



Hopfenforschungszentrum
Hüll

Züchtungsstrategien zur Verbesserung der Mehltaresistenz



A. Lutz, H. Miehle, S. Seefelder, E. Seigner
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
Hopfenforschungszentrum Hüll



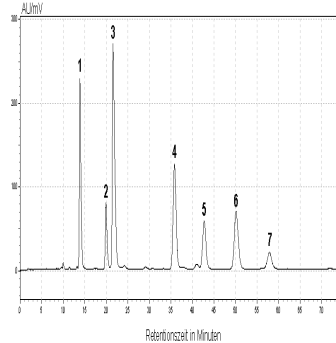
Gesellschaft für Hopfenforschung



F.G. Felsenstein, S. Hasyn
EpiLogic GmbH, Agrarbiologische Forschung und Beratung,
Freising

Züchtung neuer Sorten - 100 Kreuzungen/Jahr

Brauqualität



Spezielle
Zusammensetzung der
ätherischen Öle und
Bitterstoffe

Agronomische Eigenschaften



hoher Ertrag
gute Windefähigkeit

Resistenz gegen - Krankheiten - Schädlinge



Echter Mehltau
Falscher Mehltau
Verticillium
Blattläuse
Rote Spinne



Hopfenzüchtung - Aromasorten

	Ertrag kg /ha	Brauqualität			Resistenz gegenüber				
		Aroma- punkte	α -Säuren (%)	Cohumu- lon (%)	Vertic. Welke	Pero- nospora	Echter Mehltau	Rote Spinne	Blatt- laus
Aromasorten									
Hallert. Mittelfrüh	1.250	26	3-5	18-28	- - -	- - -	+	-	-
Hall. Tradition	1.850	26	4-7	24-30	+	++	+/-	--	-
Spalter Select	1.900	26	3-6	21-27	++	+	-	-	+
Perle	1.800	24	4-9	29-35	++	++	-	-	-
Saphir	1.750	27	3-5	12-17	++	+	+	-	-
Neue Aromasorten									
Smaragd	1.850	26	4-6	13-18	++	++	-	-	-
Opal	1.850	26	5-8	13-17	++	++	+/-	-	-

Resistenz: + + + sehr gut; + + gut bis sehr gut; + gut; - - - sehr gering; - - gering bis sehr gering; - gering
 Aromapunkte: 26-27 = feine – sehr feine Aromaqualität

Hopfenzüchtung - Bittersorten



	Ertrag kg /ha	Brauqualität			Resistenz gegenüber				
		Aroma- punkte	α-Säuren (%)	Cohum- ulon (%)	Vertic. Welke	Pero- nospora	Echter Mehltau	Rote Spinne	Blatt- laus
<i>Bittersorten</i>									
Nugget	2.200	19	9-13	24-30	-	- - -	- -	-	-
Hall. Magnum	2.000	22	11-16	21-29	+ +	+	- - -	-	-
Hallert. Taurus	1.850	23	12-17	20-25	+	+	- -	-	-
Hallert. Merkur	2.000	22	10-14	17-22	+ +	+ +	+ + (+)	-	-
<i>Neue Bittersorten</i>									
Herkules	2.500	21	12-17	32-38	+	+	+	-	-

Resistenz: + + + sehr gut; + + gut bis sehr gut; + gut; - - - sehr gering; - - gering bis sehr gering; - gering;
 Aromapunkte: 21-23 = angenehmes Aroma

Echter Mehltau (*Podosphaera macularis*)



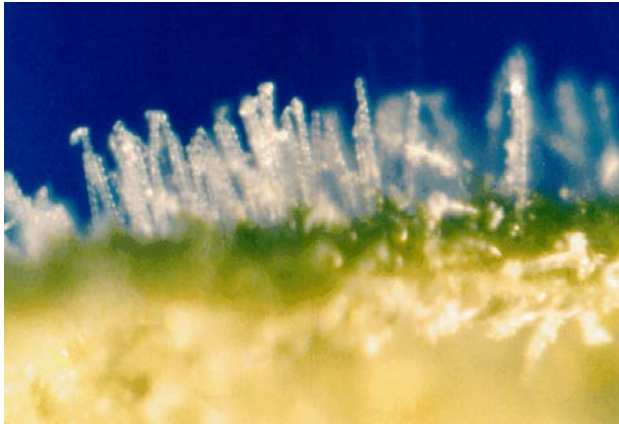
- 4,9 Mio. € für Fungizide (2002)
- Resistenzzüchtung sehr wichtig
- Hall.Merkur (2001), Herkules (2005)
Resistenz bas.auf *R2*-Gen, noch wirksam
- 7 Resistenzgene bekannt, alle gebrochen,
nur noch regional wirksame Resistenzen
- **Wildhopfen** – Ressource für
neue Mehlttauresistenzgene

Wildhopfen – neue Ressource für Mehltaresistenz

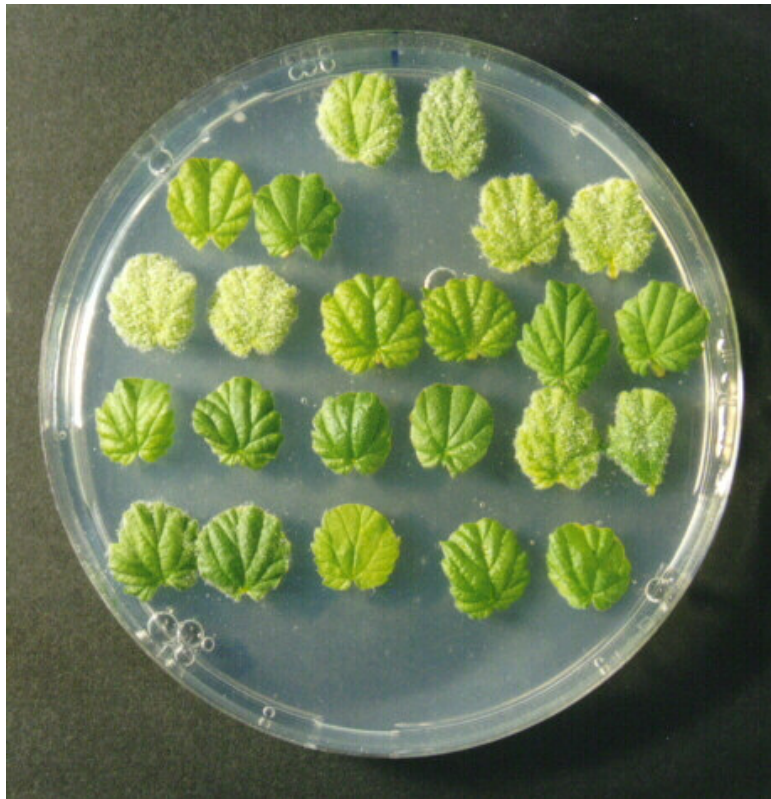


Prüfung der Mehltaresistenz im Gewächshaus (2001 - 2005)

- 10 000 Wildhopfen (weltweiter Ursprung) beimpft mit Mehltasporen
- Reaktion getestet gegen Mehltastämme, die in der Hallertau vorkommen
(v3-, v4-, v6-, vB-Virulenztypen)
- **180 resistente Wildhopfen**



Prüfung der Mehltauresistenz im Labor (2003 - 2005)



- 180 vorgetestete Wildhopfen beimpft mit Mehltastämmen in der Petrischale (Blatt-Test)
- Reaktion getestet gegen Mehltastämme, die in anderen Hopfenanbaugebieten vorkommen
(v1-, v2-, v5-Virulenztyp aus England, USA)

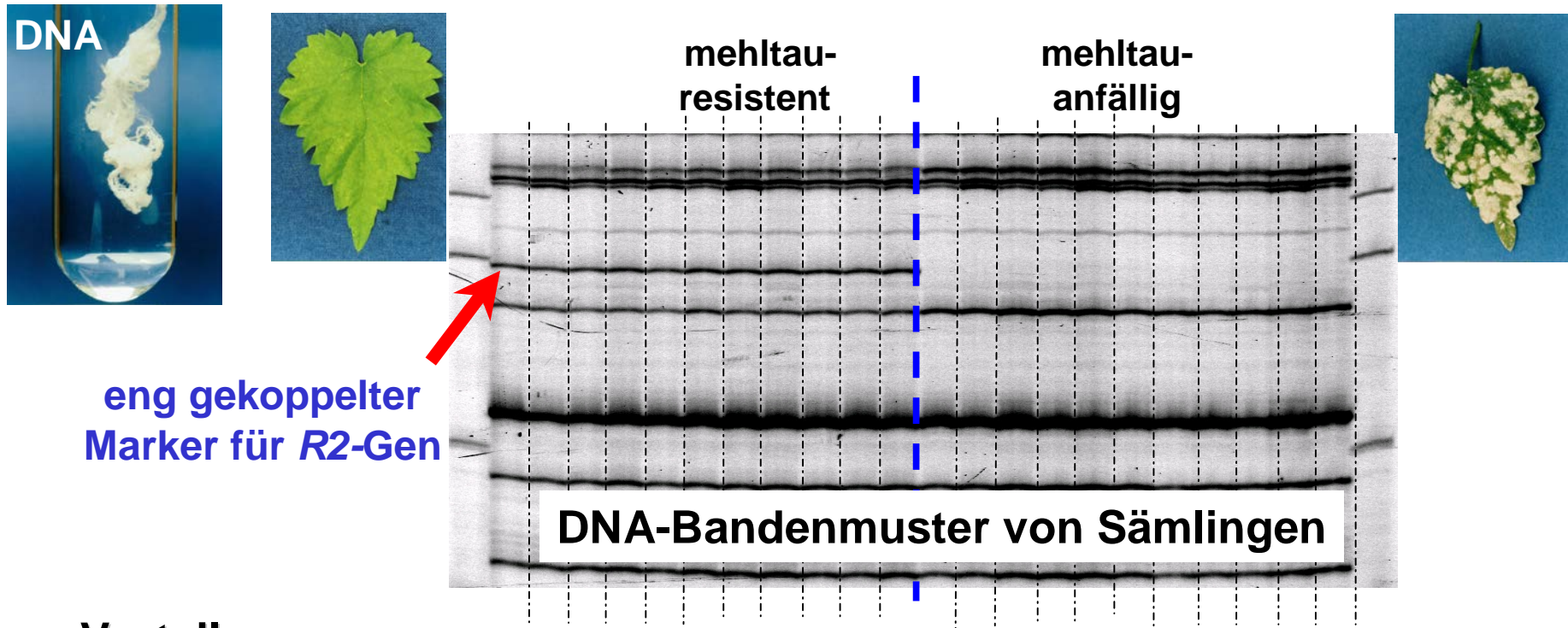
45 resistente Wildhopfen
→ mit anderen Resistenzgenen

Echter Mehltau (*Podospaera macularis* – *Sphaerotheca humuli*)



- 4,9 Mio. € für Fungizide (2002)
- Resistenzzüchtung sehr wichtig
- Hall.Merkur (2001), Herkules (2005)
Resistenz bas.auf *R2*-Gen, noch wirksam
- 7 Resistenzgene bekannt, alle gebrochen,
nur noch regional wirksame Resistenzen
- **Wildhopfen** – Ressource für
neue Mehlttauresistenzgene
- **Molekulare Marker** – schnelle
Selektion auf Mehlttauresistenz

Selektion auf Mehlttauresistenz mit DNA-Markern

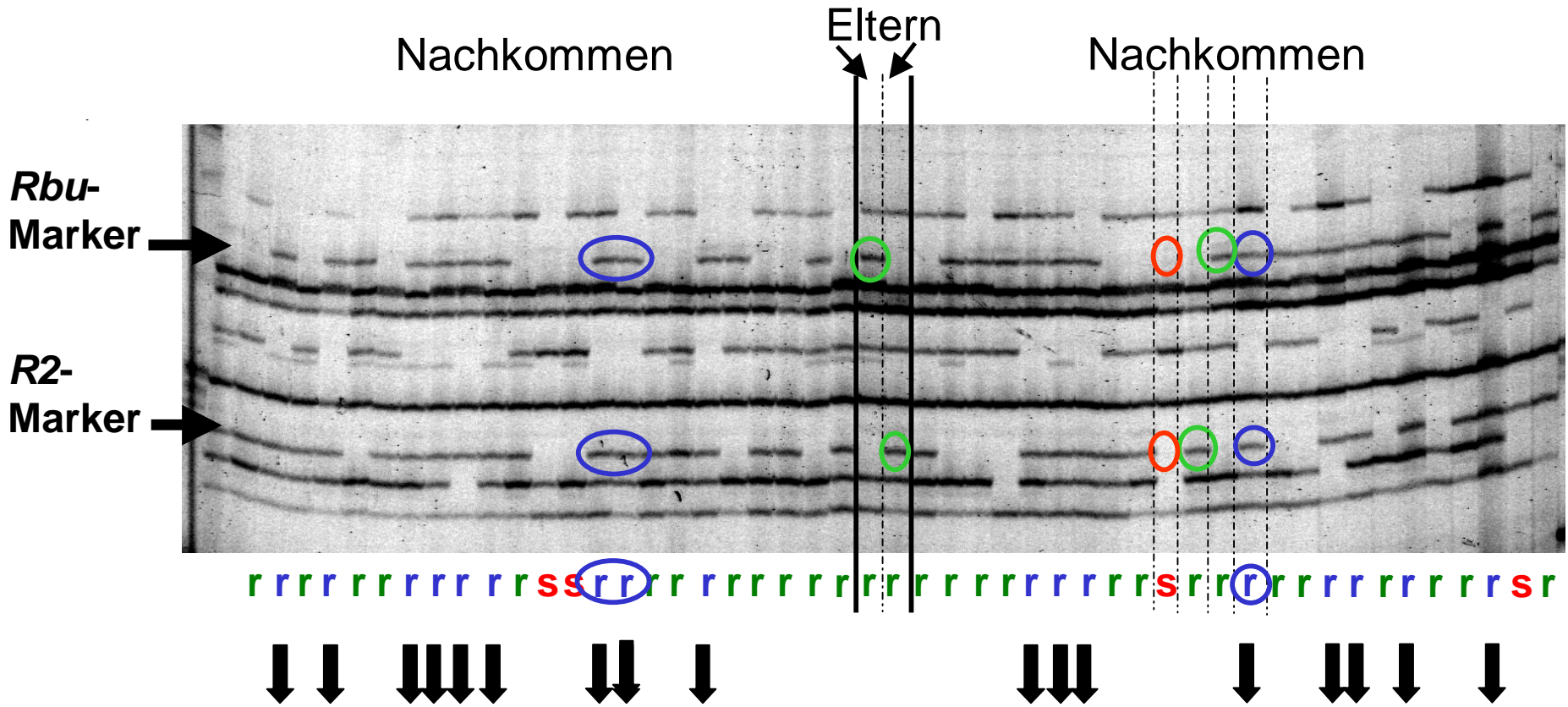


Vorteile:

- schnelle + zuverlässige Selektion auf Mehlttauresistenz mit DNA-Markern
- spez. DNA-Marker für verschiedene Resistenzgene
- Nachweis von kombinierten Resistenzgenen über DNA-Markern (Pyramidisierung) → länger wirksame Resistenz

Schnelles Erkennen von Sämlingen mit Doppel-Resistenz

Buket (*Rbu*) x 98/27/731 (*R2*)



vielversprechende Sämlinge mit R2 **und** Rbu- Gen (Doppelresistenz)

Echter Mehltau (*Podosphaera macularis*)



- 4,9 Mio. € für Fungizide (2002)
- Resistenzzüchtung sehr wichtig
- Hall.Merkur (2001), Herkules (2005)
Resistenz bas.auf *R2*-Gen, noch wirksam
- 7 Resistenzgene bekannt, alle gebrochen, nur noch regional wirksame Resistenzen



- **Wildhopfen** – Ressource für neue Mehлтаuresistenzgene
- **Molekulare Marker** – schnelle Selektion auf Mehлтаuresistenz
- **Gentransfer** – Option für die Zukunft
Einbau neuer Pilz-Resistenzgene

Pilzresistenz über Gentransfer

Vorteile des Gentransfers bei der Resistenzverbesserung

- Pilzresistenz kann verbessert werden durch den Einbau eines/ weniger Gene
- keine Veränderung von anderen Eigenschaften (Brauqualität, Ertrag)
- länger wirksame Resistenz, wenn artfremde Gene verwendet werden (z.B. Gerste, Wein, Bakterien)

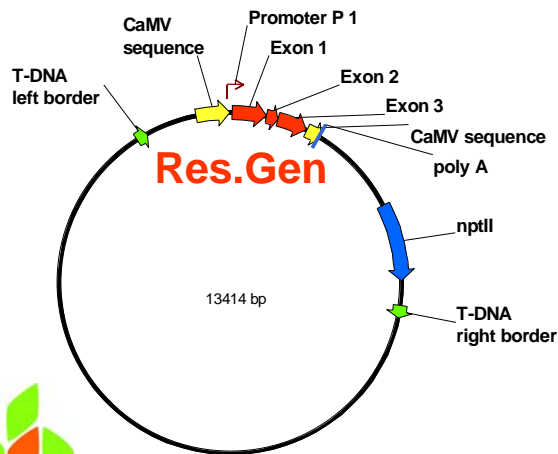
Forschung bei uns

- Erarbeitung einer effektiven Methode zur stabilen Transformation
- Einbau eines Resistenzgens aus mehltreures. Hopfen

Mehltauresistenz über Gentransfer – aktueller Stand



Einbau eines Pilzresistenzgens mit *Agrobacterium*



Regeneration von transgenen Hopfen 'Saazer' + 'Hall. mfr.'



im Labor mit Mehltau beimpft

nicht transgen
hoch anfällig

transgen
verbess. Res.



Blatt-Test auf Mehltau-Resistenz

Echter Mehltau (*Podosphaera macularis*)



- 4,9 Mio. € für Fungizide (2002)
- Resistenzzüchtung sehr wichtig
- Hall.Merkur (2001), Herkules (2005)
Resistenz bas.auf *R2*-Gen, noch wirksam
- 7 Resistenzgene bekannt, alle gebrochen,
nur noch regional wirksame Resistenzen

Züchtungsstrategien:

- **Wildhopfen** – Ressource für neue Mehлтаuresistenzgene
- **Molekulare Marker** – schnelle Selektion auf Mehлтаuresistenz
- **Gentransfer** – Einbau neuer Pilz-resistenzgene

Resistenzzüchtung – Wettbewerbsfähigkeit

Hopfenforschungszentrum Hüll

- Spektrum an verschiedenen Aroma- und Hochalphasorten mit Resistenz / Toleranz gegenüber
 - Peronospora
 - Verticillium-Welke
 - **Echtem Mehltau** (3 verschiedene Wege)
- Prognose-Modelle (Peronospora-Warndienst, f. Mehltau in Entwickl.)
- Hopfen mit deutlicher weniger PS-Mitteln zu produzieren
 - umweltschonende, kostengünstige Produktion bester Brauqualität
 - frei von schädlichen Pflanzenschutzmittel-Rückständen
 - Hopfenqualität mit Lebensmittelsicherheit auf höchstem Niveau

Hopfenforschungszentrum – Züchtung

Klassische Züchtung

Anton Lutz

Jutta Kneidl

Genomanalysen:

Dr. Stefan Seefelder

Veronika Mayer

Petra Bauer

Rebecca Schürmer

Biotechnologie /Gentransfer:

Dr. Helga Miehle

Petra Hartberger

Sabine Marchetti

Leitung:

Elisabeth Seigner

Koordination:

Bernhard Engelhard