mit F<sub>1</sub>-Pflanzen als Ausgangsmaterial nach den derzeitigen vorliegenden Ergebnissen nicht zu empfehlen.

Projektleitung: Dr. G. Daniel

Bearbeitung: A. Baumann, S. Schmucker (FH-Praktikantin)

## **3.2 Genomanalyse und Genquellen (IPZ 1b)**

Die Aufgaben der Arbeitsgruppe Genomanalyse und Genquellen sind:

- Angewandte Züchtungsforschung mit Hilfe molekulargenetischer Methoden
- Genomanalytische Erfassung genetischer Ressourcen
- Entwicklung und Evaluierung diagnostischer Selektionsmarker
- Entwicklung und Durchführung Marker-unterstützter „prebreeding“ Programme
- NIL-Entwicklung für spezifische Resistenz- und Qualitätsgene
- Gen-Expressionsanalysen
- Beratung praktischer Zuchtbetriebe

Das Genomanalyselabor beschäftigt sich mit der genauen Erfassung und Selektion genetisch bedingter Eigenschaften von Kulturpflanzen. Mit den Techniken des genetischen Fingerabdrucks ist die Genomana-

lyse in der Lage, komplexe Eigenschaften wie Brau-, Back- und Chipsqualität oder wie Resistenz gegen Globalstrahlung, Stress, Pilze, Bakterien, Viren usw. in ihre einzelnen, für deren Expression verantwortliche Genorte aufzulösen. Basierend auf diesen Ergebnissen wird ein einfacher und sicherer Selektionstest entwickelt. Die Methoden reichen von Einzelgen- und Bulk Segregant-Analysen (BSA) über QTL-Analysen (Quantitative Trait Locus) zu Assoziationsstudien und Kandidatengenansätzen.

Das Genomanalyselabor hat hierfür im Sinne eines Zentrallabors sichere und schnell anzuwendende PCR-Techniken für alle Kulturpflanzen in seinem Anwendungsrepertoire. Hierzu gehören z.B. die SSR - (Simple Sequence Repeats = Mikrosatelliten), die STS-PCR- (Sequence Tagged Sites) und die AFLP-Technik (Amplified Fragment Length Polymorphism). In 2003 neu etabliert wurde die SNP-Technik (Single Nukleotid Polymorphism). Sie ermöglicht die Selektion spezifischer Allele allein aufgrund von Einzelnukleotid-Unterschieden im jeweiligen Allel und wird mittels eines Pyrosequencers im Labor durchgeführt. Ein wichtiges Standbein im Bereich der „Genomik“ ist die Expressionsanalyse. Mit ihrer Hilfe können die für die Merkmalsausprägung verantwortlichen Gene direkt erfasst, als Markertest umgewandelt und dann sofort für die Selektion des entsprechenden Merkmals eingesetzt werden.

Derzeit werden in vielfältigen Kooperationen Projekte mit den Fruchtarten Gerste, Weizen, Kartoffel, Hopfen, Gräser u.a. bearbeitet. Im folgenden sind beispielhaft 3 Forschungsprojekte der AG Genomanalyse beschrieben, weitere Kooperationen sind den jeweiligen AG-Berichten zu entnehmen.

## **Markerentwicklung für ein unbekanntes *Rhynchosporium secalis* Resistenzgen bei Gerste**

### Zielsetzung

Die Blattfleckenkrankheit ist eine bedeutende Krankheit der Gerste und führt zu starken Ertrags- und Qualitätseinbußen. Das Projekt soll zu einer Verbesserung des derzeit sehr niedrigen Resistenzniveaus im aktuellen Sommergerstenmaterial und zu einer schnellen Integration der in der Literatur beschriebenen Resistenzquellen, deren Adaptionsgrad für die Praxis nicht ausreichend ist, führen.

Ziel ist es, neue wirksame Resistenzgene zu finden und diagnostische Selektionsmarker zu entwickeln. Unter Einsatz der markergestützten Selektion sollen diese Resistenzgene schnell und zielgerichtet über konventionelle Züchtungs- bzw. über Pyramidisierungsprogramme integriert und angereichert werden.

### Methode

Zur Analyse eines *R. secalis* - Resistenzgens wurde eine Kartierungspopulation von 129 DH-Linien (Gewebekulturlabor IPZ 1a) mit dem Resistenzdonor CI8288 und der anfälligen Sorte 'STEFFI' erstellt. Die Überprüfung der *R. secalis* - Resistenz erfolgte durch künstliche Inokulation (Pilzisolat Sachs147/1) unter Gewächshausbedingungen. Die molekulare Kartierung wurde unter Einsatz der Bulk Segregant Analyse und der AFLP-Technologie durchgeführt.

### Ergebnisse

Das Spaltungsverhältnis des Resistenzgens in der Population zeigt die Vererbung eines einzelnen, im Gewächshaus sehr gut wirksamen Resistenzgens an. Mit Hilfe vorhandener Selektionsmarker konnten die bislang bekannten *R. secalis*-Resistenzgenorte „*Rh2*“ und „*Rh*“ ausgeschlossen werden. Der Resistenzdonor CI8288 trägt damit ein neues, bislang nicht kartiertes und züchterisch ungenutztes Resistenzgen.

Die mit dem Programm „MAPMAKER“ durchgeführte Markeranalyse kartierte 4 AFLP-Marker aus der Bulk Segregant Analyse in einem engen Abstand zum *Rh*<sub>8288</sub>-Resistenzgen. Das *Rh*<sub>8288</sub>-Resistenzgen konnte mit Hilfe von Mikrosatelliten-Markern dem Chr. 2H der Gerste zugeordnet werden, einem Genort der bislang in der Resistenzzüchtung unbekannt war. Mit der Entwicklung eines diagnostischen Selektionsmarkers wurde bereits begonnen.

Projektleitung: Dr. G. Schweizer

Bearbeitung: Dr. G. Schweizer, Dr. M. Herz, S. Mikolajewski, M. Brenner

## Selektion auf Allele für hitzestabile $\beta$ -Amylase unter Anwendung der Pyrosequencing-Technik

### Zielsetzung

Ein publizierter Marker für einen Einzelnukleotid Polymorphismus (SNP) im Gen für das Stärke abbauende Enzym  $\beta$ -Amylase in Gerste sollte auf die Methode des Pyrosequencing übertragen und in Kreuzungsprogrammen am IPZ eingesetzt werden. Für das Enzym  $\beta$ -Amylase existieren vier Allele, von denen zwei eine erhöhte Stabilität des Enzyms gegenüber hohen Temperaturen bewirken. Mit der SNP-Marker Technologie soll die effiziente Selektion auf diese Allele optimiert werden. Die dadurch mögliche Bestimmung des Anteils wünschenswerter Allele im Rohstoff Braugerste stellt einen wichtigen Beitrag zur Qualitätssicherung in der Mälzerei und Brauerei dar.

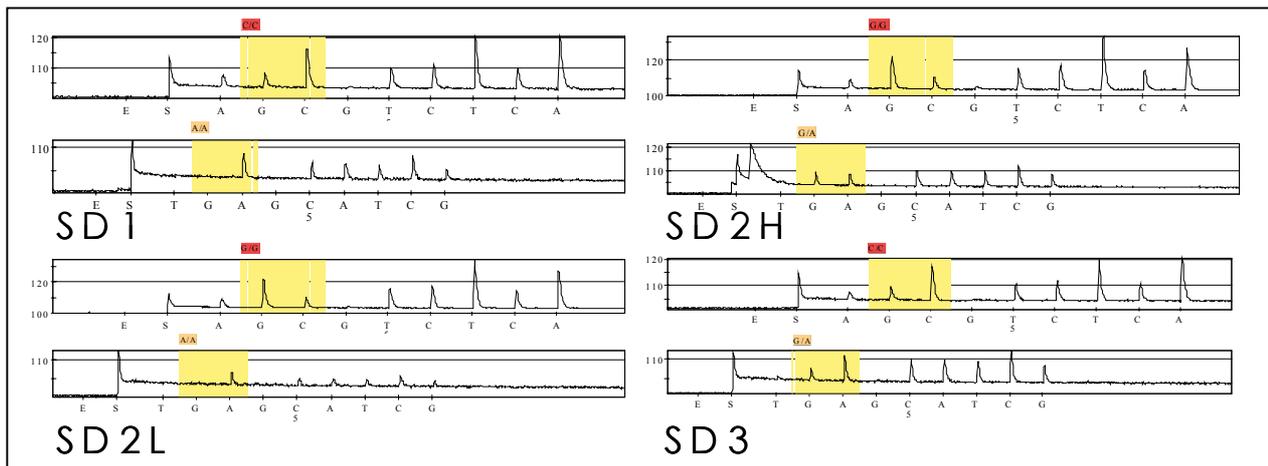


Abb. 1: Identifizierung von vier Allelen des *Bmy1* Locus mittels Pyrosequencing.

### Methode

Publizierte Sequenzen im Zusammenhang mit dem SNP im Gen für die  $\beta$ -Amylase wurden genutzt, um die Detektion der SNPs mit dem Pyrosequencer zu ermöglichen.

Zur Evaluierung dieser Marker auf ihre Anwendbarkeit in der Praxis wird die Methode bereits zur Selektion in Züchtungsprogrammen der Gerste eingesetzt.

### Ergebnisse

Mit der Pyrosequencing-Technik lassen sich alle vier Allele des Gens für die  $\beta$ -Amylase unterscheiden (Abb. 1). In Zusammenarbeit mit IPZ 2d wurde ein repräsentatives Sortiment von Gerstenherkünften auf Anwesenheit der einzelnen Allele untersucht. In mitteleuropäischen Sommerbraugersten liegt überwiegend das Allele SD 1 vor. Futtergersten sowie Winterbraugersten besitzen das Allele mit der geringsten Hitzestabilität, SD 2L. Das Allele für erhöhte Hitzestabilität, SD 2H, wurde aus dem asiatischen Raum nach Europa eingeführt, ist jedoch im Zuchtmaterial sehr selten. Das vierte Allele, SD 3 stammt aus einer Wildgerste und ist bisher noch nicht in gezielten Zuchtprogrammen eingesetzt worden.

Die Pyrosequencing Technik ist eine leistungsfähige Methode, um auch große Zahlen von Proben innerhalb kurzer Zeit zu analysieren. Die Entwicklung weiterer SNP Marker auf der Basis von Kandidatengenomen ist damit für die Qualitätssicherung des Rohstoffes Malz von großer Bedeutung und ein vielversprechendes Ziel für die Züchtungsforschung.

Projektleitung: Dr. M. Herz

Bearbeitung: Dr. M. Herz, Dr. L. Hartl, Dr. M. Baumer

## Funktionelle Genomik von Gerstensamen (Projekt GABI SEED)

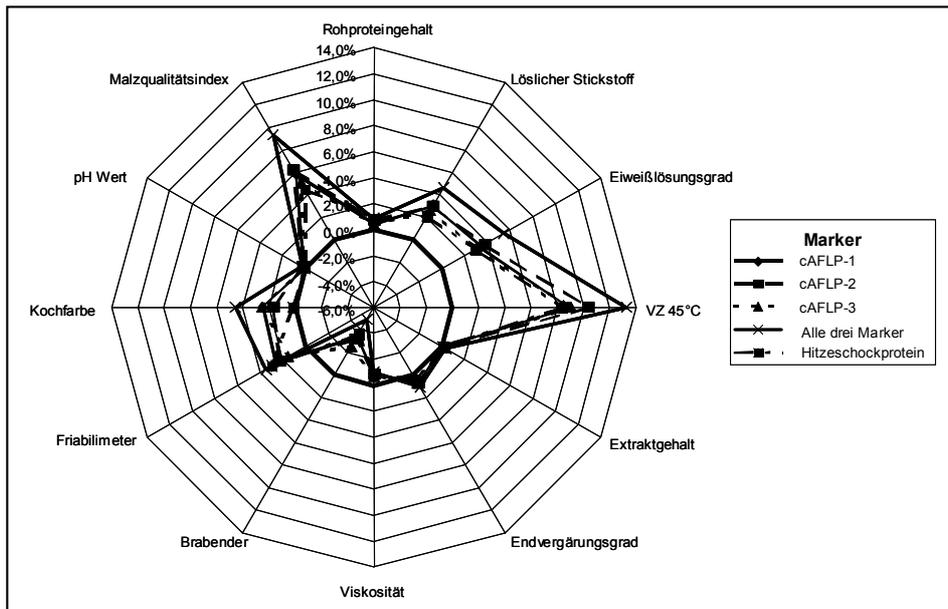


Abb. 2:  
Effekte von vier cDNA-AFLP-Markern auf die Malzqualität. Die Daten entsprechen dem Mittel aus den Versuchsjahren 2000 und 2001. Analysiert wurde das QTL-Intervall auf Chromosom 6H. Die 0 % Linie entspricht dem Mittel der Population.

### Zielsetzung

Das vom BMBF finanzierte Forschungsprojekt „GABI-Seed“ befasst sich mit der Funktionsaufklärung keimender Gerstensamen unter besonderer Berücksichtigung der Mälzung und wird im Rahmen eines Verbundprojektes mit dem IPK-Gatersleben in Kooperation mit IPZ 2b und AQU 4 durchgeführt. Auf Grundlage der am IPZ erstellten QTL-Referenzkarte für Malzqualität sowie durch gezielt entwickeltes Zuchtmaterial und Einsatz der Expressionsanalyse sollen neue Gene für Brauqualität identifiziert und spezifische Selektionsmarker für die Braugerstenzüchtung entwickelt werden. Ziel ist die Qualitätssicherung des Malzes als hochwertiger Rohstoff für eine gleichbleibende Bierqualität und die Aufklärung des Einflusses neuer Gene auf die Malzqualität.

### Ergebnisse

Für die vier wichtigsten QTL-Intervalle für Malzqualität der 'ALEXIS'x'STEINA' DH-Population (IPZ 1a) konnten je drei korrespondierende Paare von NILs unter Zuhilfenahme von DNA-Markern selektiert werden.

Für das QTL-Intervall auf dem Chromosom 6 gelang es mit Hilfe der MAGS-Technik cDNA-Abschnitte zu identifizieren, die während der Vermälzung unterschiedlich stark exprimiert werden. Elf dieser Sequenzen wurden detailliert analysiert. Dabei ergaben sich Homologien zu bekannten Genen des Stärkestoffwechsels der Gräser. Überraschend zeigte die Sequenz eines der Fragmente Homologie zur Genfamilie der Hitzeschockproteine. Der Einfluss von Hitzeschockproteinen auf die Brauqualität wird im Zusammenhang mit deren stabilisierender Wirkung auf wichtige Enzyme diskutiert.

Die statistische Verrechnung der differentiellen cDNA-Abschnitte mit den Malzqualitätsdaten innerhalb der QTL-Kartierungspopulation zeigte, dass Linien die das Allel von Alexis exprimierten, überdurchschnittliche Malzqualitätswerte aufwiesen (Abb. 2) und bestätigen damit die Richtung der vorliegenden Arbeit. Diese cDNA-AFLP-Fragmente sind die wichtigste Ausgangsbasis für die Entwicklung funktionaler genetischer Marker, die eine gezielte Selektion auf Malzqualität ermöglichen.

Eine Fortsetzung dieser Arbeit ist für 2004 in „GABI-malt“ geplant.

Projektleitung: Dr. G. Schweizer

Bearbeitung: Dr. M. Herz, S. Mikolajewski

Förderung: BMBF

### 3.3 Gentransfer und GVO-Sicherheitsforschung (IPZ 1c)

Die Arbeiten der Resistenz- und Qualitätsforschung am IPZ sollen in Zukunft auch über das Instrument der Gentechnik unterstützt werden. Die mit Beginn des Jahres 2003 neu etablierte Arbeitsgruppe IPZ 1c beschäftigt sich zunächst mit der Methodenentwicklung zur Transformation von Gerste und in der Folge auch anderer Getreidearten und Mais. Dies geschieht in engem Kontakt zu den Gentransfergruppen von IPZ 3b (Kartoffel) und IPZ 5c (Hopfen), sowie zu den Lehrstühlen für Pflanzenbau, Pflanzenzüchtung und Genetik der TUM-Weihenstephan. Die Arbeiten umfassen zum einen Methoden der Gewebekultur zur *in vitro* Pflanzenregeneration transformierten Embryo(Scutellum)-Zellen, zum anderen molekularbiologische Methoden (u. a. PCR, Klonierung, Southern Blot) zur Genkonstruktentwicklung, zum Transgenachweis oder zum Nachweis des Genprodukts in der Pflanze. Zum Gentransfer werden die *Agrobacterium*- und die Particle Gun-Methode eingesetzt. Auf Markergene, wie z.B. das *bar* Gen, zur Selektion transgener Pflanzen, kann derzeit bei grasartigen Nutzpflanzen nicht verzichtet werden. In einer Kooperation mit der Firma Dornier MedTech wird in einem Nebenprojekt die Eignung von Stoßwellen für den Gentransfer in pflanzliches Gewebe geprüft. Die Anzucht geeigneter Donorpflanzen findet in Gewächshaus und Klimakammer statt. Ein wichtiger Aufgabenaspekt ist die Erschließung von züchterisch relevanten Genen für die gentechnische Verwendung. Dazu sind Kooperationen unter Beachtung der patentrechtlichen Situation notwendig. In einem Projekt mit Genkonstrukten des Weizmann Instituts (Israel) wird versucht, transgene Gerste mit einer verbesserten Aminosäurezusammensetzung im Endosperm zu entwickeln.

Neben der Tätigkeit im Bereich angewandter Forschung übt die Arbeitsgruppe eine beratende Funktion aus. Sie erstellt Unterlagen zu Fragen der Gentechnik und GVO-Sicherheit für die Staatsregierung und beteiligt sich intensiv an der Öffentlichkeitsarbeit des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung.

#### Transformation von Gerste: Methodenentwicklung

Tabelle 1: Transformationsfrequenzen repräsentativer Experimente

Experiment Nr.	Anzahl Explantate (Embryohälften)	Anzahl regenerierter Pflanzen	Anzahl Pflanzen mit positivem GUS Test	Anzahl Pflanzen mit positivem Basta Test	Transformationsfrequenzen (%)
1	128	2	2	2	<b>1,56</b>
2	134	2	1	2	<b>0,74</b>
3	184	8	6	7	<b>3,26</b>
4	160	7	3	5	<b>1,87</b>
5	170	2	2	2	<b>1,17</b>
6	132	2	2	2	<b>1,51</b>
7	116	2	2	2	<b>1,72</b>
8	123	4	2	2	<b>1,62</b>
9	288	2	2	2	<b>0,69</b>
10	73	6	3	2	<b>2,73</b>
11	171	6	2	3	<b>1,16</b>
12	139	5	2	2	<b>1,43</b>
13	175	4	2	2	<b>1,14</b>
14	111	7	2	2	<b>1,80</b>

#### Zielsetzung

An der LfL soll eine Transformationseinheit für Getreide und Mais etabliert werden. Ziel ist es eine Infrastruktur aufzubauen, mit der es möglich ist, die Transformation grasartiger Nutzpflanzen auf eine verlässliche Basis zu stellen und reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen. Die Nutzung dieser Einrichtung sollte nach verschiedenen Seiten offen sein.

## Methode

Die wichtigste Voraussetzung für gute Transformationsergebnisse sind optimal gewachsene Donorpflanzen. Hierzu werden kontinuierlich Pflanzen der Sommergerste Golden Promise unter kontrollierten Bedingungen in der Klimakammer (16h Licht, 20.000 lux, 15-17°C) angezogen, so dass permanent reifende Ähren verfügbar sind. Zielgewebe für die Transformation mittels *Agrobacterium tumefaciens* sind Zellverbände des Embryos, des Scutellums im speziellen. Ca. 14 Tage nach Anthese werden unreife Gerstenembryonen steril isoliert. Um den Durchwuchs des angelegten Sprosspols und damit auch Chimärenbildung zu vermeiden, wird die Embryonalachse entfernt. Das übrigbleibende embryonale Scutellumgewebe wird anschließend mit einem hochvirulenten *Agrobacterium* Stamm inkubiert, während dessen es zur Genübertragung kommt. Die Regeneration transgener Pflanzen erfolgt über einzelne embryogene Skutellarzellen. Dieser Prozess verläuft über eine langwierige Gewebekulturphase, in der die wachsenden Gewebestücke sukzessive auf verschiedene Festmedien umgesetzt werden, die jeweils Kallus-(4-6 Wochen im Dunkeln, mit 2,5 mg/l 2,4 D), Sproß-(6-8 Wochen im Licht, mit 1 mg/l BAP) und Wurzelwachstum (4 Wochen im Licht, ohne Hormone) induzieren. Für die Methodenetablierung wird ein Genkonstrukt mit 2 verschiedenen Selektionsmarkergenen (*gus* und *bar*) benützt. Das *gus* Genprodukt führt in einem histochemischen Assay zu einer Farbreaktion, die bereits in frühen Kallusstadien nachweisbar ist. Das *bar* Gen vermittelt Resistenz gegenüber dem Herbizid Basta (Bialaphos), das den Medien zugegeben wird. Transgene Pflanzen werden demnach über die Basta Selektion gewonnen. Eine erfolgreich transformierte Pflanze muss eine Co-Integration beider Selektionsgene aufweisen, wobei das *gus* Gen die Übertragung des späteren Wunschgens simuliert. Während der Etablierungsphase wurden folgende Transformationsparameter getestet: Explantatgröße, Vorkultur der Explantate, *Agrobacterium*-Inokulumdichte, Inokulationsdauer, Co-Kultivierungsdauer, Temperatur während Co-Kultivierung, Acetosyringonkonzentration und Bialaphoskonzentration.

## Ergebnisse

Folgende Optimalbedingungen wurden ermittelt: Explantatgröße 1,5-2,5 mm, Vorkultur der Explantate 2 Tage, *Agrobacterium*-Inokulumdichte OD<sub>600</sub> - 1, Inokulationsdauer 45 min, Co-Kultivierungsdauer 2h, Temperatur während Co-Kultivierung 24°C, Acetosyringonkonzentration 100 mg/l und Bialaphoskonzentration 3mg/l. Die zunächst aus 14 repräsentativen Versuchen ermittelte Transformationsrate beträgt im Mittel 1,6 %.

Projektleitung und Bearbeitung: Dr. Martin Müller

## **Anreicherung essentieller Aminosäuren im Endosperm der Gerste**

### **Phase 1: Konstruktentwicklung**

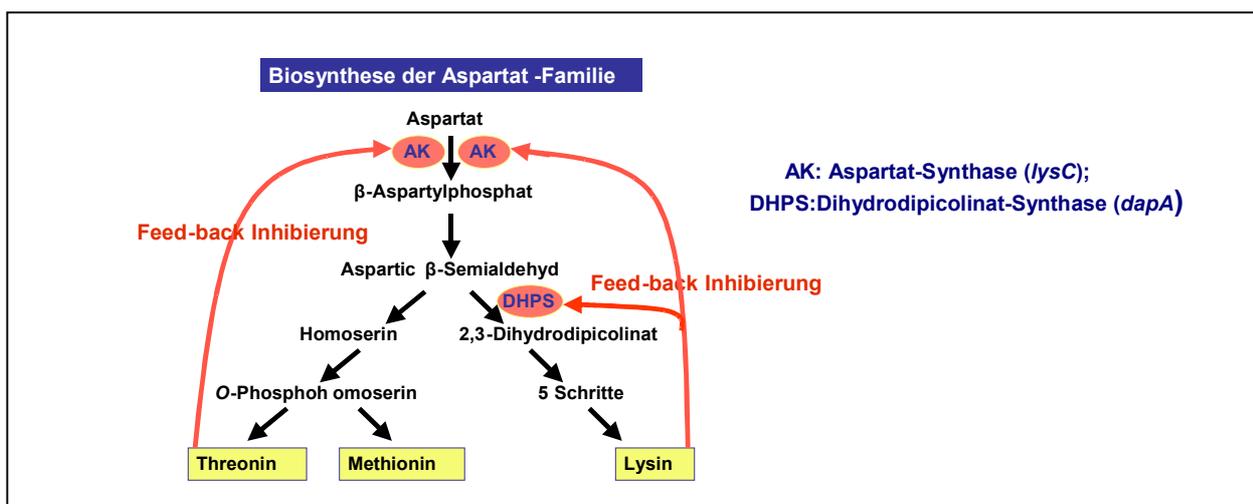


Abb. 1: Feed-Back-Inhibierung der Biosynthese essentieller Aminosäuren

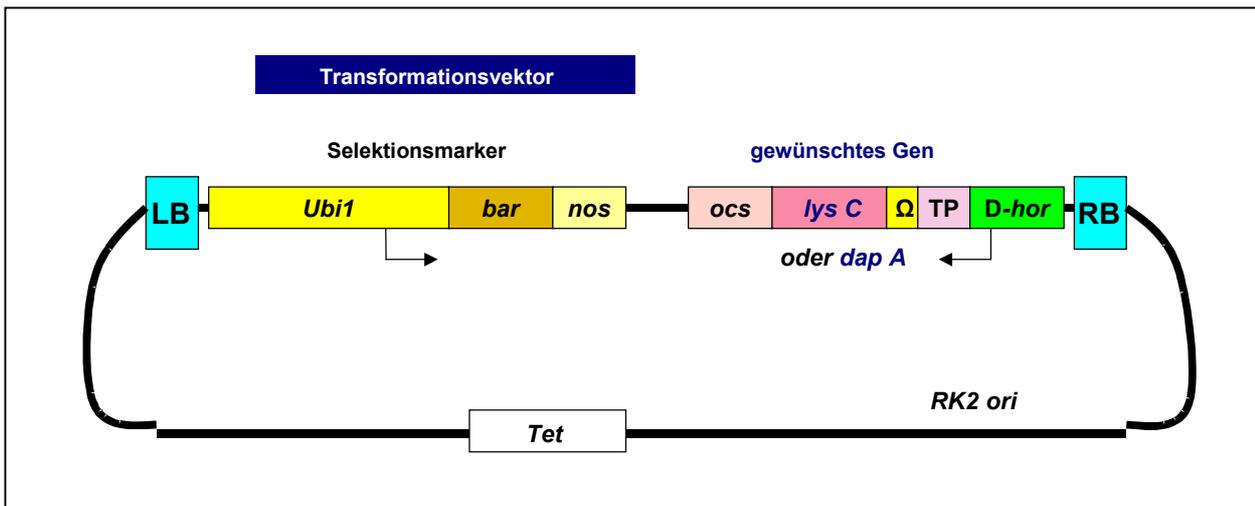


Abb. 2: Transformationsvektor für die endospermspezifische Expression von *lys C* und *dap A* zur Anreicherung essentieller Aminosäuren

### Zielsetzung

Essentielle Aminosäuren sind allgemein im Getreidekorn in einer, für die menschliche und tierische Ernährung, ungenügenden Menge vorhanden. Dies beruht hauptsächlich auf einer Unterrepräsentierung von Lysin, Methionin etc. in den Prolaminen (Speicherproteine; Hordein bei Gerste). Auf gentechnischem Weg soll zunächst der Pool freier essentieller Aminosäuren im Endosperm der Gerste angehoben werden, wozu die vorhandene Endprodukt-Hemmung (Feed-back-Inhibierung, Bild 1) der entsprechenden Biosynthese-Schlüsselenzyme ausgeschaltet werden muss.

### Methode

Die Schlüsselenzyme der Biosynthesewege der Aspartatfamilie (Lysin, Methionin, Threonin) sind Aspartat-Kinase (Ak) und Dihydrodipicolinat-Synthase (DHPS). Durch den Austausch von ein bis zwei Aminosäuren in speziellen *E. coli*-Mutanten werden diese Enzyme feed-back insensitive. Versuche anderer Arbeitsgruppen haben gezeigt, dass sich durch die Verwendung dieser mutierten Enzyme bzw. deren mutierter Gene aus *E. coli* die freien essentiellen Aminosäuren in Pflanzen anreichern lassen. In Projektphase 1 werden geeignete Transformationsvektoren für den *Agrobacterium*-Transfer konstruiert. Hierzu werden die aus dem Weizmann Institut (Israel) stammenden Gene (kodierende Bereiche) *lys C* und *dap A*, die für die feed-back-insensitiven Enzyme AK\* und DHPS\* kodieren, mittels PCR und spezifischer Primer hinter den Endosperm-spezifischen *hordein*-promotor und vor den *ocs*-Terminator gespleißt. Die im Konstrukt vorhandene *omega* Sequenz wirkt als Transkriptions-Enhancer, die Transitpeptid-Sequenz TP geleitet das rekombinante Enzym in die Plastiden, wo die Aminosäure-Biosynthese stattfindet. Im Endosperm sind die entsprechenden Zellorganelle die Amyloplasten.

### Ergebnisse

Vor der Fragmentklonierung bzw. der Konstruktentwicklung wurden die aus Israel erhaltenen Gene durch Sequenzierung auf ihre Identität geprüft. Dabei konnten die gewünschten Mutationen lokalisiert werden. Die Gewebespezifität des *hordein*-Promotors ist im transienten GUS-Assay mittels particle bombardment an isoliertem Endosperm gezeigt worden. Derzeit sind etwa 70 % der Konstrukte für die Gersten-Transformation fertiggestellt.

Projektleitung: Dr. M. Müller

Bearbeitung: M.Sc. A. S. Ibrahim, Dr. Ch. Schäfer

Förderung: Ägyptische Staatsregierung

### 3.4 Produktionssysteme und Pflanzenbau Getreide (IPZ 2a)

Ziel der Tätigkeit ist die Förderung der Qualitätserzeugung von Getreide in Bayern durch markt- und verwertungsgerechte Sortenwahl und angepasste Produktionstechnik.

Hierzu bildet die laufende Prüfung von Sorteninnovationen einen wichtigen Aufgabenschwerpunkt. Die Sortenprüfung auf Anbaueignung und Qualitätsleistung unter bayerischen Standortverhältnissen erfolgt dazu bei allen wichtigen Getreidearten. Lösungen zu produktionstechnischen Fragestellungen werden in speziellen Systemversuchen mit wechselnder Schwerpunktsetzung erarbeitet. Alle Versuche sind in enger Kooperation mit der IPZ-Arbeitsgruppe Versuchscoordination und den Landwirtschaftsämtern mit Sachgebiet 2.1P geplant und werden überwiegend von den regionalen Versuchsteams durchgeführt.



Abb. 1: Qualitätsgetreidebau als Beitrag zur Kulturlandschaft

Aus den in Feld, Kornuntersuchung und Qualitätslabor ermittelten Daten werden zusammenfassende, fruchtartenbezogene Versuchsberichte erstellt, die jährlich im Internet publiziert werden ([www.versuchsberichte.de](http://www.versuchsberichte.de)) und der unmittelbaren Unterrichtung von Beratung, Schulen und Hochschulen sowie der Wirtschaftskreise dienen.

Für die Beratung bayerischer Landwirte zu Anbausystemen, Sortenwahl, Bestandesführung sowie Ernte- und Nacherntebehandlung werden spezielle fachliche Unterlagen sowie Beiträge in der Fachpresse und im Internet/Intranet erstellt. Vorträge auf Anfrage zu besonderen Themen bei wissenschaftlichen und fachlichen Veranstaltungen sowie die Mitarbeit bei der Aus- und Weiterbildung von Kollegen, aber auch nationalen und internationalen Fachleuten gehören ebenso zu den Aufgaben wie die Mitarbeit in wichtigen Gremien.

#### **Prüfung von Weizenanbauverfahren zur Optimierung der standortspezifischen speziellen Intensität**

##### Zielsetzung

Bei der flächenmäßig bedeutsamsten Getreideart Winterweizen wird jährlich eine große Fülle von Sorten neu zugelassen. Eine Beurteilung der sorten- und verwertungsspezifischen Anbaueignung sowie der standörtlich optimalen Intensität würde daher den Umfang der Landessortenversuche sprengen. Aus diesem Grund werden besondere Fragestellungen in eigenen Versuchen geklärt. Ziel des Projektes ist es, für praxisbedeutsame Sorten optimale Anbaustrategien zu erarbeiten, fruchtartsspezifische sowie sortenbezogene Informationen zur Intensität bei Düngung und Pflanzenschutz zu gewinnen und Hinweise auf die relative Vorzüglichkeit der Verwertungsrichtungen im Weizenbau unter den jeweils optimalen Produktionsbedingungen zu geben.

##### Material und Methoden

In den Jahren 2001-2003 wurden an sechs Standorten produktionstechnische Sortenversuche mit 9 beratungsrelevanten Sorten unterschiedlicher Verarbeitungsqualität (Astron, Borneo, Flair, Certo, Magnus,

Ludwig, Vergas, Sokrates, Altos), 4 Düngungsstufen (Variation von N-Düngung und Wachstumsreglereinsatz) und 3 Pflanzenschutzvarianten in einem fraktionierten Block-Spaltanlagen-Design angelegt. Mit diesem speziellen Versuchsdesign wird die Anzahl der angelegten Versuchskombinationen gegenüber einem orthogonalen Anlageplan deutlich reduziert. Nur die Faktorkombinationen kommen zur Anlage, die für Beantwortung der Versuchsfragen benötigt werden. Die Auswertung der Erntedaten erfolgt nach der Datenaufbereitung mit PIAF mit speziellen SAS-Routinen bei IPZ-VK. Im Qualitätslabor werden für alle Varianten die Parameter Rohprotein, Fallzahl und Sedimentationswert (Zeleny) festgestellt.

Tabelle 1: Kostenbereinigter Erlös und Kornertrag der dreijährig geprüften Sorten im Mittel von drei Versuchstandorten 2001-2003

	Fungizide: Wachstumsregler: N-Düngung:	ohne		Reduziert			Weizenmodell		
		-	-	-	mit	mit	mit	mit	mit
		opti.	+30/E	opti.	opti.	+30/E	+30/Q	+30/E	+30/Q
Magnus 12.40 €/dt	A berein. Erlös, €/ha Ertrag, dt/ha	<b>849</b> 79,2	<b>844</b> 79,7		<b>884</b> 87,5		<b>855</b> 86,9	<b>890</b> 92,1	<b>861</b> 90,1
Borneo 11.00 €/dt	B berein. Erlös, €/ha Ertrag, dt/ha	<b>656</b> 71,7	<b>655</b> 72,7	<b>714</b> 82,1	<b>704</b> 82,2	<b>705</b> 83,9	<b>682</b> 82,2	<b>716</b> 88,0	<b>683</b> 85,4
Certo 10.30 €/dt	C berein. Erlös, €/ha Ertrag, dt/ha	<b>655</b> 76,5	<b>664</b> 78,5	<b>697</b> 86	<b>681</b> 85,6			<b>676</b> 90,1	
Flair 11.00 €/dt	B berein. Erlös, €/ha Ertrag, dt/ha	<b>669</b> 72,9	<b>669</b> 73,9		<b>693</b> 81,2	<b>703</b> 83,7		<b>690</b> 85,6	

N-Düngung: opti. = ortsüblich optimiert; +30/E = erhöht, ertragsbetont; +30/Q = erhöht, qualitätsbetont

### Ergebnisse

Es kann festgestellt werden, dass ertragsstarke A-Weizen einen erheblichen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Qualitätsgruppen aufweisen, wenn eine entsprechende Qualitätsbezahlung erreicht wird. Im Untersuchungszeitraum lag von den vier dreijährig geprüften Sorten die A-Sorte Magnus in der kostenbereinigten Marktleistung in allen Behandlungsvarianten klar vor den B-Sorten Borneo und Flair sowie der C-Sorte Certo (siehe Tab. 1). Bei der Bestandesführung zeigen sich im Mittel über alle Sorten und Standorte Ertragsvorteile für die intensive Düngung und Fungizideinsatz nach Weizenmodell Bayern. Nach Abzug der Mehrkosten relativiert sich das Bild zugunsten eines reduzierten Fungizideinsatzes.

Die kommentierten, detaillierten Auswertungen der Versuchsserie sind mit den Schlagworten „Winterweizen&Bayern&Produktionstechnik&2003“ unter der oben angegebenen Internetadresse abrufbar.

Projektleitung: Dr. P. Doleschel, R. Graf

Bearbeitung: Dr. P. Doleschel, K. Fink, R. Graf, G. Reitel, A. Brummer

Förderung: StMLF

## Untersuchungen zur optimalen Anbauintensität von Spelzweizen (Dinkel) im konventionellen Landbau

### Zielsetzung

Der Anbau von Dinkel (Abb. 3) hat vor allem in den niederschlagsreichen Lagen in Südbayern eine nicht unerhebliche Nischenbedeutung. Aufgrund der geringen gesamt-bayerischen Anbaufläche gibt es keine Sortenversuche, obwohl regelmäßig neue Dinkelsorten zugelassen werden. Die Fachberatung muss derzeit überwiegend auf der Basis von älteren Versuchserfahrungen und Literaturangaben erfolgen. Ziel des Vorhabens ist es, anhand von ausgewählten, praxisrelevanten Dinkelsorten in verschiedenen Intensitätsstufen aktuelle Beratungsinformationen für den Dinkelanbau zu erarbeiten.

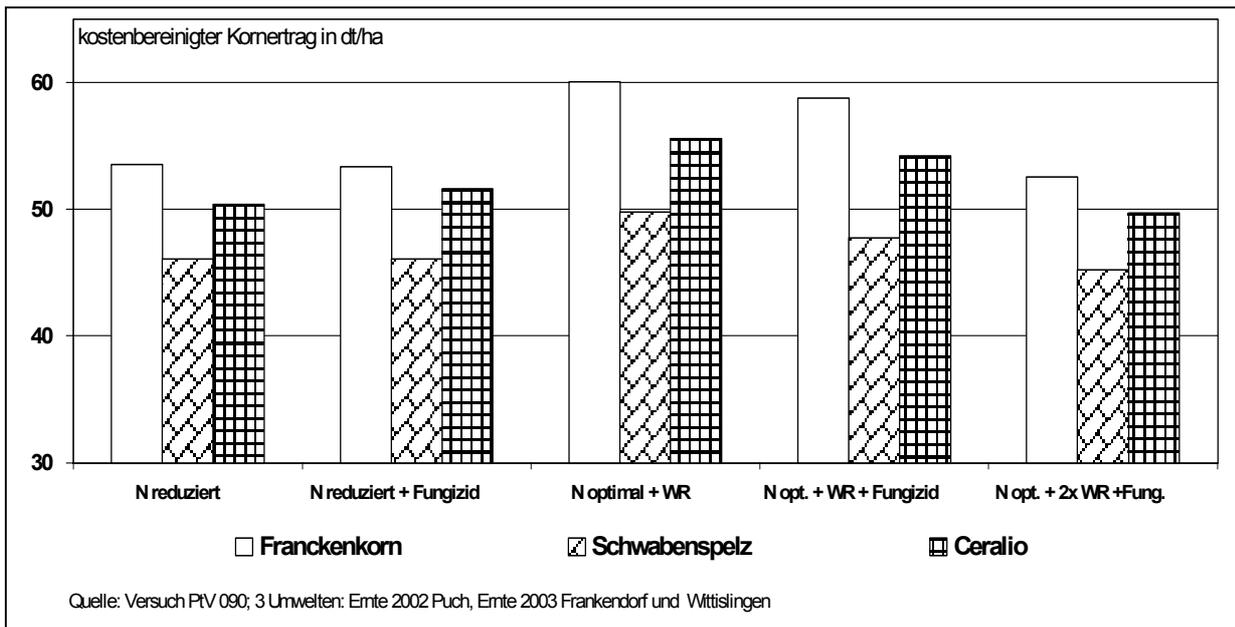


Abb. 2: kostenbereinigte Erträge von 3 Dinkelsorten bei 5 verschiedenen Anbauintensitäten

### Material und Methoden

Im Zeitraum 2002 – 2005 werden an drei südbayerischen Versuchsstandorten Exaktversuche zum Dinkelbau durchgeführt. Die Versuche werden als zweifaktorielle Systemversuche in Spaltanlage mit drei Wiederholungen angelegt. Im Faktor Sorte werden die Dinkelsorten Franckenkorn, Schwabenspelz und Ceralio geprüft. Der Faktor Anbausystem umfasst fünf Varianten: 1. Extensive Stickstoffdüngung ohne Pflanzenschutzmittel (PSM); 2. Extensive Stickstoffdüngung mit Fungizid- und Wachstumsreglereinsatz; 3. Optimale Stickstoffdüngung ohne Fungizid mit Wachstumsregler; 4. Optimale Stickstoffdüngung mit Fungizid und Wachstumsregler; 5. Optimale Stickstoffdüngung mit Fungizid und besonderer Wachstumsreglerstrategie.



Abb. 3: Dinkelbestand in der Reife



Abb. 4: Bandverteiler bei der Dinkelsaat

### Ergebnisse

In der Versuchsanstellung bereitet die Aussaat des bespelzten Dinkels unter Umständen Schwierigkeiten bei der Parzellensaat mit dem Bandverteiler der Sämaschine (s. Abb. 4). Deshalb gab es im ersten Versuchsjahr Probleme mit dem Feldaufgang. Nach einer optimierten Saatgutvorbehandlung zur Zerkleinere-

rung der groben Veesen konnten die Versuche im Erntejahr 2003 problemlos gesät werden. Erste vorläufig zu wertende Ergebnisse zeigen, dass bei Dinkel vergleichsweise hohe Erträge mit reduzierter Intensität (ohne Fungizideinsatz) zu erzielen sind. Nicht angebracht ist ein stark reduziertes N-Düngungsniveau. Weitere Ergebnisse müssen zeigen, ob die bei allen drei Sorten optimale Variante 3 (optimale Düngung, kein Fungizideinsatz) auch bei höherem Befallsdruck wettbewerbsfähig ist.

Projektleitung: Dr. P. Doleschel

Bearbeitung: K. Fink

Förderung: StMLF

### **3.5 Züchtungsforschung Winter- und Sommergerste (IPZ 2b)**

Aufgabe von IPZ 2b ist es, an bayerische Umweltbedingungen gut adaptiertes Gerstenzuchtmaterial mit verbesserten Resistenz- und Qualitätseigenschaften für die bayerische Pflanzenzüchtung zur Förderung des Qualitätsbraugerstenanbaues in Bayern zu entwickeln. In diesem Zusammenhang werden derzeit winterharte, virusresistente (BaYMV) Stämme ausgelesen. Zur Einführung neuer Virusresistenzgene muss auf ostasiatische Genquellen zurückgegriffen werden. Nachdem diese Varietäten eine Reihe negativer Eigenschaften (geringe Winterhärte, sehr schlechte Kornqualität, geringe Strohstabilität, geringe Resistenzeigenschaften) mitbringen, sind für ein akzeptables Kulturniveau zahlreiche Rückkreuzungen erforderlich.

Darüber hinaus wird versucht, die hohe Ertragsfähigkeit der Wintergerste auch für Braugerste zu nutzen. Mit der Selektion von 2- und 6-zeiligen Winterbraugersten bemüht sich IPZ 2b die Wirtschaftlichkeit des Braugerstenanbaues langfristig zu steigern und die heimische Versorgungssituation zu verbessern. Die Weiterentwicklung der zweizeiligen Wintergerste sichert die Vorzüge in Kornqualität und Standfestigkeit vor allem für die süddeutschen Anbaugebiete.

Eine enge Zusammenarbeit mit den Braugerstenvereinen und der Braugerstengemeinschaft ist Grundlage einer einheitlichen Sortenbewertung und einer raschen Nutzung des Züchtungsfortschrittes. Der alljährlich von IPZ 2b ausgerichtete Bayerische Braugerstentag ist ein von Mälzern, Brauern, Vermarktungsorganisationen und Landhandel geschätztes Forum, wo Qualitäts-, allgemeine Sortenfragen, Marktfragen etc. ausführlich diskutiert werden können.

Aus der Fülle der Forschungsarbeiten werden 3 Schwerpunktprojekte dargestellt, die dazu beitragen, den hohen Qualitätsstandard bayerischer Braugersten zu sichern.

#### **Nichtparasitär bedingte Blattverbräunung (NBV) der Gerste – Evaluierung von Varietäten und Entwicklung von Testverfahren zur Selektion von resistenten Sommergersten-Zuchtstämmen**

##### Zielsetzung

Seit Mitte der 80er Jahre treten in den Hochstrahlungsgebieten Süddeutschlands vornehmlich an Gerste Verbräunungen auf, die eine um 2 – 3 Wochen verfrühte Abreife auslösen. Die Schadsymptome sind frühestens nach dem Ährenschieben zu beobachten. Wenn nach dem Ährenschieben auf eine Regenperiode ein krasser Temperaturanstieg erfolgt, treten zunächst Chlorosen, später braune Nekrosen auf. Der Schaden erfasst zuerst den Kulminationspunkt des F-2-Blattes, steigt auf bis zum Fahnenblatt, zur Blattscheide und zum Halm und befällt schließlich auch Ähre und Grannen. Die Verbräunung führt zum vorzeitigen Verlust der Assimilationsfähigkeit. Damit wird die Reservestoffeinlagerung gestört. Schlechte Kornqualitäten und beachtliche Mindererträge sind die Folge. Die Verbräunung löst bei Sommergerste, Ertragsverluste von 20 – 25 % aus, bei anfälligen Wintergerste 40 – 45 %. Die Erscheinung wurde als nichtparasitäre Blattverbräunung (Abb. 1) bezeichnet, weil Zusammenhänge zwischen Pathogenen und Schadsymptomen nicht zu belegen waren. Als Ursache werden strahlungsinduzierte Sauerstoffradikale angenommen, die bei massivem Auftreten von dem antioxidativen System der Pflanzen nicht mehr eliminiert werden können und dann partielle Vergiftungen auslösen (Nekrosen). Die NBV kompensiert in den Hochstrahlungsgebieten den Züchtungsfortschritt und zieht deshalb bei allen Getreidearten stagnierende bzw. fallende Erträge nach sich. Um dies zu verhindern, sind pflanzenzüchterische Aktivitäten zur Selektion

tion NBV-resistenter Genotypen notwendig. Weil die NBV-Resistenz nicht an allen Züchtungsstandorten beurteilt werden kann, ist die Entwicklung molekularer Marker wichtig.

Zwischen den verschiedenen Sorten ist eine in der Sortenberatung nutzbare genetische Variabilität beobachtet worden. Der Zuchtstamm IPZ 24727 mit sehr guter NBV-Resistenz konnte im Zuchtmaterial von IPZ 2b selektiert werden.



Abb. 1: NBV-Schadsymptome

### Methode

Zur Lokalisierung der für die Widerstandsfähigkeit verantwortlichen Gene wurden 2 große doppelhaploide Populationen (IPZ 24727 x Barke, IPZ 24727 x Krona) mit jeweils ca. 450 Linien angelegt. Der NBV-Befall und die agronomischen Eigenschaften der Linien wurde über 3 Jahre an Standorten in Süddeutschland beobachtet. Parallel dazu wurde eine molekulargenetische Kopplungskarte mit Mikrosatelliten- und AFLP-Markern erstellt. Auf Grundlage des phänotypischen und genotypischen Datensatzes wurden mit Hilfe eines multiplen Regressionsmodells (Software: PlabQTL) wichtige Genorte für die Ausprägung der Widerstandsfähigkeit (QTLs, **q**uantitativ **t**rait **l**oci) identifiziert.

### Ergebnisse

Die molekulargenetische Kartierung ergab 4 QTLs in der Barke Population und 3 QTLs in der Krona Population, die 42 bzw. 30 % der genetischen Varianz dieses Merkmales erklärten. Der wichtigste QTL liegt am mlo-Mehltauresistenzlocus auf Chromosom 4. Das mlo-Mehltauresistenzgen oder ein eng gekoppeltes Gen wirkt sich deutlich negativ auf die Widerstandsfähigkeit gegen die NBV aus und relativiert den Wert der bisher dauerhaft wirksamen mlo-Resistenz der Sommergerstenzüchtung. Zur Bewältigung der NBV-Problematik ist die Übertragung einer anderen Mehltauresistenz dringend notwendig. Auch die weiteren identifizierten QTLs stellen eine wichtige genetische Ressource für die markergestützte Selektion und den Zuchtfortschritt dar. Rückkreuzungspopulationen zur Einkreuzung und Validierung der QTL-Ergebnisse sind in Vorbereitung.

Projektleitung: Dr. M. Baumer, Dr. L. Hartl

Bearbeitung: Dr. A. Behn Günther

Förderung: BayForUV

## **Stresstoleranz bei Sommergerste**

### Zielsetzung

Eine ausreichende Stresstoleranz ist, wie die Problematik mit der nichtparasitären Blattverbräunung zeigt, zunehmend wichtiger, vor allem dann, wenn die Wachstumsfaktoren nicht kontinuierlich zur Verfügung stehen. Dies ist bei der prognostizierten Klimaänderung zu befürchten. Ziel der Forschungsarbeiten ist daher die Entwicklung von molekularen Markern für die künftige Selektion stresstoleranter Sommergersten.

### Methode

IPZ 2b hat im Rahmen einer pflanzenzüchterischen Kooperation mit Quilmes im Süden Argentiniens unter sehr extremen Umweltbedingungen (Trockenheit, arme Böden, Kälte während der Hauptvegetation) eine Mutante von Quilmes (brauereieigene Züchtung von Argentinien) entdeckt, die sich außerordentlich stresstolerant gegen die dortigen Umweltbedingungen zeigte.

IPZ 2b hat nach Kreuzung mit qualitativ hochwertigen Stämmen bzw. Sorten doppelhaploide Stämme (IPZ 1a) entwickelt.

MUT 6519 (Quilmes) x Aspen                    456 DH

MUT 6519 (Quilmes) x LBP 26978            252 DH

MUT 6519 (Quilmes) x Ack. 1916            184 DH

Die Stämme wurden 2002 und 2003 in Argentinien auf Stresstoleranz im Feld getestet. Die molekular genetischen Arbeiten zur Lokalisierung der Stressresistenz sollen in den folgenden Jahren bei IPZ 1b durchgeführt werden.

### Ergebnisse

Ergebnisse liegen derzeit noch nicht vor.

Projektleitung: Dr. M. Baumer, Dr. L. Hartl

Bearbeitung: Nicolas Gier (Quilmes Argentinien)

Förderung: Quilmes Argentinien

## **Aufspringen der Braugerstenkörner**

### Zielsetzung

Witterungsextreme in der Kornfüllungsphase können ein Aufspringen der Braugerstenkörner (Abb. 2) auslösen. Wenn eine Klimaänderung in Mitteleuropa eintritt, muss mit einem häufigen Auftreten des Aufspringens gerechnet werden. Aufgesprungene Körner können die Verarbeitungsfähigkeit derartiger Braugersten erheblich beeinträchtigen. Die vom Aufspringen der Braugerstenkörner verursachte Inhomogenität der Malzlösung ist Ursache für Filtrationsprobleme in den Brauereien und Haltbarkeitsmängel beim Bier. Braugersten müssen daher, bevor sie eine größere Bedeutung in praktischen Anbau erlangen, auf ihre Neigung zum Aufspringen getestet werden. Unter Freilandbedingungen treffen die Witterungsfaktoren selten so aufeinander, dass gute Differenzierungen möglich sind. Deshalb war es notwendig einen Labortest zu entwickeln, der alljährlich zuverlässige Entscheidungen möglich macht.

### Methoden

Von Erntegut der Landessortenversuche werden pro Sorte und Standort 5 x 100 Körner in Rollgläsern bei 30°C 72 Std. geweicht. Anschließend auf Edelstahlsieben ausgelegt und im Dampfsterilisator (Fa. Webe-co) mit 104°C 4,5 Minuten bedampft. Mit Aufheizungs- und Vorbereitungsphase bleiben die Körner 25 Minuten im Sterilisator. Die Körner werden anschließend unter der Lupe beurteilt. Es werden Körner mit seitlichem Riss und Körner mit Riss entlang der Bauchfurche ausgezählt und der Prozentsatz aufgesprungener Körner ermittelt. Nachdem die der Bauchfurche entlang aufspringenden Körner gut korreliert sind mit den unter Freilandbedingungen aufspringenden Körnern, wird die Bewertung primär auf diese gestützt. Die Methode ist sehr gut reproduzierbar und liefert zwischen den Jahren gleichrangige Sorteneinstufungen.



Abb. 2: Aufgesprungene Gerstenkörner

### Ergebnisse

Die Untersuchungen ergaben deutliche Sortenabstufungen.

Sorten mit ausgeprägter Neigung zum Aufspringen sind: Cellar, Pewter, Adonis, Birte, Jacinta, etc.

Sorten mit geringer Neigung zum Aufspringen sind: Ria, Annabell, Danuta, Pasadena, Bellevue, etc.

Die Untersuchung wird von allen Verarbeitern, Sortenberatern etc. akzeptiert und vermindert das Risiko der Braugerstenqualitätserzeugung.

Projektleitung: Dr. M. Baumer

Bearbeitung: Dr. M. Baumer

Förderung: StMLF

### **3.6 Züchtungsforschung Weizen und Hafer (IPZ 2c)**

Die Arbeitsgruppe hat die Aufgabe der angewandten Züchtungsforschung bei Weizen und Hafer mit den Schwerpunkten Qualität, Resistenz, Ertragssicherheit und Gesamtleistung für alle wesentlichen Erzeugungsrichtungen. Hierzu gehören Sammlung, Evaluierung, Neukombination und Erhalt von Basisgenmaterial mit besonderer Ausprägung der Merkmale Krankheits- und Schädlingsresistenz, Winterhärte, Auswuchsfestigkeit, Standfestigkeit, Frühreife sowie Nährstoffeffizienz. Die Nahrungs- und Verarbeitungsqualität des Genmaterials muss dabei immer mit berücksichtigt werden. Unter Einsatz moderner Selektionsmethoden wird in Kooperation mit den bayerischen Pflanzenzüchtern Zuchtmaterial entwickelt mit kombinierten Resistenzen und angehobener Qualität. Daneben wird in der Arbeitsgruppe ständig an der Entwicklung und Anpassung von Resistenz- und Qualitätsprüfungsmethoden gearbeitet zur Erhöhung der Selektionssicherheit. Einen breiten Raum nimmt auch die Erstellung und Phänotypisierung von spalten-den Generationen ein, die in Kooperation mit den Arbeitsgruppen "Genomanalyse" und "Biotechnologie

Getreide“ zum Auffinden molekularer Marker eingesetzt werden. Validierung der Marker und Überprüfung der Brauchbarkeit in der markergestützten Selektion schließen sich an.  
 Aus der Vielfalt der Arbeitsthemen werden in der Folge beispielhaft 2 Projekte dargestellt.

**Prüfung von Qualitäts- und Ertragsselektionskriterien und Entwicklung von Zuchtmaterial für Weizen unter den speziellen Anbaubedingungen des Ökologischen Landbaus**

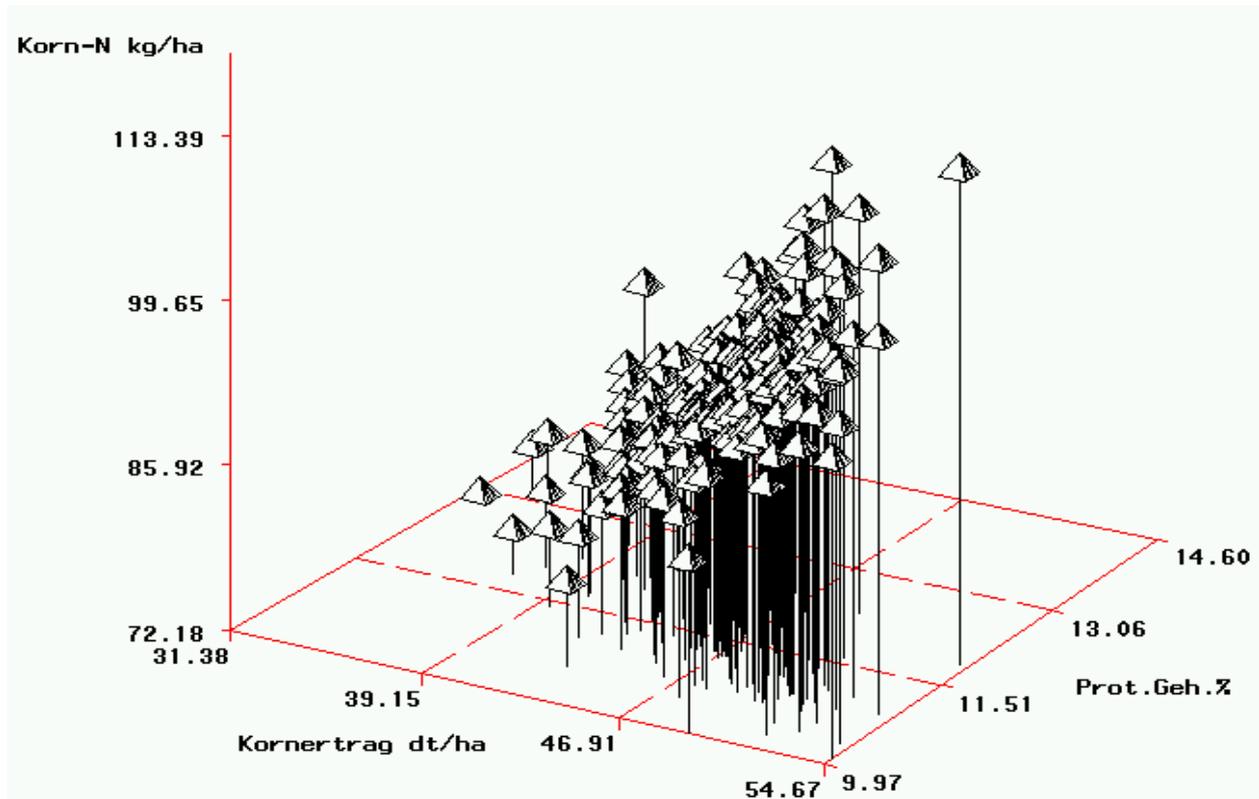


Abb. 1: Beziehungen zwischen Kornertrag, Korn-Proteingehalt und Gesamt-N im Korn, 2002-2003, 9 Umwelten, 144 Genotypen

Zielsetzung

Die derzeit in Deutschland verfügbaren kommerziellen Weizensorten sind an die speziellen Bedingungen des ökologischen Landbaus nicht optimal angepasst. Vor allem die Backqualität kann die vom verarbeitenden Gewerbe geforderten Anforderungen oft nicht erfüllen. Es wird daher vielfach gefordert, Sorten speziell für die Verwendung im ökologischen Landbau zu züchten. Eine Reihe von Zuchtzielen ist hierfür formuliert worden, die aber bisher weitgehend auf Vermutungen beruhen. Ziel dieses Projekts ist es, die wichtigsten dieser Zuchtziele auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen und festzustellen, ob sich in den Züchtungspopulationen deutscher Züchter geeignetes Material mit hinreichend hohem Ertragspotential befindet. Schwerpunkt ist neben Krankheitsbefall, Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern, schneller Jugendentwicklung und einigen morphologischen Merkmalen die Backqualität. Bei der Proteinqualität gelten nämlich in ökologischen Anbausystemen mit geringer N-Versorgung andere Gesetzmäßigkeiten als unter intensiven Anbaubedingungen. Anhand eines umfangreichen Sortiments sollen die Ursachen hierfür untersucht und auch Zuchtmaterial selektiert werden. Weitere an dem vom StMLF geförderten Projekt Beteiligte sind bayerische Saatzuchtwirtschaften sowie die TUM Weihenstephan.

Material und Methoden

In den Jahren 2001-2003 wurden im Rahmen der bayerischen LSV für den Ökologischen Landbau sechs Zuchtsorten (Altos, Batis, Bussard, Capo, Dream, Ökostar) untersucht (Serie1). Die Versuche waren an vier Standorten angelegt, deren Ertragspotential das in Bayern vorhandene Spektrum weitgehend abdeckt. Es wurden Doppelparzellen angelegt, um zwischenzeitliche Beerntungen zu ermöglichen. Diese wurden zu den ES 32, 38 und 65 vorgenommen, um die Stickstoffaufnahme und -umverteilung verfolgen zu können. Krankheitsbefall, morphologische Eigenschaften sowie die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern wurden ebenfalls ermittelt. In den Erntejahren 2002 und 2003 war zusätzlich ein Sortiment von 64 (auf

einem Standort 108) Zuchtstämmen, die eine Eignung für den ökologischen Landbau vermuten lassen und 36 Referenzsorten (einschließlich alter Sorten und Landsorten) an fünf Standorten (zwei mit konventioneller Bewirtschaftung bei verminderter N-Düngung, drei mit ökologischer Bewirtschaftung) in Parzellen zu 5 m<sup>2</sup> in drei Wiederholungen angebaut (Serie2). Am Erntematerial dieser Serie wird die gesamte Palette der Backqualitätsmerkmale ermittelt. Die hochmolekularen Glutenin-Untereinheiten (HMWGS), die zum überwiegenden Teil die Protein- und damit Backqualität bedingen, wurden mittels SDS-PAGE getrennt und entsprechend der Nomenklatur von Payne und Lawrence ausgewertet.

### Ergebnisse

In allen Versuchen der Serie1 deuteten ansteigende N<sub>min</sub>- Gehalte vom Vegetationsbeginn bis etwa Mitte Mai (ES 35-39) auf eine die N-Aufnahme der Pflanzen übersteigende Mineralisierung hin, was durch einen relativ hohen N<sub>min</sub>- Gehalt in den unteren Bodenschichten (60-90 cm) bestätigt wurde. Nach der Ährendifferenzierung überstieg die Aufnahme durch die Pflanzen rasch die Mineralisierung, so dass zu Beginn der Kornfüllungsphase die für den Ökologischen Landbau typische N-Knappheitssituation eintrat. Die Ergebnisse der Untersuchungen des Pflanzenmaterials auf Stickstoff, die zur Zeit mit Hilfe der NIR-Spektroskopie vorgenommen werden, liegen noch nicht vollständig vor. Aus Serie2 liegen von 9 Versuchen Ertragsdaten und im Rahmen der Qualitätsuntersuchungen die Rohproteingehalte vor. Damit lassen sich zuverlässige Aussagen zur N-Effizienz eines breiten Genotypen-Spektrums treffen. Wie Abb. 1 zeigt, ist die hohe Variabilität der N-Effizienz des geprüften Materials, ausgedrückt als N-Entzug durch das Korn, in erster Linie durch die Kornertragsleistung und nicht durch den Proteingehalt im Korn bedingt. Auch die enge Korrelation zwischen Kornertrag und Korn-N-Entzug mit  $r=0.78$  bzw. die nicht vorhandene zwischen Proteingehalt und Korn-N-Entzug ( $r=0.08$ ) unterstreichen dies. Die Auswertung der Qualitätsdaten muss zeigen, ob sich unter den Genotypen mit hoher N-Effizienz auch solche mit der geforderten Backqualität finden.

Projektleitung: Dr. G. Zimmermann

Bearbeitung: J.P. Baresel

Förderung: StMLF

### **Forschungsstrategien zur Verbesserung der Qualität im Erntegut des Weizens durch Resistenz gegen Ährenfusariosen**

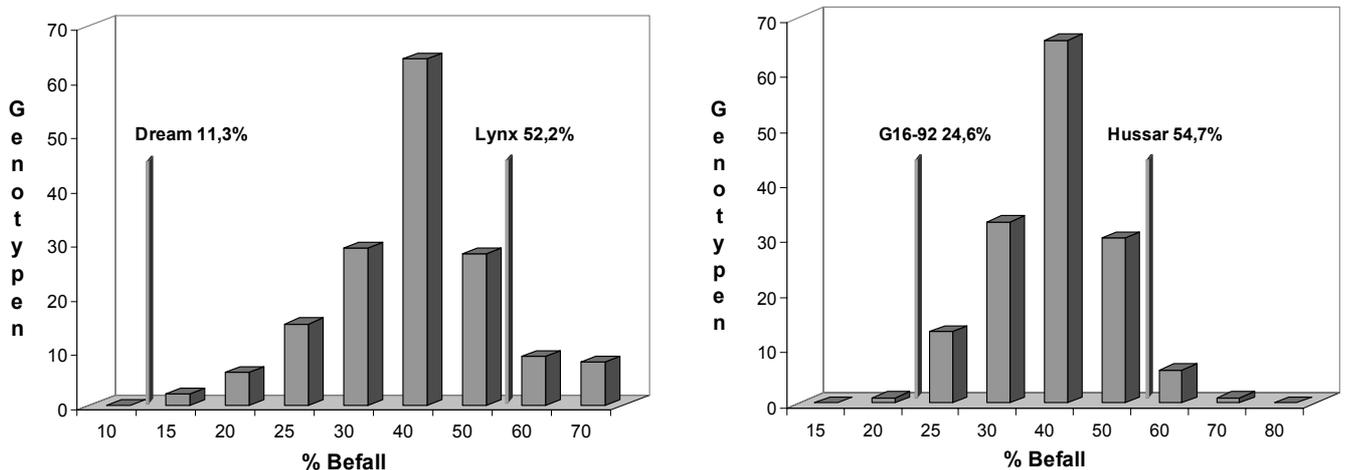


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Befallsmittelwerte der Population Dream/Lynx (links) und G16-92/Hussar (rechts); die Leistung der jeweiligen Eltern ist markiert.

### Zielsetzung

Dieses im Rahmen eines EUREKA-Forschungsverbundes durchgeführte Projekt zielt darauf ab, mit Hilfe moderner molekulargenetischer Techniken die Züchtung fusariumresistenten Weizens zu beschleunigen und effizienter zu gestalten. Diese Zielstellung wird mit einem Ansatz molekularer Züchtung sowie mit einem gentechnischen Ansatz verfolgt. An dem Ansatz der molekularen Züchtung sind Lochow-Petkus, die Universität Hohenheim, das Interdisziplinäre Forschungszentrum IFA (Tulln/Österreich) und die LfL

beteiligt. Der gentechnische Ansatz wird durch Lochow-Petkus, das MPI in Köln und Planta bearbeitet. Den LfL-Part bestreiten in Kooperation die Arbeitsgruppen IPZ 1c, IPZ 2d und IPZ 2c.

### Material und Methoden

Im Rahmen des Teilprojektes „Kartierung und Validierung von Fusarium-Resistenzgenen (QTL)“ hat die Arbeitsgruppe die Aufgabe, geeignete Kartierungspopulationen zur Verfügung zu stellen und phänotypische Resistenzdaten mit ausreichend hoher Heritabilität zu gewinnen. Für die QTL-Kartierung wurden aus den Kreuzungen Dream(resistent)/Lynx(anfällig) und G16-92(resistent)/Hussar(anfällig) mit der Einkornramsche-Methode (single seed descent) Populationen mit 161 bzw. 150 Genotypen erstellt. Die Resistenzprüfungen wurden unter Beteiligung der Projektpartner zweijährig an insgesamt 6 Prüfumwelten durchgeführt. Der Anbau erfolgte in zweireihigen Kleinparzellen (Länge ca. 1.5 m) in zweifacher Wiederholung. Nach künstlicher Inokulation mit einem Gemisch aus zwei definierten *Fusarium culmorum*-Isolaten wurde dreimal der Fusarium-Ährenbefall bonitiert. Für die Validierung der gefundenen QTL (s. IPZ 2d) werden nahisogene Linien durch Rückkreuzung mit den anfälligen Eltern Lynx und Hussar erstellt.

Tabelle 1: Korrelationskoeffizienten zwischen Ährenbefall und Ährenschieben, Wuchshöhe, Ährendichte für die Populationen Dream/Lynx und G16-92/Hussar

Population	N	Ährenschieben	Wuchshöhe	Ährendichte
Dream/Lynx	161	-0,439**	-0,429**	0,074
G16-92/Hussar	150	0,029	-0,557**	0,222

### Ergebnisse

Die Häufigkeitsverteilungen der Befallsmittelwerte (Abb. 2) zeigen eindeutig, dass es sich bei dem beobachteten Fusarium-Ährenbefall und damit bei der dazugehörigen Ausprägung der Resistenz um ein quantitativ vererbtes Merkmal handelt. Bei beiden Populationen ergaben sich hochsignifikante genotypische Varianzen. Die Heritabilität der mittleren Ährenbonitur über die Prüfumwelten ist bei beiden Populationen sehr hoch (Dream/Lynx 0,91, G16-92/Hussar 0,84). Bei der Interpretation der Daten und Beurteilung der Aussagekraft der gefundenen Resistenz-QTL müssen auch die in Tabelle 1 dargestellten Korrelationen beachtet werden.

Projektleitung: Dr. L. Hartl, Dr. G. Zimmermann

Bearbeitung: M. Schmolke, J.Häberle

Förderung: EUREKA-Projekt/Bundesministerium für Bildung und Forschung und Lochow-Petkus GmbH

## **3.7 Zuchtmethodik und Biotechnologie bei Getreide (IPZ 2d)**

Die Arbeitsgruppe Zuchtmethodik und Biotechnologie bei Getreide integriert biotechnologische Verfahren in klassische Züchtungsstrategien. Drittmittelprojekte zur Markierung und Validierung von Genen für komplexe Eigenschaften bilden einen wichtigen Schwerpunkt. Die Arbeitsgruppe koordiniert die Strategieentwicklung, Durchführung und Auswertung mit den Arbeitsgruppen der Getreidezüchtung und der Genomanalyse an der LfL.

Molekulare Marker und deren Assoziation zu wertvollen Eigenschaften müssen vor einer breiten Anwendung in der praktischen Züchtung im Zuchtgarten auf ihre Effektivität geprüft werden. Informationen über die verwendeten Donorlinien und Marker stammen sowohl aus der eigenen Forschung als auch aus der internationalen Literatur. Geeignete Populationen für die Validierung sind im Aufbau und werden in den nächsten Jahren wichtige Ergebnisse für die praktische Züchtung liefern.

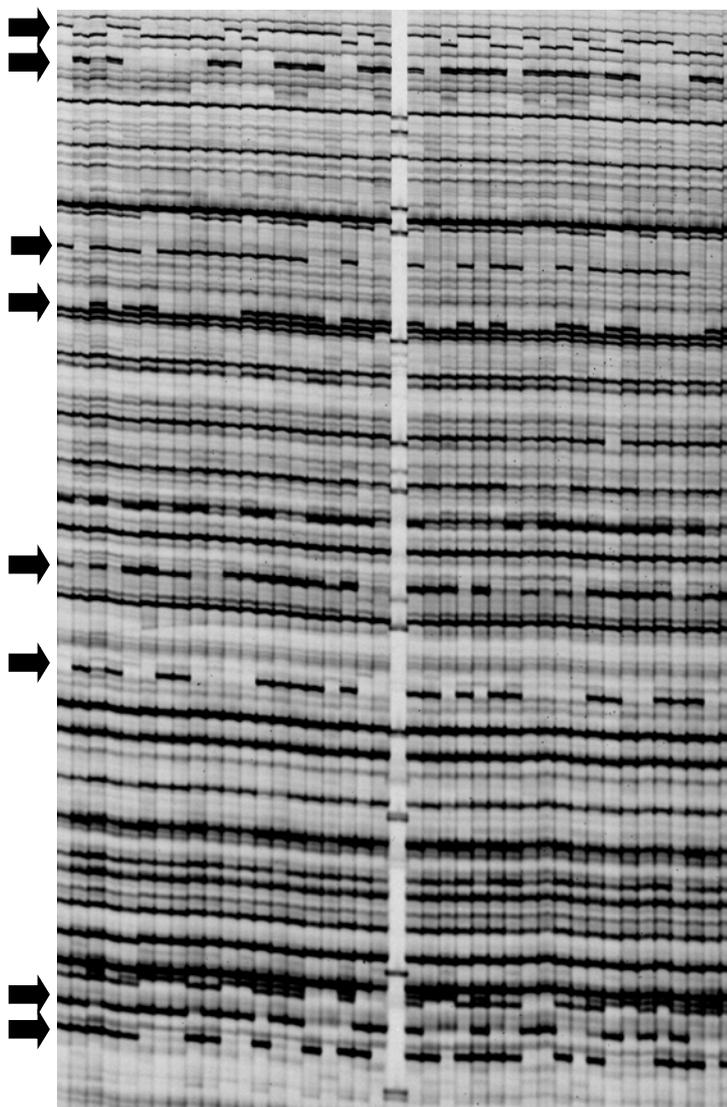
## Identifizierung von Genorten für die Resistenz gegen Ährenfusariosen bei Weizen

### Zielsetzung

Molekulargenetische Werkzeuge sollen die Resistenzzüchtung gegen Ährenfusariosen verbessern. Diesbezüglich wird das EUREKA Projekt „Molecular Breeding Tools for Quality Improvement in Cereals Supporting Sustainable Agriculture“ zusammen mit der Landessaatzuchtanstalt der Universität Hohenheim, dem Interdisziplinären Forschungszentrum Tulln (IFA, Österreich) und der Lochow-Petkus GmbH durchgeführt. Im Rahmen des Projektes wird sowohl an der Identifizierung und Validierung molekularer Marker gearbeitet als auch ein Vergleich von marker-gestützter mit klassischer Zuchtstrategie durchgeführt. Die Ergebnisse sollen die Praxisrelevanz einer QTL (quantitative trait loci)-Kartierung und den Einsatz der identifizierten Marker in der Selektion aufzeigen.

### Material und Methoden

Die QTL-Kartierung basiert auf der phänotypischen und genotypischen Charakterisierung von Linien einer spaltenden Population. Die Populationserstellung und die phänotypische Beurteilung der Linien wurde von der Arbeitsgruppe Weizen koordiniert (siehe Bericht IPZ 2c). Die molekulargenetische Charakterisierung der Linien wurde im Genomanalyselabor (IPZ 1b) mit AFLP- und Mikrosatellitenmarkern durchgeführt. Die Bestimmung der QTLs erfolgte auf Grundlage der multiplen Regression mit dem Programm PlabQTL (Utz und Melchinger 2000).



Ergebnisse

Abb. 1: Genetische Spaltungsverhältnisse mit AFLP-Markern. Die Pfeile kennzeichnen spaltende Marker.

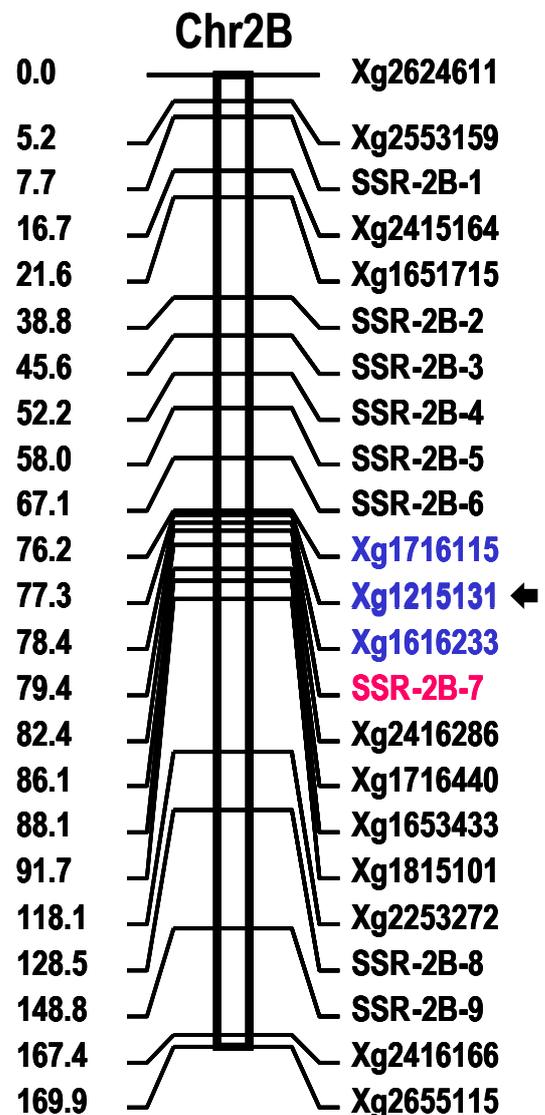


Abb. 2: Kopplungskarte des Weizenchromosoms 2B. Der Pfeil kennzeichnet die Position des Resistenz-QTLs

Für die Weizenpopulationen DREAM/LYNX und G16-92/HUSSAR konnten jeweils 600 AFLP- und 40 Mikrosatellitenmarker kartiert werden. Ein Beispiel für AFLP-Marker, die in der Population spalten, ist in Abb. 1 zu sehen. Nach Bildung einer Kopplungskarte konnte damit mehr als das halbe Weizen genom abgedeckt werden.

Durch Verrechnung phänotypischer und genotypischer Daten konnten in beiden Populationen 3-4 Resistenz-QTLs identifiziert werden, die einen signifikanten Beitrag zur Verbesserung der Fusariumresistenz leisten. Als Beispiel ist in Abbildung 2 die molekulargenetische Karte des Weizenchromosoms 2B gezeigt, das an der markierten Position den effektivsten Genort in der Population G16-92/HUSSAR kennzeichnet. Dieser Genort erklärt 16 % der phänotypischen Varianz. Die Abbildungen 3a und 3b stellen die Effekte der drei wichtigsten QTLs in den möglichen Allel-Kombinationen dar. Die identifizierten QTLs werden bis zum Ende des Projektes über nahisogene Linien, die einen einheitlicheren genetischen Hintergrund besitzen, genauer charakterisiert. Parallel dazu wird die Effektivität dieser Genorte zusammen mit den Projektpartnern Landessaatzuchtanstalt Hohenheim und Lochow-Petkus GmbH in Sortenkreuzungsnachkommenschaften validiert und mit klassischen Züchtungsmethoden verglichen.

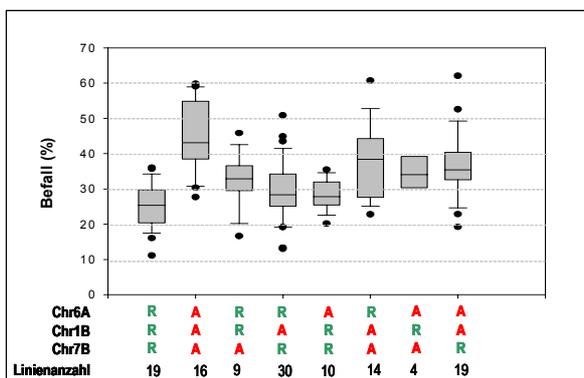


Abb. 3a: Effekte der Allelkombinationen in der Population DREAM/LYNX

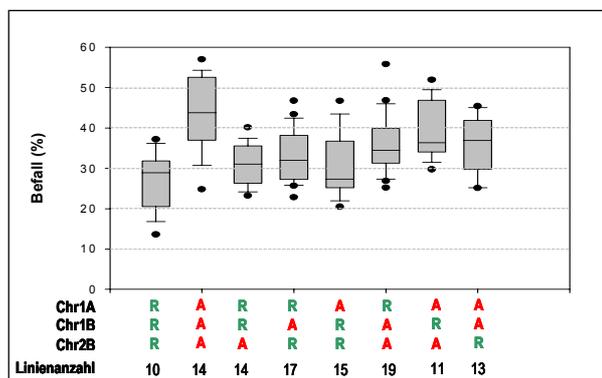


Abb. 3b: Effekte der Allelkombinationen in der Population G16-92/HUSSAR

Projektleitung: Dr. L. Hartl, Dr. G. Zimmermann

Bearbeitung: M. Schmolke, J. Häberle

Förderung: EUREKA-Projekt/Bundesministerium für Bildung und Forschung und Lochow-Petkus GmbH

### 3.8 Pflanzenbausysteme, Züchtungsforschung und Beschaffenheitsprüfung bei Kartoffeln (IPZ 3a)

Der pflanzenbauliche Aufgabenbereich innerhalb IPZ 3a hat zum Ziel, die Erzeugung der Kartoffel auf dem Feld und die Lagerung so zu optimieren, dass eine hohe innere und äußere Qualität des Lebensmittels gewährleistet ist zum Wohle des Landwirtes und des Verbrauchers. Hauptinstrumentarien hierzu sind der Sorten- und der produktionstechnische Versuch. Unter den derzeit sehr zahlreich neu zugelassenen Sorten gilt es diejenigen herauszufinden, die unter unseren Anbaubedingungen sicher eine hohe Qualität erzielen lassen. Durch spezielle Bonituren und Tests werden Schwächen und Stärken herausgearbeitet und in Sortenempfehlungen an das Klientel hinausgegeben.

Im züchterischen Aufgabenbereich wird das Ziel darin gesehen, Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge insbesondere dort in den Kreuzungseltern zu forcieren, wo der Landwirtschaft am meisten gedient ist (Nematoden-, Virus- und Krebsresistenz) und die privaten Züchter aufgrund hoher Kosten, fehlender Kreuzungseltern oder eines großen Zeitrahmens keine Anstrengungen unternehmen. Dabei wird die Qualität, die Inhaltsstoffe und der Ertrag nicht vernachlässigt, so dass jederzeit aktuelles Zuchtmateri-

al vorliegt. Wesentlich sind auch die Anstrengungen im Bereich der Züchtung auf Stärkeleistung, hohen Stärkegehalt und Stärkequalität.

Im dritten Aufgabenbereich werden das gesamte der amtlichen Anerkennung unterstellte Pflanzgut auf die jeweils relevanten Viren gemäss der Pflanzkartoffelverordnung untersucht, der Nachkontrollanbau und der Anbau für die Saatgutverkehrskontrolle mit allen Bonituren durchgeführt. Ferner gilt es Vermehrungsstrategien zu entwickeln, um das Pflanzgut unter den schwierigen bayerischen Verhältnissen sicher und kostengünstig produzieren zu können und die Virustestung weiter zu entwickeln.

## **Daueraufgabe Resistenzzüchtung**

### Zielsetzung

Züchtung auf Resistenz gegen den Kartoffelkrebs gilt als Musterbeispiel einer sehr effektiven Krankheitsbekämpfung. In den Jahren ab 1935 wurde dies praktiziert. Die Abbildung 1 zeigt den Anteil an gegen den Pathotyp 1 resistenten Sorten, die im jeweiligen Jahr in die Sortenliste eingetragen wurden. Die Krankheit trat in den Hintergrund durch die Eintragung von resistenten Sorten und deren flächendeckenden Anbau über einen langen Zeitraum hin. Die züchterische Bedeutung ab Mitte der siebziger Jahre schwand per se, teilweise auch bedingt durch die Abnahme des Pathoyps 1. Krebs tritt nun wieder verstärkt auf, teils wegen der Konzentration des Kartoffelbaues, teils weil sich die Pathotypen 2, 6 und 8 in den Vordergrund schieben.

Züchtung auf Resistenz gegen Nematoden wurde Mitte der 50er Jahre regional in existentiellem Umfang für den Kartoffelbau notwendig. Die Abbildung 2 zeigt den Anteil an resistenten Sorten, die im jeweiligen Jahr in die Sortenliste eingetragen wurden. Ro1-Resistenz ist zwar in Deutschland voll umgesetzt, wird aber durchbrochen durch die Zulassung von anfälligen Kandidaten in einem EU-Land und anschließendem Anbau in Deutschland. Züchtung auf die vier weiteren Ro-Pathotypen wird systematisch nicht betrieben, etwas mehr die gegen *Globodera pallida*. Es ist aber auch hier bekannt, dass die Resistenz gegen Pathotyp 1 an Bedeutung schwindet und gegen alle Pathotypen künftig bedeutungsvoll sein wird. Auch hier trägt die Intensivierung des Kartoffelbaues und die Form der Technisierung (Absieben von Untergrössen am Feld) zur Verschärfung des Problemes bei.

Das Y-Virus bereitet der Pflanzguterzeugung und der Züchtung in Bayern die größten Probleme. Ein neuer Stamm, das Tabakrippenbräunevirus, hat Mitte der 50er Jahre bedeutende Sorten vom Markt genommen. Über 40 Jahre wurde die Pflanzguterzeugung dadurch stark beeinträchtigt. Mit den Mitteln der Produktionstechnik (Selektion, Insektizide, Krautabtötung) konnte das Problem lediglich gemildert werden. Züchtung auf Resistenz bzw. Immunität gegen das Y-Virus lösen das Problem auf lange Sicht umweltfreundlich und produktiv.

Daher muss es die Aufgabe eines mit öffentlichen Mitteln geförderten Institutes sein, derartige Resistenzen zu erarbeiten. Der Aufgabenbereich der Kartoffelzüchtung sah es daher seit jeher als seine Aufgabe an, die Resistenz im Zuchtmaterial gegen die Krebspathotypen 1, 2 und 6 zu intensivieren, die Resistenz gegen *Globodera rostochiensis* und *pallida* zu verbreitern und das Niveau der Y-Resistenz zu heben bis hin zur Y-Immunität. Dies sind drei Beispiele für Resistenzen, die von den privaten Züchtern nicht primär verfolgt werden, da die Testung des Zuchtmaterials enorm kostenintensiv und langwierig ist und am Markt nicht im nötigen Umfang honoriert wird.

### Methode und Ergebnisse

Zwei Wege wurden zur Verwirklichung dieser Ziele beschritten: Aufbauend auf vorhandenem Zuchtmaterial wurden auf der tetraploiden Stufe auf konventionellem Wege neue Genquellen auf Kulturniveau in breitem Umfang aus Europa ausgewählt und je nach Verwertungsrichtung eingekreuzt. Das Zuchtmaterial wird in der zweiten Knollenvermehrungsgeneration am Institut für Pflanzenschutz (IPS 2a, Krebs und IPS 2e, Nematoden) auf alle Pathotypen getestet. Die Tabelle 1 gibt einen Einblick in den Anteil an resistentem Material auf Kulturniveau.

Tabelle 1: Anteil an resistentem Zuchtmaterial in der Stammesprüfung

<b>Jahr</b>	<b>Ro 1 bis 5</b>	<b>Pa 2, Pa 3</b>	<b>Krebs 1,2,6</b>
<b>1998</b>	19,0	4,2	8,3
<b>1999</b>	21,0	1,6	6,5
<b>2000</b>	14,7	9,3	14,7
<b>2001</b>	46,7	8,7	3,3
<b>2002</b>	29,2	5,2	13,5
<b>2003</b>	29,4	0,0	16,8

Aus diesem Zuchtmaterial wurden die Sorte Jumbo mit Ro 1- bis Ro 5-Resistenz und Y-Immunität, die Sorte Logo mit Resistenz gegen die Krebspathotypen 1,2,6 und sehr guter Y-Resistenz (BSA-Note:1), und die Sorte Maxi mit Ro 1,4-Resistenz und Y-Immunität zugelassen. Zur Zulassung stehen noch drei Stämme, von denen zwei Y-Immunität, Krebsvoll- und Ro1,4 bzw. Ro 1- bis 5-Resistenz besitzen. Der dritte Stamm vereint eine vollständige Nematodenresistenz (Ro1 bis 5, Pa 2, 3), eine Krebsvollresistenz und eine sehr gute Resistenz gegen das Y-Virus.

Der zweite züchterische Weg, der beschränkt wird, ist die Erzeugung von Primärdihaploiden. Diese werden hinsichtlich ihrer agronomischen Eigenschaften und der Resistenzen selektiert und dann mit Dihaploiden anderer Züchterhäuser und eigenen verkreuzt. In der spaltenden Generation dieser Interdihaploiden, die sich sehr stark in den äußeren Knolleneigenschaften differenzieren, wird sehr scharf selektiert. Alle Stämme mit Verwachsungen, Missbildungen etc. werden eliminiert. Die Chancen für schöne Knollenformen und wenig Wuchsdeformationen werden dadurch enorm erhöht. All dieses Material, das aus diesen Generationen fortgeführt wird, wird auf Nematoden-, Krebs-, Virus- (BR-, Y-, M-Virus), *Fusarium*- und *Erwinia*-Resistenz getestet. Die Stämme, die Resistenzen mit sonstigen wichtigen agronomischen Eigenschaften vereinen, werden fusioniert. Dadurch werden Mehrfachresistenzen aufgebaut. Die Tabelle 2 zeigt die Resistenzausstattung der Fusionen aus dem Jahr 2003.

Tabelle 2: Anteil von resistenten Eltern in den Fusionen 2003

<b>Resistenz der Fusionslinien</b>	<b>Anteil in %</b>
Ohne Ro- und Krebsresistenz	14,0
Ein Elter mit Ro 1-5 Resistenz	15,7
Ein Elter mit Krebsresistenz	26,3
Beide Eltern mit Krebsresist.	12,3
Beide Eltern mit Ro1-5 Resist.	12,3
Ein Elter mit Krebs- und Ro-Resist.	19,4
Zusätzliche Resistenzen:	8,8
Y-Immunität 4 Grad-Lagereignung	5,3

Fusionen mit einem Resistenzpartner sind nach allen bisherigen Analysen resistent. Fusionen mit Mehrfachresistenzen sind deswegen von Bedeutung, weil sie als Kreuzungseltern eine hohe Vererbung auf dem tetraploidem Niveau gewährleisten. Derartige Fusionen werden zur Zeit angestrebt und als Kreuzungspartner nach Prüfung auf agronomische Eigenschaften in 2004 an die privaten Kartoffelzuchtbetriebe in Bayern zur Hebung des Resistenzniveaus in der Landespflanzenzüchtung abgegeben.

Projektleitung und Bearbeitung: Dr. L. Hepting, J. Schwarzfischer

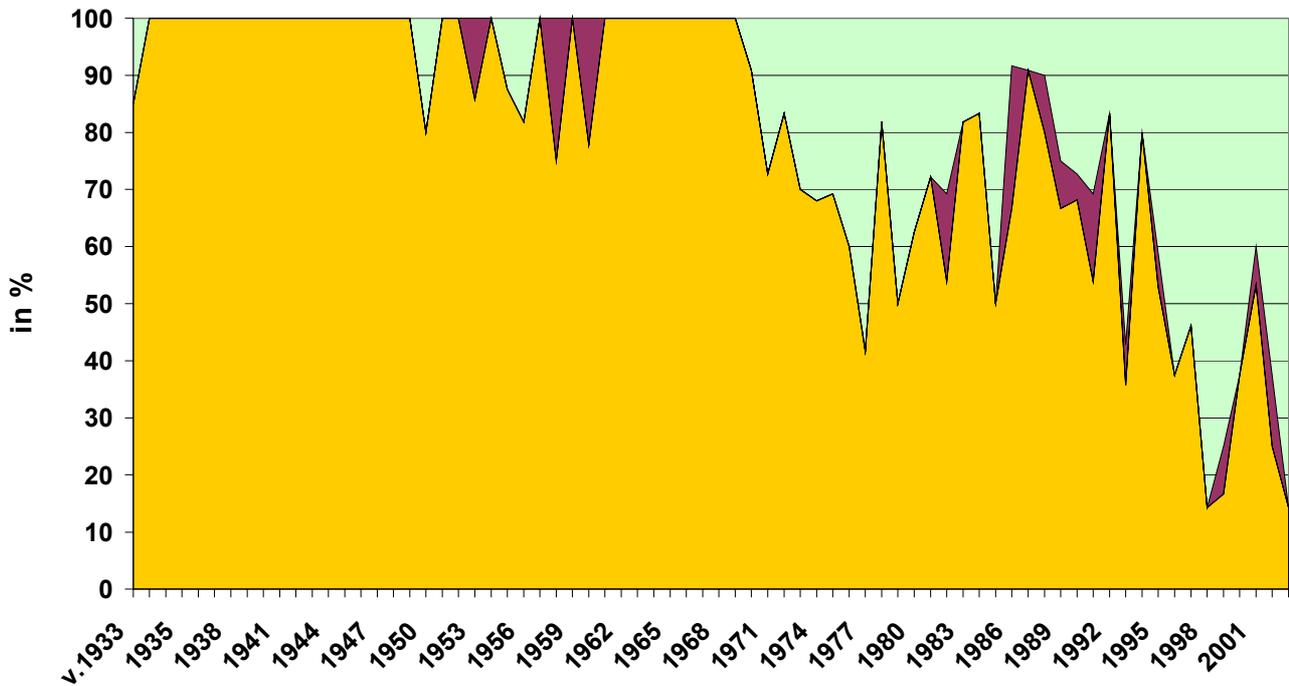


Abb. 1: Anteil der Sorten mit Resistenz gegen mind. einen Krebspathotyp

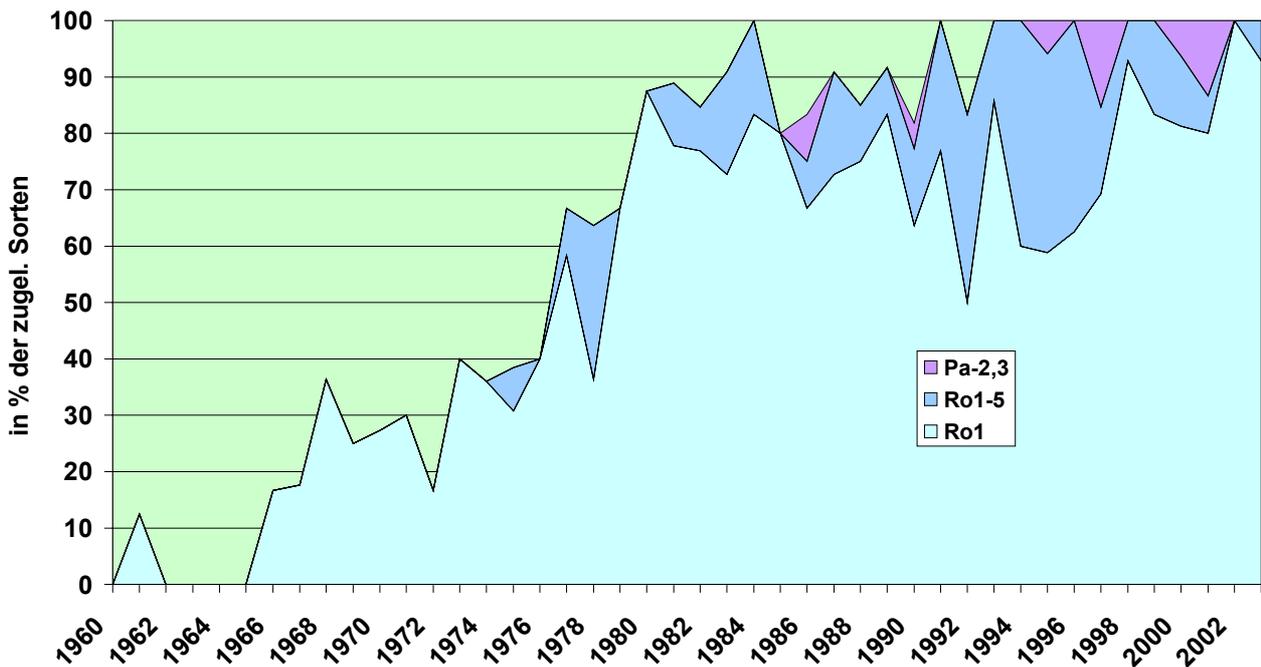


Abb. 2: Anteil von Sorten mit einfacher, mehrfacher *Globodera rostochiensis*- und *Globodera pallida* - Resistenz

### 3.9 Züchtmethodik und Biotechnologie Kartoffeln (IPZ 3b)

Der Einsatz biotechnologischer Züchtungsmethoden findet vor allem in der Kartoffelzüchtung breite Anwendungsmöglichkeiten. So werden in der Arbeitsgruppe parallel Protoplastenfusion, Gentransfer und Genomanalyse in sehr umfangreichen Versuchsprogrammen unter direkten züchterischen Fragestellungen bearbeitet. Die neuen Methoden ermöglichen eine gezieltere, genauere und schnellere züchterische Vorgehensweise. Zudem eröffnen sie neue Zuchtziele bzw. Lösungsansätze. Alle Methoden basieren auf in

vitro-Techniken und molekulargenetischen Analysen. Tätigkeitsfelder sind zunächst Gewebekulturtechniken zur Etablierung, Erhaltung, Gesundmachung (Meristemkultur) und Vermehrung von Kartoffelzuchtstämmen und –sorten unter sterilen Bedingungen. In vitro-Pflanzen dienen dann als Ausgangsmaterial für die schnelle Vermehrung (bayerische Sorten), für die Transformation (Sorten, hochentwickeltes Zuchtmaterial), für die Fusion (dihaploide Zuchtstämmen) und für die Genomanalyse (Populationen). Unter Einsatz molekulargenetischer Methoden (DNA-Klonierung, AFLP-, RFLP-, PCR-Analysen) werden Genkonstrukte bzw. molekulare Marker entwickelt, Fusionshybride und Transformanten selektiert sowie Populationen oder gentechnisch veränderte Linien genau charakterisiert. Die identifizierten Zielpflanzen werden schließlich in vitro vermehrt und im Gewächshaus zur Knollenproduktion angebaut. In den Folgejahren werden sie im Freiland im Vergleich zu konventionellem Zuchtmaterial ausgepflanzt und züchterisch evaluiert. Daraus ergibt sich eine enge Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Kartoffelzüchtung hinsichtlich Zuchtziele, Wahl der Ausgangslinien sowie Bewertung und Weiternutzung der Endprodukte.

## **Protoplastenfusion**

### Zielsetzung

Über die Protoplastenfusion gelingt es, ganz gezielt das Erbmaterial von zwei selektierten diploiden Kartoffellinien zu addieren und somit züchterisch bedeutende Merkmale direkt zu kombinieren. Entscheidender Vorteil gegenüber der konventionellen Züchtung ist die Umgehung der meiotischen Prozesse. Insbesondere bei polygen vererbten Merkmalen werden die entsprechenden Gene als Ganzes in das Fusionsprodukt weitergegeben. Weitere Vorteile der Methode sind die Überwindung von sexueller Inkompatibilität und mütterlicher Vererbung. Folgende Ziele werden derzeit verfolgt:

- Gezielte Kombination von besonderen Qualitätsmerkmalen (hoher Stärkegehalt, Veredelungseignung, 4°C-Lagerfähigkeit) und Resistenzen (Krebs, Nematoden (Ro 5, Pa 3), *Phytophthora*, PVY)
- Aufbau multiplexer Genkonstitutionen für diese Merkmale
- Analyse der Vererbung von Stärkequalitätsmerkmalen
- Entkoppelung von PVY-Immunität und männlicher Sterilität
- Analyse der Bedeutung von Plastiden- und Mitochondrien-DNA
- Erweiterung des Genpools (Fusionen mit diploiden Linien anderer Züchter)

### Methoden

Blätter von *in vitro*-Sproßkulturen werden kleingeschnitten und in einer Lösung mit zellwandabbauenden Enzymen inkubiert. Die dabei gebildeten Protoplasten (Einzelzellen ohne Zellwand) werden durch Filtration und Zentrifugation aufgereinigt, in einer definierten Zelldichte gemäß Zuchtplan gemischt und über Elektrofusion miteinander verschmolzen. Nach Regeneration erfolgt die Selektion der Hybriden über Flow Cytometrie und RFLP-Analyse.

### Ergebnisse

In den letzten beiden Jahren konnte durch Verbesserung der Methoden zur Protoplastenisolierung die Ausbeute an erfolgreichen Fusionskombinationen von ca. 30 auf 47 Kombinationen pro Jahr gesteigert werden. Gleichzeitig wurde der zeitliche Aufwand für die Durchführung der Fusionsexperimente um ein Drittel reduziert. Insbesondere die additive Vererbbarkeit von Resistenzeigenschaften (Krebs, Ro1-5, PVY-Immunität) hat sich bestätigt. Über 20 Fusionskombinationen mit mehrfach kombinierten Resistenzen, teilweise in duplex-Konstitution, wurden etabliert. In Bezug auf Qualitätsmerkmale sollten beide Fusionspartner vergleichsweise gut ausgestattet sein, da meist eher intermediäre Vererbungsmechanismen zugrunde liegen (Stärkegehalt, Veredelungseignung, P-Gehalt der Stärke). Ertragseigenschaften sind bei den bisher ausschließlich eingesetzten Primärdihaploiden wenig vorhersagbar. Neue Kombinationen mit Fusion von 4°C-Typen bzw. Krautfäule-resistenten Linien der BAZ liegen vor. Über die Analyse der mitochondrialen DNA in Fusionshybriden konnte gezeigt werden, dass  $\gamma$ -Mitochondrien neben der Vererbung der männlichen Sterilität auch insbesondere hohe Stärkegehalte begünstigen. Der Plastiden-Typ hat dagegen keinen erkennbaren Einfluss auf züchterisch relevante Merkmale.

Projektleitung und Bearbeitung: Dr. A. Schwarzfischer

## Gentransfer an der Modellpflanze Kartoffel

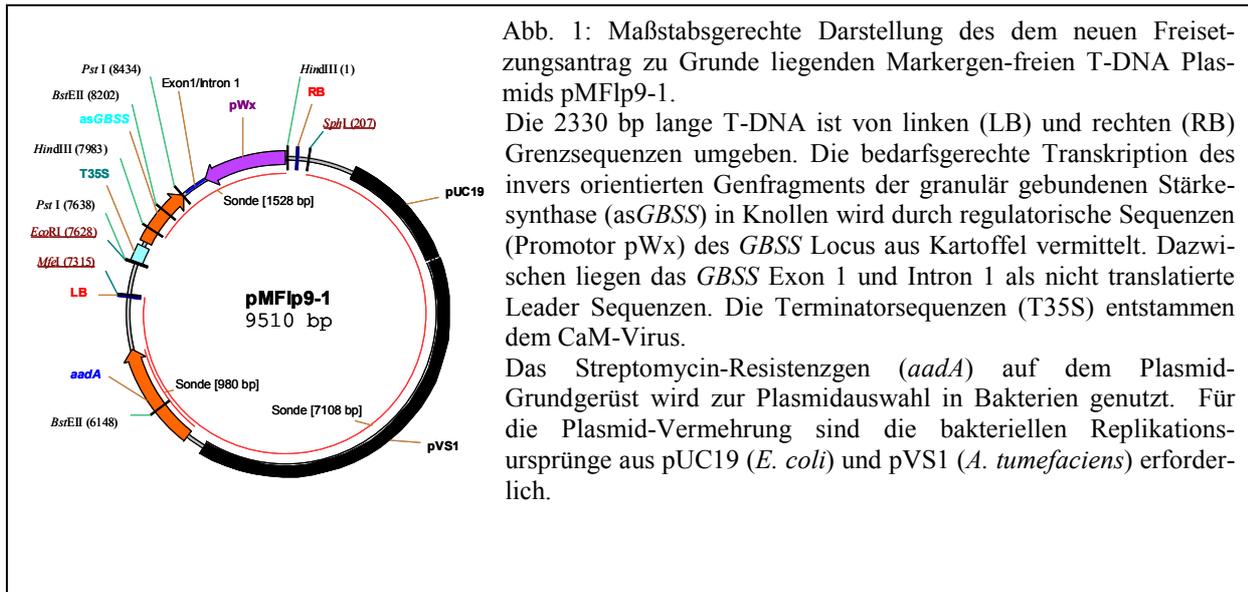


Abb. 1: Maßstabgerechte Darstellung des dem neuen Freisetzungsantrag zu Grunde liegenden Markergen-freien T-DNA Plasmids pMFlp9-1.

Die 2330 bp lange T-DNA ist von linken (LB) und rechten (RB) Grenzsequenzen umgeben. Die bedarfsgerechte Transkription des invers orientierten Genfragments der granulär gebundenen Stärkesynthese (*asGBSS*) in Knollen wird durch regulatorische Sequenzen (Promotor *pWx*) des *GBSS* Locus aus Kartoffel vermittelt. Dazwischen liegen das *GBSS* Exon 1 und Intron 1 als nicht translatierte Leader Sequenzen. Die Terminatorsequenzen (*T35S*) entstammen dem CaM-Virus.

Das Streptomycin-Resistenzgen (*aadA*) auf dem Plasmid-Grundgerüst wird zur PlasmidAuswahl in Bakterien genutzt. Für die Plasmid-Vermehrung sind die bakteriellen Replikationsursprünge aus *pUC19* (*E. coli*) und *pVS1* (*A. tumefaciens*) erforderlich.

### Zielsetzung

Über Gentransfer werden gezielt wenige, definierte Gensequenzen dem Erbmaterial einer etablierten Sorte hinzugefügt, um sie in einer bzw. wenigen Eigenschaft(en) zu verbessern. Die ursprünglichen Merkmale der Ausgangssorte sollten ansonsten weitestgehend erhalten bleiben. Unsere Arbeiten zielen in erster Linie auf die Veränderung der Stärkezusammensetzung zu Gunsten von Amylopektin ohne Anwendung von Markergenen, wie z.B. die in der Öffentlichkeit stark umstrittenen Antibiotika-Resistenzgene. Aus entsprechend modifizierten Kartoffeln kann der bedeutende industrielle Rohstoff Amylopektin direkt, d.h. ohne chemische Modifizierung unter hohem Abwasserverbrauch, isoliert werden. Die Anwendung der markerfreien Transformation erfordert die Optimierung bestehender Transformationsverfahren, die Entwicklung neuartiger minimierter Genkonstrukte und die Etablierung von molekularen Rekombinationschere zur nachträglichen Entfernung von Markergenen.

### Methoden

Genkonstrukte wurden mit molekularbiologischen Verfahren hergestellt (Isolierung von Restriktionsfragmenten, Ligation von Genfragmenten, Plasmidherstellung in *E. coli*). Zur Einführung von synthetischen Sequenzabschnitten (Erkennungsstellen für Restriktionsendonuklasen und Rekombination) wurden PCR-Ansätze durchgeführt. T-DNA wurde mit Hilfe des Agrobakterien-Stammes GV3101/pMP90RK in Internodialssegmente von Kartoffelpflanzen übertragen. PCR-Ansätze und nicht radioaktive RFLP-Analysen charakterisieren transgene Pflanzen. Transiente Enzymtests wurden in einem selbst entwickelten Protoplastensystem durchgeführt. Die Stärkequalität wurde mit Knollengewebe in Färbereaktionen mit Lugol'scher Lösung überprüft.

### Ergebnisse

Es wurde ein optimiertes Genkonstrukt (pMFlp9-1) entwickelt, das eine hauptsächlich aus kartoffeleigenen Gensequenzen aufgebaute T-DNA trägt (Abb. 1). Über Wirkung der *asGBSS*-Gensequenzen (antisense RNA zur granulär gebundenen Stärkesynthese,) unter regulatorischer Kontrolle des knollenspezifischen Promotors *pWx* wird die Amylosebildung in den Knollen unterdrückt. In Hochdurchsatzverfahren wurden fast 10.000 Pflanzen erzeugt. Zwei dieser Pflanzen bildeten auf Grund der gentechnischen Veränderung Amylopektin-Stärke. Molekularbiologische Analysen mit diesen Linien ergaben, dass die T-DNA jeweils an drei Orten im Genom eingebaut war. Bei einer Linie wurden allerdings zusätzlich unerwünschte Sequenzen der Plasmidbasis nachgewiesen. Ein Freisetzungsantrag für die völlig markerfreie Linie wurde beim Robert-Koch-Institut eingereicht. Mit dem Feilandversuch soll 2004 begonnen werden.

In alternativen Ansätzen werden sequenzspezifische Rekombinationsenzyme (Cre, FLP, gamma delta Resolvase) zur nachträglichen Entfernung der Markergene eingesetzt. In transienten Expressionsexperimenten konnte bereits gezeigt werden, dass über diese Enzyme Gensequenzen mit entsprechenden Erkennungsstellen (*lox*, *FRT*, *res*) entfernt werden. Diese Rekombinationssysteme können teilweise auch zur sequenzspezifischen Integration genutzt werden. Neben der stabilen genetischen Veränderung von Pflan-

zen bietet sich nun auch die Möglichkeit der gezielten Modifikation des Epigenoms. In Modellversuchen wurden RNAi-Konstrukte entwickelt, die durch Rekombinasen induzierbar sind und in der Folge zur Expression von siRNA führen. Auf diese Weise konnte in Kartoffelprotoplasten *gus*-Reportergenaktivität erfolgreich unterdrückt werden.

Projektleitung: Dr. A. Schwarzfischer  
 Bearbeitung: Dr. M. Reichmann  
 Förderung: StMLF

## Genomanalyse

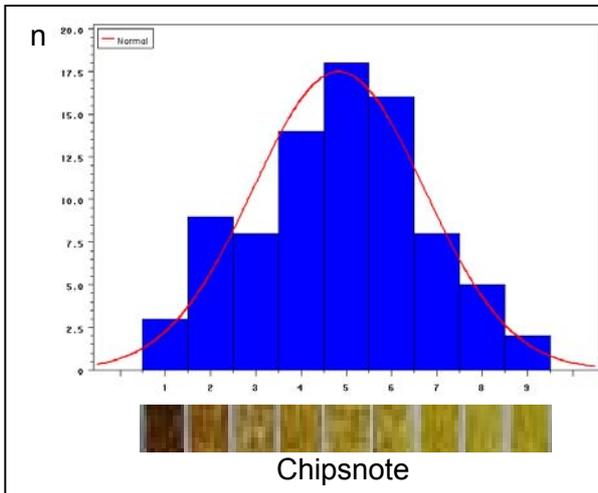


Abb. 2: Aufspaltung der Chipsqualität in 84 dihaploiden

Linien der Sorte Artis nach 4°C-Lagerung für 6 Monate (Mittelwerte über 6 Umwelten).

Die Korrelation von Chipsqualität und dem Gehalt an reduzierenden Zucker (Glucose, Fructose) in den Knollen wurde bestätigt. Dieser nimmt bedingt durch den sukzessiven Stärkeabbau während der Lagerung stetig zu.

### Zielsetzung

Über genetische Marker kann das Zuchtmaterial bereits im Sämlingsstadium anhand eines Blattstückes selektiert werden, d.h. es wird eine frühzeitige, genaue umweltunabhängige Einengung des Zuchtmaterials ermöglicht. Unser Ziel ist es, derartige Marker für Kartoffeln zu entwickeln bzw. bereits beschriebene Marker hinsichtlich ihrer praktischen Bedeutung zu prüfen. Die Arbeiten konzentrierten sich auf die Merkmale gute Chipseignung nach 4°C-Langzeitlagerung und PVY-Immunität. Als wichtige Voraussetzung für die weitere Markerentwicklung musste mit dem Aufbau neuer spaltender Populationen begonnen werden.

### Methode

Die molekulargenetischen Untersuchungen erfolgten über AFLP-, PCR-, SSR- und RFLP-Analysen. Zur Bestimmung der Chipsqualität wurden Knollen nach 6-monatiger Lagerung bei 4°C zurechtgeschnitten und frittiert. Parallel dazu wurde der Gehalt an reduzierenden Zuckern photometrisch über enzymatische Reaktionen bestimmt. PVY-Resistenz, Nematodenresistenzen und Krebsresistenz wurden über künstliche Infektionen im Gewächshaus ermittelt. Die Auswertung erfolgte über spezielle Software-Programme.

### Ergebnisse

Die PVY-Marker konnten absolut zuverlässig zur Selektion von 120 aktuellen Kartoffelsorten angewandt werden. Stammbaumanalysen ergaben, dass die Marker alle Genotypen, die ein *Ry*-Gen von *Solanum stoloniferum* (Hauptquelle für PVY-Immunität) tragen, identifizieren können. Die 19 immunen Sorten stammen von drei verschiedenen Genquellen ab. Anhand umfangreicher Verrechnungen der phänotypischen Daten zur Chipsqualität und zum Gehalt an reduzierenden Zuckern (Abb. 2) mit den in molekulargenetischen Analysen ermittelten Daten konnte eine QTL-Karte erstellt werden. Dabei wurden 5 QTL-Loci ermittelt, die das Merkmal zu über 50 % erklären. Leider konnten die Ergebnisse bislang nur eingeschränkt auf tetraploide Stämme übertragen werden. Deshalb wurde mit einer cDNA-AFLP-Kartierung begonnen. Neue Populationen mit verschiedenen Nematodenresistenzen, Krebs- und Krautfäuleresistenz wurden etabliert und evaluiert.

Projektleitung: Dr. A. Schwarzfischer, Dr. G. Schweizer  
 Bearbeitung: YeSu Song  
 Förderung: StMLF

### 3.10 Pflanzenbausysteme bei Öl- und Eiweißpflanzen und Zwischenfrüchten (IPZ 3c)

Der Hauptarbeitsschwerpunkt der Arbeitsgruppe IPZ 3c liegt alljährlich in der Sortenberatung und Optimierung der Produktionstechnik bei Winterraps, der über 90 % der Ölpflanzenanbaufläche Bayerns stellt. Durch die Anschaffung eines Einzelkornsägerätes konnten in den letzten Jahren mehrere Saatstärkeversuche zu Winterraps im Großraum Freising angelegt werden. Die Ergebnisse dieser bundesweit einmaligen Versuche, mit denen die Vorteile dünner, gleichmäßig verteilter Pflanzenbestände auf agronomische Eigenschaften wie Winterhärte und Standfestigkeit bewiesen werden können, wurden detailliert beschrieben und den Kollegen an den Ämtern zur Verfügung gestellt. Die Auswertung und fachliche Beurteilung der Sortenversuche zu den übrigen Ölsaaten, sowie bei allen Hülsenfrüchten ist eine weitere Daueraufgabe. Im Zwischenfruchtanbau ist die Problematik eines Kohlherniebefalles bei steigenden Rapsanbauflächen und Förderung der Mulchsaaten, meist mit Senf, aktuell. Auf einer bekannten Befallsfläche mit Kohlhernie auf den Betriebsflächen der Landesanstalt in Freising, wurden verschiedene Arten und Sorten auf die Anfälligkeit gegenüber dieser gefährlichen Fruchtfolgekrankheit geprüft. Über das Intranet wurden diese Ergebnisse schnellstmöglich den Ämtern zur Verfügung gestellt, um vor allem im „Mulchsaatbereich“ den Praktikern fundierte Beratungsempfehlungen über mögliche Alternativen zum Anbau von Kruziferen geben zu können.

#### Zur Frage der Saatstärke bei Winterraps

##### Zielsetzung

Vorversuche mit Einzelkornsätechnik (EZK) und verringerter Saatstärke, die im Großraum Freising in den Jahren 2000 bis 2002 durchgeführt wurden, brachten das Ergebnis, dass bei einer erfolgreichen Etablierung eines gut verteilten Pflanzenbestandes selbst bei einer Saatstärke von 30 Körner pro qm keine Ertragsverluste auftreten. Können diese Ergebnisse aber auf alle Rapsanbaugebiete Bayerns übertragen werden?

##### Methode

In der Vegetationsperiode 2002/03 wurde daher der Vergleich von Sätechniken und Saatstärken auf fünf Versuchsstandorte in Bayern ausgedehnt. Wie aus der Grafik Anbauswerpunkte in den Landkreisen ersichtlich ist, konnte in den Zentren des Rapsanbaues jeweils ein Versuch angelegt werden. Vor allem in den trockeneren Anbaulagen Mittel- und Unterfrankens ist dieser Versuch wichtig, um überprüfen zu können, ob unter diesen Klima- und Bodenbedingungen ebenfalls die Saatstärke ohne Ertragsverluste zurückgenommen werden kann.

Für Liniensorten wurde die im Landessortenversuch 2002 ertraglich beste Sorte Viking ausgewählt und bei den Hybriden die hoffungsvolle Sorte Elan. Unmittelbar neben den Einzelkornsäparzellen wurde mit der Versuchsdrillmaschine die Liniensorte Viking mit 70 Körner/qm und die Hybridsorte Elan mit 50 Körner/qm gedrillt, um einen möglichen Sätechnikeneffekt zu erkennen.

##### Ergebnisse

In diesem extremen Trockenjahr war an Standorten mit geringerem Ertragspotenzial die Zurücknahme der Saatstärke auf 32 Körner pro qm bei der Liniensorte Viking erstmals mit wirtschaftlichen Ertragsausfällen verbunden. Damit diese extremen „Dünnsaaten“ über kräftigere Einzelpflanzen und hoher Schotenanzahl die geringen Pflanzenzahlen egalisieren können, ist eine bessere Nährstoff- und Wasserversorgung von Nöten als in diesem Extremjahr. Eine Aussaatstärke von 50 Körnern war auch unter diesen Vegetationsbedingungen ausreichend und bietet bei guter Saatsbettvorbereitung genügend Sicherheitsspielraum.

Im Gegensatz dazu hatte bei der Hybridsorte Elan die Zurücknahme der Saatstärke von 49 auf 32 Körner/qm im Mittel keinen Ertragsrückgang zur Folge. Dies bestätigt die These, dass Hybridsorten über eine höhere Seitentriebbildung und höhere Schotenanzahl pro Pflanze eine bessere Ertragskompensation besitzen als Liniensorten. Dennoch musste in Zornhausen und Arnstein auch bei einer Hybridsorte bei dieser extremen Dünnsaat erstmals ein Ertragsrückgang verzeichnet werden.

Obwohl statistisch nicht belegbar, schnitt bei der Liniensorte Viking an vier von fünf Standorten die Einzelkornsäat bei 70 Kö/qm Saatstärke günstiger als die Drillsaat ab. Wie anhand der Pflanzenausählungen nach dem Auflauf ersichtlich ist, standen auf den EZK Parzellen mit 62 Pflanzen mehr und gleichmäßiger verteilte Pflanzen als bei Drillsaat mit 54 Pflanzen.

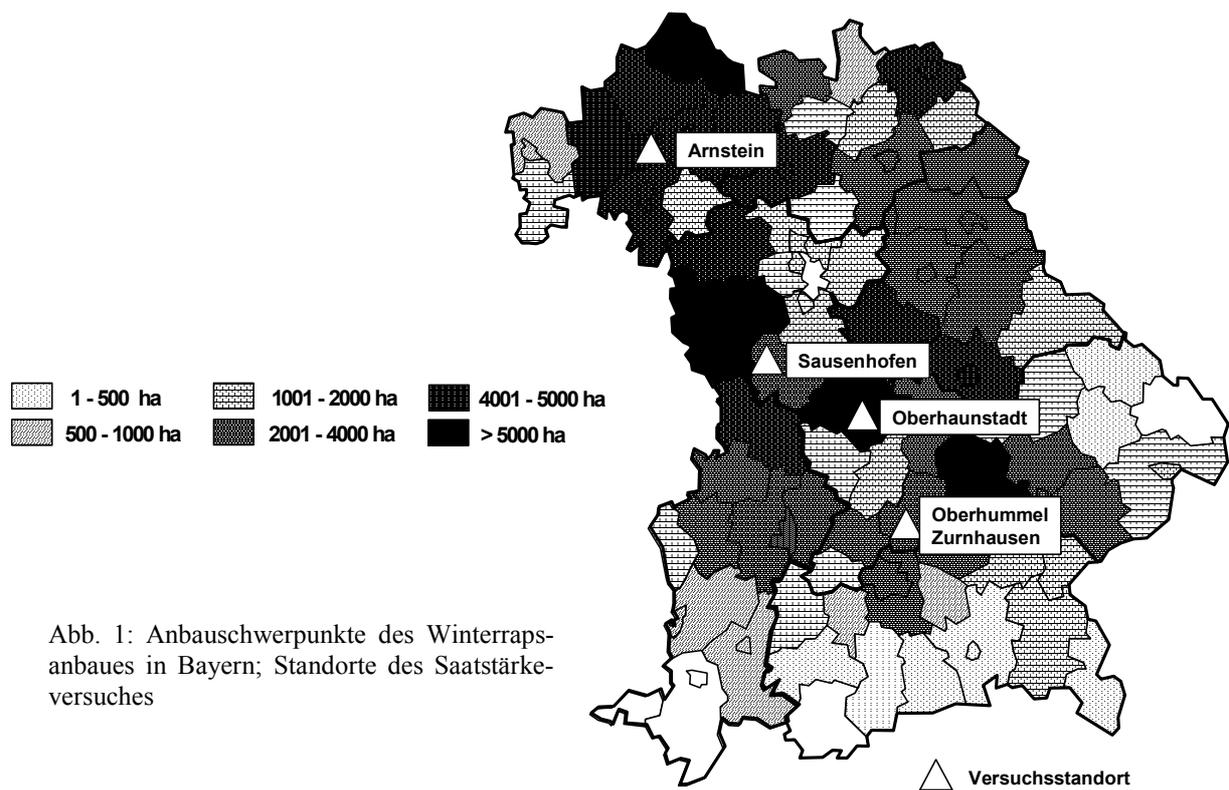


Abb. 1: Anbauswerpunkte des Winterrapsanbaues in Bayern; Standorte des Saatstärkeversuches

Projektleitung: A. Aigner  
 Bearbeitung: G. Salzeder

Tabelle 1: Kornerträge und Marktleistung im Mittel über 5 Standorte

Sorte	Saatstärke Drilltechnik Kö/qm	Korn ertrag dt/ha	Markt- leistung <sup>1)</sup> €/ha relativ	Öl- gehalt %	Pflanzen pro qm nach Auflauf	Mängel nach Winter Bonitur	Wuchs- höhe cm	Lager- vor Reife Bonitur	Phoma Parzellen Bonitur
	Anzahl n	5	5	5	5	4	4	3	2
<b><u>Viking</u></b>									
<b>Drillsaat</b>	70	43,7	1013 = 100 %	40,2	54	2,6	108	1,7	3,5
<b>EZKsaat</b>	68	<b>45,0</b>	<b>1044</b>	<b>103</b>	62	2,1	111	1,2	3,5
	49	44,2	1041	103	45	2,2	113	1,1	3,6
	32	42,3	1001	99	31	2,4	112	1,2	3,4
<b><u>Elan rHy</u></b>									
<b>Drillsaat</b>	50	42,1	969 = 100 %	41,6	59	2,5	118	1,3	3,4
<b>EZKsaat</b>	49	44,0	1015	105	44	2,5	130	1,0	3,9
	32	<b>44,0</b>	<b>1043</b>	<b>108</b>	30	2,8	131	1,0	3,6
Mittelwert		43,6	1018			2,4	117,6	1,2	3,6

1) Ölgehalt und Saatgutkosten eingerechnet

## Anfälligkeit von Zwischenfruchtarten und Sorten gegenüber Kohlhernie

### Zielsetzung

Der Anbau von Zwischenfrüchten als Mulchsaat zum Erosionsschutz, fast ausschließlich mit Senf, wird über das KuLaP Programm gefördert. Aus Kostengründen und wegen der einfacheren Saatechnik haben im Zwischenfruchtanbau die Kreuzblütler zugenommen, und unter diesen wiederum dominieren Senf und Ölrettich ganz klar. Zusammen mit der gestiegenen Rapsanbaufläche stehen vermehrt Kruziferen auf den Feldern, wodurch die bodenbürtige Fruchtfolgekrankheit Kohlhernie gefördert werden kann, und der Rapsanbau in solchen Betrieben gefährdet ist. Mit dem Anbau verschiedener Zwischenfruchtarten und Sorten auf einer bekannten Befallsfläche in Pettenbrunn bei Freising sollte geprüft werden, ob es zwischen den Arten und Sorten einen unterschiedlichen Befallsgrad gibt, der für den praktischen Anbau relevant ist.

### Methode

Nach einer Pflugfurche Ende Juli wurden im Jahr 2002 sechs Zwischenfruchtarten und insgesamt 10 Sorten als Blockanlage in 10 qm Parzellen und vierfacher Wiederholung ausgesät. Das Versuchsfeld in Pettenbrunn liegt im Tertiären Hügelland, kann als sandiger Lehm angesprochen werden und ist als Parabraunerde ein typischer Vertreter der größten Ackerbauregion Bayerns. Der pH-Wert liegt mit 6,5 im normalen Bereich und entspricht den Vermehrungsbedingungen des Bodenpilzes.

Am 24. Oktober wurden aus jeder Parzelle jeweils 100 fortlaufende Pflanzen mit ihren Wurzeln gezogen. Auf dem Waschplatz von AVS 2 wurde anschließend vorsichtig mit einem Wasserstrahl das anhaftende Erdreich abgewaschen, um eine exakte Bonitur der Gallenbildung bei den einzelnen Sorten durchführen zu können.



Abb. 1: Zwischenfruchturzeln mit unterschiedlicher Gallenbildung durch Kohlherniebefall

### Ergebnisse

Die Boniturergebnisse, über die 4 Wiederholungen gemittelt, sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Aus diesem Versuch kann die Anfälligkeit der geprüften Arten wie folgt bewertet werden:

1. Sommerraps und Senf zeigten die höchste Anfälligkeit.
2. Die geprüfte Winterrübensorte bewegte sich im Mittelfeld.
3. Eine relativ geringe Anfälligkeit zeigten die beiden geprüften Ölrettichsorten.
4. Von großem Interesse sind die Ergebnisse der 3 geprüften Winterrapssorten. Neben der neu zugelassenen Zwischenfruchtsorte Torrero wurden die beiden Kohlhernie-resistenten Körnerrapssorten Mendel und Tosca mitgeprüft. Das Auszählungsergebnis dieser beiden Sorten bestätigt, dass diese Sorten nicht gegen alle im Boden vorkommenden Rassen des Pilzes resistent sind. Auf diesem Schlag wies die Sorte Mendel im Mittel 9 % Pflanzen mit starken Wucherungen auf. Hingegen waren bei der Sorte Tosca nur an 2 % der Pflanzen eine Gallenbildung an den Wurzeln erkennbar. Überraschend war, dass die Zwischenfruchtsorte Torrero eindeutig weniger Gallenbildung zeigte als die als resistent eingestufte Körnerrapssorte Mendel.

5. Erwartungsgemäß wurde an keiner Wurzel der Phazalie eine Wucherung gefunden und somit die These bestätigt, dass diese Zwischenfruchtart nicht zu den Wirtspflanzen des Pilzes *Plasmodiophora brassicae* gehört.

Tabelle 1: Bonitur des Kohlherniebefalles an Zwischenfrüchten im Oktober 2002

Zwischenfruchtart	Sorte	Note 1 keine Wucherung	Note 2 kleine Wucherung	Note 3 massive Wucherung
		% - Anteil an jeweils 400 bonitierten Pflanzen		
Senf	Accent	6	13	81
	Luna	8	18	74
Örettich	Reflex	86	11	3
	Consul	99	1	
Phazalie	Amerigo	100		
Sommerraps	Tapir	17	3	80
Winterraps	Mendel <sup>1)</sup>	85	6	9
	Tosca <sup>1)</sup>	98	1	1
	Torrero	95	3	2
W - Rübse	Lenox	50	17	33

1) resistente Körnerrapsorte

Da 2002 die Sortenauswahl bei den Arten rein zufällig erfolgte, wurden 2003 von den anfälligen Arten vom Handel alle angebotenen Sorten erfragt und auf demselben Schlag nochmals angebaut, um eventuelle Sortenunterschiede finden zu können. Leider liefen aufgrund der extrem langen Trockenheit im August 2003 die Zwischenfrüchte sehr zögernd und ungleich auf. Während alle Senfsorten eine fast 100prozentige Infektion zeigten, war bei den übrigen Kruziferen fast keine Infektion feststellbar, so dass der Versuch nicht aussagekräftig ist.

Projektleitung: A. Aigner  
 Bearbeitung: G. Salzeder

### 3.11 Pflanzenbausysteme bei Heil- und Gewürzpflanzen (IPZ 3d)

Als eine von nur sehr wenigen Institutionen in ganz Deutschland beschäftigt sich die Arbeitsgruppe seit 1976 mit der kontinuierlichen und neutralen praxisorientierten Anbau- und Züchtungsforschung zum Qualitäts-Feldanbau ausgewählter Heil- und Gewürzpflanzen aus der großen Gruppe dieser anspruchsvollen und schwierigen Fruchtarten. Gleichzeitig stellt die Beratung in allen Fragen des Anbaues und der Verarbeitung einen Schwerpunkt der Tätigkeit dar, da es für diesen Bereich keine Spezialberater gibt. Die langjährige Versuchs- und Beratungstätigkeit mit vielen verschiedenen Pflanzenarten hat die Qualitätssicherung und laufende Verbesserung sowie die Schaffung von Anbau- und Absatzalternativen zum Ziel. Die heterogene Aufgabenstellung und die Vielzahl der Arten erfordern eine intensive Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen innerhalb des Instituts sowie mit verschiedenen weiteren Instituten und Abteilungen der LfL.

Nach der langjährigen Beschäftigung mit in Europa vorkommenden und verwendeten Arten wurde ein in dieser Komplexität und Gründlichkeit in Europa bisher einmaliges Forschungsgebiet zum Feldanbau chinesischer Heilpflanzen betreten.

## Inkulturnahme und Etablierung neuer Heilpflanzenarten für die bayerische Landwirtschaft



Abb. 1: Erfolgreicher Anbau mit *Leonurus japonicus*

### Zielsetzung

Heilpflanzen spielen in der traditionellen chinesischen Medizin (TCM), die in Deutschland immer mehr an Bedeutung gewinnt, eine sehr wichtige Rolle. Der Import der Drogen (=getrocknete Pflanzenteile) vieler Pflanzen aus Asien bereitet aber zunehmend Qualitäts- und Beschaffungsprobleme. Angeregt durch eine Gesellschaft von Ärzten, die chinesische Heilpflanzen anwenden und dokumentieren, wurde ein mehrjähriges interdisziplinäres Projekt zur Erforschung des Feldanbaus ausgewählter chinesischer Heilpflanzen in Bayern gestartet. Durch einen kontrollierten und dokumentierten Anbau mit definiertem Pflanzenmaterial können die Qualität des Drogenmaterials und die Arzneimittelsicherheit verbessert und die Versorgung sicher gestellt werden. Gleichzeitig soll der Anbauumfang von Arzneipflanzen erweitert werden. Im Rahmen des Projektes werden die pflanzenbaulichen Grundlagen für ein umweltverträgliches Anbauverfahren und die grundsätzliche Kultivierbarkeit in Bayern erforscht.

### Methode

Grundlegende Voraussetzung für die Anbauversuche war die Beschaffung von Saatgut der verschiedenen Arten in ausreichender Menge. Sehr bald zeigte sich, dass die üblichen Saatgutlieferanten für Heil- und Gewürzpflanzen in Deutschland und im benachbarten Ausland diese Arten nicht führten. Offizielle Anfragen in China blieben unbeantwortet. Nach intensiven Recherchen konnten mehrere Saatgutfirmen in den USA, Kanada und Frankreich sowie weitere Bezugsquellen aufgefunden werden. Die Untersuchungen zur Saatgutqualität wurden im Saatgutlabor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ 6c) durchgeführt. Saatgut mit ausreichender Lebensfähigkeit, aber niedriger Keimfähigkeit zeigte bei manchen Arten eine Keimruhe, die für ein gutes Auflaufergebnis erst durch entsprechende Vorbehandlungen gebrochen werden muss. Dazu wurden Stratifikation, GA<sub>3</sub>-Behandlung, Vorkeimung in Wasser und PEG 6000 sowie der Einfluss von Licht und Wechseltemperatur während der Keimung untersucht.

Die Feldversuche wurden auf den staatlichen Versuchsstationen Baumannshof und Puch durchgeführt. Geprüft wurden an den 16 ausgewählten Pflanzenarten der Einfluss der Versuchsvarianten "Genetische Herkunft", "Anbauverfahren", "Einsatz von Mycorrhizapilzen", "Saatgutvorbehandlung", "Erntetermin" und "Kulturdauer" auf Ertrag und Inhaltsstoffgehalt sowie die sensorische Qualität und das Aussehen der Drogenmuster.

Wegen der Unsicherheit, ob es sich bei den bezogenen Saatgutherkünften tatsächlich um die gewünschte Pflanzenart nach den Arzneibuchvorgaben handelte, wurden an der LMU in München umfangreiche Untersuchungen zur botanischen Identifizierung der Pflanzen mit DNA-Sequenz- und -Fingerprintanalysen durchgeführt. Die Untersuchungen auf Inhaltsstoffe und Nährstoffentzug erfolgten zu einem großen Teil an der Universität Graz sowie in der Abteilung AQU der LfL.

## Ergebnisse

Nach den bisherigen Erkenntnissen handelt es sich bei allen bezogenen Saatgutherkünften von *Angelica sinensis*, *Prunella vulgaris*, *Salvia miltiorrhiza*, *Saposhnikovia divaricata*, *Scutellaria baicalensis*, *Siegesbeckia pubescens* und *Tribulus terrestris* tatsächlich um die richtige und vom Chinesischen Arzneibuch geforderte Art im botanisch-systematischen Sinn. Bei *Angelica dahurica* erwies sich eine Herkunft als *Angelica archangelica* und damit als falsch. Bei *Artemisia scoparia* sind zwei Herkünfte vorhanden, die sich deutlich unterscheiden. Bisher konnte noch nicht zweifelsfrei ermittelt werden, ob eine davon als *Artemisia capillaris* angesprochen werden muss. *Astragalus membranaceus* wirft die größten Probleme auf. So ist gegenwärtig weder die genaue botanische Bezeichnung trotz der Angaben im Arzneibuch klar, noch die Zuordnung der im Versuch stehenden Herkünfte zu *Astragalus membranaceus* oder einer anderen Art. Es ist zu vermuten, dass die kleinblättrigen und schwachwüchsigen Provenienzen von „*A. chinensis*“ eher *Astragalus mongholicus* var. *membranaceus* zuzurechnen sind, als die – agronomisch wertvolleren – großblättrigen und stark wüchsigen Herkünfte. Bei *Bupleurum chinense* und *Bupleurum falcatum* dürfte es sich bei allen Herkünften um *Bupleurum chinense*, wie von der Chinesischen Pharmakopoe verlangt handeln. Saatgut von *Leonurus* wurde unter den Bezeichnungen *Leonurus sibiricus* und *L. heterophyllus* bezogen. Inzwischen steht fest, dass alle Herkünfte *Leonurus japonicus* zuzurechnen sind. Dies ist auch der im Chinesischen Arzneibuch aufgeführte Name. Die als *Rheum tanguticum* bezeichneten Herkünfte erwiesen sich entweder als *Rheum palmatum* und damit ebenfalls als zugelassene Stammpflanze oder als eine andere – nicht erwünschte – Art.

Fast alle untersuchten Pflanzenarten erwiesen sich von den Inhaltsstoffuntersuchungen her im Wesentlichen als identisch zu den geprüften Mustern aus original chinesischen Drogen. Die bei der botanischen Charakterisierung bereits festgestellte falsche *Angelica archangelica* zeigte auch hier ein anderes Inhaltsstoffmuster als die richtigen *Angelica dahurica* – Herkünfte. Die beiden *Artemisia scoparia* – Herkünfte wiesen ebenfalls leichte Unterschiede auf, während die *Astragalus chinensis* – und *Astragalus membranaceus* – Provenienzen entgegen der botanischen Identifizierung keine Abweichungen untereinander und zu chinesischen Originalmustern zeigten! Hier muss in der nächsten Zeit festgestellt werden, ob die importierten Drogen tatsächlich *Astragalus membranaceus* entsprechen oder ob aufgrund neuester botanisch-systematischer Erkenntnisse die Namensgebung der Stammpflanzen geändert bzw. erweitert werden muss. Als eindeutig nicht den Vorgaben entsprechend erwiesen sich die *Rheum tanguticum* bzw. *palmatum* – Herkünfte, da sie alle mehr oder weniger hohe Rhaponticin-Gehalte aufwiesen, in der Droge aber kein Rhaponticin enthalten sein darf.

Nach teilweise bereits fünfjährigen Anbauversuchen ist erfreulicherweise festzustellen, dass die meisten der untersuchten Arten unter südbayerischen Verhältnissen gut kultivierbar und vergleichbar mit bereits etablierten Arten wie Baldrian, Zitronenmelisse und Johanniskraut sind. Nachdem die bei einigen Arten (z. B. *Saposhnikovia divaricata* oder *Angelica dahurica*) aufgetretenen Keimungsprobleme gelöst werden konnten, könnten auch diese chinesischen Arten von versierten Landwirten analog den bekannten Anbauverfahren kultiviert werden. Mit guten Erträgen ist bei *Angelica dahurica*, *Artemisia scoparia*, *Leonurus japonicus*, *Rheum palmatum*, *Salvia miltiorrhiza* und *Siegesbeckia pubescens* zu rechnen, mit mittleren bei *Astragalus membranaceus*, *Prunella vulgaris*, *Saposhnikovia divaricata* und *Scutellaria baicalensis*.

## Schlussfolgerungen

Ein dokumentierter Feldanbau chinesischer Heilpflanzen in Deutschland ist realisierbar! Unter Berücksichtigung aller bisherigen Ergebnisse aus den Teilbereichen „Botanische Identifizierung“, „Inhaltsstoffmuster“ und „Agronomische Aspekte“ könnte in der nahen Zukunft ein erster Pilot-Praxisanbau mit folgenden Arten ins Auge gefasst werden:

*Angelica dahurica*, *Salvia miltiorrhiza*, *Saposhnikovia divaricata*, *Scutellaria baicalensis* (Wurzeldrogen). *Artemisia scoparia*, *Leonurus japonicus*, *Prunella vulgaris*, *Siegesbeckia pubescens*, (Krautdrogen). Damit dieser Anbau auch mit den definierten und in den Versuchen für gut befundenen Saatgutherkünften ausgeführt werden kann, wurde seitens des Institutes bereits Pflanzgut zur Saatgutproduktion an eine bayerische Vermehrergergemeinschaft abgegeben.

Projektleitung und Bearbeitung: Prof. Dr. U. Bomme  
Förderung: StMLF

## Untersuchungen zur genetischen Diversität bei *Mentha L.* und *Valeriana officinalis L.*

Zusammen mit Dr. Seefelder, IPZ 5c, wurde die genetische Diversität verschiedener Minzesorten und ausgewählter Baldrianherkünfte untersucht. Bei beiden Fruchtarten konnten über diese molekulargenetischen Untersuchungen wichtige neue Erkenntnisse gewonnen werden, die in einer Diplomarbeit dargestellt sind.

Projektleitung: Dr. S. Seefelder, IPZ 5c; Prof. Dr. U. Bomme, IPZ 3d

Bearbeitung: Dr. S. Seefelder, R. Schürmer, Prof. Dr. U. Bomme

### 3.12 Pflanzenbausysteme, Produktionstechnik und Sortenfragen bei Futterpflanzen und Wechselgrünland (IPZ 4a)

Die Kernaufgaben der Arbeitsgruppe sind zum einen die Optimierung der Pflanzenbausysteme und der Produktionstechnik bei Futterpflanzen, Wechselgrünland und Zwischenfrüchten zur Futternutzung. Arbeitsschwerpunkte sind hier Neuansaat und Nachsaat auf Grünland, die Optimierung der Verwertung organischer betriebseigener Dünger und integrierte Ansätze zur Bekämpfung und Eindämmung von minderwertigen Arten in Grünland und Feldfutterbau. Zum anderen leistet sie einen Beitrag zur Bereitstellung von besonders geeignetem Saatgut für die bayerische Landwirtschaft durch Prüfung von Sorten und Mischungen für Grünland, Feldfutterbau und Zwischenfrucht, stetige Aktualisierung und Optimierung der offiziellen Sorten- und Mischungsempfehlungen.

Die gewonnenen Ergebnisse dienen der Erstellung von Beratungsunterlagen, der Entwicklung von Qualitätsstandards in Absprache mit der Saatgutwirtschaft (letzte Maßnahme war hier, die Einführung höherer technischer Qualitätsstandards bei den staatlich empfohlenen Mischungen zu Jahresbeginn und deren kontrollierende Begleitung) und der Beratung der bayerischen Grassamenvermehrter.

Bedingt durch den feuchten Herbst 2002 und die Trockenheit 2003 war der Beratungsbedarf bei den Themen „Übersaat-/Nachsaat“ und auch Zwischenfruchtbau zur Futternutzung deutlich erhöht. Dies trifft für das Thema „Nachsaat“ auch weiterhin zu. Die Unterstützung von Beratung vor Ort und der Praxis zu diesem Komplex wird voraussichtlich auch noch 2004 mehr Arbeitszeit binden als im Durchschnitt der Jahre.

#### Überprüfung von Sorten des Deutschen Weidelgrases an typischen Grünlandstandorten mit Auswinterungsneigung in Bayern (Daueraufgabe)



Abb. 1: Sorten, die nicht an die harten bayerischen Verhältnisse angepasst sind, versagen bereits nach kurzer Zeit.

## Zielsetzung

Die Sortenvielfalt beim Deutschen Weidelgras ist ähnlich groß wie beim Getreide und nicht alle Sorten dieser eher maritim geprägten Art sind gleich gut an die besonderen klimatischen Eigenschaften und Böden Bayerns angepasst. Gerade für das Dauergrünland sind Winterfestigkeit und Ausdauer unter bayerischen Bedingungen die wichtigsten Eigenschaften bei mehrjährigen Gräserarten. Ziel der Versuche ist es, aus der Sortenvielfalt die Sorten mit der besten Eignung für ihre Verwendung in Bayern herauszufiltern.

## Methode

Mehrortige Sortenversuche (Blockanlage, 4 Wiederholungen, Parzellengröße ca. 12 m<sup>2</sup>) angelegt an Auswinterungsstandorten in Bayern mit einer Laufzeit von mindestens 4 Jahren. Periodische Neuanlage alle zwei Kalenderjahre. Versuchsglieder sind die jeweils in diesem Zeitraum neu zugelassenen Sorten sowie Vergleichsstandards (ca. 20-25 Versuchsglieder pro Einzelversuch; zulassungsbedingt mit der Tendenz zu höheren Zahlen). Erfasst werden relevante Merkmale zu Ausdauer und Resistenz per Sichtbonitur.

## Ergebnisse

Durch die Wahl dieser Versuchsstandorte in den Grenzlagen des bisherigen Sortimentes Deutscher Weidelgrassorten, schälen sich bereits nach vier Jahren deutliche, für die Praxis verwertbare Sortenunterschiede heraus, die sich sonst erst nach längerer Zeit zeigen würden. Es kann daher in vergleichsweise kurzer Zeit ein aussagekräftiges Urteil gefällt werden. Die schlechteste Beurteilung wird mit der Note eins bzw. „- -“ bewertet, die beste mit neun bzw. „+++“. Zur Veranschaulichung der Ausdauerbeurteilung: Von einer Stufe zur nächst höheren haben nach vier Wintern im Durchschnitt 15 - 20 Prozent mehr Weidelgras überdauert. Für den praktischen Anbau bedeutet dies, dass bei Kauf einer Mischung mit einer Sorte mit der Ausdauerbewertung (+) oder + auch nach 4 Jahren noch ein brauchbarer, guter Bestand vorhanden ist. Dagegen wäre dann bei einer Sorte mit Note (-) oder schlechter häufig schon die nächste Neuansaat fällig.

Projektleitung: Dr. S. Hartmann  
 Bearbeitung: Dr. S. Hartmann, G. Rössl

## Einführung des neuen Qualitätsmerkmals zweifach „ampferfrei getestet“ für staatlich empfohlene Mischungen in Bayern in die Praxis

Tabelle 1: Vergleich des mehrjährigen mittleren Ampferbesatzes mit dem Prüfungsergebnissen der zweifachen Ampfertestung im Rahmen der Qualitätskriterien der Bayerischen Qualitätssaatgutmischungen

Fruchtart	Untersuchte Proben (Ernten 1995 - 1999)			1. Mal "ampferfrei getestet"	2. Prüfung auf Besatz mit Ampfer (Untersuchungen 2003)		
	Probenzahl	Proben mit Ampfer [abs] <sup>1)</sup>	Proben mit Ampfer [%]		Probenzahl	Proben mit Ampfer [abs] <sup>2)</sup>	Ableh- nungen [%]
<b>Gräser</b>							
Dt. Weidelgras <i>Lolium perenne</i>	254	9	4	Nur Partien, deren Beschaffenheitsprüfung im Rahmen der amtlichen Anerkennung keinen Ampferbesatz ausweist (Ampfer: 0), werden ausgewählt	42	1	2
Welsches Weidelgras <i>Lolium multiflorum</i>	156	6	4		4	0	0
Einjähriges Weidelgras <i>Lolium multiflorum</i>	204	6	3		5	0	0
Bastardweidelgras <i>Lolium x boucheanum</i>	89	6	7		3	0	0
Wiesenschwingel <i>Festuca pratensis</i>	356	29	8		69	5	7
Rotschwingel <i>Festuca rubra</i>	243	21	9		25	1	4
Glattthafer <i>Arrhenaterum elatius</i>	139	32	23		7	0	0
Goldhafer <i>Trisetum flavescens</i>	60	0	0		3	0	0
Lieschgras <i>Phleum pratense</i>	67	8	12		32	2	6
Wiesenfuchsschwanz <i>Alopecurus pratensis</i>	51	2	4		6	1	17
Wiesenrispe <i>Poa pratensis</i>	26	0	0		13	0	0
Knautgras <i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-		14	0	0
<b>Summe bzw. Mittelw.</b>	<b>1645</b>	<b>119</b>	<b>7</b>		<b>223</b>	<b>10</b>	<b>4</b>
<b>Klee und Luzerne</b>							
Rotklee <i>Trifolium pratense</i>	397	105	26	168	67	40	
Luzerne <i>Medicago sativa</i>	198	50	25	80	39	49	
Alexandrin Klee <i>Trifolium alexandrinum</i>	72	20	28	2	0	0	
Hornklee <i>Lotus corniculatus</i>	31	2	6	8	4	50	
Weißklee <i>Trifolium repens</i>	22	0	0	15	3	20	
Persischer Klee <i>Trifolium resupinatum</i>	19	5	26	-	-	-	
<b>Summe bzw. Mittelw.</b>	<b>739</b>	<b>182</b>	<b>25</b>	<b>273</b>	<b>113</b>	<b>41</b>	

### Zielsetzung

Der Wert von Futterbaumischungen wird zum einen aus dem genetischen Potenzial der verwendeten Komponenten (Arten- und Sorten) zum anderen aber auch entscheidend von technischen Merkmalen bestimmt. Eines, das bei der Praxis stets in der Diskussion steht, ist das Merkmal „Fremdbesatz“ - und hier besonders der mit Ampfer. Um eine Partie Klee- oder Grassamen in Verkehr (also in den Verkauf) bringen zu dürfen, muss die den Anforderungen des Saatgutverkehrsgesetzes genügen. Hierin sind auch der maximal erlaubte Fremdbesatz (Samen anderer Arten z.B. Ampfer) und die Mindestkeimfähigkeit für die einzelnen Arten festgelegt. Das Saatgutverkehrsgesetz wiederum setzt eine EU-Norm um. Diese ist jedoch so niedrig, dass Saatgut mit einer Saatstärke von einem Ampfersamen pro m<sup>2</sup> theoretisch noch vertriebsfähig wäre. Die gesetzliche Mindestnorm ist also keine echte Qualitätshürde für den Marktzugang. Dem Bedürfnis der Praxis auch nach erhöhter technischer Qualität des Saatgutes (neben der nach genetischen Qualität) trägt das neue Qualitätsmerkmal der „Bayerischen Qualitätssaatgutmischungen“ Rechnung.

### Methode

Anregen und Begleiten von einer freiwilligen Qualitätshebung bei den Mischungsherstellern der Bayerischen Qualitätssaatgutmischungen.

Deutliche Verschärfung der Qualitätskriterien durch keinerlei erlaubten Ampferbesatz in den zu untersuchenden Proben sowie eine zweite im Umfang bei Leguminosen deutlich erhöhte Probe. Qualitätssicherung durch Kontrollen des Verbandes und Rückstellmuster.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse der zweiten verschärften Ampferprüfung aus 2003, die in Tabelle 1 im Vergleich zu den mehrjährigen Untersuchungsergebnissen der staatlichen Saatgutuntersuchung an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft dargestellt sind, zeigen:

1. Die bei den Gräsern in der zweiten Prüfung gefundenen Parteien bewegen sich im zu erwartenden Fehlerbereich des Verfahrens.
2. Bei der zweiten Prüfung bei Leguminosen hingegen wurde bei einem unerwartet hohen Prozentsatz von Parteien, die in der ersten (amtlichen) Probe „unauffällig“ waren, Ampferbesatz nachgewiesen.
3. Diese deutlich höhere Quote lässt sich nicht nur mit der im Vergleich zu den Gräsern erhöhte Probenmenge erklären.

Der Anteil der staatlich empfohlenen Mischungen an den in Bayern beantragten Mischungen stieg im zweiten Jahr in Folge um je 10 %. In den Mischungen werden direkt die Vorgaben der staatlichen Beratung umgesetzt. Sie sind mithin handgreiflich „kaufbare Beratung“. Der steigende Anteil zeigt die Akzeptanz in der Praxis.

### Folgerungen - Maßnahmen in der weiteren Umsetzung:

1. Der notwendige Mehraufwand war im Rahmen der Produktsicherheit (auch für den Mischungshersteller) notwendig und sinnvoll.
2. Der Zeitraum zwischen dem Probenversand und dem Untersuchungsergebnis war teilweise zu groß. Deshalb
  - wurden von der Institutsleitung im Verbund mit den Fachreferenten des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten Maßnahmen zur Linderung der durch die Prüfung entstandenen Mehrbelastung an der staatlichen Saatgutuntersuchung an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft beschlossen und umgesetzt.
  - können Mischungshersteller der Bayerischen Qualitätssaatgutmischungen die Zweitprobe auch an jeder anderen ISTA-zertifizierten Prüfstelle untersuchen lassen.

Projektleitung und Bearbeitung: Dr. S. Hartmann

## **Molekulare Charakterisierung verschiedener Wiesenschwingel**

In Zusammenarbeit von Dr. Hartmann, IPZ 4a, und Dr. Seefelder, IPZ 5c, soll untersucht werden, inwieweit sich mit der AFLP-Methodik verschiedene Sorten des Wiesenschwingels molekular beschreiben und identifizieren lassen. Über eine molekulare Selektion könnte die Züchtung verkürzt werden. Darüber hinaus wäre eine Differenzierung der Sorten am Samen kostengünstiger und schneller als der jetzt notwendige Kontrollanbau. Hierzu wurden genetische Fingerprints von je 40 Individuen der Sorten „Preval“, „Cosmolit“, „Leopard“, „Swift“ und „Fiola“ erzeugt. Die hieraus hervorgegangenen 16.000 Datenpunkte werden in Kürze verrechnet.

Projektleitung: Dr. S. Seefelder, IPZ 5c; Dr. S. Hartmann, IPZ 4a  
Bearbeitung: Dr. S. Seefelder, Dr. S. Hartmann

### **3.13 Züchtungsforschung bei Futterpflanzen und Leguminosen (IPZ 4b)**

Die Arbeitsgruppe hat die Aufgabe der angewandten Züchtungsforschung bei Futterpflanzen (Gräsern, Klee und Luzerne) sowie Ackerbohne und Erbse.

Bei Futterpflanzen werden ausgewählte, für Bayern wichtige Arten bearbeitet. Die Weiterentwicklung des bayerischen Genpools und des hiervon abgeleiteten besonders angepassten Genmaterials stellen bei den Einzelarten eine Querschnittsaufgabe dar. Ziel ist es, für die speziellen regionalen Bedürfnisse der bayerischen Landwirtschaft besonders angepasstes Material zur Verfügung zu stellen. Dies erfolgt in Abstimmung mit den bayerischen Pflanzenzüchtern. Herausragende Merkmale sind hierbei „Ausdauer“ und „Resistenz“. Daneben wird in der Arbeitsgruppe ständig an der Entwicklung und Anpassung von Resistenz- und Qualitätsprüfungsmethoden gearbeitet, um die Selektionssicherheit zu erhöhen (Infektionen im Gewächshaus und in vitro, Kältetests) sowie an den Zuchttechniken, Zuchtangdesign und -methodik für die Futterpflanzenzüchtung.

Der Bereich „Züchtungsforschung bei großkörnigen Leguminosen“ (Ackerbohne, Erbse) wurde 2003 im Rahmen der Neugründung der LfL thematisch und personell IPZ 4b zugeordnet. Hierbei erfolgte auch eine Neuausrichtung der Schwerpunkte. Die züchterischen Aktivitäten bei „Amyloseerbse“ wurden beendet, weil bisher noch keine anwendungsreife Verarbeitung im großtechnischen Maßstab entwickelt wurde. Das im Amylosegehalt deutlich verbesserte Material wurde an das TFZ Straubing abgegeben. Mit der Verstärkung der Arbeiten zur Resistenz bei Fußkrankheiten wurde den Wünschen aus der Praxis besonders dem ökologischen Landbau Rechnung getragen. Bei Ackerbohne ist der aktuelle Schwerpunkt die Kombination von tannin-armen Material mit Vicin/Convicin freien Stämmen, also die Erhöhung der Futterwertigkeit (Reduzierung der antinutritiven Faktoren), um die Einsatzmöglichkeiten dieser Art bei der Verfütterung zu verbessern. Neuer Schwerpunkt bei der Zuchtarbeit zu Erbse ist die Differenzierung des Fußkrankheitskomplexes, der ihren Anteil in der Fruchtfolge nicht zuletzt im ökologischen Landbau begrenzt.

### **Entwicklung ausdauernder Wiesenrotkleearten mit besonderer Eignung für Nutzungslagen Sachsens und Bayerns**

#### Zielsetzung

Das Forschungsprojekt hat das Ziel, eine Ausgangspopulation für die anschließende Sortenzüchtung von regional angepassten und ausdauernden Wiesenrotkleearten aufzubauen. Leguminosen sind bei extensiven Wirtschaftsweisen für Grünlandbestände unverzichtbare natürliche Stickstofflieferanten, um bei verminderter mineralischer Stickstoffdüngung noch akzeptable Futterqualitäten und ausreichende Erträge erzielen zu können. In Wiesen mit geringer bis sehr geringer Nutzungsintensität (1-2 Schnitte pro Jahr), bei denen insbesondere der erste Aufwuchs spät geschnitten wird (z. B. bei einzelnen KULAP-Fördermaßnahmen in Bayern oder Sachsen), verschwindet Weißklee aufgrund seiner hohen Lichtansprüche aus dem Bestand. Wiesenrotklee wäre die entsprechende Alternative, um die Nutzungselastizität solcher Bestände zu verbessern. Geeigneter Wiesenrotklee ist auf dem Saatgutmarkt aber derzeit nicht verfügbar.

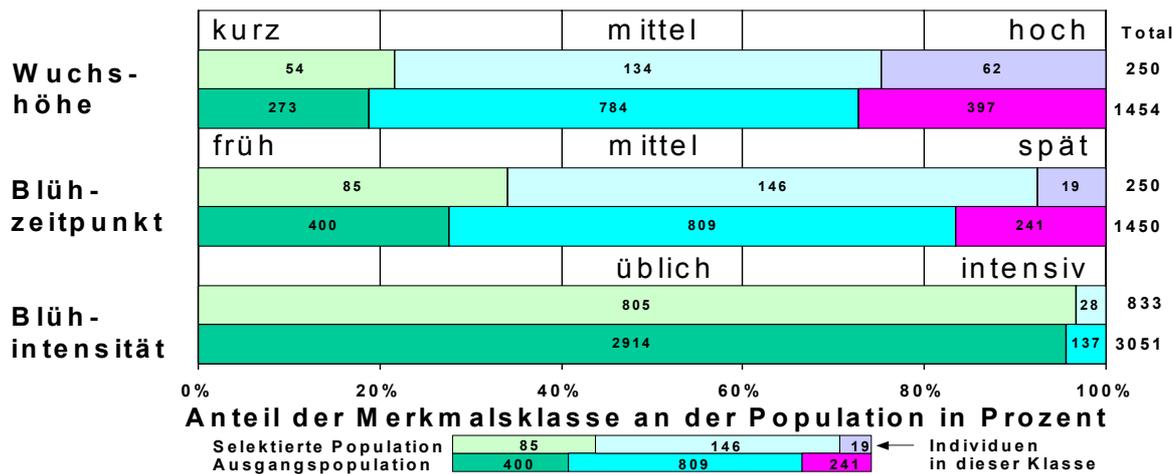


Abb. 1: Selektionsergebnisse im Rahmen eines Zuchtganges zur Entwicklung ausdauernder Wiesenrotkleearten mit besonderer Eignung für Nutzungslagen Sachsens und Bayerns - dargestellt an ausgewählten Merkmalen

### Methode

Das Projekt baut auf einer Ökotypensammlung in Sachsen und Bayern (im Rahmen eines vorangegangenen Projektes) auf. Dieses Material wird nun züchterisch bearbeitet. Schwerpunkte sind hier die Datenerhebung durch die Klonbeobachtung in Christgrün/Sachsen und die Gewächshausuntersuchungen am IPZ in Freising.

### Ergebnisse

Bei den Gewächshausprüfungen (Resistenz gegen Frost und Kleekrebs) im Winter 02/03 fielen überdurchschnittlich viele Pflanzen aus. Auch die zweite Anzucht aus den gewonnenen Samen zeigte sehr hohe Ausfälle. Einzelne Individuen wiesen jedoch außerordentlich hohe Resistenz auf. Diese wurden gezielt verklont und die Untersuchung im Winter 2003/2004 wiederholt. Des Weiteren wurden die selektierten Pflanzen in Subpopulationen entsprechend ihrer Strategien für hohe Ausdauer im Bestand eingeteilt. Hierbei sind zwei grundsätzliche Ansätze zu beobachten:

- Die Population hält sich durch hohe Nachkommenzahl sexuell (hohe Blühintensität, hoher Samenertrag) oder vegetativ (intensive Bildung von Seitentrieben und Kurzausläufern) im Bestand.
- Die Einzelpflanze selbst zeigt hohe Ausdauer im Bestand wegen ihrer hohen Resistenz gegen biotischen und abiotischen Stress.

Die Pflanzen mit frühem Blühzeitpunkt bzw. -beginn waren beim gewählten Selektionsansatz überproportional erfolgreich, weil sie neben einer anhaltenden Blühfreudigkeit auch sehr ausdauernd waren und sich bei allen Bonituren positiv abhoben.

Projektleitung: Dr. S. Hartmann  
 Bearbeitung: G. Röbl  
 Förderung: StMLF

## Vorscreening von Erbsensorten auf Resistenz gegen den Komplex der Erreger von Fußkrankheiten

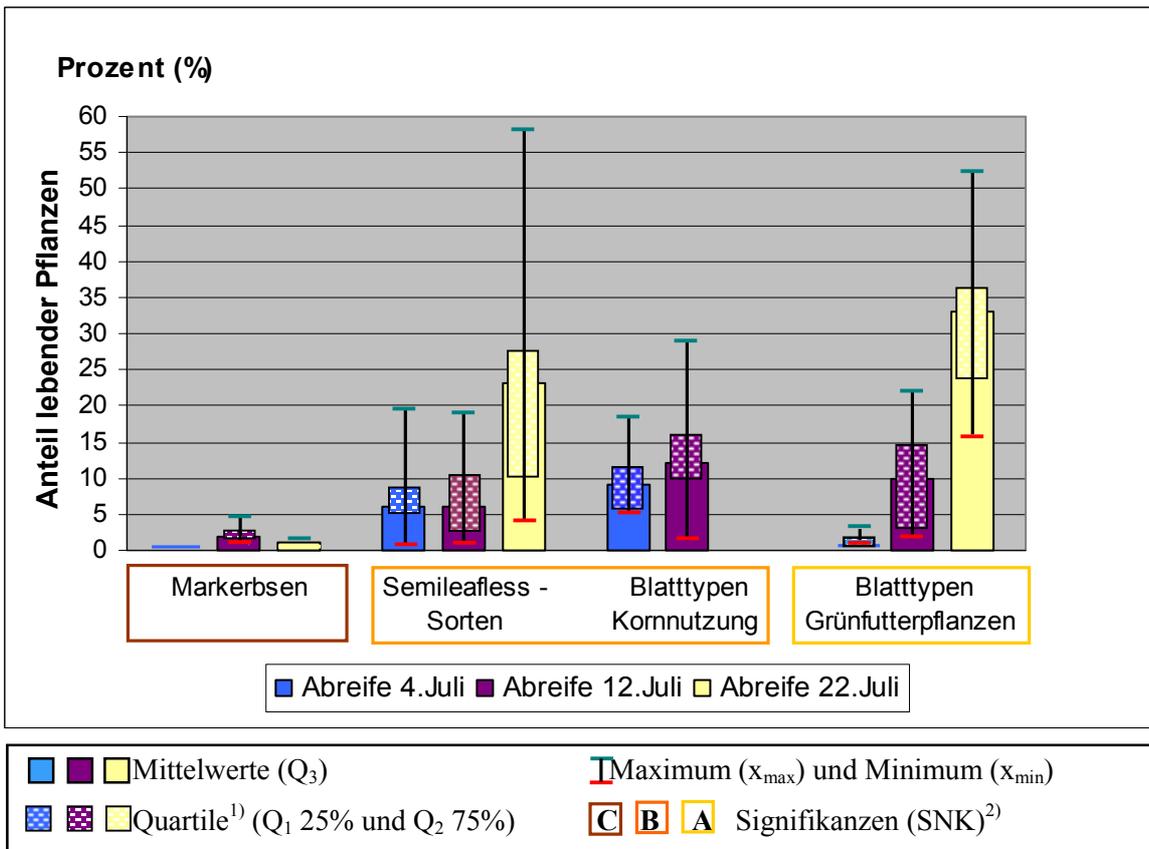


Abb 1: Prozentualer Anteil an lebenden Erbsenpflanzen je Versuchsparzelle zu den jeweiligen Abreifezeitpunkten bei den verschiedenen Genotypen.

### Zielsetzung

Eine dauerhafte Steigerung des Erbsenanbaues in der Praxis (wichtig besonders für den ökologischen Landbau) wird unter anderem davon abhängig sein, ob Erbsensorten zur Verfügung gestellt werden können, die sich auch mit verkürzten Anbau-Intervallen in Fruchtfolgesysteme integrieren lassen. Hierzu müssen solche Sorten mit verbesserter Resistenz gegen den Erregerkomplex von Fußkrankheiten ausgestattet sein - insbesondere dem Erreger der „Spätwelke“ oder Johanniskrautkrankheit *Fusarium oxysporum*-Rasse 2. Ziel dieser Arbeiten ist eine Abschätzung der Variabilität für diesen Merkmalkomplex bzw. die Erarbeitung von Selektionskriterien.

### Methode

Auf der Versuchsfläche wurden im Jahr 2002 als Vorfrucht Mais, im Jahr 2001 Erbsen sowie im Jahr 2000 Kartoffeln angebaut. Der Boden war verdichtet und die Fruchtfolge zu eng. Es herrschten also gute Voraussetzungen für Infektion und Befall. Als Versuchsanlage wurde ein 3-Satz-Gitter (Alpha) innerhalb der Genotypengruppen gewählt. Jede der 3 Wiederholungen bestand aus 112 Versuchssorten und 12 Standardsorten. Die Daten wurden in Form von Augenbonituren und Auszählungen erhoben.

## Ergebnisse

Am schlechtesten schnitten die „Markerbsen“ ab. Wie Abb. 1 entnommen werden kann, sind die gesündesten Sorten bei den „Semileafless - Typen“ mit einem Maximalwert von 59 % sowie bei den „Blatttypen zur Grünfütternutzung“ mit einem Maximalwert von 53 % zu dem jeweils spätesten Abreifetermin vertreten. Vergleicht man bei diesen beiden Sortentypen für den Abreifetermin 22. Juli die Mittelwerte und 75 % Quantile, dann liegen diese bei den „Blatttypen zur Grünfütternutzung“ deutlich höher als bei den „Semileafless - Typen“. Daraus kann gefolgert werden, dass die „Blatttypen zur Grünfütternutzung“ gesünder sind als die „Semileafless- Typen“ und auch gegenüber allen anderen Sortentypen.

Projektleitung: Dr. S. Hartmann  
Bearbeitung: A. Kempf, K. Fischer

### **3.14 Bewirtschaftungssysteme und Produktionstechnik bei Dauergrünland (IPZ 4c)**

Das Tätigkeitsfeld der Arbeitsgruppe IPZ 4c ist die angewandte Grünlandforschung, vor allem in Hinblick auf die Erarbeitung von Beratungsempfehlungen zur standortbezogenen Grünlandbewirtschaftung im Sinne des Integrierten Pflanzenbaues. Ein entscheidendes Fundament hierfür sind langjährige Exaktversuche des staatlichen Versuchswesens in Bayern auf regional und pflanzensoziologisch unterschiedlichen Standorten unter differenzierten Nutzungsbedingungen. Fragen zur umweltgerechten und nachhaltigen intensiven Grünlandbewirtschaftung stellen ebenso eine wichtige Daueraufgabe dar, wie Fragen zu Möglichkeiten und Grenzen der extensiven Grünlandnutzung. Aussagen zu differenzierten Bewirtschaftungsstrategien bilden eine Grundlage dafür, damit das Grünland als wesentlicher Teil der bayerischen Kulturlandschaft seine vielfältigen Funktionen auch in Zukunft erfüllen kann. Ein weiterer Schwerpunkt sind Untersuchungen zur Wirkung unterschiedlicher Düngungsstrategien in Hinblick auf Ertrag, Qualität und Umweltsicherung unter besonderer Berücksichtigung des optimierten Einsatzes von Wirtschaftsdüngern.

In allen Fällen wird Dauergrünland als System verstanden. Demnach ist die Erfassung der Interaktionen zwischen Nutzung bzw. Bewirtschaftung, Bodenparametern und dem Pflanzenbestand, dessen Ertrag, Qualität und Stabilität von grundlegender Bedeutung für die angewandte Grünlandforschung und damit für das Tätigkeitsfeld von IPZ 4c.

### **Elfjähriger Düngungsversuch im Grünland mit unterschiedlichem Zeitpunkt der Gülleausbringung**

Tabelle 1: Ertrag, N-Entzug und  $N_{\min}$ -Gehalt bei unterschiedlicher Gülleverteilung (Mittel 1991-2001)

Düngung	Zeitpunkte der Güllegabe zum ersten Aufwuchs *			
	Ohne Dg.	Frühjahr	Oktober Vorjahr	November Vorjahr
Erträge (dt/ha) 1. bis 4. Schnitt	29/19/19/08	46/28/33/20	45/29/33/19	46/29/33/20
Jahresertrag	75	127	126	128
N-Entzug (kgN/ha)	170	295	295	300
$N_{\min}$ Okt.-Apr. (kg $N_{(0-30\text{ cm})}$ /ha)	30	36	43	44
Anteil $NH_4$ -N/ $NO_3$ -N (%)	56/44	55/44	50/50	48/52

\* Weitere Düngung: 25 m<sup>3</sup>/ha Gülle nach dem 1. und 3. Schnitt, 50 kg N/ha als KAS nach dem 2. Schnitt

## Zielsetzung

Optimales Güllemanagement ist ein Schwerpunkt fachgerechter Grünlandbewirtschaftung. In der Praxis besteht die Kunst darin, die Menge und Terminierung der organischen Düngung in Einklang mit den Ansprüchen des Pflanzenbestandes und den klimatischen, aber auch den betrieblichen Gegebenheiten zu bringen, wobei Aspekte der Umwelt und des Rechts ebenfalls zu berücksichtigen sind. Nicht selten erschweren ungünstige Bodenverhältnisse eine Gülleausbringung im zeitigen Frühjahr. Der Langzeitversuch sollte vor allem klären, wie sich unterschiedliche Düngungstermine - speziell das Vorziehen der Frühjahrs-Gülledüngung auf den Früh- bzw. Spätherbst des Vorjahres - auf das Ertragsverhalten auswirkt.

Ebenfalls wurde untersucht, ob und inwieweit dadurch Unterschiede in der N-Dynamik, insbesondere im Gehalt an mineralischem Stickstoff im Oberboden während der Herbst- und Wintermonate auftreten. Hieraus können sich Hinweise auf eine Veränderung der N-Auswaschungsgefährdung ergeben.

### Methode

Der Exaktversuch befand sich in Kringell (Lkr. Passau, südlicher Bayerischer Vorwald, 500 m Höhe, 965 mm Jahresniederschlag, 7,5°C Durchschnittstemperatur, Ranker auf sandigem Lehm) auf einer frischen Glatthaferwiese, welche typisch für ertragreiche Standorte dieses Naturraumes ist. Auf dem Standort fallen unter Grünland ca. 70-80 % der Jahressickerwassermenge im Zeitraum November bis März an. Um die Wirkung verschiedener Düngungsvarianten auf die Dynamik des gelösten Stickstoffes im Boden und somit auch auf die mögliche Auswaschungsgefahr zu überprüfen, wurde in den einzelnen Jahren jeweils von Ende Oktober bis Anfang April in etwa 14-tägigem Abstand der  $N_{min}$ -Gehalt (Ammonium-N und Nitrat-N) in den Schichten 0-10 cm und 10-30 cm gemessen. Die angegebenen Werte sind über beide Schichten zusammengefasste Mittelwerte der einzelnen Untersuchungstermine. In der oben dargestellten Tabelle sind Varianten mit fehlender und solche mit einer praxisüblichen organisch/mineralischen Düngung dargestellt. Letztere Varianten unterschieden sich bei gleicher Nährstoffmenge nur durch die Güllegabe im Herbst bzw. Frühjahr (keine Herbstgülle im Vorjahr nach dem letzten Schnitt und Düngung im Frühjahr sowie Herbstgülle im Oktober bzw. November bei fehlender Frühjahrsdüngung).

### Ergebnisse

Völliges Fehlen der Düngung führte sowohl zu einem starken Ertragsrückgang als auch zu einer massiven Umschichtung des Pflanzenbestandes mit Schwund hochwertiger Gräser und starker Zunahme des Krautanteiles. Hingegen hatte die stark unterschiedliche Terminierung von Güllegaben im langjährigen Mittel keinen Einfluss auf das Ertragsverhalten und die N-Aufnahme. Die differenzierten Düngungstermine bei gleichem Düngungsniveau beeinflusste die Dynamik des Vorrates an mineralischem Stickstoff in den Herbst- und Wintermonaten – auch das Verlagerungsgeschehen zwischen den beiden Bodenschichten – nur wenig. Die Ergebnisse zeigen, dass unter Dauergrünland der Ammoniumgehalt eine bedeutende Rolle spielt, wobei der Anteil dieser Stickstoff-Form rund 50 % des mineralisierten Stickstoffes im Oberboden betrug. Daraus lässt sich schließen, dass eine im Herbst gegebene Güllendüngung für die Versorgung des ersten Aufwuchses angerechnet werden kann, wobei im Versuch nachteilige, düngungsbedingte Effekte bezüglich des mittleren Potenziales an mineralisiertem Stickstoff nicht ersichtlich waren.

Projektleitung: Dr. M. Diepolder, IPZ 4c

Bearbeitung: Dr. M. Diepolder, B. Jakob

## **Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf einer Weidelgras-Weißklee-Weide im Allgäuer Alpenvorland**

Tabelle 2: Trockenmasse, Energieerträge und N-Entzüge (Mittel 1992-2000)

Bewirtschaftung:	Variante				
	1	2	3	4	5
1. Schnitt / Schnitte pro a Düngung: Ri-Gülle Stallmist	Mitte Mai / 4 4x20 m <sup>3</sup> /ha -	15. Juni / 3 3x20 m <sup>3</sup> /ha -	1. Juli / 3 20 m <sup>3</sup> /ha 1,6 t/ha	1. Juli / 2 keine Düngung	Mitte Mai / 4 keine Düngung
TM-Ertrag (dt/ha)	114,3 (a)	104,9 (b)	95,4 (c)	66,0 (d)	63,4 (d)
Energie-Ertr. (GJ NEL/ha)	70,7 (a)	62,5 (b)	56,9 (c)	37,2 (e)	41,0 (d)
N-Entzug (kg N/ha)	268 (a)	202 (b)	186 (c)	99 (e)	135 (d)

Verschiedene Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (alpha = 0.05)

### Zielsetzung

Der im Jahr 1991 angelegte Dauerversuch soll klären, wie sich unterschiedliche Stufen der Grünlandextensivierung langfristig auf das Nährstoffpotenzial des Bodens, das Arteninventar, die Bestandeszusammensetzung sowie auf Erträge und Futterqualität einer bislang intensiv genutzten Wiesengesellschaft

(native Weidelgras-Weißklee-Weide) im Allgäuer Alpenvorland auswirken. Die vorliegenden Ergebnisse stellen eine Zwischenbilanz dar, der Versuch wird fortgeführt.

### Methode

Der Exaktversuch liegt am Spitalhof in Kempten (730 m Höhe, 1290 mm Niederschlag, 7,0°C Jahresdurchschnittstemperatur, Parabraunerde aus schluffigem Lehm). Die in vierfacher Wiederholung angelegten Varianten unterscheiden sich durch Düngung, Schnitffrequenz und durch das Erntedatum des ersten Aufwuchses (siehe Tabelle). Laufend untersucht werden bei den einzelnen Varianten die Entwicklung der Pflanzenbestände nach KLAPP/STÄHLIN, die pH-Werte, die Phosphat- und Kaligehalte des Bodens, die Trockenmasse-Erträge, die Rohprotein-, Rohasche- und Rohfasergehalte. Aus den Rohnährstoffen der einzelnen Aufwüchse werden die jeweiligen Energiekonzentrationen und daraus die Energie-Erträge der Parzellen errechnet.

### Ergebnisse

Zunehmende Extensivierung bewirkte einen Rückgang des geernteten mittleren Trockenmasse-Ertrages von knapp 115 auf ca. 65 dt TM/ha und ein Absinken des Energie-Ertrages von 70 auf rund 40 GJ NEL/ha. (siehe Tabelle). Die aufgeführten N-Entzüge belegen bei fehlender Düngung, dass vom Boden langjährig durchschnittlich bis zu 135 kg N/ha nachgeliefert wurden. Bislang ließ sich bei den ungedüngten Varianten 4 und 5 während des neunjährigen Versuchszeitraumes nur bei viermaliger Nutzung ein signifikanter Einfluss der Extensivierungsdauer auf den TM-Ertrag und den N-Entzug (als Maßstab für die N-Nachlieferung des Bodens) nachweisen. Ein Einfluss auf den Rohproteingehalt war in beiden Fällen aufgrund großer Jahresschwankungen nicht absicherbar. Eine dem Extensivierungsgrad folgende Abnahme der pH-Werte sowie der Phosphat- und Kaligehalte waren nicht feststellbar. Bei allen Varianten nahmen gegenüber dem Ausgangsbestand die Gräser, insbesondere das Deutsche Weidelgras deutlich ab. Bei fehlender Düngung (Varianten 4 und 5) reduzierte sich sein Anteil von ca. 50-65 % auf 8-15 %. Dagegen wurde eine starke Zunahme der Kräuter - hier vor allem Spitzwegerich - von 30-45 % auf ca. 65 bis über 70 % beobachtet. Infolge der dadurch bewirkten Abnahme der Rohfasergehalte wurden bei der intensiv genutzten Variante 5 mit vier geernteten Aufwüchsen pro Jahr hohe Energiekonzentrationen von 6,3 bis 6,8 MJ NEL errechnet. Allerdings sank bei Variante 5 die mittlere Futterwertzahl des Bestandes nach KLAPP/STÄHLIN gegen Ende des Untersuchungszeitraumes auf 4,5 ab, während bei der vergleichsweise intensiv bewirtschafteten Variante 1 die bei Versuchsbeginn sehr hohe Futterwertzahl von 7,5 weitestgehend gehalten werden konnte. Zu Versuchsbeginn wurden ca. 15 Pflanzenarten vorgefunden, typisch für intensiv bewirtschaftetes Grünland. Gegen Ende des Berichtszeitraumes hatte sich die floristische Artenvielfalt bei den Parzellen 1 bis 4 um fünf bis sechs Pflanzen – überwiegend Kräuter – und bei der beschleunigten Aushagerung (Variante 5) um neun Arten erhöht.

Projektleitung: Dr. M. Diepolder

Bearbeitung: Dr. M. Diepolder, B. Jakob

## **3.15 Pflanzenbausysteme und Züchtungsforschung bei Silo- und Körnermais (IPZ 4d)**

In der Arbeitsgruppe standen in diesem Jahr die Themen Silomaisqualität, Krankheitsresistenz, DH-Produktion, Produktionstechnik für spezielle Genotypen und die Ernteterminprognose im Mittelpunkt der Tätigkeiten.

Das über Internet abrufbare Enteprognosemodell für Silomais wurde weiterentwickelt. Es bietet jetzt weitere Informationen zu Klimadaten. Das Layout wurde benutzerfreundlicher gestaltet. Zusammen mit der Universität Kiel und dem Deutschen Maiskomitee wurde ein Projekt für eine Verbesserung der Schätzgenauigkeit bearbeitet.

Im Rahmen der Arbeiten zur Etablierung neuer Verfahren in der Pflanzenzüchtung wurden einige neue Induktionslinien zur Erzeugung doppelhaploider Pflanzen entwickelt und getestet. Neuere Genotypen vereinigen hohe Induktionsraten mit guten agronomischen Eigenschaften. Verschiedene Behandlungen zur Aufdoppelung von Chromosomensätzen wurden erprobt.

## Fusariumbefall bei Körnermais – ein neues Problem in Bayern

Ein neues Problem für den Körnermaisbau in Bayern stellt das zunehmende Auftreten von *Fusarium graminearum* an den Körnern dar (Abb. 1). Die Untersuchungen auf Mykotoxingehalte erbrachten bei bestimmten Sorten bedenkliche Konzentrationen von DON (Abb. 2). Arbeiten zum Infektionsverlauf, produktionstechnischen Einflüssen und zur Resistenzgenetik wurden begonnen.

Projektleitung: Dr. J. Eder, C. Papst

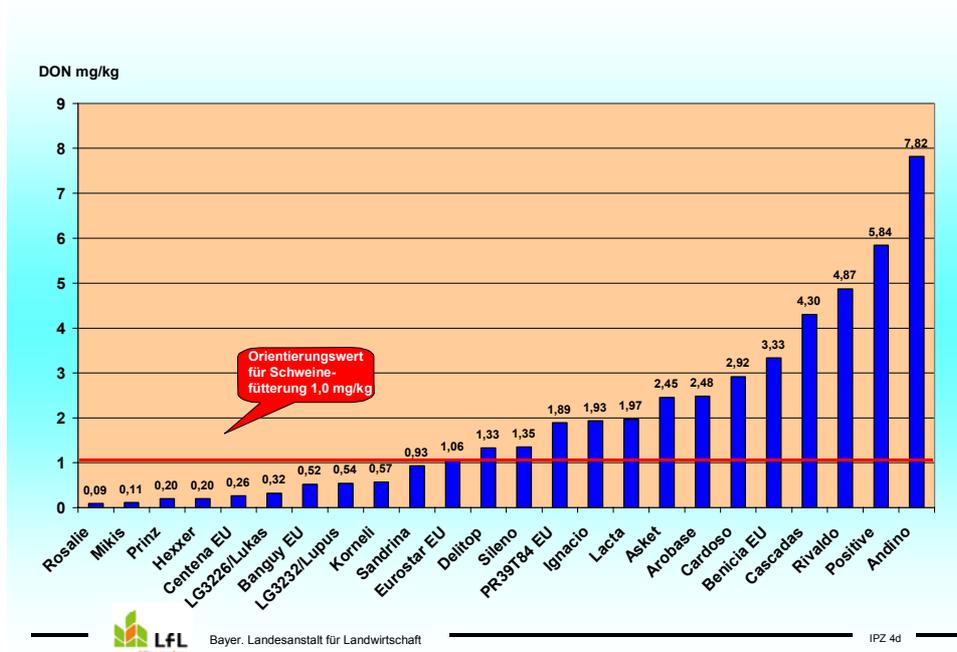


Abb. 1: Gehalte an Desoxynivalenol (DON) in verschiedenen Sorten, Landessortenversuch Mittich, 2003



Abb. 2: Befall mit *Fusarium sp.* an Maiskolben

## Einfluss der Restpflanze auf die Futterqualität von Silomais und markergestützte Selektion

### Zielsetzung

In einem umfangreichen Forschungsprojekt mit den Partnern KWS Saat AG, Einbeck, und der TU München (Laufzeit 2001-2005) zu Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung von Silomais wird der Einfluss der Restpflanze (Ganzpflanze ohne Kolben) auf die Futterqualität von Silomais untersucht. Außer-

dem es soll die Basis für den Einsatz einer markergestützten Selektion geschaffen werden. Die Restpflanze bildet zur Silomaisernnte etwa die Hälfte der Trockenmasse und weist auf einem niedrigeren Niveau eine größere Variation in der Verdaulichkeit auf als der Kolben.

### Methode

Mehrere über Doppelhaploide erstellte Kartierungspopulationen (zwei Dent×Dent-, eine Flint×Dent) wurden bereits in den Vorjahren geprüft. 2003 erfolgt die Prüfung einer Flint×Flint-RIL-Population sowie von D×Flint-Testkreuzungsnachkommenschaften, um die Konsistenz der gefundenen QTL über den verschiedenen genetischen Hintergrund zu bestätigen. Die Bestimmung der Restpflanzenqualität erfolgte mit der Nahinfrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS). NIRS-Kalibrationsgleichungen für Qualitätsmerkmale der Restpflanze, z.B. Verdaulichkeit, Zellwandverdaulichkeit, Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten und NDF, waren zuvor an der LBP erstellt worden.

### Ergebnisse

In Tab. 1 sind Ergebnisse der phänotypischen Merkmalerfassung für die vier Populationen sowie die Anzahl der QTL, die für die *in vitro*-Verdaulichkeit der organischen Masse (IVDOM) detektiert wurden, aufgeführt. In den vier Populationen konnten QTL in übereinstimmenden Genomregionen bestimmt werden, außerdem wurden Entsprechungen zu Ergebnissen aus der Literatur gefunden. Die Qualitätsanalyse der Testkreuzungsnachkommenschaften wurde im Januar abgeschlossen, die Verrechnung der Daten erfolgt zur Zeit. Im Jahr 2004 soll die Konsistenz der QTL an FF×D-Testkreuzungen nochmals überprüft werden.

Projektleitung: Dr. J. Eder  
 Bearbeitung: B. Krüzfeldt  
 Förderung: BMBF/KWS Saat AG

Tabelle. 1: Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD), Minimum- (Min) und Maximumwert (Max) in % TM<sup>-1</sup> sowie Variationskoeffizient (CV [%]) in den QTL-Populationen (Pop) und Anzahl der QTL für das Merkmal IVDOM

Pop	Jahr	Orte	Anzahl Prüf- glieder	MW	SD	Min	Max	CV	Anzahl QTL
DD (GABI)	2000, 2001	FD	684	71,5	3,2	59,3	79,3	4,5	17
DD	2002	FD, BER	267	75,8	1,9	70,4	81,2	2,5	4
FD	2002	FD, BER	305	74,1	2,3	67,3	81,2	3,2	5
FF	2003	FD, BER	261	72,5	2,5	64,9	78,9	3,5	4

## **Entwicklung von Anbautechnik und Zuchtmaterial für „Biomassemais“**

### Zielsetzung

Die Nutzung erneuerbarer Energiequellen könnte unter geeigneten Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft zu einer wichtigen neuen Einnahmequelle werden. Die Zahl der Biogasanlagen wächst ständig, und die Entwicklungen werden von vielen Landwirten, Kommunen und Firmen mit großem Interesse verfolgt. Mais bietet durch sein großes Potential an Trockenmasse gute Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Anbau zur Biogaserzeugung. Bei IPZ werden seit dem Jahr 2002 in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landtechnik, der KWS Saat AG und der Universität Hohenheim umfangreiche Versuche zur Sortenentwicklung und Anbautechnik von Biomassemais durchgeführt. Durch züchterische Bearbeitung von exotischem Genmaterial sollen in den kommenden Jahren Ertragssteigerungen bis zu 100 %

(TM > 300 dt/ha; FM > 1000 dt/ha) gegenüber derzeitigem mitteleuropäischen Sortenmaterial erreicht werden.

### Methode

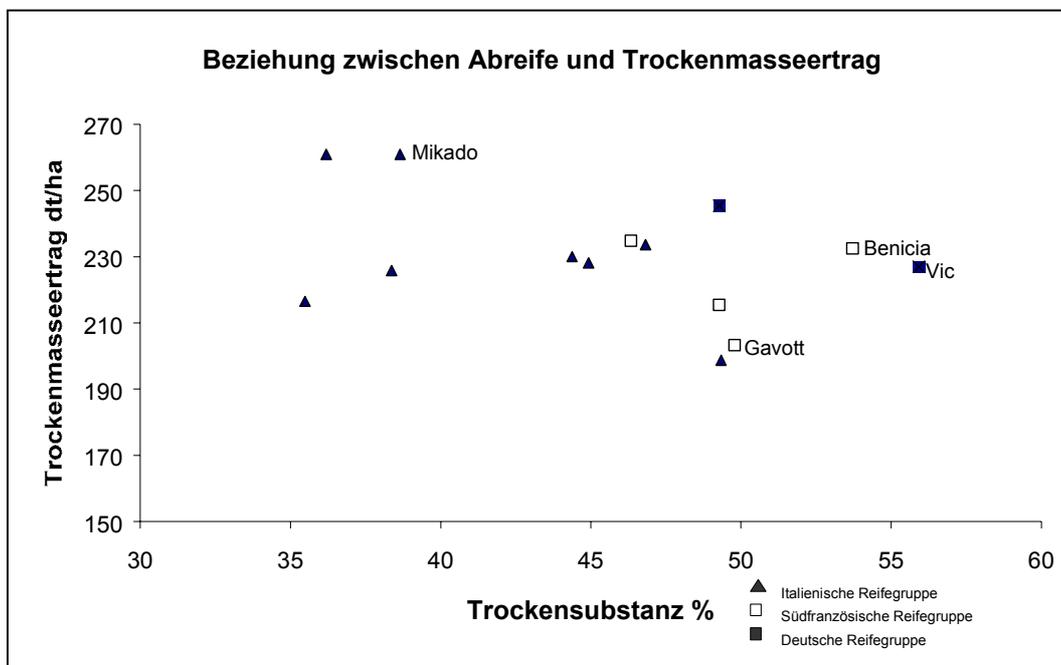
Ausgangsbasis für die Entwicklung neuer Sorten sind hier Linien mitteleuropäischen Ursprungs, die eine gute Kältetoleranz aufweisen. Italienische ertragsstarke Sorten und mittel- bzw. südamerikanisches Material mit einer Kurztagsadaptation lassen sich mit ihnen zu Hochleistungssorten für die Biogasentwicklung kombinieren. Versuchsfragestellungen, die an der LfL bearbeitet werden, sind die Ermittlung der optimalen Saatstärke, eines geeigneten Aussaat- und Erntetermins sowie die Einbettung von Mais in eine ökologisch verträgliche "Energiefruchtfolge". Zudem werden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landtechnik der Biogasertrag und somit die besondere Sorteneignung ermittelt. Die Erfassung von Qualitätsparametern, die Einfluss auf den Gasertrag haben könnten wie Zucker- und Rohproteingehalt oder die Zellwandverdaulichkeit sind ebenso von Interesse. Im Rahmen des Projektes soll die aufwändige Vergasung der Proben in Kleinfärmentern durch eine Analyse per Nah-Infrarot-Reflektions-Spektroskopie (NIRS) ersetzt werden.

### Ergebnisse

In Freising konnten 2003 trotz der Trockenheit mit speziellen Biomasse-Hybriden Erträge von bis zu 270 dtTM/ha erreicht werden (Abb. 3). Die Frischmasseerträge schwankten zwischen 400 dt/ha und 680 dt/ha. Hohe Ertragsleistung konnte im Wesentlichen mit Hybriden aus dem italienischen Reifebereich (FAO400-500) erzielt werden. Ein mittleres Ertragsniveau wurde mit Material aus Südfrankreich und Deutschland erreicht.

Projektleitung: Dr. J. Eder  
 Bearbeitung: C. Papst, B. Eder  
 Förderung: FNR (beantragt)

Abbildung 3: Reifeverhalten und Trockenmasseertrag von Hybriden verschiedener Herkunft (Italien, Südfrankreich und Deutschland) am Standort Freising im Jahr 2003, zugelassene Sorten aus dem jeweiligen Bereich sind in der Grafik benannt.



### 3.16 Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a)

Aufgaben der Arbeitsgruppe sind die angewandte praxisorientierte Forschung auf dem Gebiet des Hopfenanbaus, die Erarbeitung von Beratungsunterlagen und Warndiensthinweisen, die Betreuung und Schulung von Multiplikatoren, die Zusammenarbeit mit Hopfenorganisationen und deren fachliche Betreuung sowie die Beratung und Fortbildung von Hopfenpflanzern in Spezialfragen.

Arbeitsschwerpunkte sind:

- Neue Anbauverfahren und -techniken im Hopfenbau
- Optimierte Düngung und Spurenelementversorgung
- Verbesserung integrierter Pflanzenschutzsysteme
- Pflanzenschutz-Applikationstechnik
- Ermittlung des optimalen Erntezeitpunktes
- Verbesserung der Trocknungs- und Konditionierungsverfahren zur Qualitätserhaltung
- Dokumentationssysteme und betriebswirtschaftliche Auswertungen
- Beratung in Spezialfragen des Hopfenbaues

#### Nachbehandlung des Hopfens in Konditionierungskammern

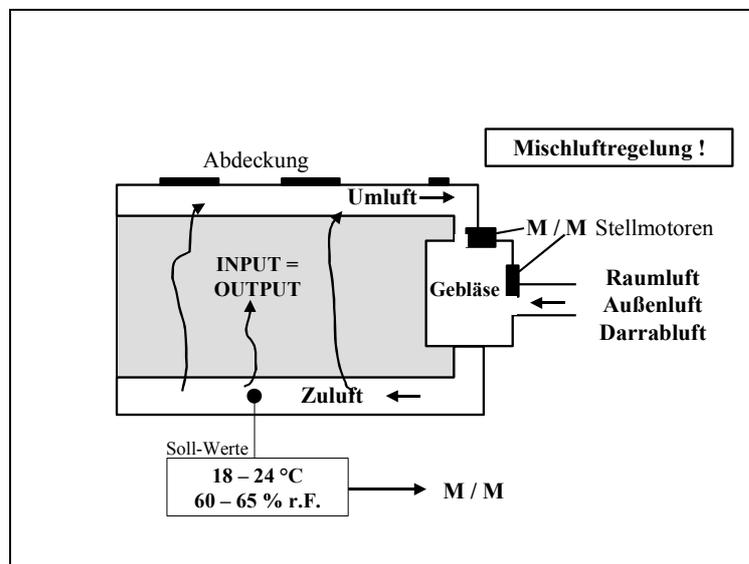


Abb. 1: Technische Hilfsmittel zur Optimierung der Trocknung und Konditionierung des Hopfens

#### Zielsetzung

Bei der Trocknung und Konditionierung von Hopfen ist es einerseits das Ziel, bei einer optimalen wirtschaftlichen Leistung die Hopfenqualität zu erhalten und andererseits mittels technischer Hilfsmittel die Bedienungs- und Steuerungsabläufe zu automatisieren.

Das Problem der Automatisierung ist, dass während der Trocknung und Konditionierung der aktuelle Wassergehalt nicht gemessen werden kann. Die Erprobung indirekter Methoden und der Einsatz technischer Hilfsmittel sollen zur Einstellung der optimalen Hopfenendfeuchte bei gleichzeitiger Qualitätserhaltung beitragen.

#### Methoden

Die Untersuchungen werden während der Hopfenernte in verschiedenen Praxisbetrieben durchgeführt. Zur Messung der physikalischen Kenngrößen kommen Geräte unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz. Der Hopfen wird in Hordendarren getrocknet. Über der Aufschütthorde kann durch Messen der Darrabluftfeuchte auf den Wassergehalt des Hopfens geschlossen und somit der optimale Kippzeitpunkt bestimmt werden.

In der untersten Horde ist der Hopfen mit bereits geringerer Hopfenfeuchte direkt der Trocknungstemperatur von 65°C ausgesetzt. Hier wird an einen durch die Hopfenschicht gespannten Draht eine Spannung

angelegt und der Widerstand oder/und die Kapazität gemessen. Der ermittelte Wert ist abhängig vom Wassergehalt des Hopfens.

In der Konditionierungskammer wird durch Belüftung mit Umluft der unterschiedliche Wassergehalt des Hopfens und der große Feuchtigkeitsunterschied zwischen Spindel und Doldenblätter innerhalb der Dolde ausgeglichen.

Durch Messung der Temperatur und der relativen Luftfeuchte der Belüftungsluft im Zuluftkanal kann die Hopfenfeuchte beurteilt und der Belüftungsvorgang gesteuert und automatisiert werden.

Mit Hilfe von Trocknungs- und Konditionierungsprotokollen und Datenloggern werden alle Vorgänge in der Trocknung und Konditionierung aufgezeichnet und ausgewertet.

Die tatsächlichen Wassergehalte des Hopfens werden im Trockenschrank festgestellt.

Die Sorptionsisothermen von unterschiedlichen Hopfensorten werden im Klimaschrank bei unterschiedlichen Temperaturen und Luftfeuchten ermittelt.

### Ergebnisse

Kippzeitpunkt der Aufschütthorde:

Wird Hopfen von der Aufschütthorde zu früh bzw. in zu feuchtem Zustand auf die Mittelhorde gekippt, erhöht sich der Luftwiderstand in den Hopfenschichten. Die Folge ist eine ungleichmäßige Trocknung mit Nesterbildung und deutlich längeren Trocknungszeiten. Die Trocknungsdauer in der Aufschütthorde ist abhängig von der Witterung, Schütthöhe, Standort und Reifezustand der jeweiligen Hopfensorte. Der optimale Kippzeitpunkt kann deshalb nicht nach Zeit, sondern nur über die relative Darrabluftfeuchte ermittelt werden. Als optimaler Kippzeitpunkt wurde ein Wert von 50-60 % rel. LF ermittelt.

Entleeren des Schubers:

Der optimale Wassergehalt des Hopfens frisch aus der Darre liegt bei 9-10 %.

Ist der Hopfen übertrocknet, kommt es zur Zerblätterung und der Hopfen kann nicht mehr optimal konditioniert werden. Zu feuchter Hopfen beginnt zu gären und ist nicht lagerfähig bzw. wird in der Vermarktung mit Abzügen bestraft.

Durch das Messen mit dem „Draht im Schuber“ wird der optimale Entleerzeitpunkt des Hopfens bestimmt. Mit Hilfe von Widerstands- und Kapazitätsmessgeräten kann ein Sollwert für eine gewünschte Hopfenfeuchte für jede Hopfensorte ermittelt werden. Ist der Sollwert erreicht wird der Hopfenpflanzler über optische oder akustische Signale alarmiert, den Hopfen aus dem Schuber zu entleeren.

Nachbehandlung in Konditionierungsanlagen:

Durch die vielen Aufzeichnungen und Messergebnisse konnte ein Belüftungsdiagramm für Konditionierungsanlagen erarbeitet werden. Die Beurteilung der Hopfenfeuchte erfolgt durch das Messen der Temperatur und Luftfeuchte im Zuluftkanal. Die optimale Temperatur der Belüftungsluft beträgt 18-24 °C und entspricht bei einer relativen Feuchtigkeit der Belüftungsluft von 60-65 % einem Wassergehalt des Hopfens von 9-10 %.

Werden diese Werte nicht erreicht, wird über eine Mischluftregelung der Umluft solange Raumluft, Außenluft oder Darrabluft zugemischt, bis die Sollwerte erreicht werden und die Anlage abschaltet.

Projektleitung: J. Portner

Bearbeitung: J. Münsterer

## **Dokumentation und Auswertung von produktionstechnischen und arbeitswirtschaftlichen Daten im Hopfenbau mit Hilfe des HSK-Erfassungs- und Auswertungsprogrammes**

### Zielsetzung

Die Daueraufgabe hat zum Ziel, alle Hopfenpflanzler an die Dokumentation produktionstechnischer und arbeitswirtschaftlicher Daten heranzuführen. Durch die Teilnahme an der Auswertung hat der Landwirt die Möglichkeit, vertikale und horizontale Vergleiche anzustellen und Produktionsreserven aufzudecken.

### Methode

Seit 1991 gibt es die Hopfenschlagkartei (HSK) in Kartonform, in welcher die Hopfenpflanzler die produktionstechnischen Maßnahmen dokumentieren können. Das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten hat nach den Vorgaben der Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik (IPZ 5a) in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftsämtern das PC-Programm HSK zur Erfassung und Aus-

wertung der Hopfenschlagkartei erstellt. Kartonform und PC-Programm HSK wurden über die Jahre weiterentwickelt. Neben allgemeinen Betriebs- und Schlagdaten können Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen, Erntedaten und Qualitätsbefund, alle variablen Kosten sowie die Arbeitswirtschaft erfasst und ausgewertet werden.

Wer an der überbetrieblichen Auswertung teilnehmen will, gibt seine Schlagkarteien auf Diskette oder in Kartonform ab. Die Eingabe in das Auswertungsprogramm erfolgt durch LwÄ.

Die Gesamtauswertung mit speziellen Schichtungen und Hinweisen erfolgt durch IPZ 5a und wird den teilnehmenden Landwirten in Form von Gruppenberatungen vorgetragen.

Die Auswertung bietet eine Auflistung der Maßnahmen und Kosten des Einzelschlages inkl. Arbeitswirtschaft, die Errechnung der Produktionskosten und den sogenannten Pflanzenschutzmittelbogen, der beim Hopfenverkauf an die Handelsfirma geht.

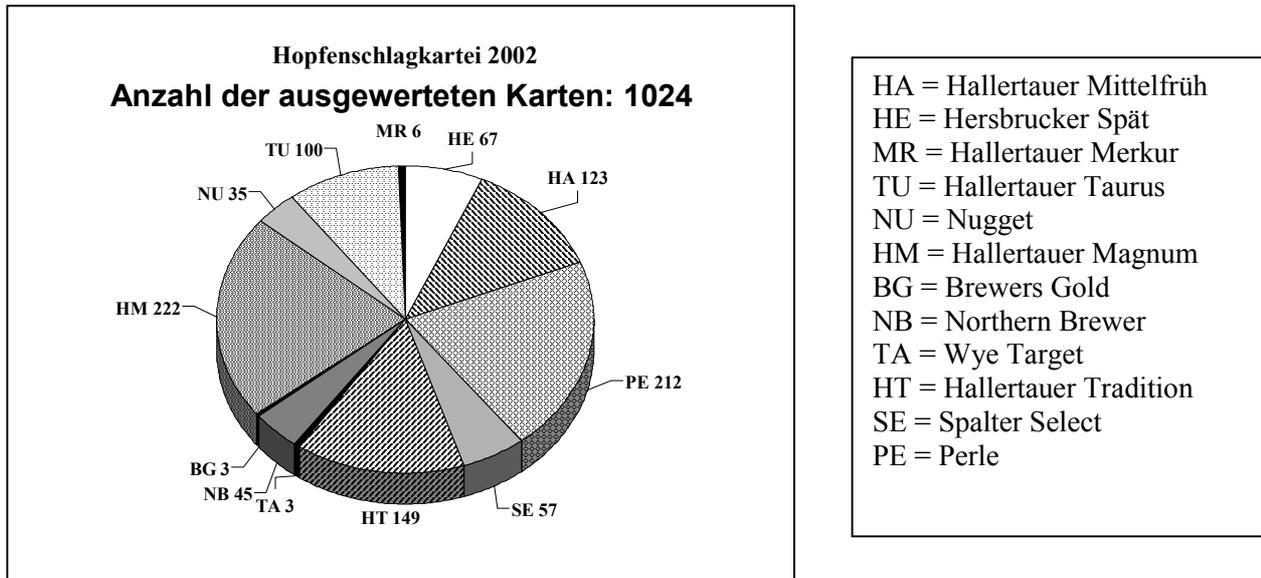


Abb. 2: Hopfenschlagkartei 2002

### Ergebnis

Die Hopfenschlagkartei ist bereits für viele Betriebe ein fester Bestandteil zur Erfassung ihrer Pflanzenschutz-, Düngungs- und Anbaumaßnahmen im Hopfen. Der Hopfenberatung liefert sie wertvolle Hinweise für ihre Tätigkeit.

Es werden jährlich über 1000 Schlagkarteien ausgewertet. Gegenüber dem Ackerbau ist bei der Sonderkultur Hopfen der produktionstechnische und arbeitswirtschaftliche Aufwand um ein vielfaches höher. Ein Überblick über die Produktionskosten und den Arbeitsaufwand ist daher nur über exakte Aufzeichnungen zu erhalten. Für die Aufdeckung von Reserven als Grundlage für betriebliche Entscheidungen sind aber gerade diese Daten von unschätzbarem Wert. Der überbetriebliche Vergleich dient dem Hopfenpflanzer zur Standortbestimmung.

Projektleitung: J. Portner

Bearbeitung: J. Münsterer

### **3.17 Pflanzenschutz im Hopfenbau (IPZ 5b)**

Ein Schwerpunkt der Arbeitsgruppe ist die Prüfung von Wirkstoffen und Handelsprodukten zur Bekämpfung der Schaderreger im Hopfen. Da die Anbaufläche des Hopfens und der davon abhängige Markt für Pflanzenschutzmittel relativ klein ist, besteht seitens der Pflanzenschutzmittelfirmen kein allzu großes Interesse an dieser Kultur. Durch Vorprüfungen (für die Firmen kostenlos) und - in dringenden Fällen - weitere kostenlose Prüfungen für die Zulassung bzw. Lückenindikation von Pflanzenschutzmitteln ist es in den zurückliegenden Jahren gelungen, immer wieder eine ausreichende Palette von notwendigen Pflanzenschutzmitteln für die Praxis zu erhalten.

Im Forschungsbereich steht die Erarbeitung und Überprüfung von Bekämpfungsschwellen für Schaderreger und die Suche nach alternativen Bekämpfungsmethoden für Hopfenschädlinge im Vordergrund. Die Prüf- und Forschungsergebnisse münden in die Erarbeitung von Beratungsunterlagen für Fachverbände, Berater und Hopfenpflanzer.

### **Die Peronosporaprognose im Hopfen - ein bewährtes Instrument zur Optimierung des Fungizideinsatzes (Langzeitaufgabe)**

#### Zielsetzung

Vor der Entwicklung des Prognosemodells wurde gegen die Krankheit *Pseudoperonospora humuli* nach Kalender insgesamt 15 – 17 mal gespritzt. Mit der Kenntnis der biologischen Voraussetzung für eine mögliche Infektion kann der Pflanzenschutzmittelaufwand deutlich reduziert werden. Neben den ökologischen Vorteilen kann mit der Einsparung einer Behandlung der ökonomische Aufwand um ca. 0,5 Mio. € reduziert werden. Zusätzlich ist es notwendig, die genetisch vorhandene Toleranz der Zuchtsorten aus dem Hopfenforschungszentrum Hüll zu nutzen und eine getrennte Bekämpfungsschwelle für diese Sorten festzusetzen.

#### Methode

Mit Hilfe von Sporenfallen werden die Zoosporangien in der Luft angesaugt und unter dem Mikroskop ausgezählt. Früher wurde in der Hallertau an sieben Stationen gezählt, z. Zt. werden diese biologischen Daten (vor allem aus Kapazitätsgründen) nur noch an vier Stationen ermittelt. Zusätzlich werden die Daten in zwei Witterungsmodelle eingegeben, die als zusätzliche Information für einen eventuell notwendigen Spritzaufruf dienen. Die Daten werden zusammengefasst, ausgewertet und täglich den Hopfenpflanzern über Anrufbeantworter, Ring-Fax und Internet zur Verfügung gestellt. Ein besonderer Service für die Hopfenpflanzer besteht darin, dass im Rahmen dieses Modells konkret die Information enthalten ist, an welchem Tag eine Spritzung notwendig ist und wann nicht. Zusätzlich erfolgt ein sortendifferenzierter Aufruf.

#### Ergebnisse

Seit 1998 erfolgt nach Abschluss der notwendigen Parzellenversuche eine getrennte Spritzempfehlung für tolerante Hüller Zuchtsorten, anfällige Sorten und zu Saisonende eine Empfehlung für spät reifende Sorten. Die Spritzaufrufe in den Jahren 1998 – 2003 (Tabelle 1) lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Bei Befolgung der Spritzaufrufe konnte bei allen Sorten in allen Jahren peronosporafreier Hopfen erzeugt werden,
- die Differenzierung in tolerante Sorten und anfällige Sorten bringt eine weitere, deutliche Einsparung an Pflanzenschutzmittel,
- sehr anfällige Sorten wie Hallertauer Mittelfrüher und Northern Brewer benötigen je nach Infektionsdruck zusätzliche Behandlungen,
- gleiches gilt für spät abreifende Sorten, da sie länger dem Infektionsdruck ausgesetzt sind,
- der Zeitpunkt und die Häufigkeit der notwendigen Spritzungen schwankt von Jahr zu Jahr; regelmäßige Erhebungen sind jedes Jahr aufs Neue notwendig.

Das Prognosemodell in Kombination mit Resistenzzüchtung bringt einen nicht quantifizierbaren ökologischen Vorteil und Kosteneinsparungen von mehreren Millionen Euro. Der personelle Aufwand für die Prognose ist sehr gering im Vergleich zum jährlichen Nutzen und muss deshalb aufrecht erhalten werden.

Projektleitung und Bearbeitung: B. Engelhard

### **Einfluss der Witterung auf den Befall mit Echtem Mehltau (*Sphaerotheca humuli*) im Hopfen**

#### Zielsetzung

Die Bekämpfungsmaßnahmen gegen Echten Mehltau orientieren sich derzeit immer noch am Erstvorkommen von „Pusteln“ auf den Blättern und vorhandenen Praxiserfahrungen. Es müssen Grundlagen erarbeitet werden, unter welchen Voraussetzungen es zur Erstinfektion (Übergang von Winter- in Sommerform) kommt. Im Laufe der Saison müssen gezielte Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt werden.

## Methode

Der jährliche Befall mit Echem Mehltau im Hopfen unterliegt extremen Schwankungen. Da unter sonst gleichen Feldbedingungen diese Unterschiede auftreten, muss davon ausgegangen werden, dass Witterungseinflüsse die Ursache dafür sind. Feldbonituren und Witterungsparameter in den Jahren 1998 – 2003 wurden unter verschiedensten Varianten auf logische Zusammenhänge geprüft.

## Ergebnisse

Den ersten logischen Zusammenhang zwischen Mehлтаubefall und Witterungsparameter brachten folgende Vorgaben:

Temperatur (Stundendurchschnittswerte)  $\geq 10^{\circ}\text{C}$

Sonnenscheinintensität von 9<sup>oo</sup> Uhr - 20<sup>oo</sup> Uhr  $\leq 3000$  Wattstunden/m<sup>2</sup>

Niederschlag  $> 1$  mm

Nach ersten Einschätzungen müssen die Bedingungen mindestens zwei Tage zusammenhängend erfüllt sein, damit die Infektion stattfinden kann und sich die Krankheit entwickeln kann.

Einige dieser Vorgaben (keine große Temperaturschwankung zwischen Tag und Nacht, bewölkter Himmel, Niederschlag) stimmen nicht mit der bisherigen Lehrmeinung überein. In weiteren Versuchen müssen die Vorgaben überprüft werden. Das Jahr 2003 gibt zur Hoffnung Anlass, dass mit den Witterungsvorgaben ein Schlüssel zur Erarbeitung einer Prognose gefunden wurde: in der Zeit von April bis Ende Juli sind die Vorgaben nicht eingetroffen – es gab 2003 auch keinen Hopfenmehltau.

Projektleitung: B. Engelhard

Bearbeitung: B. Engelhard, A. Lutz, R. Huber, H. Hesse

Förderung: Bush Agricultural Research Inc., USA

**Tabelle 1: Termine zur Peronosporabekämpfung nach dem Prognosemodell in Abhängigkeit von Jahrgang und Sorten**

Jahr	1998		1999		2000		2001		2002		2003	
	tolerante	anfällige	tolerante	anfällige	tolerante	anfällige	tolerante	anfällige	tolerante	anfällige	tolerante	anfällige
Mai				25.05	15.05.	15.05.		29.05.		22.05.		
Juni	22.06.	02.06. 22.06.	07.06.	07.06. 15.06. 29.06. HA,NB		05.06.	20.06.	20.06.	11.06.	11.06.	27.06. HA	02.06. 20.06. HA,NB 27.06.
Juli	24.07.	10.07. 24.07.	14.07.	14.07. 23.07.	17.07. 25.07.	17.07.	12.07.	02.07. 12.07. 23.07. HA,NB HE,NU	05.07. 15.07.	05.07. 15.07. 27.07.	08.07.	08.07. 28.07.
Aug.		03.08.	09.09.	09.08.	04.08.	04.08. 16.08.		06.08.	06.08.	06.08.	14.08. HM,TU MR	
<b>Behandlung (gesamt)</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6(+1)</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4(+1)</b>	<b>7(HA8)</b>	<b>2</b>	<b>4(+1)</b>

HA= Hallertauer Mittelfrüh; NB = Northern Brewer; HE = Hersbrucker Spät; NU = Nugget; HM = Hallertauer Magnum; TU = Hall. Taurus

### 3.18 Züchtungsforschung Hopfen (IPZ 5c)

In Deutschland wird ausschließlich am Hopfenforschungszentrum in Hüll Hopfen gezüchtet. Der Schwerpunkt dieser Züchtungsarbeiten liegt bei der Entwicklung markt- und umweltgerechter Hopfensorten. Ausgehend von einem breiten genetischen Potenzial mit ca. 150 Sorten, etwa 15 000 weiblichen und 3 000 männlichen Zuchtstämmen sowie einem breit gefächerten Wildhopfensortiment werden jedes Jahr etwa 100 Kreuzungen durchgeführt. Ziel dabei ist die Verbesserung von Qualität, Resistenz und agrotechnischen Leistungsmerkmalen bei Aroma- und Bittersorten. Gleichzeitig wird an neuen Techniken aus dem Bereich der Gentechnik geforscht, die die klassische Züchtungsarbeit unterstützen. Mit der Identifizierung von molekularen Markern für Krankheitsresistenz und Brauqualität wird die Selektion entscheidend zuverlässiger und schneller durchzuführen sein. Diagnostische Marker werden bereits bei der frühen Auslese von weiblichen Sämlingen eingesetzt, wodurch die Vorteile von molekularen Markern schon in der Praxis genutzt werden. Die Erforschung der Grundlagen im Bereich Gentransfer soll die gezielte Verbesserung von Resistenzeigenschaften für die Zukunft ermöglichen.

#### Wildhopfen – neue genetische Ressourcen für die Mehlauresistenzzüchtung

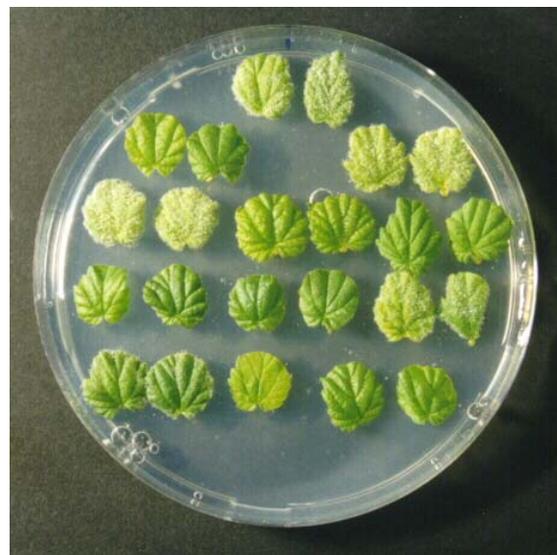


Abb. 1: Prüfung auf Mehlauresistenz im Gewächshaus und Labor

#### Zielsetzung

Aufgrund des verstärkten Auftretens des Echten Mehltaus (*Sphaerotheca humuli*) im Hopfenanbau weltweit ist im Kampf gegen diese Krankheit die Züchtung von mehlauresistenten Hopfen von zentraler Bedeutung. Zielsetzung dieses Projektes ist es, neuartige, bisher noch nicht bekannte Resistenzen in unserem Wildhopfensortiment zu identifizieren. Diese neuen, noch voll wirksamen Mehlauresistenzgene sollen für die Einkreuzung und Verbreiterung der genetischen Basis im Hüller Zuchtmaterial genutzt werden.

#### Methode

2003 wurden über 750 Wildhopfen, die in einem Vorscreening 2001 bereits aus einem breiten Wildhopfensortiment ausgelesen worden waren, im Gewächshaus und im Labor auf ihre Resistenzeigenschaften gegenüber Echem Mehltau getestet (Abb. 1). Für die künstliche Inokulation im Gewächshaus wurden Mehltaurassen verwendet, die das Virulenzspektrum der in der Hallertau vorherrschenden Mehltaupopulationen repräsentieren. Die als resistent eingestuften Wildhopfen wurden nachfolgend im Labor weiter auf ihre Resistenzeigenschaften geprüft. Dabei wurde ein von uns in Kooperation mit EpiLogic entwickeltes Prüfsystem in der Petrischale genutzt. Abgeschnittene, junge Blätter der zu testenden Sämlinge wurden in der Petrischale mit englischen Mehltaurassen beimpft und nach entsprechender Inkubationszeit auf Mehltaubefall hin bonitiert.

### Ergebnisse

2003 konnten aus 750 Wildhopfen, die im Gewächshaus auf ihre Mehltaresistenz hin geprüft worden waren, 144 Individuen als resistent bonitiert werden. Im Labor wurden 355 Wildhopfen untersucht, wobei auf den jungen, hoch empfindlichen Blättern von 90 Sämlingen keine oder extrem wenig Wachstum des Mehltapilzes beobachtet wurde. Mit diesem Screening im Labor mit Mehltau-Virulenzen, die in Deutschland noch nicht aufgetreten sind, konnte geklärt werden, inwieweit diese Resistenzen auch außerhalb der Hallertau wirksam sind. Nach der ersten Prüfseason im Gewächshaus und im Labor zeigten sich 64 Wildhopfen gegenüber allen bisher eingesetzten Mehltaurassen als widerstandsfähig. Nur diese Individuen werden in der neuen Saison weiter auf Mehltaresistenz geprüft.

Projektleitung: Dr. E. Seigner, A. Lutz,  
Bearbeitung: A. Lutz, J. Kneidl, Dr. E. Seigner, IPZ 5c; S. Hasyn, EpiLogic  
Förderung: Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.

## **Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer**

### Zielsetzung

Ziel des zum 01.11.2001 begonnenen Forschungsvorhabens ist die Etablierung einer effizienten Transformationsmethode für den Gentransfer bei Hopfen. Nach Etablierung der Transformationstechnik für bedeutende Hüller Hopfensorten sollen letztendlich Resistenzgene, insbesondere gegen pilzliche Erreger, in den Hopfen übertragen werden.

### Methoden

- Optimierung von Phytohormon- und Antibiotikazusammensetzung in Regenerationsversuchen
- Bekämpfung endogener Infektionen in vitro
- Transiente Expression im Hopfen mittels direktem Gentransfer (Genkanone)
- Indirekter Gentransfer durch *Agrobacterium tumefaciens* für stabile Expression
- Herstellung, Klonieren und Transfer eigener Konstrukte mit einem ersten Pilzresistenz-Gen

### Ergebnisse

Seit Februar 2003 werden neun transgene „Saazer“-Pflanzen der ersten Versuchsreihen mit Reporter-Genen erfolgreich im Gewächshaus kultiviert. Sie erweisen sich, ebenso wie die transgenen in vitro-Pflanzen, als einheitlich und stabil transgen. Gen-Silencing oder Chimärenbildung wurden nicht beobachtet. Erstmals konnten auch Pflanzen der Sorte „Hallertauer Mittelfrüh“ nach Agrobakterien-Transformation regeneriert werden. Jedoch starben diese in vitro-Pflänzchen bisher stets bei einer Größe von ca. 1-2 cm ab, vermutlich aufgrund endogener Infektionen.

Parallel zur Methodenoptimierung wurden erste Konstrukte mit einem Chitinase-Gen erstellt. Die Arbeit mit diesem Resistenz-Gen erwies sich dabei als aufwändiger als zunächst angenommen: das Gen musste zunächst über RNA-Isolation und RT-PCR revers zu cDNA transkribiert und mittels PCR amplifiziert werden. Auch die weitere Klonierung dieser cDNA erwies sich als schwierig, vermutlich aufgrund ausgeprägter Sekundärstrukturen im Endbereich des Gens. Mittlerweile konnte das Gen jedoch erfolgreich mit Restriktionsschnittstellen bestückt und gerichtet in einen Expressionsvektor eingebaut werden. Dieses Konstrukt wurde dann in einen binären Vektor übertragen, der nun für Gentransferversuche an Hopfenpflanzen zur Verfügung steht. Vier Transformationsversuche wurden bislang durchgeführt mit deutlich verbessertem Regenerationsvermögen der Pflanzen. Weitere Tests zur Expression und erwarteten Resistenzsteigerung gegen pilzliche Erreger stehen in Kürze an.

Projektleitung: Dr. E. Seigner  
Bearbeitung: Dr. H. Radic-Miehle  
Förderung: StMLF

## **Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehlauresistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen (*Humulus lupulus* L.)**

### Zielsetzung

In diesem Projekt sollen molekulare Marker für Mehlauresistenzgene identifiziert werden, um in der klassischen Züchtung die Selektion von mehlauresistenten Sämlingen deutlich zu verkürzen. Nur über molekulare Marker lassen sich gelungene Kombinationen von zwei oder mehreren Resistenzgenen in einem Sämling sicher nachweisen.

### Methoden

- Erzeugung spaltender Populationen
- DNA-Isolation
- Infektion mit definierten Mehlaurassen
- Screening resistenter und anfälliger Pflanzen über die AFLP-Methode
- Kartierung von Genen

### Ergebnisse

Für das *R2*-Gen der Sorte „Wye Target“ und das *Rbu*-Gen der Sorte „Buket“ konnten bislang mehrere DNA-Marker identifiziert werden, deren Qualität in mehreren Kreuzungsnachkommenschaften bestätigt werden konnte. Die Überprüfung dieser Marker in männlichen und weiblichen Zuchtstämmen ist bislang noch nicht abgeschlossen. Das Screening nach Markern für eine bislang wirksame Resistenz eines Wildhopfens aus Thüringen wurde eingestellt, da diese Resistenz in der Hallertau plötzlich gebrochen wurde.

Projektleitung: Dr. S. Seefelder, Dr. E. Seigner

Bearbeitung: Dr. S. Seefelder, A. Lutz, Dr. E. Seigner

Förderung: Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V.

## **Analyse von QTLs für $\alpha$ -, $\beta$ -Säure, Cohumulon, Xanthohumol und Ertrag**

### Zielsetzung

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, DNA-Marker für brautechnisch relevante Inhaltsstoffe zu identifizieren. Darüber hinaus besteht in diesem Forschungsprojekt auch erstmalig die Möglichkeit, züchterisch wertvolle agronomische Merkmale wie z.B. Ertrag, Internodienabstand und Doldenform molekular zu beschreiben.

### Methode

Grundlage dieses QTL (quantitative trait loci)-Kartierungsprojektes ist eine spaltende Population mit 139 Hopfensämlingen. Über die Erstellung einer genetischen Karte sollen nach dem Erfassen chemisch-analytischer als auch phänotypischer Daten züchterisch interessante Genabschnitte mit molekularen Markern beschrieben und identifiziert werden.

### Ergebnisse

Als sichere Grundlage dieses Projektes wurden insgesamt ca. 500 Individuen der vier Standorte stichprobenartig beerntet und über AFLP-Fingerprints auf ihren Genotyp hin untersucht.

Diese molekularen Daten können später auch zur Erstellung einer genetischen Karte einbezogen werden. Von ca. 3000 Doldenmustern werden momentan über die HPLC-Analyse  $\alpha$ - und  $\beta$ -Säuren, Cohumulon und Xanthohumolgehalt bestimmt.

In drei Kreuzungen mit je ca. 60 Pflanzen, die in Hüll über zwei Jahre chemisch analysiert wurden, konnten mehrere sehr vielversprechende molekulare Marker identifiziert werden, die bei Sämlingen mit einem Cohumulonwert über 25 (in % vom Gesamtalpha) auftreten. Diese Marker gilt es nun in der eigentlichen Kartierungspopulation zu verifizieren.

Projektleitung: Dr. S. Seefelder; Dr. E. Seigner

Bearbeitung: Dr. P. Matthews, Dr. S. Seefelder, A. Lutz, Dr. E. Seigner

Förderung: Hopsteiner, Mainburg

### 3.19 Hopfenqualität und –analytik (IPZ 5d)

Die Arbeitsgruppe IPZ 5d hat die Aufgabe, die Analytik der wertgebenden Inhaltsstoffe des Hopfens durchzuführen. Die  $\alpha$ -Säuren sind für die Bierbrauer die mit Abstand wichtigsten Hopfeninhaltsstoffe. Sie sind ein Maß für das Bitterpotential von Hopfen und spielen auch beim Abschluss von Handelsverträgen eine immer größere Rolle. Zur Bestimmung des  $\alpha$ -Säuregehalts werden die konduktometrische Titration und eine HPLC-Methode angewandt, eine NIR-Methode befindet sich in der Entwicklung. Die zweite Gruppe von Hopfeninhaltsstoffen sind die ätherischen Öle. Diese sind für das Hopfenaroma verantwortlich und ihre Zusammensetzung ist ein wichtiges Kriterium zur Sortenidentifizierung. Die ätherischen Öle werden mit gaschromatographischen Methoden analysiert. Als dritte Gruppe von Hopfeninhaltsstoffen sind die Polyphenole zu nennen. Sie erlangen zunehmendes öffentliches Interesse, da sie viele für die Gesundheit positive Eigenschaften besitzen. Die Polyphenole wirken als Antioxidantien und können freie Radikale einfangen. Insbesondere Xanthohumol wurde in letzter Zeit sehr bekannt, da Xanthohumol als antikanzerogene Substanz beschrieben wird. Der Gesamtpolyphenolgehalt wird durch eine spektralphotometrische Methode bestimmt, Einzelkomponenten werden mit Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) analysiert. Weitere Aufgaben von IPZ 5d sind die Sortenkontrolle für die Lebensmittelüberwachungsbehörden und die Organisation und Auswertung von Ringversuchen zur Qualitätssicherung bei der  $\alpha$ -Säurenanalytik.

#### Screening von Hopfensorten mit hohem Xanthohumolgehalt

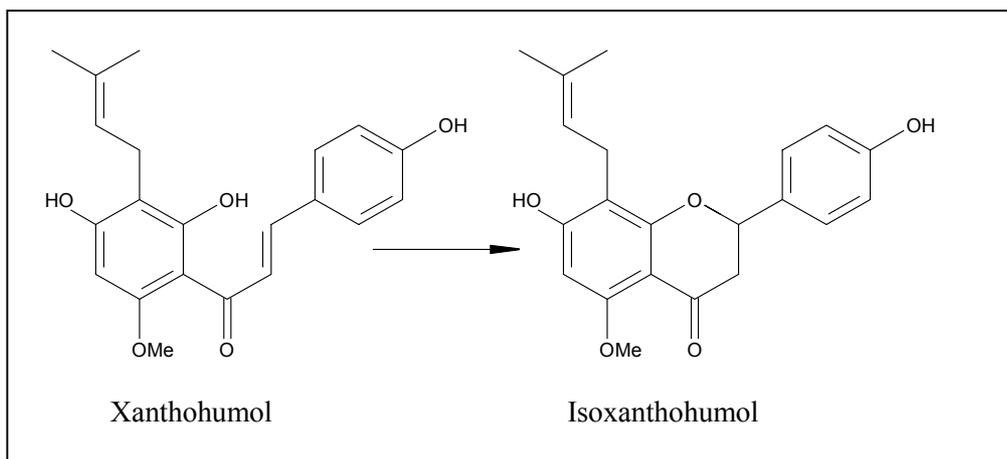


Abb. 1: Isomerisierung von Xanthohumol zu Isoxanthohumol

#### Zielsetzung

D. Buhler und C. Miranda fanden an der Oregon State University in Corvallis heraus, dass Xanthohumol das Wachstum von Krebszellen hemmen kann. Andere Arbeiten beschäftigen sich mit der Wirkung von Xanthohumol gegenüber Osteoporose. Auch am Krebsforschungszentrum in Heidelberg wird inzwischen über Xanthohumol geforscht. Xanthohumol konnte dabei erste Screeningtests mit Bravour bestehen. Vergleicht man Xanthohumol mit dem aus dem Rotwein bekannten Resveratrol, so konnte Xanthohumol eine um zweihundertfach bessere Wirkung erzielen. Man geht nun dazu über, Xanthohumol nicht nur an Zellkulturen (in vitro), sondern auch an lebenden Organismen (in vivo) zu testen. Beim Bierbrauen isomerisiert Xanthohumol zu Isoxanthohumol. Die isomerisierte Form zeigt ebenfalls positive Effekte, wenn auch in geringerem Umfang als Xanthohumol. Herkömmliche Biere enthalten maximal 0,2 mg/l Xanthohumol und bis zu 2,7 mg/l Iso-Xanthohumol. Am Lehrstuhl für Technologie der Brauerei I der TU München-Weihenstephan wurde ein „XAN-Bier“ entwickelt mit bis zu 1 mg/l Xanthohumol und 8 mg/l Isoxanthohumol. Die Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV) in Mainburg hat ein Verfahren zur Isolierung von reinem Xanthohumol aus Hopfen erarbeitet. Xanthohumol könnte als Zusatzstoff für „funktionelle Getränke“ oder für pharmazeutische Präparate Verwendung finden, deshalb wurde auch in Hüll die Erhöhung des Xanthohumolgehalts im Hopfen als Zuchtziel festgelegt.

## Methode

Als Analysenmethode wird eine speziell ausgearbeitete HPLC-Methode (Detektionswellenlänge 370 nm) benutzt. Die zu untersuchenden Proben stammen aus der Hüller Züchtung. Es werden alle Zuchtstämme untersucht, die Aussicht auf weitere züchterische Bearbeitung haben.

## Ergebnisse

Der Xanthohumolgehalt ist mit dem  $\alpha$ -Säuregehalt korreliert. Bittersorten mit hohen  $\alpha$ -Säuregehalten haben in der Regel einen höheren Xanthohumolgehalt als Aromasorten, wenn auch die Korrelation nicht besonders gut ist. Von allen kommerziell angebauten Sorten hat die Hüller Zuchtsorte Hallertauer Taurus den höchsten Xanthohumolgehalt mit etwa 1 %. Es sind jedoch auch schon einige Zuchtstämme mit Xanthohumolgehalten von bis zu 2 % vorhanden. Bis jetzt wurde das Xanthohumol bei der Hopfenzüchtung noch nicht züchterisch verfolgt, eine gezielte Züchtung lässt sicher noch eine deutlichere Steigerung erwarten.

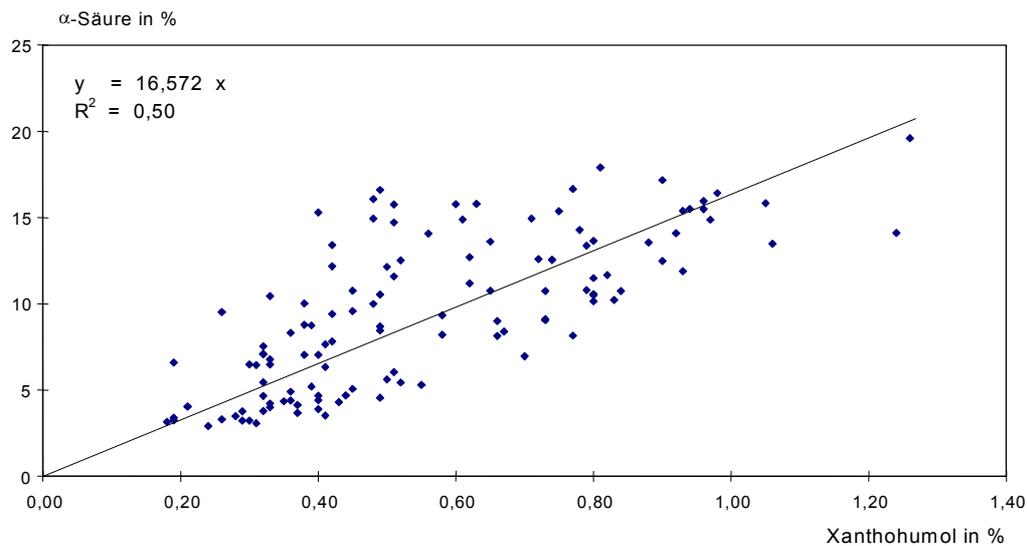


Abb. 2: Korrelation  $\alpha$ -Säuren, Xanthohumol

Projektleitung und Bearbeitung: Dr. K. Kammhuber

## Differenzierung einer Auswahl des Welthopfensortiments und der Hüller Zuchtsorten nach $\alpha$ -Säuren und Polyphenolen und der Einfluss dieser Inhaltsstoffe auf die Bierqualität

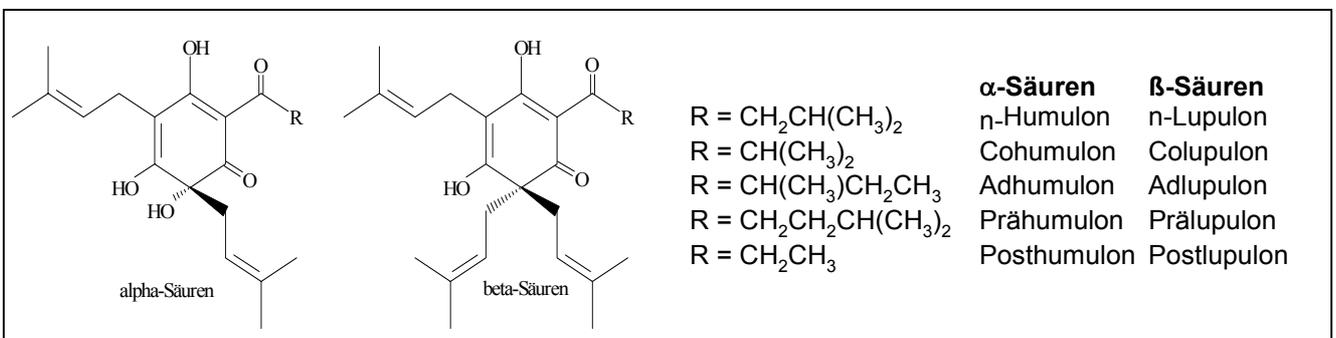


Abb. 2: Bitterstoffe des Hopfens

### Zielsetzung

Die Hopfung des Bieres erfolgt nach zwei unterschiedlichen Philosophien. Es gibt Brauer, die Hopfen als reinen  $\alpha$ -Säurenlieferanten ansehen und allen anderen Inhaltsstoffen des Hopfens keine Aufmerksamkeit widmen. Andere wählen Hopfen gezielt nach Sorte und Anbaugebiet aus. In vielen Sudversuchen ist belegt worden, dass die Bittere und das Aroma eines Bieres durch unterschiedliche Hopfensorten beeinflusst werden kann. Allerdings können die Ergebnisse nicht in jedem Fall einem Spektrum von Inhaltsstoffen zugeordnet werden. Neuere Arbeiten von Prof. Schieberle (TU München, Garching) zeigen, dass die Iso- $\alpha$ -Säuren nur für 60 % der Hopfenbittere verantwortlich sind. Die Bitterqualität wird vermutlich durch ein komplexes Zusammenwirken vieler einzelner Inhaltsstoffe bestimmt. Ziel des Projekts ist herauszufinden, ob Sorten mit extrem unterschiedlichen Inhaltsstoffen einen bemerkbaren Einfluss auf die Bierqualität haben. Die wissenschaftliche Station für Brauerei München e.V. hat dieses Projekt mit 50 000,00 € finanziert.

### Methode

Eine Auswahl des in Hüll verfügbaren Welthopfensortiments sowie die Hüller Zuchtsorten werden analytisch differenziert untersucht. Alle Haupthomologen der Bittersäuren werden aufgetrennt. Bei den Polyphenolen ist die Untersuchung des Gesamtpolyphenolgehalts, des Gesamtflavonoidgehalts, des gebundenen und freien Quercetins und Kaempferols geplant. Von Sorten mit extrem unterschiedlichen Inhaltsstoffen werden Sudversuche durchgeführt (Versuchsbrauerei Hopfenveredelung St. Johann GmbH & Co. KG).

### Ergebnisse

Eine HPLC-Trennung wurde ausgearbeitet, die es ermöglicht, alle sechs Hauptbitterstoffe sowie Xanthohumol in einem Lauf zu analysieren. Es wurde begonnen, das Welthopfensortiment mit dieser Methode zu analysieren.

Projektleitung: Dr. K. Kamhuber

Bearbeitung: Dr. K. Kamhuber

## **3.20 Amtliche Saatenanerkennung (IPZ 6a)**

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Erfolg im Pflanzenbau ist der Einsatz von gesundem und reinem Saatgut von leistungsstarken Sorten, die im Hinblick auf den jeweiligen Verwendungszweck optimale Erträge bringen sollen. Da Saatgut somit eines der wichtigsten Produktionsmittel darstellt, ist seine Erzeugung und das Inverkehrbringen sowohl in der EU als auch weltweit strengen gesetzlichen Regeln unterworfen. In Bayern werden die Anerkennungsverfahren für landwirtschaftliches Saatgut und künftig auch für Gemüsesaatgut von der Arbeitsgruppe Amtliche Saatenanerkennung am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der LfL durchgeführt. Unterstützt wird die Arbeit durch Beauftragte an den Landwirtschaftsämtern mit Sonderfunktionen. Die Probenahme, Verschließung und Kennzeichnung von Saatgut werden unter Aufsicht der Amtlichen Saatenanerkennung durch das LKP vor Ort durchgeführt.

In den Erstmonaten des Jahres erfolgt schwerpunktmäßig die Anerkennung von Sommergetreide, damit zur Frühjahrsbestellung ausreichend Saatgut zur Verfügung steht. Aufgrund der schwierigen Witterungsverhältnisse im Herbst 2002 war im Frühjahr 2003 die Nachfrage nach Saatgut für Sommerungen besonders hoch, da im Herbst viele Flächen nicht mehr bestellt werden konnten. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Anerkennung von Sommergetreide aus der Ernte 2002 im Frühjahr 2003

Fruchtart und Sorte	Anmeldung 2002		Saatgutuntersuchung und -anerkennung 2003			
	Bund ha	Bayern ha	abgelehnt dt	anerkannt		
				Vorstufen- und Basis- Saatgut dt	Zertifiziertes Saatgut dt	insgesamt* dt
Sommergerste	18.102	3.280	9.358	14.721	128.251	142.972
Sommerroggen	221	0	0	0	0	0
Sommertriticale	402	30	287	0	600	600
Mais	2.748	2	0	0	0	0
Hafer	6.822	1.225	5.146	6.326	45.668	51.994
Sommerhartweizen	267	77	2.060	0	2.917	2.917
Sommerweichweizen	2.272	331	1.313	4.012	12.826	16.838
<b>Sommergetreide gesamt:</b>	<b>30.834</b>	<b>4.945</b>	<b>18.164</b>	<b>25.059</b>	<b>190.262</b>	<b>215.321</b>

Angemeldete Vermehrungsfläche bei Sommergetreide im Bundesgebiet: 30.834 ha; Anteil Bayerns: 16,0%

\*Nicht enthalten sind Saatguterträge von Vermehrungsvorhaben, die zwar in Bayern anerkannt wurden, deren Aufwuchs aber von Flächen aus anderen Bundesländern stammt.

Tabelle 2: Zur Saatgutenerkennung angemeldete Flächen in Bayern

Fruchtart	2002 Bayern	2003 Bayern	Veränderungen 2003 zu 2002 %	2003 Bund	Anteil Bayern %
	ha	ha		ha	
Winterweizen	6.981	6.711	-3,9	67.701	9,9
Wintergerste	4.527	4.350	-3,9	30.210	14,4
Wintertriticale	1.915	1.980	3,4	18.724	10,6
Winterroggen	1.032	882	-14,5	9.510	9,3
Winterspelzweizen	113	128	13,3	1.074	11,9
Winterhartweizen	0	16	–	78	20,5
Sommergerste	3.274	3.712	13,4	20.813	17,8
Hafer	1.225	1.401	14,4	7.406	18,9
Sommerweichweizen	331	432	30,5	3.127	13,8
Sommerhartweizen	77	61	-20,8	279	21,9
Sommertriticale	30	32	6,7	460	7,0
Sommerroggen	0	2	–	266	0,8
Mais	2	2	0,0	3.108	0,1
<b>Getreide gesamt</b>	<b>19.507</b>	<b>19.709</b>	<b>1,0</b>	<b>162.756</b>	<b>12,1</b>
Gräser	1.242	1.207	-2,8	29.508	4,1
Leguminosen	1.117	1.263	13,1	17.627	7,2
Öl- und Faserpflanzen	49	51	4,1	8.533	0,6
<b>Saatgut gesamt</b>	<b>21.915</b>	<b>22.230</b>	<b>1,4</b>	<b>218.424</b>	<b>10,2</b>
<b>Kartoffeln gesamt</b>	<b>2.650</b>	<b>2.567</b>	<b>-3,1</b>	<b>17.698</b>	<b>14,5</b>

In Tabelle 2 sind die zur Saatenerkennung angemeldeten Flächen enthalten. Die gesamte Vermehrungsfläche für Saatgetreide ist im Jahr 2003 gegenüber 2002 um etwa 1 % auf insgesamt 19.709 ha angestiegen. Gemessen an der gesamten Vermehrungsfläche im Bund liegt der Anteil Bayerns bei etwas über 12 %. Über die letzten 10 Jahre gesehen, ist die Vermehrungsfläche in Bayern sehr stabil geblieben. Der niedrigste Wert lag 1996 bei 18.900 ha und der höchste Wert im Jahr 2000 bei 20.248 ha. Dies ist um so bedeutender, da die Konkurrenz auf dem Markt durch Zufuhr aus Bundesländern mit besseren Vermehrungs- und Wirtschaftsstrukturen stark zugenommen hat. Diesem Druck kann aus bayerischer Sicht vor allem durch eine Optimierung der organisatorischen Aufgaben und vor allem durch eine rechtzeitige Bereitstellung der Bescheide über Anerkennung oder Ablehnung begegnet werden. Nur so kann auf längere Sicht hin die mit der Saatgutvermehrung verbundene Wertschöpfung für die bayerische Landwirtschaft erhalten bleiben.

Eine wichtige Aufgabe im Anerkennungsverfahren nimmt die Feldbesichtigung ein. Insgesamt wurden 380 ha angemeldete Vermehrungsflächen bei der Feldbesichtigung abgelehnt. Hauptablehnungsgründe waren Verunreinigungen der Bestände durch Flughafer sowie der Besatz mit Unkräutern und anderen Getreidearten.

Tabelle 3: Anerkennung von Wintergetreide aus der Ernte 2003

Fruchtart und Sorte	anerkannt als			abgelehnt dt	wichtigste Ablehnungsgründe
	Vorstufen- und Basis- Saatgut dt	Zertifiziertes Saatgut dt	insgesamt dt		
Wintergerste	17.412	149.288	166.700	8.497	Besatz, Keimfähigk.
Winterweizen	39.977	290.355	330.332	16.493	Keimfähigk., Besatz
Winterspelzweizen	–	1.157	1.157	–	–
Winterhartweizen	–	–	–	660	Besatz
Wintertriticale	7.445	63.147	70.592	20.472	Besatz, Keimfähigk.
Winterroggen freiabbl.	2.311	10.577	12.888	4.037	Keimfähigkeit
Winterroggen Topcross		25.629	25.629	3.141	Keimfähigkeit
<b>Wintergetreide gesamt:</b>	<b>67.145</b>	<b>540.153</b>	<b>607.298</b>	<b>53.300</b>	

Leicht rückläufig waren die Vermehrungen bei Gräsern. Hier dominieren inzwischen eindeutig die ostdeutschen Bundesländer, die über bessere Anbaustrukturen verfügen. Größere Vermehrungsflächen sind bei Wiesenschwingel und Rotschwingel zu verzeichnen. Eine Besonderheit stellen die Arten Goldhafer und Glatthafer dar, die in Deutschland ausschließlich in Bayern vermehrt werden. Bei den Kleearten ist die Vermehrungsfläche von 308 ha im Jahr 2002 auf 379 ha angestiegen. Die Vermehrungsfläche von Hülsenfrüchten veränderte sich von 947 ha im Jahre 2001 über 809 ha in 2002 auf nunmehr 885 ha. Trotz des leichten Anstiegs der Vermehrungsfläche ist zu erwarten, dass Zertifiziertes Saatgut für die empfohlenen Sorten gebietsweise knapp sein könnte. Aufgrund des heißen und extrem trockenen Sommers wurde das Saatgut beim Dreschen und Aufbereiten häufig starken mechanischen Belastungen unterzogen. Dadurch ergeben sich in vielen Fällen Schwierigkeiten bei den gesetzlich vorgeschriebenen Keimwerten.

Die Vermehrungsfläche für Öl- und Faserpflanzen spielt in Bayern nur eine untergeordnete Rolle. Nicht zuletzt aufgrund des starken Anbaus von Raps im Konsumbereich können die zur Vermehrung notwendigen Abstände häufig nicht eingehalten werden.

Bei Pflanzkartoffeln wurde die Vermehrungsfläche in Bayern in den letzten Jahren erheblich eingeschränkt. Auch im Jahr 2003 war ein leichter Flächenrückgang zu verzeichnen. Dies trifft in erster Linie den Amtsbezirk Oberbayern-Nord. Die gesamte Ablehnungsquote aus der Ernte 2002 betrug im Frühjahr 2003 ca. 21 %. Dies war insbesondere auf eine erhöhte Virusbelastung während der Vegetationsperiode

2002 zurückzuführen. Eine Reihe von Pflanzkartoffeln mussten außerdem aberkannt werden, weil in einigen Vermehrungsbetrieben im Konsumkartoffelanbau Befall mit Bakterienringfäule festgestellt wurde. Bei der Erzeugung von Pflanzkartoffeln spielte diese Quarantänekrankheit keine besondere Rolle. Die Aberkennung in der Feldbesichtigung ist mit einer Quote von knapp über einem Prozent sehr niedrig. Daher könnte eine Reduzierung der gesetzlich vorgeschriebenen Feldbesichtigungen von zwei auf eine je Vermehrungsvorhaben angedacht werden.

Die Anzahl der beantragten Saatgutmischungen sind aus der Tabelle 4 zu entnehmen. Die Firmen, die beabsichtigen Mischungen herzustellen, müssen dies bei der Amtlichen Saatenanerkennung beantragen. Dabei muss sichergestellt sein, dass die zur Herstellung verwendeten Komponenten bereits aus anerkanntem Saatgut bestehen. Einen großen Umfang nehmen die Roggenmischungen ein. Dabei wird dem Saatgut von Hybridsorten ein Anteil von 10 % Populationsroggen zur besseren Bestäubung beigemischt.

Tabelle 4: Umfang der Saatgutmischungen 2003 in Bayern

	2003	
	dt	Anzahl der Anträge
<b>für Futterzwecke</b>		
– Ackerfutterbau	13.671	479
davon bayer. Qualitätssaatgutmischungen	(3.170)	(117)
– Dauergrünland	12.196	413
davon bayer. Qualitätssaatgutmischungen	(3.069)	(95)
<b>Getreide</b>		
– Futterweizen	3.002	11
– Mahlweizen	2.069	11
– Roggenmischungen	38.990	43
<b>Technischer Bereich</b> (Rasen u. Sonstiges)	29.070	964
<b>Mischungen insgesamt</b>	<b>98.998</b>	<b>1.921</b>

Projektleitung und Bearbeitung: H. Kupfer

### 3.21 Verkehrs- und Betriebskontrollen (IPZ 6b)

Die Arbeitsgruppe Verkehrs- und Betriebskontrollen IPZ 6b ist beauftragt, die Einhaltung von Vorschriften über die Einfuhr und das Inverkehrbringen von Saat- und Pflanzgut der landwirtschaftlichen Arten (seit dem 1. August 2003 auch von Gemüsearten) nach dem Saatgutrecht, von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach dem Düngemittelrecht sowie von Pflanzenschutzmitteln, Pflanzenstärkungsmitteln und Zusatzstoffen nach dem Pflanzenschutzrecht zu überwachen. Die zu überwachenden Vorschriften dienen überwiegend dem Umwelt- und Anwenderschutz und verfolgen sehr hoch angesiedelte Ziele:

- die Förderung der Saatgutqualität, der Schutz des Verbrauchers, die Ordnung des Saatgutverkehrs, die Sicherung des Saatgutes vor Verfälschung, die Förderung der Erzeugung und der Qualität von Saat- und Erntegut im Bereich des Saatgutrechts;
- die Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens, der Schutz der Gesundheit von Menschen und Haustieren und der Schutz des Naturhaushaltes, die Förderung des Wachstums von Nutzpflanzen, die Erhöhung ihres Ertrages und die Verbesserung ihrer Qualität, die Ordnung des Verkehrs mit Düngemitteln und der Schutz des Anwenders im Bereich des Düngemittelrechts;

- der Schutz von Pflanzen und Pflanzenerzeugnissen vor Schadorganismen und nichtparasitären Beeinträchtigungen, die Abwehr von Gefahren, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt entstehen können, die Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen, der Schutz vor schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder auf den Naturhaushalt im Bereich des Pflanzenschutzrechts.

In der Praxis wird es immer schwieriger, diese hohen Ziele zu erreichen. Vorschriften werden zunehmend enger gefasst, werden laufend komplizierter und immer unklarer; es sind immer mehr und längere Übergangsfristen zu beachten. Die Verwirrung schlägt sich auch bei notwendigen Auslegungen der Vorschriften nieder und daneben auch im Rahmen der Rechtsprechung – selbst Urteile hoher Gerichte widersprechen sich.

Vorschriften nehmen daneben den Hersteller, Inverkehrbringer und Anwender immer mehr in die Pflicht und setzen ein sehr umfangreiches anspruchsvolles Wissen und das stetige Vorliegen von aktuellen Informationen (z.B. über den Zulassungsstand der Pflanzenschutzmittel) voraus.

Daneben werden die „Zugriffsmöglichkeiten“ für die Kontrolle weniger. Während sich die Lagerhalter in früheren Jahren frühzeitig mit Ware eindeckten und so die Ware über einen längeren Zeitraum – für die Kontrolle zugänglich – „in den Verkehr“ brachten, geht der Trend heute sehr stark zum Direktabsatz (Hersteller/Großhändler/Importeur direkt zum Verbraucher), der zusätzlich noch durch die Möglichkeiten des Anbietens und Bestellens über Internet forciert wird, und zur möglichst geringen Lagerhaltung.

Die Arbeitsgruppe IPZ 6b hält alle relevanten Rechtsvorschriften, Listen über zugelassene Pflanzenschutzmittel sowie Merkblätter in aktuellen Fassungen im Internet zum Abruf bereit ([www.LfL.bayern.de](http://www.LfL.bayern.de) > Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung > Verkehrskontrolle Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmittel).

Nachdem die Ergebnisse der Kontrollen des Jahres 2003 noch nicht zusammengestellt sind, kann für die einzelnen Bereiche nur auf allgemeine Feststellungen hingewiesen werden.

#### Saatgutverkehrskontrolle

Über die Jahre hinweg fällt die hohe Beanstandungsquote bei Saatgut auf, die stets über 10 % liegt und mehr zu 20 % tendiert. Während Saatgut von Mais und Rüben praktisch nie und von Sommergerste nur selten zu beanstanden sind, scheinen vor allem Roggen und Triticale, Sommerweizen, Wintergerste, Hafer, Ackerbohnen, Erbsen und Gräser problematische Fruchtarten zu sein. Eine besonders hohe Beanstandungsquote ergibt sich auch bei Saatgutmischungen mit Gräsern. Beanstandungsgrund ist überwiegend die Nichteinhaltung der gesetzlich vorgeschriebene Mindestkeimfähigkeit und ein zu hoher Besatz mit anderen Pflanzenarten.

Dies verwundert zunächst, weil dem Inverkehrbringen ein aufwändiges Anerkennungsverfahren vorausgegangen ist und nur solches Saatgut anerkannt wird, welches den Mindestanforderungen genügt. Anerkanntes Saatgut darf zudem nach der Anerkennung praktisch nur „unter Verschluss“ gehandelt werden. Zu berücksichtigen ist aber, dass für die Anerkennung und das Inverkehrbringen die gleichen Mindestqualitätsanforderungen gelten und sich die Qualität in der Regel mit fortschreitender Zeit vermindert.

#### Düngemittelverkehrskontrolle

Bis zur Zulassung der Sekundärrohstoffdünger (nach dem Düngemittelgesetz: Abwasser, Fäkalien, Klärschlamm und ähnliche Stoffe aus Siedlungsabfällen und vergleichbare Stoffe aus anderen Quellen) bestand der Düngemittelmarkt praktisch ausschließlich aus dem Handel mit mineralischen Düngemitteln. Es wurden nur wenige organische Düngemittel, wie z.B. Hornmehl und Knochenmehl gehandelt. Dies änderte sich schlagartig, als zunächst die „Komposte“ und dann auch der Klärschlamm zu typenpflichtigen Düngemitteln und die Klärwerke und die Kompostieranlagen zu Herstellern von Düngemitteln wurden. In der Folge waren viele Beanstandungen zu treffen und es trat ein sehr hoher Beratungsaufwand auf. Als nächstes folgte die Welle neuer Düngemittelhersteller in Form der Biogasanlagen, die die anfallenden Substrate wegen einer Nährstoff-Übersorgung der Flächen der Anlagenbetreiber an andere abgegeben wollen und dabei die düngemittelrechtlichen Vorschriften im Hinblick auf das Inverkehrbringen zu beachten haben. Bis zur neuen Düngemittelverordnung vom 26.11.2003 waren viele für eine hohe Gasausbeute interessante Stoffe, wie z.B. Fettabfälle, Fettabscheiderinhalte und Flotate von einer Verwendung ausgeschlossen. Die neue Düngemittelverordnung brachte eine wesentliche Erweiterung der verwendbaren Stoffe.

Bei den mineralischen Düngemitteln setzt sich der Trend fort, wonach hauptsächlich beim Phosphatbestandteil der Düngemittel Untergehalte oder ein unzureichender Aufschluss festzustellen sind. Die eingeräumte Möglichkeit, bei fast allen Düngemitteln zusätzlich auch den Gehalt an Magnesium, Natrium und

Schwefel zu deklarieren, wurde überwiegend genutzt. Für die Kontrolle ergab sich dadurch ein erheblicher Mehraufwand durch die notwendigen Untersuchungen auf diese Nährstoffe, bei denen zudem auch noch zusätzlich der jeweilige wasserlösliche Gehalt festgestellt werden muss.

Die neue Düngemittelverordnung hat insbesondere die Palette der vorgeschriebenen Kennzeichnungsangaben enorm ausgeweitet: Bei jedem Düngemittel müssen die Gehalte an Stickstoff, Phosphor, Kalium, basisch wirksamen Bestandteilen, Magnesium, Natrium, Schwefel, Kupfer, Zink, wasserlöslichem Bor, Kobalt, Selen und auch die Gehalte an Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber und Thallium angegeben sein, wenn diese einen vorgegebenen Grenzwert überschreiten. Damit fallen für die Kontrollen künftig weitere erhebliche Mehraufwendungen und erhebliche Mehrkosten an.

Daneben sind stets Hinweise zur sachgerechten Lagerung und Anwendung und weitere vorgeschrieben.

#### Pflanzenschutzmittelverkehrskontrolle

Beim Pflanzenschutzmittelmarkt haben sich in den letzten 10 Jahren gravierende Veränderungen ergeben. Während früher praktisch alle Mittel über den gut kontrollierbaren Handel gelaufen sind, haben die von der Kontrolle weniger gut erfassbaren Importe durch Landwirte selbst oder über Bezugsgemeinschaften sehr stark zugenommen. Hinzu kommt eine von den Gerichten ausgelöste Verwirrung: Der Bundesgerichtshof hat in mehreren wettbewerbsrechtlichen Verfahren entschieden, dass ein importiertes Mittel bereits dann keiner eigenen Zulassung in Deutschland durch die Biologische Bundesanstalt (jetzt Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) bedarf, wenn es stofflich mit einem zugelassenen Mittel weitgehend übereinstimmt. Der Europäische Gerichtshof hat dagegen in einem Verfahren entschieden, dass sowohl eine Identität in stofflicher Hinsicht (bestimmte Abweichungen tolerabel) als auch Herstelleridentität vorliegen müsse und dass das Vorliegen der Identität amtlich festgestellt werden müsse. Dieser Ansicht hat sich auch das Bayerische Oberste Landesgericht angeschlossen. Der Bundesgerichtshof blieb in einem später folgenden weiteren Verfahren dennoch weiter und bewusst bei seiner abweichenden Meinung. Dieses Urteil des BGH wurde dann wiederum durch ein Urteil des VGH Baden-Württemberg für nicht anwendbar erklärt.

Bedauerlicherweise konnte sich das Bundesministerium für Ernährung, Verbraucherschutz und Landwirtschaft noch immer nicht dazu entschließen, diese Unsicherheiten durch eine dringend notwendige Klarstellung im Pflanzenschutzgesetz zu beenden. Derzeit ist es somit praktisch unmöglich, vor Ort sicher zu entscheiden, ob es sich bei einem Mittel um ein nach dem Pflanzenschutzgesetz zugelassenes Mittel handelt oder nicht.

Auch die Kennzeichnung der Pflanzenschutzmittel müsste intensiver geprüft werden, um eine ordnungsgemäße Anwendung der Mittel sicherzustellen – dies gilt ganz besonders aufgrund der Einführung der sog. Indikationszulassung (ein Mittel wird nur noch für bestimmte Anwendungsgebiete zugelassen). Die hierzu notwendigen sicheren Unterlagen stehen den Kontrollstellen aber nicht zur Verfügung, so dass es derzeit bei einer einfachen Kennzeichnungsprüfung bleiben muss.

Projektleitung und Bearbeitung: T. Dittmann

### **3.22 Beschaffenheitsprüfungen Saatgut (IPZ 6c)**

In der Arbeitsgruppe IPZ 6c werden im Rahmen des Anerkennungsverfahrens die Beschaffenheitsprüfungen für landwirtschaftliches Saatgut nach dem Saatgutverkehrsgesetz durchgeführt. Für die Merkmale Reinheit, Fremdbesatz, Keimfähigkeit, Wassergehalt, Gesundheit und Echtheit gibt es gesetzliche Mindestanforderungen. Keine gesetzlichen Normen gibt es für Tausendkorngewicht, Kalttest, Sortierung, Geruch und Farbe. Alle Untersuchungen werden nach den derzeit international gültigen ISTA-Vorschriften (International Seed Testing Association) durchgeführt. Im Jahr 2003 wurde die Saatgutprüfstelle von der ISTA turnusgemäß überprüft und mit Erfolg wieder reakkreditiert. Damit ist die Saatgutprüfstelle weiterhin berechtigt international gültige Untersuchungsberichte auszustellen. Neben den Saatgutproben für das Anerkennungsverfahren werden auch Proben für die Saatgutverkehrskontrolle, die amtliche Pflanzenbeschau, Versuche (aktuelle Fragen aus der Praxis, Arbeitsgruppen der LfL, Fachhochschule, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Forschungsprojekte) und Privateinsender (Züchter, Aufbereiter, Handel, Landwirte und Ökoverbände) untersucht. 2003 wurden 8.588 Saatgutproben in ca. 30.000 Untersuchungen geprüft. Die untersuchte Fruchtartenpalette ist sehr umfangreich. Sie reicht von landwirtschaftlichem, gärtnerischem und Blumensaatgut bis hin zu heimischen und chinesischen Heil- und Gewürzpflanzen.

## Besatzuntersuchung bei der Saatgut-Beschaffenheitsprüfung

### Zielsetzung

In der Saatgutverordnung ist festgelegt, dass bei Getreide im Rahmen der Saatgut-Beschaffenheitsprüfung aus einer 500 g Probe der gesamte Fremdbesatz mit anderen Samen zahlenmäßig zu ermitteln ist.

### Methode

Die Untersuchungsprobe wird auf den Reinheitstisch geschüttet. Mit Hilfe eines Spatels schiebt die Laborkraft jeweils 5 – 7 Samen aus der Untersuchungsmenge heraus und beurteilt dabei Korn für Korn. Alle nicht zur Probe gehörenden Samen werden herausgenommen und bestimmt um welche Samen es sich dabei handelt. Bei der Besatzuntersuchung von Triticale ist die Feststellung des Fremdbesatzes eine große Herausforderung, insbesondere von Weizen in weizenähnlicher Triticale. Eine sichere Unterscheidung von weizenbetonten Triticaletypen und Weizenfremdbesatz ist mit Hilfe der Proteinelektrophorese möglich (Abb. 1).

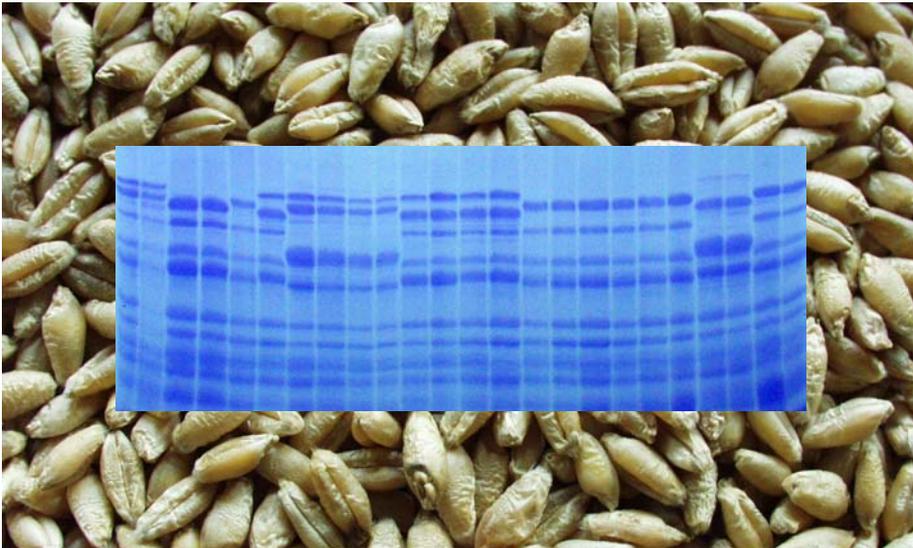


Abb. 1: Proteinelektrophorese zur Feststellung von Weizenbesatz in Triticale

### Ergebnisse

In 80 % der untersuchten Weizensaatgutproben wurde überhaupt kein Fremdbesatz festgestellt. Bei Gerste und Roggen wurden in zwei Drittel der untersuchten Proben keine Samen anderer Pflanzenarten gefunden. Nur ca. 40 % der Proben von Triticale und Hafer waren ohne Fremdbesatz. Dementsprechend liegt die Normüberschreitungswahrscheinlichkeit wegen zu hohem Besatz mit anderen Pflanzenarten bei Winterweizen unter 2 %, bei Hafer und Triticale dagegen über 15 %.

Der Weizenbesatz in weizenbetonten Triticaletypen kann nur mit Hilfe der Elektrophorese sicher bestimmt werden. Hierbei handelt es sich um eine biotechnologische Methode, mit der auf der Basis von Samenproteinen Arten und Sorten sicher voneinander unterschieden werden können.

Projektleitung: Dr. B. Killermann, B. Voit

Bearbeitung: IPZ 6c

## Keimprüfung und Probleme im Trockenjahr 2003

### Zielsetzung

Bei der Keimprüfung wird festgestellt wie viel Prozent der eingelegten Samen einen normalen Keimling hervorbringen. Bei Getreide ist die vorgeschriebene Mindestkeimfähigkeit je nach Fruchtart unterschiedlich. Weizen und Gerste müssen mit mindestens 92 %, Roggen, Triticale und Hafer mit mindestens 85 % keimen.

### Methode

Die Keimprüfung erfolgt in sterilem Quarzsand mit je 100 Korn in 4-facher Wiederholung bei 20°C. Da Roggen, Triticale und Weizen mit keimschädigenden Pilzen infiziert sein können, werden die Proben im

Labor gebeizt und die Körner in das Sandkeimbett gelegt. Getreide, insbesondere Gerste und Weizen hat nach der Ernte meist eine Keimruhe unterschiedlicher Ausprägung. Um die Keimruhe zu brechen werden die Keimschalen unmittelbar nach der Ansetzung für 2 – 4 Tage bei 10°C in die Kühlzelle gestellt. Nach weiteren 4 – 7 Tagen sind die Körner soweit gekeimt, dass eine Auswertung der Keimbetten vorgenommen werden kann. Dabei wird jeder Keimling einzeln aus dem Keimbett herausgenommen und beurteilt. Abb. 2 zeigt links einen normalen Keimling mit guter Spross- und Wurzelbildung. In der Mitte und rechts sind anomale Keimlinge dargestellt.



Abb. 2: Druschverletzungen bei Triticale  
Links: normaler Keimling mit guter Spross- und Wurzelbildung  
Mitte: anomaler Keimling mit geschlitzter Koleoptile  
Rechts: anomaler Keimling ohne Wurzel und mit kurzem Spross

### Ergebnisse

Die durchschnittliche Keimfähigkeit der untersuchten Triticaleproben lag nur bei 86 %. Auffallend war, dass bei der Keimauswertung ein sehr hoher Anteil anomaler Keimlinge festgestellt wurde. Hauptursache für den hohen Anteil anomaler Keimlinge im Trockenjahr 2003 waren Druschverletzungen. Insbesondere bei Triticale, weil hier die Keimanlage sehr weit an der Oberfläche des Kornes liegt. Bei sehr niedrigen Kornfeuchten führt das sehr leicht zu Verletzungen des Embryos. Diese mechanischen Verletzungen sind irreparabel und zeigen sich in Form von anomalen Keimlingen mit geschlitzter Koleoptile, ohne Wurzel und verkürztem Spross.

Projektleitung: Dr. B. Killermann, B. Voit

Bearbeitung: IPZ 6c

### **3.23 Saatgutforschung und Proteinelektrophorese (IPZ 6d)**

Proteine und Isoenzyme sind häufig eng gekoppelt mit wichtigen Pflanzeigenschaften. Sie eignen sie deshalb sehr gut als biochemische Marker. Die elektrophoretische Trennung von Proteinen, extrahiert aus den unterschiedlichsten Pflanzenteilen, ermöglicht die Unterscheidung von Genotypen und Zuchtlinien aufgrund spezifischer Banden oder Bandenmuster im Elektrophorese-Gel. Im Aufgabenbereich IPZ 6d Proteinelektrophorese und Saatgutforschung sind die vielfältigsten Elektrophoresemethoden etabliert und finden Anwendung in der Pflanzenbau- und Züchtungsforschung. Einsatzschwerpunkte der Proteinelektrophorese in der Arbeitsgruppe IPZ 6d sind neben der markergestützten Selektion für die Qualitätsweizenzüchtung, Sortenechtheitsprüfungen für den Hoheitsvollzug.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wird derzeit in der Arbeitsgruppe IPZ 6d an der Entwicklung einer immunologischen Selektionsmethode für die Qualitätsweizenzüchtung gearbeitet. Die Aufgaben in diesem Projekt bestehen in der Planung, Koordination und Durchführung von Laborarbeiten, die der Herstellung von monoklonalen Antikörpern dienen. Mit Hilfe dieser spezifischen Antikörper soll ein immunologischer Assay für ausgewählte Kleberproteine etabliert werden, der eine schnellere und kostengünstigere Selektion des Zuchtmaterials auf Backqualität hin ermöglicht.

## Entwicklung einer immunologischen Selektionsmethode zur Bestimmung der Kleberprotein-Untereinheiten (hochmolekulare Glutenine, HMW-GS) in der Qualitätsweizenzüchtung

### Zielsetzung

In einem immunologischen Selektionstest für die Züchtung von qualitativ hochwertigem Backweizen sollen bestimmte Kleberproteine (hochmolekulare Glutenin-Untereinheiten, HMW-GS) als Zielproteine dienen. Die Herstellung von monoklonalen Antikörpern (mAk), welche ausgesuchte HMW-GS spezifisch erkennen und deren Einsatz im Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA), sind die Hauptaufgaben dieses Forschungsvorhabens.

### Methoden

Die Herstellung der mAk erfolgte mittels Hybridomzelltechnik (BioGenes, Berlin). Zur Immunisierung der Mäuse wurde ein synthetisches Peptid eingesetzt, dessen Sequenz von 21 Aminosäuren einzigartig für die HMW-GS 1 und 2\* ist und in Aminosäuresequenzen-Alignments ermittelt wurde. Im Screening der Hybridomzellklone nach spezifischen mAk dienten als Antigen isolierte HMW-GS. Im Marchylo-Verfahren wurden HMW-GS aus Mehl extrahiert und anschließend auf einem präparativen sauren Polyacrylamid Gel aufgetrennt. Aus diesem Gel erfolgte die Extraktion definierter HMW-GS. Im Screening wurden indirekter ELISA und Western Blot unter Verwendung eines Anti-Maus-IgG-Alkalische Phosphatase-Konjugats als Zweitantikörper eingesetzt. Im *Glu-A1*-Assay wird in einem einfachen Extraktionsschritt das Gesamtprotein aus Halbkörnern extrahiert und verdünnt als Probe im indirekten ELISA eingesetzt.

### Ergebnisse

Im Screening der Hybridomzelllinien konnte ein Klon selektiert werden, welcher hochspezifische mAk gegen die HMW-GS 1 und 2\* produziert. Aus Zellkulturüberständen dieses Klons wurde der mAk (mAk Anti pep592) isoliert und zur Etablierung eines Standard-Assay zum Nachweis der HMW-GS des *Glu-A1* Genortes eingesetzt. Nach umfassender Testung verschiedener Proteinextraktionsverfahren und ELISA-Formate wurde so ein Protokoll für einen standardisierten *Glu-A1*-Assay entwickelt. Dieser *Glu-A1*-Assay ermöglicht zuverlässig und in kurzer Zeit den Nachweis des *Glu-A1a* und *Glu-A1b*-Allels in Kornmaterial. Er wurde erfolgreich zur Bestimmung des *Glu-A1a*-Allels in Sorten, DH-Populationen und F<sub>2</sub>-Nachkommen eingesetzt. Der *Glu-A1*-Assay ist bei diesen Untersuchungen der Proteinelektrophorese überlegen, da er eine Quantifizierung des nachgewiesenen Glutenins ermöglicht. Somit kann er auch eingesetzt werden, um Homozygotie und Heterozygotie bezüglich der Allele *Glu-A1a* und *Glu-A1c* in F<sub>2</sub>-Populationen festzustellen (Abb. 1).

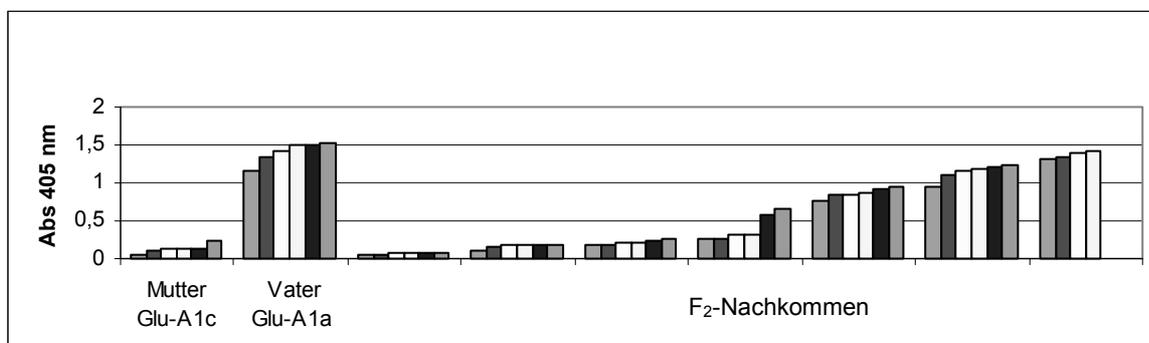


Abb. 1: Nachweis des *Glu-A1a* Allels in Kornmaterial der Weizenkreuzung W01828, ELISA-Absorptionswerte

In der Grafik sind die ELISA-Absorptionswerte aus einer Untersuchung von Kreuzungseltern und F<sub>2</sub>-Nachkommen dargestellt, in der einzelne Halbkörner auf die Menge an indirekt nachweisbarer HMW-GS 1 hin analysiert wurden. Das homozygot vorliegende Nullallel *Glu-A1c* ist aufgrund niedriger

Absorptionswerte unter 0,4 sicher zu bestimmen. Eine klarer Absorptionsgrenzwert zwischen Körnern, die heterozygot bezüglich des *Glu-A1a* und *Glu-A1c* Allels sind, von Körnern die homozygot das *Glu-A1a* Allel tragen, kann anhand dieser ersten Analyseergebnisse jedoch nicht gesetzt werden.

Projektleitung: Dr. B. Killermann  
 Bearbeitung: H. Gruber

## Einsatz der HMW-GS (hochmolekulare Glutenin-Untereinheiten) als biochemische Marker zur Selektion von Kreuzungseltern und F<sub>2</sub>-Populationen in der Qualitätsweizenzüchtung

### Zielsetzung

Unterschiede in der Backqualität beruhen hauptsächlich auf unterschiedlicher qualitativer und quantitativer Zusammensetzung der Kleberproteine. Die wichtigsten Proteinfractionen sind die HMW-GS (hochmolekulare Glutenin-Untereinheiten), die LMW-GS (niedermolekulare Glutenin-Untereinheiten) und die Gliadine. Die HMW-GS sind am besten untersucht und haben den größten Einfluss auf die Backqualität. Ihr Anteil an der Variabilität der Backqualität liegt zwischen 30 und 60 Prozent Die verschiedenen Allele lassen sich mittels Elektrophorese nachweisen. Damit wird eine Selektion auf Backqualität mit Hilfe dieser Proteinmarker möglich.

### Methoden

Die Körner werden mit einem Skalpell halbiert und kommen zur Extraktion in Mikrotiterplatten. Bei spaltenden Generationen kommt die Halbkorntechnik zur Anwendung, bei der die eine Kornhälfte zur Analyse verwendet wird und die andere Kornhälfte, die den unverletzten Embryo enthält, in Erde gesetzt wird und für weitere Kreuzungen verwendet werden kann. Nach der Extraktion und Reduktion werden die HMW-GS in 12%-igen, vertikalen, diskontinuierlichen SDS-PAGE getrennt. Die Gele werden unspezifisch mit Coomassie angefärbt. Die Auswertung der HMW-GS-Banden im Gel erfolgt nach der von Payne und Lawrence (1983) publizierten Nomenklatur (Abb. 2).

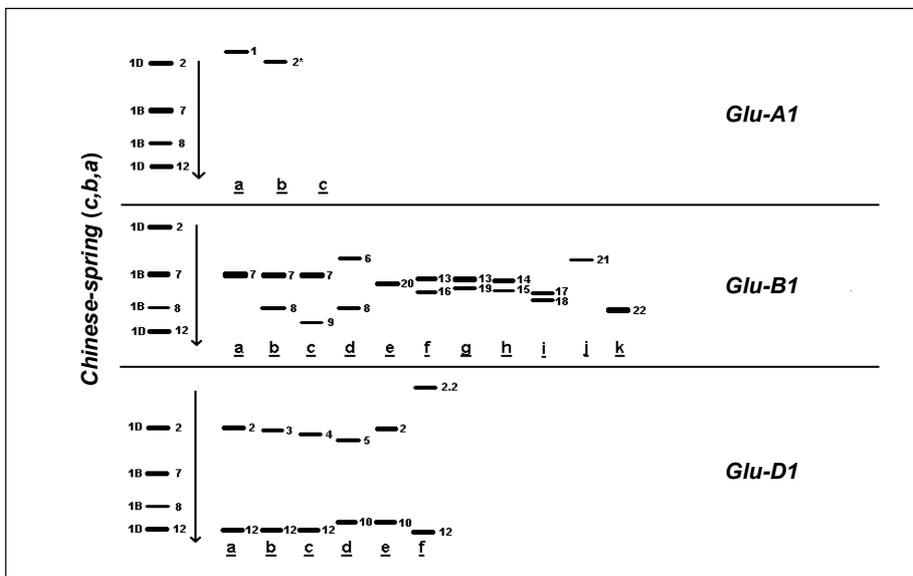


Abb. 2: Nomenklatur der Allele der HMW-GS nach Payne und Lawrence

### Ergebnisse

Die SDS-PAGE ist eine sehr gute Methode die Allele der HMW-GS effizient zu analysieren. Eine Sorte bzw. Zuchtlinie hat immer 3 HMW-GS Allele, die 3 bis 5 Glutenin-Untereinheiten exprimieren. Im deutschen Genpool kommen die Allele *Glu-A1a*, *Glu-B1-c*, *Glu-D1d* und *Glu-A1c*, *Glu-B1-d*, *Glu-D1a* am häufigsten vor und sind auch am wichtigsten. Die ersten drei Allele sind mit „guter Backqualität“ und die letzten drei Allele mit „schlechter Backqualität“ korreliert. Auf diese Weise können effektiv Kreuzungseltern analysiert werden und bereits in der ersten spaltenden Generation (F<sub>2</sub>) homozygote Linien mit der gewünschten Allelkombination selektiert werden. Die Ergebnisse fließen direkt in die weitere Züchtungsforschung von IPZ. So kann diese Eigenschaft effizienter mit weiteren wichtigen agronomischen Merk-

malen und Resistenzeigenschaften kombiniert werden und das Gesamtniveau neuer Sorten schneller angehoben werden.

Projektleitung: Dr. B. Killermann  
Bearbeitung: IPZ 6d

### **3.24 Versuchskoordination und Biometrie (IPZ VK)**

Die Aufgaben des Arbeitsbereichs „Versuchskoordination und Biometrie“ sind zum weit überwiegenden Teil Dienstleistungen für die Institute der LfL und hier insbesondere für den Bereich Pflanzenbau (IAB, IPS, IPZ).

Die zentrale Planung, Koordinierung, Organisation und Überwachung des pflanzenbaulichen Exaktversuchswesens gewährleistet fachübergreifende Abstimmungen, effektive Arbeitsabläufe, rationellen Einsatz von Ressourcen und optimale Nutzung der verfügbaren Kapazitäten. Alle Bearbeitungsschritte der Versuchsvorhaben von der Planung bis zur Auswertung werden in einem zentralen Datenmanagementsystem PIAF (Planung, Information und Auswertung von Feldversuchen) festgehalten. Die stets zeitnahe Betreuung dieser vielschichtigen und umfangreichen Datenplattform gewährleistet einen stets aktuellen Stand jedes einzelnen Versuchs und stellt eine umfassende pflanzenbauliche Versuchsdatenbank dar.

Die Prüfung, Beurteilung und Bewertung der Feldversuche hinsichtlich aller erhobenen Parameter ist unabdingbare Voraussetzung für korrekte, unverfälschte Ergebnisse. Dabei wird jeder Einzelversuch einem mehrstufigen Prüfverfahren unterzogen und anschließend mit adäquaten Statistikprogrammen ausgewertet. Die Zusammenführung von Einzelversuchen zur vollständig abgeglichenen Versuchsserie stellt ein weiteres sehr arbeitsaufwändiges Tätigkeitsfeld dar.

Für sämtliche Parameter einschließlich Qualitätsmerkmale werden die Ergebnisse in aufbereiteter Form (21 Tabellentypen, verschiedene Plattformen) den versuchsdurchführenden Stellen an den Ämtern und den jeweiligen Arbeitsbereichen der LfL zur Verfügung gestellt.

Beratung, Unterstützung und Mitwirkung bei Fragestellungen mit biometrischem und/oder mathematischem Hintergrund steht allen Instituten offen und wird auch intensiv in Anspruch genommen.

Für die problemoptimierte Bearbeitung der verschiedensten Aufgaben sind die Bereitstellung und Neuentwicklung statistischer und versuchsmethodischer Verfahren äußerst nützlich und wichtig. Dazu gehört auch die Entwicklung, Überprüfung und Einführung von Simulationsmodellen - nicht nur im Bereich der Pflanzenproduktion.

#### **Erweiterungen und Ausbau von PIAF zum umfassenden Datenmanagement- und Informationssystem**

##### Zielsetzung

PIAF (Planung, Information und Auswertung von Feldversuchen) wurde als bundesweit einheitliches Datenhaltungssystem entwickelt und bisher bei den entsprechenden Dienststellen der Länder installiert. Es gewährleistet durch normierte Merkmalschlüssel und einheitliche Datenstrukturen den uneingeschränkten bundesweiten Datenaustausch bei Sortenversuchen.

Das alle Pflanzenbaubereiche umfassende und komplexe Versuchswesen der LfL kann damit nur sehr unvollständig abgebildet werden.

Mit PIAF als zentralem Datenbanksystem soll durch Erweiterungen mit mehreren mächtigen Modulen ein umfassendes Datenmanagement- und Informationssystem für den Pflanzenbau in Bayern geschaffen werden.

Die notwendigen Erweiterungen von PIAF durch IPZ VK betreffen insbesondere die Bereiche

- Planungsmanagement und Dokumentation
- Integration der Labordaten
- komplexe produktionstechnische Versuche
- Integration der Versuche von IPS
- Abfragesystem und Schnittstellen
- administrative Anforderungen

Ergänzend zur Datenbank existiert ein Auswertungssystem PIAF-Stat. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um SAS-kompatible Schnittstellen (SAS = Statistical Analysis System). Statistikprogramme sind darin zunächst nicht enthalten. Diese sind von jeder Dienststelle entsprechend ihrer Anforderungen selbst auf- und auszubauen. Hier sind primär für die neu hinzugekommenen Versuche von IPS entsprechende Aus- und Aufbereitungsprogramme zu entwickeln.

### Methode

Ist-Zustand:

Das Standardsystem PIAF gewährleistet die lückenlose datenmäßige Betreuung und Überwachung der Versuche von der Planung bis zur Auswertung. Nach der vollständigen Planung eines Versuchs wird eine adäquate Datenstruktur erzeugt und in PIAF hinterlegt. Dieses „Muster“ wird in Kopie an die jeweilige versuchsdurchführende Stelle exportiert. Dort werden die Vorgaben abgefragt und die leeren Strukturen laufend während der Vegetationsperiode mit den erhobenen Daten aufgefüllt. Nach Abschluss des Versuchs wird die vervollständigte Datenmatrix wieder in der Zentrale bei IPZ VK importiert. Hier werden dann Plausibilitäts- und Konsistenzprüfungen gegenüber den Vorgaben und die angemessenen biometrischen Auswertungen vorgenommen.

Erweiterungen:

Durch eigene Programmentwicklungen wird der gesamte Abstimmungs- und Planungsprozess im Vorfeld eines neuen Versuchsvorhabens abgebildet. Die Erstellung von Dokumentationen verschiedener Inhaltsebenen und Zuordnungen wird über ein Anwendermenü gesteuert.

Die Datenstrukturen für Labordaten sind aufzubauen und in PIAF zu integrieren. Notwendige hardwaremäßige Schnittstellen erfordern die Mitwirkung von AIW.

PIAF kann nur orthogonale Versuche abbilden. Hier sind entsprechende Erweiterungen in den komplexen Datenstrukturen und Harmonisierungsroutinen vorzunehmen, damit auch fraktionierte Versuche bearbeitet werden können.

Die Feldversuche von IPS wurden bisher dezentral und mit Hilfe diverser Softwarebausteine geplant und ausgewertet. Für die Pflanzenschutzämter der Länder wurde ein separates System PIAF-PSM entwickelt. Diese zweigleisige Lösung ist der Organisations- und Aufgabenstruktur der LfL nicht angemessen. Daher wurde PIAF entsprechend ergänzt und erweitert, sodass sämtliche IPS-Versuche vollständig kompatibel mit allen anderen Versuchen integrierbar sind.

PIAF stellt ein Datenbanksystem dar, in dem sämtliche versuchsrelevante Daten aus dem Bereich Pflanzenbau über die Jahre hinweg gespeichert sind. Um diesen riesigen Datenpool als umfassendes Informationssystem nutzen zu können, bedarf es benutzerfreundlicher Abfragestrategien. Dahinter verbergen sich Zugriffs- und Optimierungsprobleme sowie spezielle Programmiersprachen. Außerdem sind entsprechende Schnittstellen zu definieren, um die gewünschten Informationsinhalte auch in brauchbarer Form aufbereitet zu erhalten.

### Ergebnisse

Die Planungsdokumentation ist noch nicht fertiggestellt, so dass bis auf weiteres noch zweigleisig gearbeitet werden muss.

Ebenfalls noch in Arbeit sind die Probleme bei der Integration der Labordaten.

In Zusammenarbeit mit dem Softwareunternehmen Proplant, dem Entwickler von PIAF, wurden die notwendigen Erweiterungen und Anpassungen erarbeitet, so dass inzwischen auch komplexe, nichtorthogonale Versuche ohne große Klimmzüge bearbeitet werden können.

Bis auf wenige Ausnahmen wurden 2003 erstmalig alle Rahmenplanversuche der beteiligten Arbeitsgruppen von IPS in PIAF angelegt und durchgeführt. Alle Landwirtschaftsämter mit 2.1P erfassten und übermittelten die Daten der 2003 durchgeführten Feldversuche im System PIAF. Die Einzelversuche wurden mit standardisierten Verfahren aus der Programmbibliothek PIAF-STAT ausgewertet. Für die spezifische Berichtsdocumentation und spezielle Serienauswertungen bei IPS sind noch Softwareanpassungen notwendig.

Die Datenbank soll künftig auch haushalts- und verwaltungstechnische Aufgaben im Versuchswesen vereinfachen. Die dazu notwendigen Programmierarbeiten mussten zugunsten vordringlicherer Aufgaben noch zurückgestellt werden.

Projektleitung: R. Graf,

Bearbeitung: A. Brummer, I. Saller, M. Schmidt, G. Reitel, P. Eiblmeier

## 4. Laufende Forschungsprojekte aus Drittmitteln

Arbeitsgruppe Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 1a Dr. Daniel	Antherenkultur zur Erweiterung der genetischen Basis bei Weizen und Gerste	seit 1992	Bayerische Pflanzenzuchtgesellschaft, München	
IPZ 1b Dr. Schweizer Dr. Herz	Verbesserung von Resistenz- und Qualitätseigenschaften durch direkte Klonierung agronomisch wertvoller Gene unter Anwendung der neu etablierten SSH- und cDNA-AFLP-Technik am Beispiel der <i>Rhynchosporium secalis</i> Pilz-Resistenz bei Gerste	2003 - 2005	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	IPZ 2b, d
IPZ 1b Dr. Schweizer Dr. Herz	Genomanalyse im biologischen System Pflanze (GABI-SEED). Functional genomics of developing and germinating barley seeds - Functional genomics of malting quality.	2000 - 2004	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben; IPZ 2b, d; AQU 4
IPZ 1c Dr. Müller	Anreicherung essentieller Aminosäuren im Getreideendosperm mittel gentechnischer Methoden	2002 - 2005	Ägyptische Staatsregierung	TUM; IPZ 1a; Weizmann Institut (Israel)
IPZ 2b Dr. Baumer	Neigung der Sommergerste zum Aufspringen der Körner	seit 2002	Braugerstengemeinschaft	
IPZ 2b, 2d Dr. Baumer Dr. Hartl	Erhöhte UV-Strahlung in Bayern (FORUV)	1999 - 2003	BayForUV Bay. Julius-Maximilians-Universität, Würzburg	IPZ 1b
IPZ 2c Dr. Zimmermann Dr. Reents, TUM	Prüfung von Qualitäts- und Ertragsselektionskriterien und Entwicklung von Zuchtmaterial für Weizen unter den speziellen Anbaubedingungen des Ökologischen Landbaus	2000 - 2004	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	IAB 3; TUM Kloostergut Scheyern; Saatzucht Schweiger; Verbände d. ökologischen Landbaus in Bayern
IPZ 2d Dr. Hartl	EUREKA-Projekt: Molecular breeding tools for quality improvement in cereals supporting sustainable agriculture research strategies towards improving wheat quality by resistance to fusarium head blight (FHB)	2001 - 2005	BMBF / Lochow-Petkus	IPZ 1b
IPZ 2d Dr. Hartl	Beschleunigte Rückkreuzungszüchtung mit Hilfe molekularer Marker für die Verbesserung der Mehltau- und Zwergrostresistenz bei Gerste	1999 - 2003	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	IPZ 1b; EpiLogic; Saatzucht Schweiger

Arbeitsgruppe Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
IPZ 2d Dr. Hartl IPZ 2c Dr. Zimmermann	Phänotypische und molekular-genetische Charakterisierung unbekannter Mehltreuresistenzen im deutschen Winterweizensortiment	2003 - 2006	Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V.	IPZ 1b; Biol. Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft Kleinmachnow; Saatzucht Strube; Saatzucht Schweiger
IPZ 3b Dr. Schwarzfischer IPZ 1b Dr. Schweizer	Etablierung und Anwendung genetischer Marker bei Kartoffeln zur Verbesserung von Qualitäts- und Resistenzeigenschaften	2003 - 2005	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	Bayerische Kartoffelzüchter
IPZ 3b Dr. Schwarzfischer IPZ 3a Dr. Hepting	Etablierung eines markerfreien Transformationssystems bei Kartoffeln im Rahmen der Schaffung neuer Resistenz- und Qualitätseigenschaften (Amylopektin-Stärke)	2000 - 2004	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	
IPZ 3b Dr. Reichmann	Gezielte Übertragung minimierter Transgensequenzen mit optimierter Funktion; Teilprojekt 6: Erzeugung markergenfreier Pflanzen durch Nutzung des gamma delta Resolvase/res Rekombinationssystems	2001 - 2004	BMBF / Forschungszentrum Jülich	
IPZ 3d Prof. Bomme	Inkulturnahme und Etablierung neuer Heilpflanzenarten für die bayerische Landwirtschaft, die in der traditionellen chinesischen Medizin eingesetzt werden	1999 - 2006	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	Landw. Lehranstalten Triesdorf; Institut f. Pharmakognosie Uni. Graz; LMU München; DECA; Klinik am Steigerwald
IPZ 4a, c, d ILT ILB	Evaluierung der Methanproduktivität nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen als Grundlage für ein EDV-gestütztes Expertensystem für Beratung und Praxis	2002 - 2004	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	TFZ
IPZ 4b Dr. Hartmann	Entwicklung ausdauernder Wiesenrotkleearten mit besonderer Eignung für extensive Nutzungslagen Sachsens und Bayerns	1999 - 2008	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
IPZ 4c Dr. Diepolder	Optimierte Gülledüngung im ökologischen Grünland	2002 - 2005	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	Staatliche Lehr- u. Versuchsanstalt Kringell; IAB 3

Arbeitsgruppe Projektleiter	Projekt	Laufzeit	Kostenträger	Kooperation
ITE Dr. Spann	Ökologische Milchviehhaltung	2002 - 2004	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	IPZ 4c; ITH; ILB; IAB 3; TGD; Ökoverbände
IPZ 4d Dr. Eder	EUREKA-Projekt: Molecular breeding tools for quality improvement in cereals supporting sustainable agriculture research strategies towards improvement of silage quality in maize	2001 - 2003	BMBF / KWS	RAGT-Semence Biogemma
IPZ 4d Dr. Eder	Abreife, Qualität und Ertragsbildung von Silomais in Abhängigkeit von der Temperatursumme und weiteren klimatologischen Parametern	2002 - 2004	Christian-Albrechts-Universität, Kiel	FAL, DMK
IPZ 4d Dr. Eder	Erschließung des biosynthetischen Potenzials einheimischer Nutzpflanzen als nachwachsende Rohstoffe zur Erzeugung erneuerbarer Energien	2003 - 2005	KWS-Saat AG	Uni Hohenheim; Landwirtschaftskammer Rheinland
IPZ 5b B. Engelhard	Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau	2002 - 2005	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	
IPZ 5c Dr. Seigner Dr. Seefelder	Entwicklung molekularer Selektionsmarker für Mehltauresistenz zur effektiven Unterstützung der Züchtung von Qualitätshopfen	2003 - 2005	Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft e.V.	EpiLogic
IPZ 5c Dr. Seigner A. Lutz	Wildhopfen – neue genetische Ressourcen für die Mehltauresistenzzüchtung	2003- 2006	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.	EpiLogic
IPZ 5c Dr. Seigner Dr. Seefelder	Analyse von QTLs für Alpha-, Beta-Säure, Cohumulon, Xanthohumol und Ertrag	2002 - 2006	Hopsteiner	
IPZ 5c Dr. Seigner	Erarbeitung einer effektiven Methode zur Erzeugung pilzresistenter Hopfen über Gentransfer	2001 - 2004	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten	EpiLogic
IPZ 5d Dr. Kammhuber	Differenzierung einer Auswahl des Welthopfensortiments und der Hüller Zuchtsorten nach Alpha-Säuren und Polyphenolen und der Einfluss dieser Inhaltsstoffe auf die Bierqualität	2003 - 2005	Wissenschaftliche Station für Brauerei in München e.V.	Forschungsbrauerei St. Johann
IPZ 6c Dr. Killermann H. Gruber	Entwicklung einer immunologischen Selektionsmethode zur Bestimmung der Kleberprotein-Untereinheiten (hochmolekulare Glutenine, HMWGS) in der Qualitätsweizenzüchtung	1999 - 2004	Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V.	

## 5. Kooperationen

Agriculture and Agrifood Canada, Potato Research Centre, Fredericton, Dr. Murphy

Agriculture Research Service – USDA-ARS, National Clonal Germplasm Repository, Corvallis, USA, Dr. B. Reed

Amt für Landwirtschaft Döbeln, Döbeln, Herr Löwe

BASF, Limburger Hof, Dr. J. Marr

Bay. Pflanzengesellschaft EG, München, Dr. A. Augsburg

Bayer Crop Science, Langenfeld, J. Geithel

Bayer. Staatsministerium für Landwirtschaft u. Forsten, München, J. Baumgartner

Bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau, Veitshöchheim, Herr Hermann, Frau Schneider

Belchim, Iserhagen, H. Schöler

Biologische Bundesanstalt (BBA), Braunschweig, Dr. Schiemann, Dr. Bode

Biologische Bundesanstalt (BBA), Dahnsdorf, Dr. Hommel

Biologische Bundesanstalt (BBA), Kleinmachnow, Dr. K. Flath

Bioplant, Ebstorf, Dr. Zanke, Dr. Tacke

Böhm Nordkartoffel, Ebstorf, Dr. Hofferbert

Braugerstengemeinschaft, Eichenau, Herr C. Winkler

Bundesanstalt für Züchtungsforschung (BAZ), Aschersleben, Dr. U. Kastirr, Dr. V. Lind, Prof. F. Ordon

Bundesanstalt für Züchtungsforschung (BAZ), Gatersleben, Dr. Schubert

Bundesanstalt für Züchtungsforschung (BAZ), Groß Lüsewitz, Dr. Darsow, Dr. B. Ruge

Bundesanstalt für Züchtungsforschung (BAZ), Siebeldingen, Dr. Hausmann

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ), Quedlinburg, Dr. Pank

Bundesforschungsanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (BAGKF), Detmold, Prof. Lindhauer

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, Prof. J. Greef

Busch Agricultural Resources Inc., München, Dr. W. Buholzer

Cebeco Seeds, Adelheidsdorf, Herr Maubach

Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT), Mexico, Dr. H. Braun, Dr. T. Payne

Cerveceria y Malteria Quilmes, Argentinien, H. Savio, A. Aguinaga

Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Prof. F. Taube

Degussa, Trostberg, W. Gettmann

Department Biologie I, Bereich Biodiversitätsforschung der Ludwig-Maximilians Universität München, Prof. Heubl

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching, Dr. H. Wieser

Deutsches Maiskomitee, Bonn, Dr. H. Messner

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz, Bad Neuenahr –Ahrweiler, Frau Blum

Dienstleistungszentrum ländlicher Raum, Braugerstenberatung, Mainz, F. Hoffmann

Dornier, München, Herr Eizenhöfer  
 Dow Agro Sciences, München, Dr. H. Brüggemann  
 EpiGene, Freising, Dr. G. Schwarz  
 EpiLogic GmbH, Agrarbiologische Forschung und Beratung, Freising, Dr. F.G. Felsenstein  
 Erzeugerring für Qualitätshopfen Jura, Wolnzach, L. Hörmansperger  
 e-ventus, Schmidt-Seeger AG, Beilngries, J. Schaller  
 Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Biotechnologie, Freising, Prof. Schödel  
 Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Gartenbau, Freising, Prof. Gerlach  
 Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft, Freising, Prof. Oppitz  
 Fachhochschule Weihenstephan, Staatliche Versuchsanstalt für Gartenbau, Institut für Zierpflanzen,  
 Freising, Prof. Röber  
 Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie, Abt. Molekulare Biotechnologie, Schmallen-  
 berg, Dr. Prüfer  
 Gemeinschaft der Züchter und Vermehrer von Heil- und Gewürzpflanzen in Bayern, Vestenbergsgreuth,  
 Ehepaar Lechner  
 Gesellschaft für die Dokumentation von Erfahrungsmaterial der chinesischen Arzneitherapie (DECA),  
 Reitmehring, Dr. Friedl  
 Gesellschaft für Hopfenforschung, Hüll, G. Balk, Dr. F.L. Schmucker  
 GSF, Institut für Bodenökologie, Neuherberg, Dr. M. Schmid  
 GSF, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg, Dr. W. Schimmack  
 Hallertauer Hopfenveredelungsgesellschaft (HHV), Mainburg  
 Haus im Moos, Kleinhohenried, Herr Sorg, Dr. Wechselberger  
 Herr Freimann  
 Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz (HDLGN) – Eichhof,  
 Bad Hersfeld, Dr. Neff  
 Hopfenpflanzerverband Hallertau, Wolnzach, J. Wittmann  
 Hopfenring Hallertau, Wolnzach, L.Hörmansperger  
 Hopsteiner, Mainburg  
 Horticulture Research International, Department of Hop Research, Imperial College, Wye, England, Dr.  
 P. Darby  
 HVG-Erzeugergemeinschaften, Wolnzach- Spalt, Dr. J. Pichlmaier  
 IconGenetics, Freising, Dr. T. Golds  
 IMK-IFU Inst. für Meteorologie und Klimaforschung, Forschungszentrum Karlsruhe Garmisch Partenkir-  
 chen, Garmisch Partenkirchen, Dr. J-P. Schnitzler  
 Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben, Prof. Sonnewald, Prof. A. Graner,  
 Dr. M. Röder  
 Institut für Pharmakognosie der Karl-Franzens-Universität Graz, Graz, Prof. Dr. Bauer  
 Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Rennes, Frankreich, M. Trottet  
 Institute of Plant Genetics, Poznan, Polen, Prof J. Chelkowski  
 Instituto Nacional de Investigacion Agropecuaria (INIA), La Estanzuela, Uruguay, Dr. S. German  
 Interuniversitäres Forschungsinstitut für Agrarbiotechnologie (IFA) Tulln, Tulln/Österreich, Dr. H.  
 Bürstmayr, H. Biestrich

ISK Biosciences, Lauda-Königshofen, J.W. Körschenhaus  
John Innes Centre, Norwich, UK, P. Nicholson  
Klinik am Steigerwald, Gerolzhofen, Dr. Schmincke  
KWS Saat AG, Einbeck, Dr. W. Schmidt, Dr. M. Ouzunova, Springmann  
Labor Veritas, Zürich, Dr. Anderegg  
Laborgemeinschaft DSV – I.G.S., Thüle, M. Koch  
Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, Dr. Zeitler, Dr. Görlich  
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Magdeburg, E. Bergmann  
Landesanstalt für Pflanzenbau (LAP), Fragen der Versuchsanstellung, Forchheim, Frau Dr. Amman  
Landesanstalt für Pflanzenbau (LAP), Rheinstetten, Dr. Range  
Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart, Dr. Meinert  
Landesanstalt für Pflanzenschutz, Tettngang, Dr. Moosherr  
Landessaatzuchtanstalt Hohenheim, Hohenheim, Dr. T. Miedaner, Dr. Posselt  
Landwirtschaftskammer Rheinland, Kleve, Dr. Berendonk  
Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, Trier, Herr Schmitt  
Lochow Petkus, Bergen-Wohlde, Dr. E. Ebmeyer, Dr. V. Korzun  
LVVG Baden Württemberg, Aulendorf, Dr. Nussbaum, Herr Wurth  
Max-Planck-Institut Köln, Dr. Gebhardt, Prof. Rohde, Prof. Steinbiss  
MIPS Neuherberg, Dr. S. Rudd  
NATECO<sub>2</sub>, Wolnzach, H. Schmidt  
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit: Allgemeiner Austausch, spezieller Pflanzenbau, Wien, Herr D.I. Oberforster  
Pajbjergfonden, Odder, Dr. A. Schiemann  
Planta Angewandte Pflanzengenetik und Biotechnologie GmbH, Einbeck, Dr. Kraus  
Research Institute of Crop Production, Prag-Ruzyne, Vaclav Sip  
Saatzucht Steinach, Steinach, Dr. Eickmeyer  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Christgrün, Dr. Riehl  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fragen der Versuchsanstellung, Braugerstenberatung, Nossen, Dr. Beese  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig, Dr. Röhricht  
Saka-Zuchtstation, Windeby, Dr. Strawald  
Scottish Crop Research Institute, Dundee, Dr. Bradshaw  
Semillas Baer, Chile, E. v. Baer  
Small Grain Centre, S. Afrika, T. Bredenkamp  
Societas Medicinae Sinensis (SMS), München, Dr. Hummelsberger  
Spiess-Urania, Hamburg, Dr. H. Ploss  
Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau (SLFA), Zentrum Grüne Gentechnik (CGG), Dr. M. Wallbraun  
Stähler, Stade, Dr. H. Götzke  
SunGene GmbH & Co. KGaA, Gatersleben, Dr. Biesgen

Swiss Federal Agricultural Research Station, Changins, Schweiz, Dr. F. Mascher-Frutschi,  
Syngenta, Maintal, Dr. T. Griebel  
Technische Universität München (TUM), Fachgebiet für Pflanzenzüchtung und angewandte Genetik,  
Freising, Prof. Zeller  
Technische Universität München (TUM), Fachgebiet für Wildbiologie und Wildtiermanagement, Frei-  
sing, Prof. Rottmann, B. Lutz  
Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl Allgemeine Lebensmitteltechnologie, Freising, Prof.  
Engel  
Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Gemüsebau, Freising, Dr. Heuberger, Dr. Ha-  
begger  
Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Genetik, Freising, Prof. Gierl  
Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising,  
Prof. G. Wenzel, Dr. V. Mohler, Dr. Reents  
Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Phytopathologie, Freising, Prof. Zinkernagel, Dr.  
Grassmann, R. Dittebrand  
Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Freising, Dr. Albrecht  
Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl Technische Mikrobiologie, Freising, Prof. Vogel  
Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl Technologie der Brauerei I, Freising, Prof. Back, Dr.  
Kreisz, Dr. Krottenthaler  
Tews, Hamburg, Herr Kayer  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Arbeitsgruppe Hopfen, Dornburg, P. Wieser  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Dornburg, Dr. Vetter  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Wandersleben, Dr. habil. Hochberg  
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Gemeinschaftsprojekt Winterhärteprüfung Getreide, Jena,  
Herr Dr. Farak  
Trait Genetics, Gatersleben, Dr. M. Ganai  
Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim, Prof. H.H. Geiger  
Universität Karlsruhe, Prof. Puchta  
Universität Rostock, Prof. Broer  
Universität Tübingen, Dr. Schilde-Rentschler, Prof. Hemleben  
Universität Zürich, Institut für Pflanzenbiologie, Molekulare Pflanzenphysiologie, Dr. A. Böhm  
Verband der Landwirtschaftskammern: Koordination im Versuchswesen bei Getreide, Bonn,  
Verband Deutscher Hopfenpflanzer, Wolnzach, Dr. Pichlmaier, O. Weingarten  
Versuchsbrauerei St. Johann, Dr. Ketterer

## 6. Öffentlichkeitsarbeit des IPZ

Detaillierte Informationen zu den verschiedenen Punkten finden Sie im Anschluss an dieses Kapitel bzw. auf unserer Homepage im Internet (<http://www.lfl.bayern.de/ipz>).

### 6.1 Fachinformationen in schriftlicher Form

- 6.1.1 22 LfL-Schriften
- 6.1.2 Veröffentlichungen (Tabelle im Internet)
  - [97 Praxisinformationen](#)
  - [43 wissenschaftliche Beiträge](#)
- 6.1.3 9 Dissertationen und 10 Diplomarbeiten

In über 20 Versuchsberichten, Faltblättern und speziellen Broschüren gab IPZ aktuelle Fachinformationen an Landwirte, Züchter, Schulen, Hochschulen, interessierte Wirtschaftskreise und an die staatliche Beratung weiter. Die breite und umfassende Forschungs- und Versuchstätigkeit des Institutes wurde in 43 wissenschaftlichen Veröffentlichungen und 97 Praxisinformationen dokumentiert. Dabei wurden zum raschen Wissenstransfer auch das Intranet und Internet miteinbezogen. Problemorientierte Forschung findet auch ihren Niederschlag in 9 Dissertationen und 10 Diplomarbeiten, die zu verschiedenen Themenkreisen in den Arbeitsgruppen angefertigt wurden bzw. gerade bearbeitet werden.

### 6.2 Informationen für die breite Öffentlichkeit bzw. für Fachkreise

- 6.2.1 [315 Vorträge](#) mit 18.000 Besuchern (Tabelle im Internet)
- 6.2.2 [204 Führungen](#) mit 4.500 Besuchern (Tabelle im Internet)
- 6.2.3 7 Ausstellungen
- 6.2.4 Erntedankfest - Tag der Offenen Tür der LfL (Poster im Internet)
- 6.2.5 12 Fernseh- und Rundfunkbeiträge
- 6.2.6 4 Fachveranstaltungen und Seminare
- 6.2.7 7 IPZ-Kolloquien

In über 300 Vorträgen und mehr als 200 Führungen wurden interessierte Fachkreise umfassend über aktuelle Themen informiert.

Bei sieben verschiedenen Ausstellungen und vor allem am „Tag der Offenen Tür“ der LfL, am 28. September 2003, konnte sich die breite Öffentlichkeit über Schwerpunktthemen unserer Arbeiten informieren, ein Angebot, das von Tausenden angenommen wurde. In über 90 Postern und Schauobjekten zeigte das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung am „Tag der Offenen Tür“ die gesamte Bandbreite seiner anwendungsorientierten Forschung und seiner fachlichen Kompetenz. Auf unserer Internetseite [www.LfL.bayern.de/ipz](http://www.LfL.bayern.de/ipz) finden Sie eine Auswahl an Postern wieder.

Insbesondere Fernseh- und Rundfunkbeiträge trugen dazu bei, dass Fachwissen und Fachinformationen des IPZ weite Kreise der Bevölkerung erreichten. In mehreren Fachveranstaltungen und Seminaren unter Leitung von IPZ wurde Spezialwissen an Landwirte, Züchter, Berater, Vertriebsorganisationen und an Wirtschaftskreise weitergegeben. In den IPZ-Kolloquien wurden Themen von Referenten des Institutes wie auch von Gastreferenten vorgestellt, die über das Institut hinaus großes Interesse fanden und zum Gedankenaustausch anregten.

### 6.3 [Aus- und Fortbildung](#) von Wissenschaftlern und Fachkräften

(Tabelle im Internet)

- Studenten von Universitäten und Fachhochschulen
- Referendare, Inspektoren
- Seminare für nationale Fachleute
- Internationale Fachkräfte (InWEnt)
- Laborkräfte

Studenten von Universitäten und Fachhochschulen, insbesondere Studenten des Wissenschaftszentrums Weihenstephan (WZW) der Technischen Universität München und der Fachhochschule Weihenstephan wurden in den verschiedenen Arbeitsgruppen des IPZ in die Probleme des Pflanzenbaus und der Pflanzenzüchtung eingeführt. Einige Studenten arbeiteten sich in bestimmte Fachgebiete sehr intensiv ein und fertigten in Betreuung durch die Arbeitsgruppen ihre Praktikums-, Diplomarbeiten und Dissertationen an. Damit leisteten sie einen beachtlichen Beitrag bei der Aufklärung komplexer Zusammenhänge, z.B. im Bereich der molekularen Analyse des Erbmaterials bei verschiedenen Kulturarten und bei Resistenz- und Qualitätsarbeiten in der Züchtungsforschung. Besonders ist die Lehrtätigkeit (Tabelle 6.3) mehrerer Kollegen am WZW und an der FH Weihenstephan hervorzuheben, die in ihren Vorlesungen Basiswissen zu pflanzenbaulichen und züchterischen Themen vermittelten. Inspektoren und Referendare wurden in Vorbereitung auf den landwirtschaftlichen Dienst in verschiedenen Fachthemen weitergebildet.

Eine Reihe von Arbeitsgruppen des IPZ engagierte sich auch bei der Fortbildung von zwei ausländischen Fach- und Führungskräften aus China und Sri Lanka, die im Rahmen einer von InWEnt (Internationale Weiterbildung und Entwicklung, Abteilung Ländliche Entwicklung, Ernährung und Verbraucherschutz) koordinierten, länderübergreifenden Entwicklungszusammenarbeit erfolgte. In Abstimmung mit dem Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten wurde vom IPZ für den Zeitraum von Juni bis September 2003 für beide Gäste ein Bildungsprogramm zusammengestellt. Dabei bekamen die beiden InWEnt-Stipendiaten Einblick in verschiedene Bereiche der Züchtungsforschung und konnten ihr Wissen bezüglich unterschiedlicher Pflanzenbausysteme erweitern. Darüber hinaus wurden Auszubildende im agrartechnischen Bereich in verschiedene Arbeitsschwerpunkte des IPZ eingeführt und erhielten so einen Eindruck von ihrer künftigen Arbeitswelt.

**Tabelle zu 6.1.1 LfL-Schriften**

Name	Arbeitsgruppe	Zuordnung (z.B. Versuchsberichte, Informationen, LfL- Schriftenreihe, Faltblätter)	Titel
Doleschel, P. et al.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Wintergerste
Doleschel, P. et al.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Sommergerste
Doleschel, P. et al.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Winterweizen
Doleschel, P. et al.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Sommerweizen u. Sommerhartweizen
Doleschel, P. et al.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Winterroggen
Doleschel, P. und Pichlmeier, K.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Qualitätsbericht Roggen
Doleschel, P. et al.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Triticale
Doleschel, P. et al.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Hafer
Doleschel, P. und Pichlmeier, K.	IPZ 2a	Versuchsbericht	Qualitätsbericht Hafer
Baumer, M. et al.	IPZ 2b	Versuchsbericht	Qualitätsbericht Gerste
Baumer, M. et al.	IPZ 2b	Information	Malzqualität Gerste
Zimmermann, G. et al.	IPZ 2c	Versuchsbericht	Qualitätsbericht Winter- und Sommerweizen, Triticale
Aigner, A. et al.	IPZ 3c	Versuchsbericht	Versuchsbericht Winter- und Sommer-raps
Aigner, A. et al.	IPZ 3c	Versuchsbericht	Versuchsbericht Leguminosen
Aigner, A. und Hartmann, S	IPZ 3c IPZ 4a	Faltblatt	Zwischenfruchtbau
Hartmann, S. und Rößl, G.	IPZ 4a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Futterpflanzen
Hartmann, S	IPZ 4a	Faltblatt	Feldfutterbau
Hartmann, S.	IPZ 4a	Faltblatt	Die Bayerischen Qualitätssaatgutmischungen setzen einen neuen Maßstab

Name	Arbeitsgruppe	Zuordnung (z.B. Versuchsberichte, Informationen, LfL- Schriftenreihe, Faltblätter)	Titel
Eder, J. et al.	IPZ 4d	Versuchsbericht	Versuchsbericht Silo- und Körnermais
Arbeitsbereich Hopfen	IPZ 5	Information	Jahresbericht 2002 Hopfen
Rossbauer, G.	IPZ 5a	Broschüre	Grünes Heft: Hopfen 2003
Hepting, L. et al.	IPZ 3a	Versuchsbericht	Versuchsbericht Kartoffeln 2002

**Tabelle zu 6.1.3 Dissertationen**

Name	Arbeitsgruppen	Titel /Thema	In Zusammenarbeit mit:	Laufzeit
<b>Dissertationen</b>				
Behn Günther, A.	IPZ 2b	Molekulargenetische Charakterisierung und Lokalisierung der Widerstandsfähigkeit gegen die nichtparasitäre Blattverbräunung bei Sommergerste	BayForUV; IPZ 2d; IPZ 1b	2000-2003
Eder, B.	IPZ 4d	Untersuchungen zum Einfluss der Produktionstechnik auf das Methanbildungspotenzial verschiedener Mais-Genotypen		
Ibrahim, A. S.	IPZ 1c	Anreicherung essentieller Aminosäuren im Endosperm der Gerste	TUM, Prof. Wenzel	2002-2006
Khaliani, M.	IPZ 3b	Erzeugung Markergen-freier Pflanzen durch Nutzung des gamma delta Resolvase/res Rekombinationssystem	TUM, Prof. Gierl	2000-2004
Killermann, B.	IPZ 6c/d	Untersuchungen zur Nutzung von Kleberproteinmarkern in der Selektion auf Backqualität bei Saatweizen	TUM; IPZ 2c, Saatzucht Schweiger	1997-2003
Krützfeldt, B.	IPZ 4d	Untersuchungen zur Vererbung von Qualitätseigenschaften bei Silomais ( <i>Zea mays</i> L.)	Universität Hohenheim, Prof. Geiger; KWS SAAT AG	1999-
Papst, C.	IPZ 4d	Resistance breeding against the European corn borer ( <i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.) and the use of DNA markers for marker-assisted selection	Universität Hohenheim, Prof. Melchinger	2000-
Schmolke, M.	IPZ 1b IPZ 2d	QTL-Kartierung der Fusarium-Resistenz bei Winterweizen	TUM, Prof. Wenzel; IPZ 2c	2001-2005
Song, Y.S.	IPZ 3b	Genetic marker analysis in potato for extreme resistance ( $R_{y_{sto}}$ ) to PVY and for chips quality after long term storage at 4°C	TUM, Prof. Wenzel; IPZ 1b	1999-2004

**Tabelle zu 6.1.3 Diplomarbeiten**

Name	Arbeitsgruppen	Titel /Thema	In Zusammenarbeit mit:	Laufzeit
<b>Diplomarbeiten</b>				
Ajomale, K.	IPZ 3b	Entwicklung von optimierten Genkonstrukten zur Senkung des Glycoalkaloidgehaltes in Kartoffelpflanzen	TUM, Prof. Vogel	Nov. 2002-April 2003
Balarezo, N.	IPZ 3d	Etablierung gametischer Embryogenese und Erarbeiten von Grundlagen zur Züchtungsforschung von <i>Valeriana officinalis L.</i>	TUM, Dr. Heuberger; VitaPlant AG, Witterswil, Schweiz	April 2003-Okt. 2003
Brenner, M.	IPZ 1b	Entwicklung von molekularen Selektionsmarkern für <i>R. secalis</i> -Resistenz am Beispiel der Gerstensorten Atlas46 und CI8288	FH-Freising, Prof. Oppitz, IPZ 2b	Okt. 2002-März 2003
Busch, B.	IPZ 2d	Phänotypische Charakterisierung der Typ II-Fusariumresistenz und Anreicherung der genetischen Karte einer Weizenpopulation zur Durchführung einer QTL-Analyse	IPZ 2c; IPZ1b; TUM	Dez. 2002-Mai 2003
Hanemann, A.	IPZ 1b	Untersuchung der Genexpression für Hitzeschockproteine codierenden Genen und deren Bedeutung für die Malzqualität.	Humboldt-Universität Berlin; AQU 4; IPZ 2b	Okt. 2003-März 2004
Plass, J.	IPZ 5d	Untersuchungen zur quantitativen Bestimmung von Alterungskomponenten im ätherischen Öl des Hopfens mit Hilfe der Festphasenmikroextraktion	FH-Weihenstephan, Prof. Schödel	Nov. 2002-Mai 2003
Schöttl-Pichlmeier	IPZ 5b	Die Entwicklung eines Gerätes zur Behandlung von Einzelreben im Rahmen der amtlichen Mittelprüfung	FH Weihenstephan	Mai 2003-Febr. 2004
Schürmer, A.	IPZ 5c	Untersuchungen zur genetischen Diversität bei <i>Mentha L.</i> und <i>Valeriana officinalis L.</i> mit Hilfe von AFLP-Markern	Humboldt-Universität, Berlin; Prof. Bomme, IPZ 3d	Febr.2003-Okt. 2003
Sitzmann, J.	IPZ 3d	Produktionsverfahren für den feldmäßigen Anbau ausgewählter chinesischer Heilpflanzen ( <b>B.S.Arbeit</b> )	TUM, Dr. Heuberger	Mai 2003-Aug. 2003
Zellner J.	IPZ 4d	Fusariumbefall und Mykotoxinbildung bei Mais	TUM, Prof. Zinkernagel	Mai 2003

**Tabelle zu 6.2.3 Ausstellungen**

Name der Ausstellung	Arbeitsgruppe	Ausstellungsobjekte/-projekte bzw. Themen	Veranstalter	Termin
3. Münchner Wissenschaftstage	IPZ 1c; IPZ 2c; IPZ 1b; IPZ 3 a,b; IPZ 5c;	- DNA und Landwirtschaft - Gentransfer Weizen - Von der Wildpflanze zur Kulturpflanze - Fäden des Lebens: DNA-Analyse und Brauqualität von Gerste - Genomanalyse und Gentransfer bei Hopfen - Züchtungsfortschritt bei Kartoffeln - Gentransfer, markerfreie Transformation, Genomanalyse bei Kartoffeln	Verband Deutscher Biologen und bio-wissenschaftl. Fachgesellschaften e.V (VDBIOL)	16.- 20.07. 2003
Tag der offenen Tür, Haus des Hopfens, Wolnzach	IPZ 5a	Umweltgerechter Hopfenbau	HVG	20.07. 2003
Hopfen- und Gerstenschau, Moosburg	IPZ 5a	Hopfenmuster der Ernte 2003	Gerstenbauverband Moosburg	13. – 21.09. 2003
Biogene Rohstoffe, Straubing	IPZ 1c	- Neue Stärke aus Kartoffeln - Amylopektin-Kartoffel	Bayern Innovativ	21.10. 2003
„Tag der offenen Tür“, BayWa, Werneck	IPZ 2a	Pflanzenbau und Sortenberatung Getreide	BayWa Lagerhaus Werneck	23.- 24.10. 2003
Pro- und Contra Gentechnik, Landau	IPZ 1b; IPZ 1c; IPZ 3b	- DNA-Analyse in der Pflanzenzüchtung und - Umweltschonende Landwirtschaft und Genomanalyse - Gentechnik in der Landwirtschaft, Gentransfer, Genomanalyse, Monitoring - Gentransfer, markerfreie Transformation	Lions Club Landau	21.11. 2003
5. Bayer. Braugerstentag	IPZ 2b	Aktuelle Sortenwahl – Gretchenfrage des Braugerstenanbaues	LfL, Bayer. Bauernverband, Braugertengemeinschaft	25.11. 2003

**Tabelle zu 6.2.5 Fernseh- und Rundfunkbeiträge**

Name	Arbeitsgruppe	Thema	Titel der Sendung	Sender
Baumer, M., Dr.	IPZ 2b	Braugerstenernte 2003	Unser Land	Bayern 3 (TV)
Baumer, M., Dr.	IPZ 2b	Einfluss der Witterung auf landw. Kulturpflanzen	Landfunk	BR2
Bomme, U., Prof.	IPZ 3d	Anbau von chinesischen Heilpflanzen für die Arzneimittelindustrie	Umwelt und Landwirtschaft	Deutschlandfunk
Doleschel, P., Dr.	IPZ 2a	Witterungsverlauf Herbst 2002	Landfunk	BR 2
Engelhard, B.	IPZ 5b	Hopfen und Trockenheit	Regional Information	IN TV (TV)
Engelhard, B.	IPZ 5b	Hopfen in der Hallertau	Abendschau	Bayern 3 (TV)
Engelhard, B.	IPZ 5	Hopfenbau in Deutschland und der Tschech. Republik		EuroNews (TV)
Engelhard, B.	IPZ 5	Neue Hopfenstämme für die Trockenheit	Landfunk	BR 2
Engelhard, B.	IPZ 5b	Hopfen und Trockenheit	Landfunk	BR 2
Roßbauer, G.	IPZ 5a	Hopfenerntetechnik und Produktion	Hopfen – gestern und heute	Bayern 3 (TV)
Schweizer, G., Dr.	IPZ 1b	Genomanalyse zur Verbesserung der Brauqualität	Landfunk	BR 2
Seigner, E., Dr.	IPZ 5c	Drought resistance and hop breeding	Slovenia News	TV Slovenija 2 (TV)

**Tabelle zu 6.2.6 Fachveranstaltungen und Seminare**

Veranstaltet durch	Arbeitsgruppe	Thema	Teilnehmer(kreis)
Arbeitsbereich Getreide	IPZ 2c + 2a	Getreidefachtagung	Müller, Züchter, Berater, Vertrieb
Kupfer, H.	IPZ 6a	Nicht obligatorische Saatgutuntersuchung	Züchter, VO-Firmen, Mitarbeiter LwÄ – 2.1 P
Münsterer, J.	IPZ 5a	EDV-Schulung Hopfenschlagkartei	Hopfenbauern
Portner, J.	IPZ 5a	BiLa-Kurs Hopfenbau	Nebenerwerbslandwirte

**Tabelle zu 6.2.7 IPZ-Kolloquien**

Referent/in	Institution	Thema	Datum / Moderation
Bomme, U., Prof. Dr.	IPZ 3d	Inkulturnahme und Etablierung ausgewählter chinesischer Heilpflanzen – erste Ergebnisse aus Anbauversuchen	09.12.2003 Dr. L. Hartl
Zeitler, R., Dr.	Landesamt für Umweltschutz	Einsatz molekulargenetischer Methoden in der GVO-Saatgutanalytik	28.01.2003 Dr. B. Killermann
Kruse, M., Prof. Dr.	ISTA	Die Bedeutung der Saatprobennahme bei GVO-Schwellenwerten nahe 0 %	28.01.2003 Dr. B. Killermann
Graser, S., Prof. Dr.	Bayerische Landesanstalt für Ernährung	Die Osterweiterung der EU – Versuch einer Folgenabschätzung	11.02.2003 Dr. S. Hartmann
Satzger, W.	StMLF, G1	Fischler-Vorschläge: Inhalte der Mid-Termreview und geplanten Änderungen der Agrarpolitik durch die EU	11.02.2003 Dr. S. Hartmann
Behn, A., Dr.	IPZ 2b	Nichtparasitäre Blattverbräunungen bei Gerste	18.11.2003 Dr. M. Baumer
Schmolke, M.	IPZ 2c	Molekulare Charakterisierung der Fusariumresistenz in zwei Winterweizenpopulationen	04.12.2003 Dr. G. Zimmermann, Dr. L. Hartl

**Tabelle zu 6.3 Lehrtätigkeit**

Name	Lehreinrichtung	Thema
Eder, J., Dr.	FH – Weihenstephan, Fachbereich Gartenbau und Lebensmitteltechnologie	Pflanzenzüchtung/Samenbau
Hartmann, S., Dr.	TUM Weihenstephan	Futterpflanzenzüchtung
Killermann, B., Dr.	FH – Weihenstephan, Fachbereich Gartenbau und Lebensmitteltechnologie	Pflanzenzüchtung/Samenbau
Bomme, U., Prof.	TUM – Weihenstephan	Produktionsökologie für Heilpflanzen
Schweizer, G., Dr.	FH – Weihenstephan, Fachbereich Biotechnologie	Zellkultur und Biotechnologie der Pflanzen
Schweizer, G., Dr.	FH – Weihenstephan, Fachbereich Gartenbau und Lebensmitteltechnologie	Pflanzenzüchtung/Samenbau
Schweizer, G., Dr.	FH – Weihenstephan, Fachbereich Land- und Ernährungswirtschaft	Biotechnologie in der Pflanzenzüchtung

## 7. Mitgliedschaften

Name	Mitgliedschaften
Aigner, A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Fachkommission „Produktmanagement Öl- und Eiweißpflanzen - Sektion Raps - der UfOP</li> <li>• Mitglied der Sortenkommission Raps der UfOP</li> <li>• Mitglied im Beirat der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Südbayern</li> <li>• Mitglied im UFOP-SFG-Fachausschuss (Arbeitsgruppe Sortenprüfwesen)</li> </ul>
Baumer, M., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des wissenschaftlichen Beirates der Braugerstengemeinschaft</li> <li>• Fachbetreuer der BPZ-Arbeitsgruppen Winter- und Sommergerste</li> <li>• Vertreter der LfL beim VLK</li> </ul>
Bomme, U., Prof.Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leiter des Bereichs „Heil- und Gewürzpflanzen“ in der KTBL-Arbeitsgruppe „Spezielle Betriebszweige in der pflanzlichen Produktion“</li> <li>• Beiratsmitglied im Erzeugerring „Heil- und Gewürzpflanzen e.V.“</li> <li>• Beiratsmitglied im Verein zur Förderung des „Heil- und Gewürzpflanzenanbaues in Bayern“</li> <li>• Stellv. Vorsitzender des Deutschen Fachausschusses für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen</li> <li>• Mitglied in der Schriftleitung und Mitherausgeber der „Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen“</li> <li>• Mitglied in der Arbeitsgruppe „Arzneipflanzenanbau“ der Forschungsvereinigung der Arzneimittelhersteller e.V. (FAH)</li> <li>• Mitglied im „Ausschuss für Pharmazeutische Biologie“ der „Deutschen Arzneibuch-Kommission“</li> <li>• Rezensent der Fachbeiträge für die Zeitschrift "Arznei- und Gewürzpflanzen "</li> <li>• Mitglied im Wissenschaftlichen Komitee bei wissenschaftlichen Arzneipflanzentagungen in Deutschland</li> </ul>
Daniel, G., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Arbeitskreises Deutsche in Vitro Kulturen (ADiVK)</li> </ul>
Diepolder, M., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Arbeitsgruppe Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften</li> </ul>
Dittmann, T.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Länderarbeitsgemeinschaft Düngemittelverkehrskontrolle</li> <li>• Mitglied der Länderarbeitsgemeinschaften Saatgutverkehrskontrolle und Nachkontrollstellen für Gemüsesaatgut</li> <li>• Mitglied der Länderarbeitsgemeinschaft Pflanzenschutzmittelverkehrskontrolle</li> <li>• Teilnehmer der Expertengruppe Verkehrskontrollen im Pflanzenschutz</li> </ul>
Doleschel, P., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied in der Sortenkommission der SFG</li> </ul>
Eder, J., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des DLG-Ausschusses „Pflanzenzüchtung“</li> <li>• Mitglied in der Arbeitsgruppe Sortenwesen im Ausschuss Züchtung und Saatgut des Deutschen Maiskomitees e.V. (DMK)</li> <li>• Fachbetreuer der BPZ - Arbeitsgruppe Mais</li> </ul>
Engelhard, B.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorsitzender der Wissenschaftlichen Kommission im Internationalen Hopfenbaubüro (IHB)</li> </ul>
Graf, R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Internationalen Biometrischen Gesellschaft</li> <li>• Mitglied des VDLUFA-Arbeitskreises „Biometrie und Datenverarbeitung“</li> <li>• Mitglied des Arbeitskreises „Biometrie und Versuchsmethodik“ der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft</li> <li>• Beirat in der Gesellschaft für Informationsverarbeitung in der Land-,</li> </ul>

Name	Mitgliedschaften
(Fortsetzung) Graf, R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernährungs- und Forstwirtschaft (GIL)</li> <li>• Mitglied des DLG-Ausschusses für Versuchswesen</li> <li>• Mitglied des Arbeitskreises „Koordinierung im Versuchswesen“ im Verband der Landwirtschaftskammer</li> </ul>
Hartl, L., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Koordinierungsgruppe EVAII der GFP</li> </ul>
Hartmann, S., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied im Arbeitskreis „Koordinierung von Grünland und Futterbauversuchen“ des Verbandes der Landwirtschaftskammern</li> <li>• Mitglied der AG Futterpflanzen der GFP</li> <li>• Stellv. Vorsitzender und Mitglied des DLG-Ausschusses für Gräser, Klee und Zwischenfrüchte sowie dessen „Kleiner Kommission“</li> <li>• Fachbetreuer des Feldsaatenerzeugerrings Bayern e.V.</li> <li>• Fachbetreuer der BPZ - Arbeitsgruppe Futterpflanzen</li> <li>• Mitglied der UAG "Grünland und Kulturlandschaft“ in der AG "Pflanzenbau“ im Rahmen der "Gemeinsamen Erklärung über die Zusammenarbeit der landwirtschaftlichen Landesanstalten“</li> </ul>
Hepting, L., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Ausschusses für Kartoffelzüchtung und Pflanzguterzeugung der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung</li> <li>• Mitglied des Ausschusses für Kartoffelforschung in der Arbeitsgruppe Kartoffelforschung e.V.</li> <li>• Mitglied des Ausschusses Kartoffelgesundheitsdienst Bayern e.V.</li> <li>• Mitglied des Testgremiums für Pflanzkartoffeln in Bayern</li> <li>• Mitglied des Ausschusses des Landesverbandes der Pflanzkartoffelerzeuger-Vereinigung in Bayern</li> <li>• Fachbetreuer der BPZ - Arbeitsgruppe Kartoffeln</li> <li>• Fachbetreuer der Fachgruppe Qualitätskartoffel im LKP</li> </ul>
Kammhuber, K., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Analysen-Komitees der European Brewery Convention (Hopfen-Sub-Komitee)</li> <li>• Mitglied der Arbeitsgruppe für Hopfenanalytik (AHA).</li> </ul>
Keydel, F., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorsitzender des Testgremiums für Pflanzkartoffeln in Bayern</li> <li>• Mitglied des Ausschusses im Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V. (LKP)</li> <li>• Mitglied des Beirates der Bayerischen Pflanzenzuchtgesellschaft</li> <li>• Mitglied des Ausschusses des Bayerischen Kartoffelgesundheitsdienstes</li> <li>• Mitglied der Ausschüsse der Landesverbände der Saatkartoffelerzeugervereinigung in Bayern und der Saatgetreideerzeuger-Vereinigung in Bayern</li> <li>• Mitglied des Vereins Kartoffelgesundheitsdienst in Bayern</li> <li>• Fachbetreuer des Rings Bayerischer Pflanzenzüchter im LKP</li> </ul>
Killermann, B., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung (ISTA), Mitglied der GMO-Task Force</li> <li>• Mitglied der Fachgruppe Saatgut des VDLUFA , Mitglied im Vorstand</li> </ul>
Kupfer, H.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beauftragter des Bundesrates für den „Ständigen Ausschuss für das landwirtschaftliche, gartenbauliche und forstliche Saat- und Pflanzgutwesen“ bei der EG-Kommission in Brüssel</li> <li>• Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft der Anerkennungsstellen im Bundesgebiet</li> <li>• Mitglied in den Arbeitsgruppen „EDV-Datenaustausch“ zwischen BDP und Anerkennungsstellen „Kooperation in der Saatwirtschaft“ und „Virustestung bei Pflanzkartoffeln“</li> <li>• Mitglied beim Ausschuss für die Plombierung von Saat- und Pflanzgut beim Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung (LKP)</li> <li>• Mitglied im Ausschuss der Landesvereinigung der Saatkartoffelerzeuger und Mitglied im Beirat des Landesverbandes der Saatgetreideerzeuger</li> </ul>

Name	Mitgliedschaften
Portner, J.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Fachbeirates Geräte-Anerkennungsverfahren für die Bewertung von Pflanzenschutzgeräten und der Fachreferenten für Anwendungstechnik bei der BBA</li> </ul>
Rossbauer, G.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des Fachbeirates Geräte-Anerkennungsverfahren für die Bewertung von Pflanzenschutzgeräten und der Fachreferenten für Anwendungstechnik bei der BBA</li> </ul>
Schwarzfischer, A., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der AG „Anbaubegleitendes Monitoring der BBA“</li> </ul>
Schweizer, G., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2. Vorstand im Hochschulrat der Fachhochschule Weihenstephan</li> </ul>
Seigner, E., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sekretärin der Wissenschaftlichen Kommission des Internationalen Hopfenbaubüros</li> </ul>
Weihrauch, F., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.</li> <li>• Mitglied der Münchner Entomologischen Gesellschaft e.V.</li> <li>• Mitglied der Schutzgemeinschaft Libellen in Baden-Württemberg e.V.</li> <li>• Mitglied der Worldwide Dragonfly Association und der Rote-Liste-Arbeitsgruppen der Heuschrecken und Libellen Bayerns des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz</li> <li>• Herausgeber der Zeitschrift "Libellula"</li> </ul>
Zimmermann, G., Dr.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglied des vom BML berufenen Gremiums zur Qualitätseinstufung der deutschen Weizensorten</li> <li>• Mitglied des Getreideausschusses der Arbeitsgemeinschaft für Getreideforschung</li> <li>• Mitglied des Lenkungsausschusses der Arbeitsgemeinschaft für Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung</li> <li>• Mitglied des Vorstands der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung</li> <li>• Fachbetreuer der BPZ - Arbeitsgruppe Weizen und Hafer</li> </ul>

## 8. Ehrungen

Name des/der Geehrten	Arbeitsgruppe	Datum	Anlass
Wiesheu, Andreas	IPZ 4d	06.10.03	25jähriges Dienstjubiläum
Kupfer, Herbert	IPZ 6a	06.10.03	25jähriges Dienstjubiläum
Keydel, Friedrich, Dr.	IPZ-L	03.11.03	40jähriges Dienstjubiläum
Escherich, Inge	IPZ 5	01.08.03	40jähriges Dienstjubiläum