



Bearbeitung:

Dr. Reinhard Roßberg  
DLG e. V.  
Fachzentrum Landwirtschaft  
Eschborner Landstraße 122  
60489 Frankfurt am Main

© 2017 DLG

Nachdruck nur mit Erlaubnis der DLG gestattet

# Inhaltsverzeichnis

|  | <b>Seite</b>  |
|--|---------------|
| <b>Novellierung der Düngeverordnung</b><br><i>Stefan Hüscher, BMEL, Bonn</i>   | <b>5</b>      |
| <b>Praxisbericht: Umsetzung der DVO im Grassamenbau</b><br><i>Wolfgang Knorr, Saatwucht Steinach, Steinach</i>   | <b>9</b>      |
| <b>Ackerhellerkraut als neue Zwischenfruchtpflanze</b><br><i>Sebastian Bopper, Uni Hohenheim, Stuttgart</i>  | <b>15</b>     |
| <b>Entwicklungen im Zulassungsverfahren für kleine Kulturen im nationalen und europäischen Rahmen</b><br><i>Dr. Franziska Waldow, Julius Kühn-Institut, Kleinmachnow</i>                             | <b>29</b>     |
| <b>Forschungsprojekte als Bindeglied zwischen praktischer Züchtung und Wissenschaft: Beispiele aus der Saatwucht Steinach GmbH &amp; Co KG</b><br><i>Christof Böhm, Saatwucht Steinach, Steinach</i> | <b>35</b>     |
| <b>Entwicklung von Rostresistenzmarker für Lolium perenne: Innovationen aus der Saatwucht Steinach GmbH &amp; Co KG</b><br><i>Jens Bojahr, Saatwucht Steinach, Steinach</i>                          | <b>37</b>     |
| <b>Aktuelles aus der Wirtschaft</b><br><i>Michael Hamann, Deutsche Saatveredelung AG, Lippstadt</i>  | <b>43</b>     |
| <b>Bericht Exkursion Schweiz –</b><br><i>Dr. Jürgen Bestajovski, Feldsaaten Freudenberger, Krefeld</i>   | <b>47</b>     |
| <b>Unraveling the structure and evolution of grass genomes</b><br><i>David Kopecky, Centre of Plant Structural and Functional Genomics, Prag</i>   | <b>Anlage</b> |



## Novellierung des Düngerechts

Stefan Hüscher, Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft, Referat Pflanzenbau, Grünland

### Düngeverordnung

Die Düngeverordnung ist am 2. Juni 2017 in Kraft getreten.

Mit der Novelle der Düngeverordnung werden wesentliche Änderungen und Ergänzungen zur Düngeverordnung aus 2006 vorgenommen. Diese betreffen folgende Punkte:

- Konkretisierung und bundeseinheitliche Regelung der Düngebedarfsermittlung für Stickstoff auf Acker- und Grünland,
- Präzisierung der bestehenden Beschränkungen für das Aufbringen von stickstoff- und phosphathaltigen Düngemitteln auf überschwemmten, wassergesättigten, gefrorenen oder schneebedeckten Boden,
- Verlängerung der Zeiträume, in denen keine Düngemittel ausgebracht werden dürfen,
- Beschränkung der zulässigen Stickstoffgabe im Herbst. Nur noch zu Raps, Zwischenfrüchte, Feldgras oder Wintergerste nach Getreidevorfrucht dürfen maximal 30 kg Ammoniumstickstoff oder 60 kg Gesamtstickstoff je Hektar ausgebracht werden,
- Ausweitung der Abstände für die Stickstoff- und Phosphatdüngung in der Nähe von Gewässern und im hängigen Gelände,
- Fortentwicklung des Nährstoffvergleichs,
- Verringerung der Kontrollwerte für die Differenz von Zu- und Abfuhr im Nährstoffvergleich (ab 2020 sind nur noch 50 kg N je Hektar zulässig; 20 kg Phosphat, bzw. ab 2023 10 kg Phosphat),
- Einführung bundeseinheitlicher Vorgaben für das Fassungsvermögen von Anlagen zur Lagerung von flüssigen Wirtschaftsdüngern und flüssigen Gärrückständen aus dem Betrieb einer Biogasanlage (mindestens sechs Monate, Betriebe mit hohem Tierbesatz oder ohne eigene Ausbringungsflächen müssen ab 2020 mindestens neun Monate Lagerkapazität vorweisen) sowie Festmist, festen Gärrückständen und Kompost (zwei Monate),
- Länderermächtigung zu Vorlage-, Melde- oder Mitteilungspflichten im Zusammenhang mit den Aufzeichnungen über die Ermittlung des Düngebedarfs und den Nährstoffvergleich,
- Verpflichtung der Länder zum Erlass von mindestens drei zusätzlichen Maßnahmen in Gebieten mit hoher Nitratbelastung sowie in Gebieten, in denen stehende oder langsam fließende oberirdische Gewässern eutrophiert sind und nachgewiesen worden ist, dass die Phosphatbelastung dieser Gewässer überwiegend aus landwirtschaftlicher Bewirtschaftung stammt:
  - Begrenzung der zulässigen Nachdüngung im Vegetationsverlauf aufgrund vorangegangener Witterungsereignisse auf maximal 10 Prozent des ursprünglich ermittelten Düngebedarfs,
  - Einführung verbindlicher Untersuchungspflichten für Wirtschaftsdünger,
  - Einführung verbindlicher Bodenuntersuchungen auf verfügbaren Stickstoff,
  - Erweiterung der Mindestabstände von Düngungsmaßnahmen zu Gewässern (allgemein von vier auf fünf Meter, auf stark geneigten Flächen von fünf auf zehn Meter),
  - Verlängerung der Sperrzeit für die Stickstoffdüngung im Gemüseanbau um vier Wochen,
  - Die Verlängerung des Verbotszeitraums für die Düngung von Grünland um zwei Wochen.

- Verlängerung des Verbotszeitraums für die Aufbringung von Festmist und Kompost um bis zu 8 Wochen,
- Einführung eines Verbotszeitraums für die Ausbringung phosphathaltiger Düngemittel (15. November bis 31. Januar).
- Ausweitung der einzuhaltenden Mindestabstände bei der Aufbringung von stickstoffhaltigen Stoffen in der Nähe von Gewässern (5 bzw. 10 Meter) auf phosphathaltige Stoffe.
- Verkürzung der Frist zur Einarbeitung von Düngemitteln, die bei der Aufbringung auf unbestelltes Ackerland der Einarbeitungsverpflichtung unterliegen, auf eine Stunde.
- Beschränkung der Höhe der Phosphatdüngung auf Böden, die laut Bodenuntersuchung in den Versorgungsstufen D und E liegen.
- Erhöhung des Fassungsvermögens von Anlagen zur Lagerung von flüssigen Wirtschaftsdüngern auf sieben Monate und für die Lagerung von Festmist, festen Gärrückständen und Kompost auf vier Monate,
- Verringerung der Grenzwerte für die Ausnahme kleiner Betriebe von der Düngedarfsermittlung und vom Nährstoffvergleich auf die Werte der derzeit geltenden Düngeverordnung,
- Absenkung des Kontrollwerts des Nährstoffvergleichs ab Inkrafttreten der Verordnung auf 50 kg N/ha und ab dem Jahr 2020 auf 40 kg N/ha,
- Befreiung von Betrieben von den zusätzlichen landesrechtlichen Maßnahmen in belasteten Gebieten, sofern diese im Nährstoffvergleich den Kontrollwert von 35 kg N/ha unterschreiten, und Befreiungsmöglichkeit für Betriebe, die an Agrarumweltmaßnahmen teilnehmen, die in besonderer Weise dem Gewässerschutz dienen.

### **Düngegesetz**

- Das Düngegesetz ist am 16. Mai 2017 in Kraft getreten.
- Die Änderung des Düngegesetzes ist erforderlich geworden, um die Düngeverordnung mit den vorgesehenen Regelungen u. a. zur Umsetzung der EG-Nitratrictlinie erlassen zu können.
- Das Düngegesetz sieht insbesondere folgende wesentliche Änderungen vor:
  - Erweiterung der gesetzlichen Ermächtigungsgrundlagen für den Erlass von Regelungen in der Düngeverordnung. Diese betreffen vor allem die Einführung standortspezifischer Obergrenzen für die Stickstoffdüngung, die Einbeziehung von Biogasgärresten in die 170 kg N/ha-Regelung.
  - Erweiterung der Zweckbestimmung des Düngegesetzes dahingehend, dass im Rahmen der Sicherstellung eines nachhaltigen und ressourceneffizienten Umgangs mit Nährstoffen bei der landwirtschaftlichen Erzeugung insbesondere Nährstoffverluste in die Umwelt „so weit wie möglich zu reduzieren“ sind.
  - Einführung einer Rechtsgrundlage für den Erlass einer Rechtsverordnung über die Erstellung verbindlicher betrieblicher Stoffstrombilanzen. Im Jahr 2021 wird die Stoffstrombilanzierung durch das BMEL auf ihre Auswirkungen hin überprüft.
  - Einführung einer Befugnis der zuständigen Länderbehörden zum Datenabgleich mit Erhebungen aus anderen Rechtsbereichen für düngerechtliche Überwachungszwecke.

- Ein bundesweit einheitlicher Rahmen, auf dessen Grundlage ein freiwilliges Qualitätssicherungssystem für Wirtschaftsdünger aufgebaut werden kann, wurde geschaffen. Die Länder können die hierfür erforderlichen konkretisierenden Regelungen bei Bedarf in einer Rechtsverordnung erlassen, sofern der Bund von seiner Verordnungsermächtigung keinen Gebrauch macht.
- Erhöhung des Bußgeldrahmens für bestimmte Verstöße gegen die Düngeverordnung.

### **Stoffstrombilanzverordnung**

- Die Verordnung regelt den Umgang mit Nährstoffen im Betrieb im Sinne des § 11a Absatz 1 des Düngegesetzes und die näheren Vorschriften über die nach § 11a Absatz 2 des Düngegesetzes zu erstellende betriebliche Stoffstrombilanz.
- Die Verordnung gilt ab dem 1. Januar 2018 für
  - Betriebe mit mehr als 50 Großvieheinheiten je Betrieb oder mit mehr als 30 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche bei einer Tierbesatzdichte von jeweils mehr als 2,5 Großvieheinheiten je Hektar,
  - viehhaltende Betriebe, die die in Nummer 1 festgesetzten Schwellenwerte unterschreiten, wenn dem Betrieb im jeweiligen Bezugsjahr Wirtschaftsdünger aus anderen Betrieben zugeführt wird, und
- Betriebe, die eine Biogasanlage unterhalten und mit einem viehhaltenden Betrieb nach Nummer 1 oder Nummer 2 in einem räumlichen und funktionalen Zusammenhang stehen, wenn dem Betrieb im jeweiligen Bezugsjahr Wirtschaftsdünger aus diesem oder anderen Betrieben zugeführt wird.
- Ab dem 1. Januar 2023 gilt diese Verordnung auch für
  - Betriebe mit mehr als 20 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche oder mehr als 50 Großvieheinheiten je Betrieb,
  - Betriebe, die die in Nummer 1 festgesetzten Schwellenwerte unterschreiten, wenn dem Betrieb im jeweiligen Bezugsjahr Wirtschaftsdünger aus anderen Betrieben zugeführt wird, und
  - Betriebe, die eine Biogasanlage unterhalten und mit einem Betrieb nach Nummer 1 oder Nummer 2 in einem räumlichen und funktionalen Zusammenhang stehen, wenn dem Betrieb im jeweiligen Bezugsjahr Wirtschaftsdünger aus diesem oder anderen Betrieben zugeführt wird.
- Der Verordnungsentwurf verpflichtet die jeweiligen Betriebe zur:
  - Ermittlung der dem Betrieb zugeführten und abgegebenen Nährstoffmengen an Stickstoff und Phosphor,
  - Ermittlung und Bewertung der betrieblichen Stoffstrombilanzen für Stickstoff,
- Über die jeweilige Ermittlung und Bewertung haben die Betriebe Aufzeichnungen zu führen.
- Die Stoffstrombilanz führt zu einer transparenten und überprüfbaren Darstellung der Nährstoffflüsse in den Betrieben. Die Ermittlung der Nährstoffzufuhren und -abgaben orientiert sich an der abgestimmten Datengrundlage der Düngeverordnung. Notwendige Ergänzungen der Daten

um die Gehalte an Phosphor oder Phosphat sowie Werte für Einzelfuttermittel, tierische Erzeugnisse und die Stickstoffzufuhr durch Leguminosen wurden mit Experten der für die Beratung zuständigen Stellen aus den Ländern abgestimmt.

- Mit dem Vorschlag für die Bewertung des dreijährigen Durchschnitts der Stoffstrombilanzen wird weitgehend sichergestellt, dass die Betriebe bei der Stoffstrombilanzierung und beim Nährstoffvergleich nach der Düngeverordnung einheitlich bewertet werden.
- Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft ist nach dem Düngegesetz verpflichtet, die Auswirkungen der Stoffstrombilanzierung zu untersuchen und dem Deutschen Bundestag hierüber bis spätestens 31. Dezember 2021 einen Bericht zu erstatten. Der Bericht soll Vorschläge für notwendige Anpassungen der Regelungen enthalten. Im Rahmen dieser Überprüfung wird u.a. folgendes untersucht:
  - Wie ist die Wirksamkeit der Stoffstrombilanzierung im Hinblick auf die Begrenzung der Nährstoffbelastungen der Umweltmedien durch die Landwirtschaft?
  - Haben sich die Bewertungskriterien der Stoffstrombilanzierung in der Praxis bewährt und gibt es Bedarf zur Fortentwicklung?
- Die Verordnung ist ein guter und tragfähiger Kompromiss, welcher sicherstellt, dass ein nachhaltiger und ressourceneffizienter Umgang mit Nährstoffen im Betrieb stattfindet, sodass Nährstoffverluste in die Umwelt so weit wie möglich verhindert werden.

#### **Kontakt**

Stefan Hüsch  
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft  
Rochusstraße 1  
53123 Bonn  
E-Mail: stefan.huesch@bmel.bund.de



# Umsetzung der DüV im Grassamenbau

SAATZUCHT STEINACH GmbH & Co KG  
Wolfgang Knon, Tel 09428/ 9419-15, E-Mail [wolfgang.knon@saatzucht.de](mailto:wolfgang.knon@saatzucht.de)



## Gliederung

1. Düngeempfehlung
2. Düngebilanz
3. Offene Fragen

In meiner Ausarbeitung wird nur auf die N-Düngung eingegangen, da dies derzeit das brisanteste Thema bei der bedarfsgerechten Versorgung unserer Kulturpflanzen darstellt.

Die Stickstoffdüngung in der Gräservermehrung bedarf einer differenzierten Betrachtung. Abgesehen von den unterschiedlichen Standortbedingungen benötigen „frühe“ Arten den höheren Teil der N-Düngung im Herbst, während Lieschgras und die meisten Weidelgräser den Hauptbedarf im Frühjahr aufweisen.

Die Spanne zwischen Unter- und Überversorgung der Bestände mit Stickstoff ist sehr gering. N-Düngung zum falschen Termin fördert das vegetative Wachstum und ist somit hinderlich bei der Bestandsführung bis hin zur Ernte.



- **Reglementierung der N-Düngung erschwert Produktion**
- **Düngetermin artenspezifisch sehr unterschiedlich**

**Vegetatives Wachstum unerwünscht!**



Ich bringe nur hohe Samenerträge, wenn ihr mich richtig düngt!

Anhand der „frühen“ Arten möchte ich Ihnen die Reibungspunkte zwischen optimaler Bestandsführung und DüV näherbringen. Hierzu zählen zum Beispiel auch: Wiesenrispe, Knaulgras, Glatthafer, Goldhafer und Wiesenfuchsschwanz.

Bisher konnte unabhängig vom Aussattermin die Düngung entsprechend den betrieblichen Gegebenheiten und Erfahrungen durchgeführt werden.

In der neuen DüV spielt der Aussattermin eine Schlüsselrolle bezüglich der Düngung und der Sperrfrist.



## Bisherige Düngeempfehlung

|  | August<br>kg N/ha | Oktober<br>kg N/ha | März<br>kg N/ha | April<br>kg N/ha | N min<br>kg/ha | Gesamt N<br>kg/ha |
|--|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|----------------|-------------------|
| Schwengel-Arten,<br>Dt.Weidelgras früh | 40                | 90                 | 40              |                  | 15             | 185               |

## Aktuelle Düngeempfehlung Teil I

Sperrfrist 1.10.2017

|  | Aussaat  | August kg<br>N/ha | Sept. kg<br>N/ha | März kg<br>N/ha | April kg<br>N/ha | N min kg/ha | Gesamt N<br>kg/ha |
|--|----------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------------|
| Schwengel-Arten,<br>Dt.Weidelgras früh | vor 1.8. | 30                | 70               | 50              |                  | 15          | 165               |

Die Düngung der Flächen zum 2. Erntejahr birgt für die meisten Betriebe große Probleme in sich.

Die Sperrfrist öffnet sich auf einen sehr späten Termin, damit kann die Düngergabe in den Oktober geschoben werden. Eindeutig positiv ist dabei, dass somit ein „Überwachsen“ der Bestände vor dem Vegetationsende zu verhindern ist.

Die begrenzte N-Gabe von 60 kg/ha stellt jedoch ein Problem für die bedarfsgerechte Düngung zur Samentriebbildung bei Flächen **ohne Strohabfuhr** dar. Eine höhere N-Gabe im Frühjahr kann diese Unterversorgung nicht mehr ausgleichen, sondern führt lediglich zu stärkerem vegetativem Wachstum mit allen bekannten Nachteilen bei der Bestandsführung und Samenernte.

Bei Flächen **mit Strohabfuhr** kann die Herbstdüngung entsprechend dem Bedarf zur optimalen Samentriebbildung gestaltet werden.

# Aktuelle Düngeempfehlung Teil II

Vermehrungsflächen im 2. Samenjahr

Sperrfrist 1.11.2017

| Ohne Strohabfuhr                       |                   |                    |                 |                  |                |                   |
|--|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|----------------|-------------------|
|  | August<br>kg N/ha | Oktober<br>kg N/ha | März<br>kg N/ha | April<br>kg N/ha | N min<br>kg/ha | Gesamt N<br>kg/ha |
| Schwingel-Arten,<br>Dt.Weidelgras früh |                   | 60                 | 60              |                  | 10             | <b>130</b>        |

| Mit Strohabfuhr                        |                   |                    |                 |                  |                |                   |
|--|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|----------------|-------------------|
|  | August<br>kg N/ha | Oktober<br>kg N/ha | März<br>kg N/ha | April<br>kg N/ha | N min<br>kg/ha | Gesamt N<br>kg/ha |
| Schwingel-Arten,<br>Dt.Weidelgras früh | 40                | 60                 | 60              |                  | 10             | <b>170</b>        |



In der Stoffstrombilanz können die Flächen mit Strohabfuhr und evtl. Zwischennutzung entspannt und ohne Probleme im Saldo gesehen werden.

Unser nahezu unlösbares Problem tritt bei Vermehrungsflächen **ohne Strohabfuhr** auf. Hier haben wir bei den meisten Gräserarten einen Saldoüberschuss von ca. 80 kg N/ha.

## Düngebilanz/Saldo

Nährstoffgehalte laut DüV Anlage 7 Tab. 1

|  | Gesamt<br>N kg/ha | Samen<br>dt/ha | Stroh<br>dt/ha | N-<br>Abfuhr<br>Samen<br>kg N/ha | N-<br>Abfuhr<br>Stroh kg<br>N/ha | Saldo kg<br>N/ha |
|--|-------------------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| <b>Mit Strohabfuhr</b>                 |                   |                |                |                                  |                                  |                  |
| Schwingel-Arten,<br>Dt.Weidelgras früh | <b>165</b>        | 15             | 80             | 33                               | 120                              | 12               |

| <b>Ohne Strohabfuhr</b>                |            |    |   |    |   |            |
|--|------------|----|---|----|---|------------|
| Schwingel-Arten,<br>Dt.Weidelgras früh | <b>165</b> | 15 | 0 | 33 | 0 | <b>132</b> |



## Offene Fragen

1. Wie können die Landwirte den überhöhten Saldo von ca. 80 kg N/ha unterbringen?
2. Darf eine Kleevermehrung zur Förderung der Jugendentwicklung mit Stickstoff gedüngt werden?
3. Ist es möglich die Sperrfristen für Vermehrungsflächen im Ansaatjahr und 2. Samenjahr auf einen Termin zu vereinheitlichen?
4. Warum gilt für Untersaaten nicht der Saattermin sondern der Erntetermin der Deckfrucht als Aussattermin für die Untersaat?
5. Wie gleichen wir die Unterversorgung der Bestände im Herbst vor dem 2. Samenjahr aus?
6. Welche Sanktionen erwarten den Landwirt bei einem witterungsbedingt erzwungenen Umbruch im Frühjahr des 2. Samenjahres?
7. Welche Vorgaben sind von Betrieben die keine Stoffstrombilanz führen müssen einzuhalten?
8. Wie können wir unsere Vermehrungsbetriebe trotz der länderspezifischen Sonderregelungen fundiert beraten?
9. Wie können wir unseren Vermehrern trotz der erwiesenen positiven Umweltwirkung des Grassamenbaus erklären, dass bei der DüV darauf keine Rücksicht genommen wird?

Die Novellierung der Düngeverordnung stellt eine große Herausforderung für die Grassamenproduktion dar. Um die offenen Fragen zu lösen bedarf es einer konstruktiven Zusammenarbeit mit den staatlichen Fachgremien. Die Wert-schöpfungskette im eigenen Land vom Anbau bis zur Vermarktung darf nicht der DüV zum Opfer fallen.



## Acker-Hellerkraut als neue Zwischenfruchtplanze

S. Bopper und M. Kruse

Universität Hohenheim, Fachgebiet Saatgutwissenschaft und -technologie, Stuttgart

### Einleitung

Die Pflanzenölnachfrage ist in der Vergangenheit um 5 % p. a. gestiegen und wird FAO- und OECD-Schätzungen zufolge weiter zunehmen – u. a. durch das globale Bevölkerungswachstum und die verstärkte Nutzung von Pflanzenölen als Rohölsubstitut. Zusätzliche Ölmengen zur Deckung dieses Bedarfs nachhaltig und ohne negative Einflüsse auf bestehende Ökosysteme zu produzieren, stellt dabei weltweit eine Herausforderung dar.<sup>1</sup>

Ein Lösungsansatz ist die Nutzung temporärer Brachen in der Fruchtfolge für den Anbau schnellwachsender Ölpflanzen, was eine Rohstoffproduktion ohne Landnutzungsänderungen ermöglicht. Solche Brachen gibt es in Deutschland z. B. zwischen der Gerstenernte und der Aussaat von Wintergetreide sowie vor der Mais- oder Hirse-Aussaat. Vorversuche von Projektpartnern haben gezeigt, dass ist in dieser Zeit ein Anbau von Leindotter (*Camelina sativa* (L.) Crantz) oder Acker-Hellerkraut (*Thlaspi arvense* L.) grundsätzlich möglich ist.<sup>1</sup>

Vor diesem Hintergrund wurde das Projekt „Verbundvorhaben: Ölpflanzen als Zwischenfrüchte“ geplant. Das Projekt startete im Juli 2015 und gliedert sich in folgende fünf Teilvorhaben auf:

- 1: Analyse der Stakeholder-Akzeptanz und politische Rahmenbedingungen  
(FKZ 22004213)
- 2: Koordination sowie Marktanalysen und –bereitung  
(FKZ 22015713)
- 3: Maximierung des Feldaufganges bei Aussaat von Acker-Hellerkraut-Saatgut für den Zwischenfruchtanbau  
(FKZ 22015813)
- 4: Feld- und Parzellenversuche unter niedersächsischen Standortbedingungen  
(FKZ 22015913)
- 5: Feld- und Parzellenversuche unter bayerischen Standortbedingungen  
(FKZ 22016013)

Das Teilvorhaben 3 soll im Folgenden genauer betrachtet werden. Zuerst sollen die Ziele des Vorhabens vorgestellt und anschließend die einzelnen Arbeitspakete beschrieben werden. Abschließend soll ein Überblick über die bereits vorliegenden Ergebnisse der Arbeitspakete gegeben werden.

### Ziele

Das Ziel des Teilvorhabens 3 „Maximierung des Feldaufganges bei der Aussaat von Acker-Hellerkraut Saatgut für den Zwischenfruchtanbau“ im Verbundprojekt „Ölpflanzen als Zwischen-

---

<sup>1</sup> -, (2017) FNR: Projektverzeichnis – Details. <https://www.fnr.de/index.php?id=11150&fkz=22015813>, 09.10.17.

früchte“ ist es, eine geeignete Vorbehandlungsmethode für Acker-Hellerkraut-Saatgut zu entwickeln, mit der Saatgut für die praktische Aussaat behandelt werden kann und welche die vorhandene Keimruhe (Dormanz) wirksam bricht und die Keimung und den Feldaufgang bestmöglich beschleunigt.

### **Stand der Wissenschaft**

Das Acker-Hellerkraut ist ein Selbstbefruchter mit 10–20 % Auskreuzungsrate (Insekten). Die Pflanzen sind diploid ( $2n = 14$ ) und bilden als Fruchtform Schötchen mit 5–16 Samen je Schötchen und 1.000–20.000 Samen je Pflanze. Die Tausendkornmasse liegt bei 1,0–1,5 g. Innerhalb einer Population zeigen kleine Samen geringere Keimfähigkeiten als große Samen (Susko und Cavers, 2008)<sup>2</sup>. Acker-Hellerkraut ist eine quantitative Langtagpflanze, d. h. länger werdende Tage beschleunigen die Entwicklung, kürzer werdende Tage verlangsamen die Entwicklung. Eine Blüte unter Kurztagbedingungen ist aber auch möglich. Die Art ist sowohl sommer- als auch winterannuell, d. h. die heruntergefallenen Samen keimen vornehmlich im Herbst desselben oder im Frühjahr des darauffolgenden Jahres. Unter Praxisbedingungen ist eine Keimung von Samen in der Bodensamenbank nach vier Jahren selten, allerdings ist eine Keimung nach Freiräumen der Fläche nach zehn Jahren auch noch möglich.

Die Samen können beim Samenfall im Juni bis August primär dormant sein. Diese Dormanz geht binnen etwa vier Wochen trockener Nachreife spontan verloren, bei höheren Temperaturen schneller als bei niedrigeren. Nicht-dormante Samen reagieren deutlich auf hell-rot und dunkel-rot entsprechend dem Phytochrom-Mechanismus. Auch ein Blätterdach verhindert die Keimung. Des Weiteren ist Acker-Hellerkraut eine erfolgreiche Pionier-Pflanze. Eine mechanische Skarifizierung oder eine mit Säure fördert die Keimung, z. B. konzentrierte Schwefelsäure ( $H_2SO_4$ ) für 60 Sekunden. Bei der Keimung sind die Samen relativ empfindlich bezüglich Sauerstoffmangel und Trockenstress. Im Boden keimen Samen nicht mehr aus Tiefen  $> 6$  cm. Die Keimung im Sommer erfolgt nur sporadisch, höhere Feldaufgänge sind mit Bewässerung erreichbar.

Innerhalb der Art gibt es zwei genetisch fixierte Linien:

1. *Early flowering* (EF): Die Pflanzen benötigen 30–50 Tage bis zur Blüte, verharren dabei nicht in einem Rosettenstadium, sind genetisch stabil (= selbst erhaltend). Morphologisch ist der Typ an nur schwach geschlitzten Blättern zu erkennen.
2. *Late flowering* (LF): Die Pflanzen benötigen 90–150 Tage bis zur Blüte, was typischerweise ein ausgeprägtes Rosettenstadium beinhaltet. Die Linie ist genetisch aufspaltend (d. h. Nachkommen aus Selbstungen oder Fremdbestäubungen innerhalb der Linie sind nicht nur LF sondern auch (wenige) EF). Die Pflanzen zeigen stark geschlitzte Blätter.

Das Merkmal EF ist rezessiv, d. h. nur reinerbig rezessive Pflanzen blühen früh. Heterozygote und reinerbig dominante blühen spät.

Weiterhin gibt es zwei verschiedene Formen:

---

<sup>2</sup> Susko, D. J. und Cavers, P.B. 2008. Seed size effects and competitive ability in *Thlaspi arvense* L. (*Brassicaceae*). In *Botany*, 86, 259-267.

1. *Summer annuals* (SA): Diese keimen im Frühjahr und blühen etwa einen Monat später im Jahr als die andere Form. Zu den SA gehören mehr EF als LF Pflanzen. Die Pflanzen sind im Schnitt kleiner, haben weniger Triebe und produzieren auch kleinere Samen.

2. *Winter annuals* (WA): Diese keimen im Herbst und blühen im darauffolgenden Jahr früher als die SA, da sie eher LF Pflanzen enthalten, die durch ihre Rosette zu Vegetationsbeginn einen Vorsprung haben im Vergleich zu den erst im Frühjahr keimenden SA. Wohl auch deshalb produzieren sie mehr Triebe und vergleichsweise große Samen.

Bei den WA können die Samen (von EF und LF Pflanzen) nach Verlust der primären Dormanz im Herbst keimen. Bei ausbleibender Keimung induzieren die kühlen Temperaturen im Winter eine sekundäre Dormanz (6 °C, > 2 Wochen), die umso tiefer ist, je länger die Kälte einwirkt und die nicht durch Licht oder kurze Nachreife, sondern erst durch 24 Wochen einwirkende hohe Temperaturen im darauffolgenden Sommer (oder GA<sub>3</sub> im Labor) wieder gebrochen werden kann. Deshalb sind die WA Samen im Frühjahr dormant und keimen erst wieder im Herbst.

Bei den SA gibt es die These, dass die SA Pflanzen trotz EF während des Jahres später in der Entwicklung sind, deshalb auch später abreifen und die primäre Dormanz, die im Sommer nicht gebrochen wird, den Herbst über noch anhält, so dass die Samen im Herbst nicht mehr keimen können. Bei den noch primär dormanten Samen wird während des Winters keine oder eine nur unzureichende Kälte-Dormanz induziert, so dass bei den starken Wechseltemperaturen im Frühjahr die Keimung erfolgen kann.

- 
- Andersson, L. und Milberg, P. 1998. Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. *Seed Sci. Res.*, 8, 29-38.
- Baskin, J.M. und Baskin, C.C. 1989. Role of temperature in regulating timing of germination in soil seed reserves of *Thlaspi arvense* L. *Weed Research*, 29, S. 317-326.
- Best, K.F. und McIntyre, G.I. 1975. The Biology of Canadian weeds 9. *Thlaspi arvense* L. *Can. J. Plant Sci.*, 55, 279-292.
- Hargurdeep, S.S., Bassi, P.K., Goudey, J.S. und Spencer, M.S. 1987. Breakage of seed dormancy of field pennycress (*Thlaspi arvense*) by growth regulators, nitrate, and environmental factors. *Weed Sci.*, 35, 802-806.
- Hazebroek, J.P. und Metzger, J.D. 1990. Environmental control of seed germination in *Thlaspi arvense* (*Cruciferae*). *Amer. J. Bot.*, 77, 945-953.
- Hsiao, A.I. 1980. The effect of sodium hypochlorid, gibberellic acid and light on seed dormancy and germination of stinkweed and wild mustard. *Can. J. Plant Sci.*, 60, S. 3-9.
- Hume, L. 1990. Influence of emergence date and strain on phenology, seed production and germination of *Thlaspi arvense* L. *Bot. Gaz.* 151(4), 510-515.
- Hume, L. 1994. Maternal environment effects on plant growth and germination of two strains of *Thlaspi arvense* L. *Int. J. of Plant Sci.*, 155, S. 180-186.
- Klebesadel, L.J. 1969. Life Cycles of Field Pennycress in the subarctic as influenced by time of seed germination. *Weed Sci.*, 563-566.
- McIntyre, G.I. und Best, K.F. 1978. Studies on the flowering of *Thlaspi arvense* L. IV. Genetic and ecological differences between early- and late-flowering strains. *Botanical Gazette*, 139, S. 190-195.

## **Arbeitspakete**

Auf Grundlage der Ziele wurden für das Teilprojekt folgende drei Arbeitspakete (AP) erstellt:

AP 1: Sammlung von Acker-Hellerkraut-Samen auf landwirtschaftlichen Feldern und Feldversuche zur Bestimmung des Anbauzeitraums für optimale Saatgutqualität

Aufgrund der besonderen Dormanztiefe und -struktur (welche die Ursache für die Unterschiede zwischen der Sommer- und der Winterform sind), wurden bei Acker-Hellerkraut im Jahr 2015 Samen von Unkrautpflanzen auf landwirtschaftlichen Flächen gesammelt, um deren Dormanzverhalten zu bestimmen. Ziel war es, von fünf verschiedenen Feldern jeweils so viel Material zu sammeln, dass damit einerseits Versuche zur Dormanzbrechung und andererseits Saatgutvermehrung mit gleichzeitiger Auftrennung in die Sommer- und die Winterform erfolgen kann. Das gesammelte lokale Saatgut sowie Saatgut internationaler Herkünfte wurde zeitlich gestaffelt zu fünf Aussatterminen an zwei Standorten ausgesät. Zu den entsprechend zeitlich gestaffelten Ernten wurden die Samen geerntet und hiermit Versuche zur Dormanzbrechung durchgeführt.

AP 2: Laborversuche zur Brechung der Dormanz und Bestimmung der Dormanztiefe

Zunächst wird in Screening-Versuchen die generelle Eignung der verschiedenen bekannten Methoden zur Dormanzbrechung unter Variierung der Parameter der entsprechenden Methoden geprüft. Dann werden die so ermittelten besten Methoden auf die verschiedenen Herkünfte angewandt, um deren Dormanzverhalten zu beschreiben. Die Versuche zur Vorkühlung, die nach bisherigen Vorversuchen die größten Erfolge gebracht hatten, werden dabei auf einen Gradiententisch durchgeführt, der in einem etwa vier Wochen dauernden Durchlauf die Prüfung der dormanzbrechenden Wirkung von 196 verschiedenen Temperaturprofilen erlaubt. Hierdurch kann ein sehr differenziertes Dormanzprofil der internationalen Herkünfte und des gesammelten und geernteten Saatguts erstellt werden.

AP 3: Laborversuche zum Priming und Anbauversuche im Feld zur Verifizierung des Primingeffekts

Primingverfahren dienen der Keimbeschleunigung und bestehen aus einer Einquellung und anschließender Rücktrocknung des Saatguts. Bei Kreuzblütlern (*Brassicaceae*) haben sich das Hydropriming und das Osmopriming als oft geeignet herausgestellt. Aus praktischen Gründen wäre ein „*Controlled hydration*“-Verfahren unter kühlen Bedingungen vorzuziehen, da durch die Kälte und ggf. die Zugabe von  $\text{KNO}_3$  oder Gibberellinsäure in geringsten Mengen die Dormanz gebrochen werden könnte und gleichzeitig eine spätere Feldaufgangsbeschleunigung erreicht werden könnte.

## **Ergebnisse und Diskussion**

AP 1: Sammlung

In 2013 und 2014 wurden an vier Standorten in Baden-Württemberg Saatgut von jeweils Sommerformen im Juni bis September und Winterformen im März/April gesammelt (also insgesamt acht Proben). Das Bild rechts zeigt die Pflanzen Oberer Lindenhof Juli 2014 (Thla-18). Leider war

das Saatgut, welches im Frühjahr auf dem Oberen Lindenhof gesammelt wurde, so stark verpilzt und von so geringer Menge, dass diese Ernte nicht in die Versuche einbezogen werden konnte. Das Saatgut wurde gereinigt, dessen Ausgangsqualität (Reinheit, Keimfähigkeit und Tausendkornmasse) bestimmt und bei 5 °C und 30 % rel. Luftfeuchte eingelagert. Es stand so gela-



gert für weitere Versuche zur Verfügung.

Zusätzlich standen von einem Projektpartner des Verbundvorhabens Saatgutproben von vier Sorten zur Verfügung, wobei von zwei Sorten so wenig Material verfügbar war, dass dieses an der Universität Hohenheim (Heidfeldhof) auf jeweils etwa 300 m<sup>2</sup> zwischenvermehrt werden mussten. Des Weiteren erhielten wir von der Genbank des IPK in Gatersleben Saatgut von 30 Akzessionen, jeweils etwa 150 Samen. Diese stammen aus Europa, insb. Osteuropa, Asien und Nordamerika. Im Projektverlauf wurde das Erntegut der Projektpartner in Hohenheim untersucht und eingelagert. Das Erntegut, welches dann in weiteren Versuchen in Hohenheim verwendet wurde, ist mit dem Erntegut andere Herkünfte zusammen in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Gesammelte Saatgutproben sowie weitere Herkünfte von Acker-Hellerkraut für das Projekt mit Eingangskeimfähigkeit im Juni 2015 ohne Vorbehandlung und Tausendkornmasse TKM.

| Herkunft                                | Jahr | Menge<br>[g] | interne<br>Nr. | Keimfähigkeit<br>[g] | TKM<br>[g] |
|---|------|--------------|----------------|----------------------|------------|
| Sammlung Heidfeldhof, März<br>(WA)      | 2014 | 18           | Thla-15        | 11                   | 1,02       |
| Sammlung Heidfeldhof, Juli (SA)         | 2014 | 70           | Thla-22        | 4                    | 1,15       |
| Sammlung Kleinhohenheim, April<br>(WA)  | 2014 |              | Thla-25        | 7                    | 1,27       |
| Sammlung Kleinhohenheim, Juli<br>(SA)   | 2014 | 530          | Thla-23        | 15                   | 1,12       |
| Sammlung Ihinger Hof, März (WA)         | 2014 | 43           | Thla-14        |                      | 1,28       |
| Sammlung Ihinger Hof, September (SA)    | 2014 | 550          | Thla-24        | 22                   | 1,08       |
| Sammlung Oberer Lindenhof, Juli<br>(SA) | 2014 | 1385         | Thla-18        | 3                    | 1,50       |
| Spring32, Leuphana, (SA)                | 2013 | 750          | Thla-01        | 11                   | 1,05       |
| Patton, Leuphana, 1. Absaat (WA)        | 2012 | 88           | Thla-08        | 51                   | 1,14       |
| Sorte A, Leuphana                       | 2010 | 5            | Thla-09        |                      | 1,18       |
| Sorte B, 1. Absaat                      | 2013 | 1,5          | Thla-11        |                      | 0,63       |
| 30 Akzessionen vom IPK                  | 2015 |              | Thla-28–<br>57 |                      |            |
| Ernte Obernhagen, 2. Termin<br>Spring32 | 2015 | 688          | Thla-80        |                      |            |
| Ernte Obernhagen, 2. Termin<br>AK34W    | 2015 | 436          | Thla-75        |                      |            |
| IPK Probe zwischenvermehrt              | 2015 | 18           | Thla-36–<br>01 | 78                   | 1,22       |
| IPK Probe zwischenvermehrt              | 2015 | 24           | Thla-53–<br>01 | 76                   | 0,94       |

Um vom IPK-Material mehr Saatgut für Versuche zur Verfügung zu haben, wurden im Juli 2015 und im September 2015 Zwischenvermehrungen in zwei Freiland-Gefäßversuchen mit jeweils 10 Pflanzen je Akzession angebaut. Beide Versuche wurden geerntet und das Erntegut wurde gereinigt und die TKM und Keimfähigkeit wurden bestimmt. In Einzelfällen wurde auch dieses Erntegut in weiteren Versuchen verwendet. Diese Proben sind ebenfalls in Tabelle 1 aufgeführt.

#### AP 1: Saatzeitversuche

Für Saatzeitversuche war das Jahr 2015 bei Projektstart zu weit fortgeschritten. Deshalb wurden in 2015 keine Feldversuche zu diesem Zweck angelegt. Das Frühjahr 2016 war sehr kalt und

nass an den in Hohenheim zur Verfügung stehenden Versuchsstandorten. Aussaaten im April misslangen völlig, die Versuche wurden aufgegeben. Auswertbare Versuchsergebnisse wurden am Standort Heidfeldhof mit drei Aussaaten im Mai und Juni erreicht. Es wurden vier Sommerformen ausgesät. Die Aussaaten erfolgten von Hand in etwa 2 cm Tiefe. Je Parzelle wurden 200 Samen ausgesät. Der Aufgang, die Anzahl der Ertrag liefernden Pflanzen, der Ertrag je Parzelle, die Tausendkornmasse und die Keimfähigkeit des Ernteguts wurden bestimmt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 dargestellt.

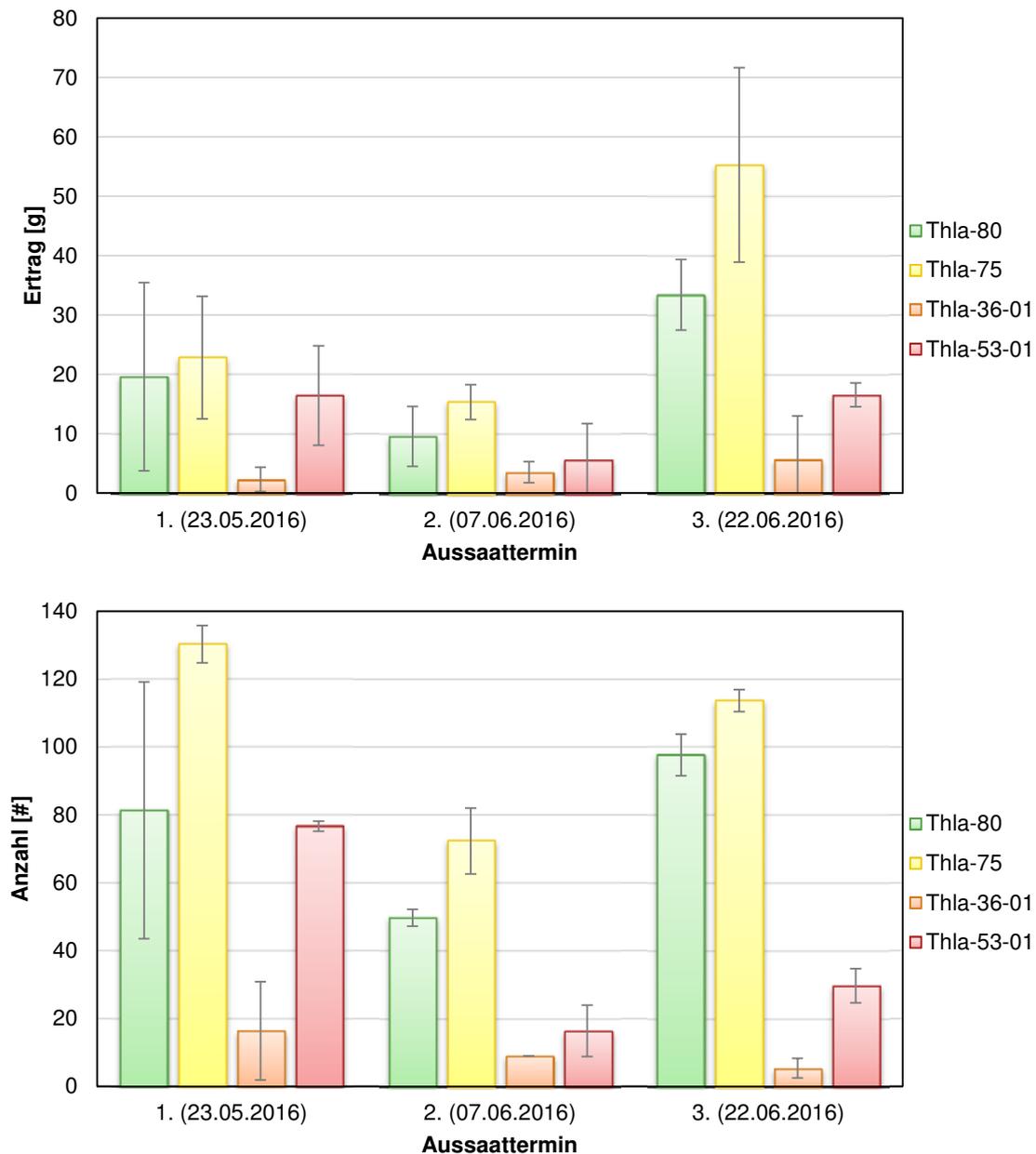


Abbildung 1: Samenertrag (oben) und Pflanzenanzahl (unten) pro Parzelle (0,5 m<sup>2</sup>) von vier Acker-Hellerkraut Proben zu drei verschiedenen Aussaatterminen (Mittelwerte und Standardabweichungen von drei Wiederholungen).

Für drei der vier ausgesäten Proben wurden die höchsten Erträge bei der dritten Aussaat am 22.06. erzielt, bei der vierten Probe war der Saattermin ohne Auswirkungen auf den (relativ niedrigen) Ertrag. Die Tausendkornmasse und die Keimfähigkeit des Ernteguts war ebenfalls bei der späten Aussaat tendenziell höher, ohne jedoch eine signifikante Hauptwirkung des Faktors Saatzeitpunkt zu erreichen.

Die Hauptursache für die unterschiedlichen Parzellenerträge war die Anzahl Samen tragender Pflanzen. Somit kann als generelle Aussage festgehalten werden, dass Acker-Hellerkraut bei relativ später Aussaat bis in die zweite Junihälfte hinein höhere Saatguterträge liefert, als bei früher Aussaat unter widrigen Bedingungen. Dies ist im Hinblick auf das Ziel des Projekts, das Acker-Hellerkraut als Zwischenfrucht zu nutzen, ein günstiges Ergebnis.

#### AP 2: Laborversuche zur Brechung der Dormanz und Bestimmung der Dormanztiefe

Die in Tabelle 1 dargestellten Ausgangs-Keimfähigkeiten belegen ein Dormanzproblem bei den verschiedenen Herkünften. Allein bei Thla-08, Thla-36-01 und Thla-53-01 ist die Keimfähigkeit nahe dem akzeptablen Bereich. Um das Dormanzniveau explizit zu quantifizieren war zunächst die Etablierung einer Methode für die Bestimmung der Lebensfähigkeit bei Acker-Hellerkraut erforderlich. In Anlehnung an die ISTA-Methode für Raps wurde folgende Methodenvorschrift entwickelt:

1. Es ist keine Vorbehandlung der Samen vor dem Einquellen erforderlich.
2. Einquellen der Samen in Wasser bei Raumtemperatur (20–30 °C) für 4–6 Stunden.
3. Abschneiden einer kleinen Kappe am Nabel beginnend und zwar auf der stärker ausgebeulten Kotyledonen-Seite des Samens ohne dabei die auf der anderen Seite liegende Keimwurzel zu verletzen. Die Schnittlänge sollte etwa 1/3 des Umfangs des Samens ausmachen.
4. Inkubieren der angeschnittenen Samen in 1 % TTC-Lösung bei 30 °C für 18 Stunden.
5. Zur Auswertung den Embryo durch die geschnittene Öffnung aus der Samenschale so herausdrücken, dass die Wurzel nicht abbricht und beurteilen.



6. Lebensfähige Samen sind solche, deren Keimblätter zu mind. 50 % von der basalen Seite her gefärbt sind und deren Keimwurzel und Plumula vollständig gefärbt sind. Nachfolgende Bilder zeigen zwei nicht lebensfähige Embryonen.



Von allen in Tabelle 1 aufgelisteten Proben wurde nach dieser Methodenvorschrift die Lebensfähigkeit bestimmt. Die Lebensfähigkeiten lagen alle über 95 %, also sehr hoch. Damit waren deutliche Dormanzerscheinungen als Differenz zwischen Lebensfähigkeit und Keimfähigkeit belegt. Für die Dormanzbrechung wurden folgende sieben Methoden angewendet: Säureskarifizierung, Behandlungen mit  $\text{KNO}_3$ , Behandlungen mit Driselase®, Behandlungen mit Heißwasser, Auto-allelopathische Effekte während der Keimung, Behandlungen mit Ethylen und Behandlungen mit Gibberelline. Die beste Behandlung war jene mit Gibberellinsäure. Die Methode und die Ergebnisse sollen im Folgenden genauer vorgestellt werden.

Für die Behandlung mit Gibberelline wurden die Samen in Lösungen eingequollen, dann zurückgetrocknet und anschließend in einem Keimversuch mit Wasser eingekeimt. Gibberelline sind die Phytohormone, mit der eine bestehende Dormanz, in Abhängigkeit von deren Art, gebrochen werden kann. Im Rahmen einer Bachelor-Arbeit<sup>3</sup> wurde das Potential dieser Art der Dormanzbrechung genauer untersucht und hierfür wurden die Gibberelline  $\text{GA}_3$  (Gibberellinsäure),  $\text{GA}_{4+7}$  und ein kommerzieller Wachstumsregler (GIBB Plus, Globachem NV) aus dem Bereich des Obstbaus, der  $\text{GA}_{4+7}$  enthält, ausgewählt. Es konnte gezeigt werden, dass eine nahezu vollständige Dormanzbrechung aller Proben möglich war (Abbildung 2).

Unterschiede zwischen den Gibberellinen  $\text{GA}_3$ ,  $\text{GA}_{4+7}$  und GIBB PLUS waren nur marginal. Das Ansetzen der Lösung und die Brechung der Dormanz mittels des kommerziellen Produkts war, verglichen mit den übrigen Gibberellinen, die einfachste und auch günstigste Methode, so dass hier eine Anwendungsempfehlung abgeleitet werden konnte.

### AP 3: Priming

<sup>3</sup> Ihringer, K. (2016). Brechung der Dormanz von Samen des Acker-Hellerkrautes durch Vorbehandlung mit Gibberellinsäure. Bachelor-Arbeit, Universität Hohenheim, Fg. Saatgutwissenschaft und -technologie, unveröffentlicht.

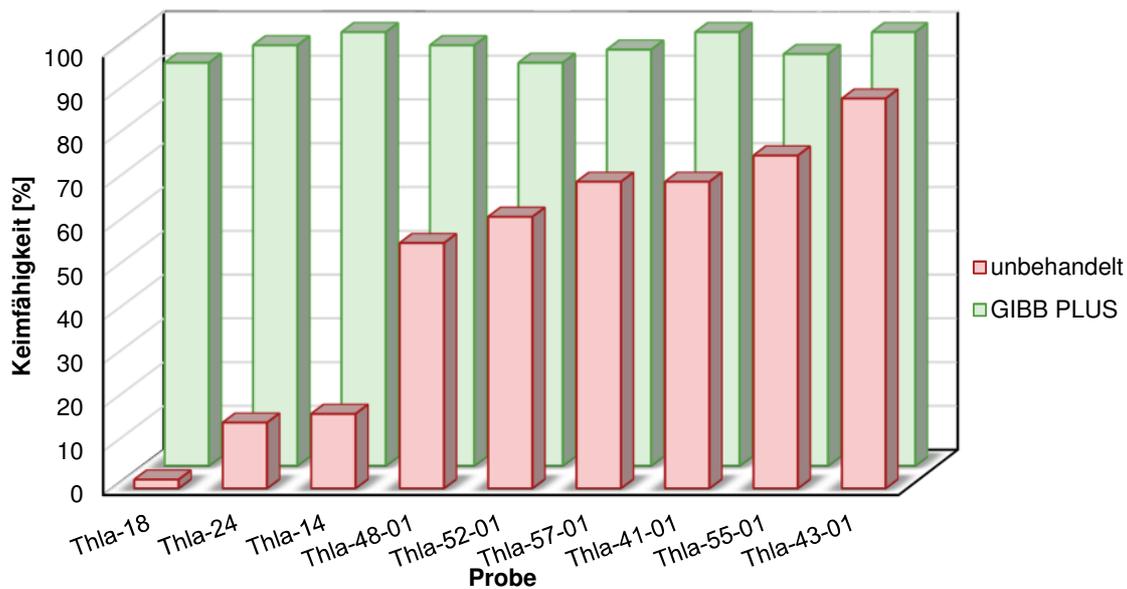


Abbildung 2: Keimfähigkeit von neun Proben Acker-Hellerkraut vor und nach einer 16-stündigen Einquellung in einer 0,003%igen „GIBB PLUS“-Lösung und Rücktrocknung.

Aus den Ergebnissen der vorherigen Arbeitspakete ergaben sich für das Priming folgende Schlussfolgerungen:

1. Die Vorkühlungsversuche (Daten nicht gezeigt) waren allesamt erfolglos, die Keimfähigkeit der untersuchten Proben konnte nicht verbessert werden. Deshalb ist es unwahrscheinlich, dass Priming-Behandlungen bei niedrigen Temperaturen erfolgreich sein werden. Daher wurden Priming-Behandlungen bei 20 °C durchgeführt.
2. Da bei fast allen untersuchten Proben eine förderliche Wirkung des Salzes Kaliumnitrat auf die Keimfähigkeit festgestellt wurde (Daten nicht gezeigt), war es naheliegend, für das Osmoprining ebenfalls Kaliumnitrat zu verwenden und nicht andere Salze oder PEG. Deshalb wurden Primingversuche mit unterschiedlichen Kaliumnitrat-Konzentrationen vorgenommen, die somit Hydro-, Halo- und Osmoprining abdecken.
3. Da sich im Verlauf des Projektes bestätigte, dass sich die Dormanztiefe der Proben während der Saatgutlagerung verringert, sollte der Nutzen einer Priming-Behandlung letztendlich an möglichst frisch geerntetem Material geprüft werden. Deshalb wurden für die abschließenden Feldversuche Saatgutproben aus der letztjährigen Ernte (2016) verwendet.

Für das Priming wurden in dem ersten Versuch zwei verschiedene Methoden verwendet:

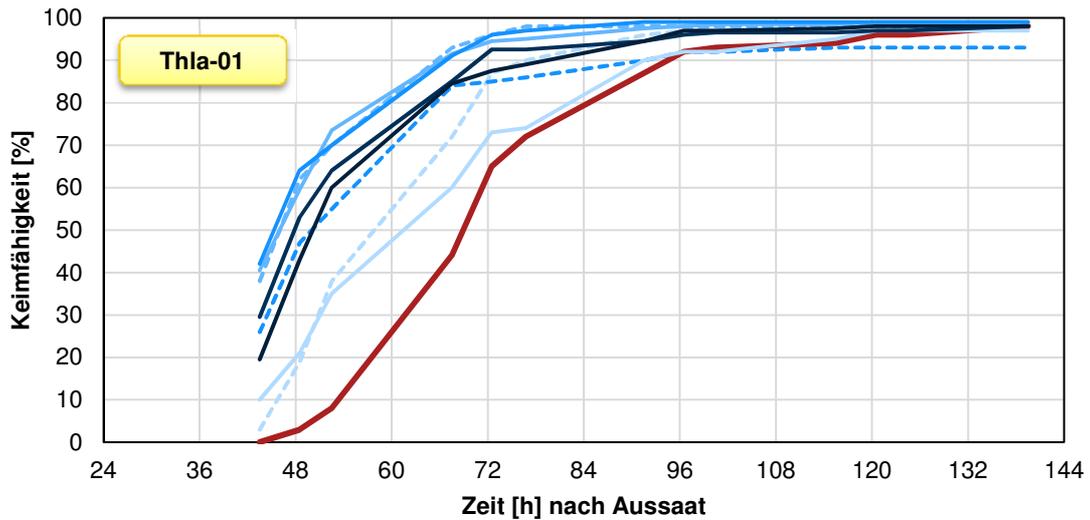
1. Priming der Samen direkt in einer belüfteten Lösung in einer Gaswaschflasche. Diese Methode ist technisch relativ einfach zu realisieren und kann gut auf größere Anlagen hochskaliert werden. Der Nachteil ist, dass die Samen trotz der Belüftung der Lösung relativ schlecht mit Sauerstoff versorgt sind und deshalb bei empfindlichen Arten der beginnende Keimungsstoffwechsel geschädigt wird.

2. Priming auf einem befeuchteten Filtrierpapier (TP). Diese Methode erlaubt eine bessere Belüftung der Samen, eine langsamere Befeuchtung und auch eine bessere Kontrolle der Samen, sie ist allerdings aufwändiger, platzineffizient und schlechter hochskalierbar.

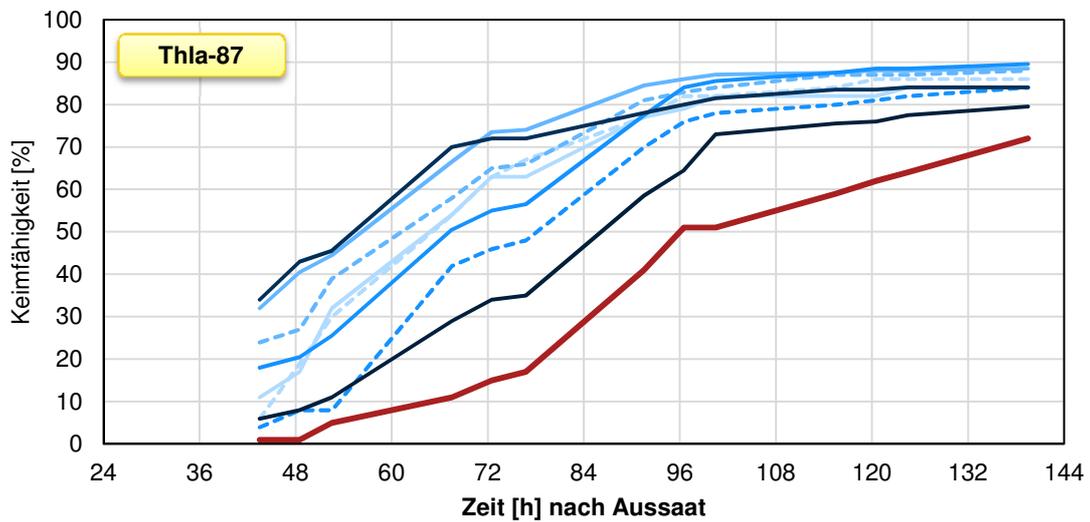
In beiden Methoden wurden Priminglösungen mit 0, 5, 10, 15, 20 g  $\text{KNO}_3/\text{l}$  verwendet, wobei bei der ersten Methode mit Gaswaschflaschen auf die beiden höchsten Konzentrationen auf Grund von Erfahrungswerten verzichtet wurde. Die Dauer der Priming-Behandlung hängt von der Probe und der Kaliumnitrat-Konzentration ab. Deshalb wurde zunächst ein Vorlauf angelegt, in welchem die Zeit bis zum ersten sichtbaren Keimen eines Samens gemessen wurde. Diese Zeitspanne wurde dann um 20 % reduziert und für die eigentliche Priming-Behandlung verwendet.

Zunächst wurde an zwei Proben (Thla-01 und Thla-87) ein Priming in einer Flasche und auf Papier mit den o. g.  $\text{KNO}_3$ -Konzentrationen durchgeführt. Die anschließend durchgeführten Keimversuche ergaben die in Abbildung 3 dargestellten Keimkurven.

Deutlich ist zu erkennen, dass die Priming-Behandlung eine Beschleunigung der Keimung bewirkte bei gleichzeitig im wesentlichen unveränderter Endkeimfähigkeit. Bei der Probe Thla 87 war der Priming-Effekt wesentlich stärker als bei der Probe Thla 01. Allerdings ergab sich auch, dass das Priming auf Papier bei Acker-Hellerkraut zu deutlich schnellerem Keimverlauf führte als das Priming in der Flasche.



— nicht-geprimte Kontrolle    - - - 0    - - - 5    - - - 10    - - - 15    - - - 20



— nicht-geprimte Kontrolle    - - - 0    - - - 5    - - - 10    - - - 15    - - - 20

Abbildung 3: Keimkurven von Thla-01 (oben) und Thla-87 (unten) nach einer Priming-Behandlung. Gestrichelte Linien zeigen die Ergebnisse von Priming in einer Gaswaschflasche und durchgezogenen zeigen die auf Papier. Der Legende und dem Farbverlauf zwischen den Linien ist die Kaliumnitrat-Konzentration der Priminglösung zu entnehmen.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Acker-Hellerkraut ist als typisches Unkraut im Pflanzenbau bekannt. Vergleichende Studien in der Vergangenheit haben gezeigt, dass die Art sich an sehr viele Standorte weltweit angepasst hat. Aufgrund dessen kann zwischen vielen Herkünften unterschieden werden. Ökologisch betrachtet kann bei Acker-Hellerkraut zwischen sommer- und winterannuellen Formen unterschieden werden und auch zwischen früh- und spät-blühenden Lienen.

Die Grundidee des hier vorgestellten Verbundvorhabens war es u. a., die Inkulturnahme der Wild-Art Acker-Hellerkraut zu prüfen. Der Fokus hierbei sollte auf der Inkulturnahme auf temporären Brachen in einer bestehenden Fruchtfolge liegen. Da es sich allerdings bei Acker-Hellerkraut um eine Wild-Art handelt, weisen die Samen der Art typischerweise ein ausgeprägtes Dormanzverhalten auf, was eine Inkulturnahme erschwert oder bisweilen unmöglich macht. An diesem Punkt setzte das Teilvorhaben 3 an, um eine Dormanz möglichst vollständig zu brechen und das Keimverhalten zu optimieren.

Ein Teil der bis zum Zeitpunkt der hier vorgestellten Zusammenfassung ausgewerteten Ergebnisse zeigen, dass eine Dormanz vollständig gebrochen werden kann. Die Dormanzbrechung erfolgt dabei durch Quellen und anschließender Rücktrocknung der Samen in einer wässrigen Lösung mit Gibberellinen (GA<sub>7+4</sub>). Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass das Keimverhalten durch eine Priming-Behandlung deutlich optimiert werden konnte. Durch eine Behandlung keimten bereits nach 48 h 40–60 % mehr Samen im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle. Mittels saattguttechnologischer Methoden kann somit Saatgut von Acker-Hellerkraut behandelt werden, um es mit einer hohen Keimfähigkeit zu produzieren, was eine Inkulturnahme dieser Art erheblich erleichtert.

Es bleibt abzuwarten, was die Ergebnisse der restlichen Teilvorhaben im Projekt sind, bei denen die ökonomischen und pflanzenbautechnischen Potentiale der Inkulturnahme von Acker-Hellerkraut genauer untersucht werden. Festzuhalten ist allerdings, dass die Idee der Inkulturnahme von Acker-Hellerkraut bei gleichzeitiger Nutzung temporärer Brachflächen sehr interessant ist und es daher vereinzelt bereits Züchtungsprogramme zur Sortenentwicklung gibt.

# **Entwicklungen bei den Strukturen und im Zulassungsverfahren für kleine Kulturen im nationalen und europäischen Rahmen**

Dr. Franziska Waldow, Dr. Mario Wick

Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung

## **1 Einleitung**

Lückenindikationen im Pflanzenschutz (Anwendungsgebiete von geringfügigem Umfang oder geringer gesamtwirtschaftlicher Bedeutung) beschäftigen uns bereits Jahrzehnte. Die Problematik hat jedoch sowohl national als auch international keineswegs an Brisanz verloren, weshalb in Deutschland, der Europäischen Union und auch weltweit große Anstrengungen unternommen werden, die Lücken voranzubringen. Auf dem Gebiet der kleinen Anwendungen hat sich in den vergangenen drei Jahren sowohl in Deutschland als auch in der Europäischen Union viel getan. Arbeiten auf nationaler und EU-Ebene werden dabei mehr miteinander verzahnt.

## **2 Nationale Entwicklungen**

In Deutschland wurden die seit langem bestehenden und vielfach bewährten Strukturen und Zuständigkeiten den geänderten rechtlichen Rahmenbedingungen angepasst. Zum 1. August 2014 wurde die Bund-Länder-Arbeitsgruppe Lückenindikationen (BLAG-LÜCK) und ihre spartenbezogenen Unterarbeitsgruppen (UAG) gegründet. Diese ersetzt den bisherigen Arbeitskreis Lückenindikationen (AK-LÜCK) mit seinen Unterarbeitskreisen (UAK) aus dem Jahr 1993.

Das „Modellvorhaben Lückenindikationen - Verbesserung der Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln für kleine Kulturen in Gartenbau und Landwirtschaft“ startete am 1. September 2013 und wurde in diesem Jahr bis zum 31. Juli 2020 verlängert. Es wurde eingerichtet, um vor dem Hintergrund des neuen EU-Zulassungsrechts modellhaft Verfahrenswege zum Schließen von Pflanzenschutzlücken zu entwickeln. Es unterstützt die deutschen Lückenarbeiten durch die Recherche von national und international verfügbaren Daten, Versuchen und Pflanzenschutzlösungen. Eine zentrale Aufgabe ist eine Koordination des Daten- und Wissenstransfers zwischen den nationalen und den EU-Lückenstrukturen. Nur durch die enge Kooperation mit den EU-Arbeitsgruppen wird gewährleistet, dass gemeinschaftlich Probleme bearbeitet und Ergebnisse genutzt werden.

Die Gründung der Commodity Expert Groups (CEG) auf EU-Ebene (s.u.) machte die direkte Mitarbeit der Landesexperten der UAG Lückenindikationen in diesen Arbeitsgruppen erforderlich. Da der Bund die Bundesrepublik nach außen vertritt, wurde mit Gründung der BLAG-LÜCK und Übertragung von Aufgaben auf dem Gebiet der Lückenindikationen an die Bundesländer die strukturelle und juristische Grundlage für eine erfolgreiche Mitarbeit in den EU-Gremien gelegt.

Ausführlichere Informationen können über das JKI Wissensportal ‚Lückenindikationen‘: <http://lueckenindikationen.julius-kuehn.de/> eingesehen werden.

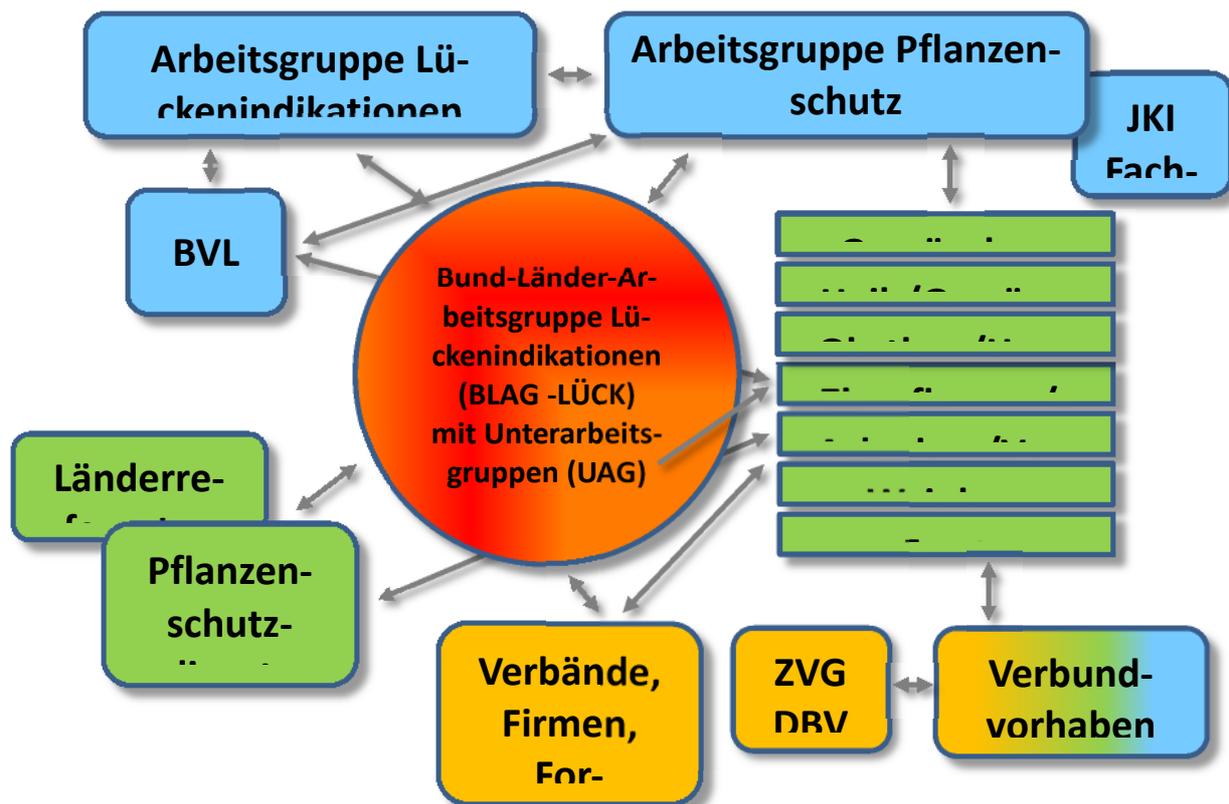


Abbildung 1:  
Übersicht über die nationalen Strukturen und Akteure auf dem Gebiet der Lückenindikationen

### 3 Entwicklungen auf EU-Ebene

Auf EU-Ebene wurden die Lückenarbeiten institutionalisiert und weiterentwickelt. Es haben sich effektive Strukturen gebildet, die es den Akteuren ermöglicht, gemeinschaftlich und arbeitsteilig die Herausforderungen bei den Lückenindikationen anzugehen. Die Strukturen auf EU-Ebene erweisen sich mittlerweile als recht komplex, da es den Beteiligten klar geworden ist, dass alle Ebenen, seien es die Verbände, Firmen, Behörden und die politische Ebene, eng zusammenarbeiten müssen, um auf diesem Gebiet voranzukommen. Deutschland ist in allen aufgeführten Struktureinheiten vertreten.

Zum 1. September 2015 nahm die Coordination Facility Minor Uses der EU (MUCF) ihre Arbeit auf. Neben der technischen Unterstützung der europäischen Lückenarbeitsgruppen (Commodity Expert Groups (CEG) und Horizontal Expert Group (HEG)) wurde das europäische Portal Lückenindikationen ‚EUMUDA‘ (European Minor Use Database), welches bisherig von Deutschland gehostet und inhaltlich betreut wurde, in die Verantwortung der Coordination Facility übergeben. In der EUMUDA wird jeder Mitgliedstaat eine Liste der Anbauflächen, sowie der großen und kleinen Kulturen und Anwendungen hinterlegen. Die Datenbank bietet die Möglichkeit der Verwaltung gemeinsamer Datenbestände und Informationen für Anbauer, Verbände und Firmen. Sie ist ein fester Bestandteil der Tätigkeiten der verschiedenen Arbeitsgruppen auf EU-Ebene geworden.

Die MUCF soll sich darüber hinaus zu einem zentralen Ansprechpartner für Lückenindikationen in Europa und weltweit entwickeln. In einem ersten Schritt wurden die ‚Terms of Reference‘ der CEGs und der HEG mit diesen Arbeitsgruppen abgestimmt und fixiert und somit die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Kooperation in der EU geschaffen. Es wurde eine Internetpräsenz erstellt. Geschäftssitz der neuen Institution ist bei der EPPO in Paris, diese ist für die technische Ausstattung der MUCF verantwortlich und verwaltet die Finanzen der Coordination Facility. Inhaltlich untersteht die MUCF der Steering Group Minor Uses (SG). Mitglieder der SG sind die EU Kommission (KOM), die EPPO, Deutschland, Frankreich und die Niederlande. Hierbei übernimmt die KOM eine Hälfte der Finanzierung der Coordination Facility und die drei genannten Mitgliedstaaten die zweite Hälfte (Jahresbudget: 700 k€); eine gemeinschaftliche, langfristige Finanzierung durch alle Mitgliedstaaten ist in der Abstimmung.

Ausführlichere Informationen können über die Homepage der EU Minor Uses Coordination Facility: <https://www.minoruses.eu/> eingesehen werden.

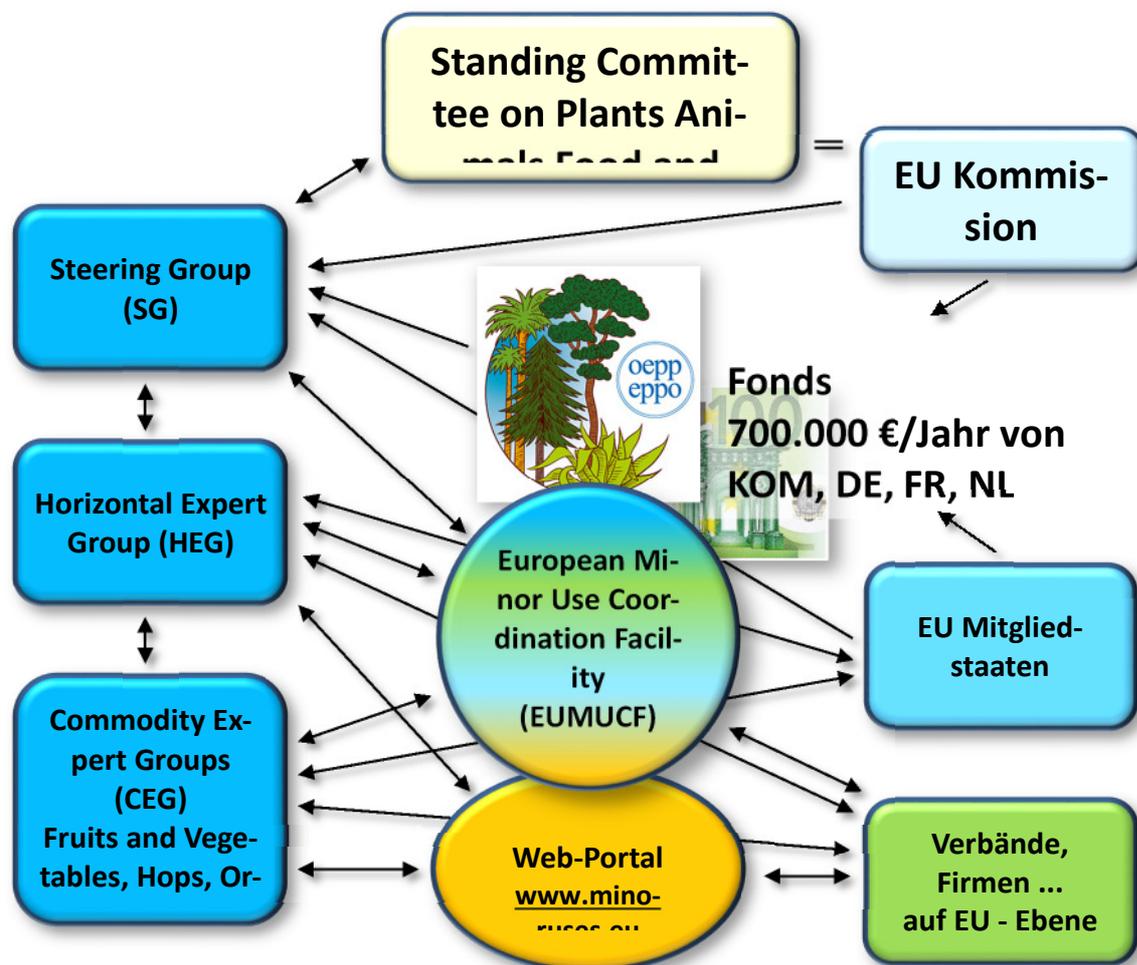


Abbildung 2:  
Übersicht über die europäischen Strukturen und Akteure auf dem Gebiet der Lückenindikationen

Auf EU-Ebene neu eingeführt wurde das „PlantProtectionProducts Application Management System“, kurz PPPAMS, ein gesichertes online-System der EU-Kommission zur Erfassung von Pflanzenschutzmittel (PSM)-Zulassungsanträgen. Es dient der Verbesserung der Information über zugelassene PSM

in der EU, in das die Antragsteller Daten zu ihren Anträgen eingeben. Seit Juni 2016 ist die Nutzung für die Eingabe von Notfallzulassungen Pflicht, die verpflichtende Eingabe wird für andere Antragsarten nach und nach folgen.

#### 4 Allgemeiner Stand der Zulassungssituation für Lückenindikationen

Die Möglichkeiten zum Schließen von Lücken werden für den Anbau vor allem von Kulturen des Obst-, Gemüse- und Zierpflanzenbaus weiterhin sehr stark genutzt. Auch im Bereich Gräser, Klee und Zwischenfrüchte sind aktuell 82 Anwendungsgebiete (AWG) über das Lückenverfahren zugelassen sowie 24 AWG zur Zulassung beantragt. Insgesamt sind über das Lückenverfahren derzeit 2.196 AWG praxisverfügbar (incl. AWG mit Aufbrauchfrist) und weitere 1121 AWG beim BVL in Bearbeitung. Der hohe Stand an Art.51-Anträgen in der Bearbeitung verdeutlicht, dass der Stau bei der Antragsbearbeitung nicht nur bei der zonalen Zulassung ein Problem darstellt. Verzögerungen bei den Hauptanträgen wirken direkt auf die daran hängenden Lückenanträge zurück.

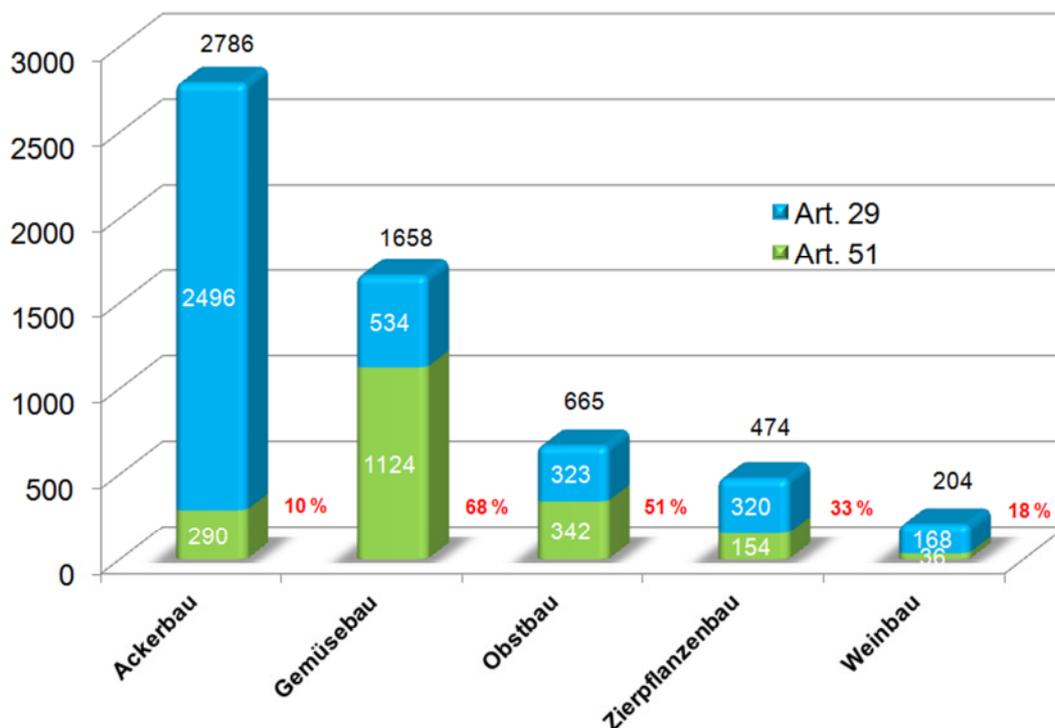


Abbildung 3:  
Zugelassene Anwendungen (ohne Übertragungen, Stand Oktober 2017)

Trotz der mittlerweile sehr guten Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Lückenindikationen gestaltet sich die Pflanzenschutzmittel-Zulassung für kleine Anwendungen mitunter sehr schwierig. Anträge auf zonale Zulassung und gegenseitige Anerkennung funktionieren noch nicht gut und werden nur selten gestellt. Einerseits ist das Zulassungsverfahren deutlich aufwändiger als das frühere nationale Verfahren geworden, andererseits gibt es jedoch noch immer ‚nationale Besonderheiten‘ im Zulassungsver-

fahren. So werden z.B. nicht in allen Mitgliedstaaten dieselben Modelle für die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt genutzt, der ‚Bericht erstattende Mitgliedstaat‘ bewertet nicht immer abschließend für die von der Zulassung mit ‚betroffenen Mitgliedstaaten‘, sodass diese selbst tätig werden müssen und der notwendige Informationsaustausch zwischen Mitgliedstaaten erfolgt noch nicht flüssig. Darüber hinaus existiert auch weiterhin das Problem des inhaltlichen Verstehens ausländischer Zulassungen. So unterscheidet sich der Inhalt von Kultur- und Schadorganismengruppen in den nationalen Zulassungen und die Angabe der Aufwandmengen in Raumkulturen ist noch nicht harmonisiert. Die national unterschiedliche Auslegung des Rechts für z.B. Art. 36 (3), Artikel 40, Art. 51 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 stellt ein weiteres, ernsthaftes Problem dar, welches eine Harmonisierung der Zulassung in der EU erheblich erschwert.

Mit dieser Situation sind die Antragsteller oft überfordert. Erschwerend kommt hinzu, dass es in den Mitgliedstaaten immer noch unterschiedliche Antragsformulare gibt.

Es bleibt abzuwarten, in welchem Ausmaß die seit August 2015 eingeführte Substitution von Wirkstoffen und die daraus folgende vergleichende Bewertung von Mitteln auf die Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln für Lückenindikationen durchschlägt. Von den 78 Substitutionskandidaten sind 34 für Lückenindikationen wichtige Wirkstoffe, die teilweise die einzige Pflanzenschutzlösung darstellen. Insbesondere bei Insektiziden existiert bereits eine kritische Situation in allen Kulturen, die sich noch verschärfen wird. Durch die anstehenden Neubewertungen weiterer Wirkstoffe auf EU-Ebene sind nicht nur für Insektizide, sondern auch für Fungizide und Herbizide Erschwernisse bei der Genehmigung und Mittelzulassung zu erwarten. Mit der Verpflichtung, nach einer Wirkstoffgenehmigung alle Zulassungen für Mittel, die diesen Wirkstoff enthalten, zu erneuern, kommt eine weitere Antragswelle auf die Antragsteller und Bewertungsbehörden zu.



# **Forschungsprojekte als Bindeglied zwischen praktischer Züchtung und Wissenschaft: Beispiele aus der Saatzucht Steinach GmbH & Co KG**

Christof Böhm, Saatzucht Steinach, Steinach

## 1. Historie der Saatzucht Steinach

Die Saatzucht Steinach entwickelte sich aus einem Gutsbetrieb im niederbayerischen Steinach, der nach dem Erwerb von Karl August von Schmieder im Jahre 1901 rasch zu einem Aushängeschild der modernen Landwirtschaft wurde. Gründe dafür waren die innovative Bewirtschaftung des Betriebes und ab 1904 die Selektion einzelner Grasarten. Ziel war, die gutseigene Futtergrundlage zu verbessern. Die erfolgreiche Grünlandbewirtschaftung auf dem Steinacher Gut und die Idee, Wissen und Erfahrungen auszutauschen und weiterzuvermitteln führten dazu, dass im Oktober 1919 in Steinach die Grünlandbewegung ins Leben gerufen wurde. 1920 wurde die Saatzucht Steinach gegründet und widmet sich seitdem der Züchtung von Futterpflanzen und ab den 40er Jahren der Selektion von Rasengräsern. Der Erwerb der Saatzucht Bornhof 1992 bereicherte die Zuchtprogramme um Lupinen, Roggen und Schafschwingel.

## 2. Züchtungsaktivitäten

Derzeit bearbeiten die Züchter der Saatzucht Steinach 30 Zuchtprogramme in 26 Arten mit 25 vollzeit-äquivalenten Arbeitskräften in vier Selektionsumwelten auf ungefähr 40 ha Fläche. Zahlreiche Saatgut-, Gewächshaus- und Laborarbeiten gehören zum festen Bestandteil der Züchtungsaktivitäten. Darüber hinaus erlaubt die Betriebsstruktur eine intensive Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für den praktischen Zuchtbetrieb.

## 3. Bedingungen der Sortenentwicklung

In der Entwicklung von Sorten beschreiten die Züchter oft einen langen Weg mit unsicherem Ausgang. Zum einen dauert die konventionelle Entwicklung einer Sorte 12-15 Jahre. Zum anderen ist die Zielvorgabe, in kurzer Zeit mit innovativen Sorten auf den Markt zu kommen.

Die Chancen der Sortenentwicklung liegen

- im Erfolg der **Forschungs- und Entwicklungsarbeit**
- in der **zeitlich verkürzten Sortenentwicklung**
- im Antizipieren der Marktsituationen und -bedürfnisse
- in der Kenntnis über die gesetzlichen Rahmenbedingungen
- in der Einführung neuer Sortentypen in Beratung und Vertrieb

## 4. Kooperationsprojekte

Um die Erfolgsaussichten in der **Forschungs- und Entwicklungsarbeit** zu erhöhen und lang dauerhaft die **Entwicklungszeit zu verkürzen** ist eine partnerschaftliche Zusammenarbeit mit Experten im Bereich Grundlagenforschung unabdingbar. Kooperationsprojekte mit Wissenschaft und Forschung erweisen sich als zentraler Schlüssel zum Erfolg.

Kooperationsprojekte unterstützen uns maßgeblich bei der Entwicklung

- von wertvollem und einzigartigem Zuchtmaterial
- von Selektionswerkzeugen
- von Hilfsmerkmalen zur Selektion
- von Strategien zur Maximierung des Selektionserfolges bei gleichzeitigen Erhalt der genetischen Vielfalt

Kooperationsprojekte unterstützen unsere Forschungspartner aus Universitäts-, Bundes- und Landesforschung da

- sich Forschungsrelevante Fragestellungen hauptsächlich in den Bereichen Genetik, Saatgutwissenschaften, Pflanzenphysiologie, Ökologie, Fernerkundung, Fahrzeug- und Messtechnik ergeben
- unsere gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse ein wissenschaftliches Novum sind und damit durch Publikationen einen Beitrag für die Wissenschaftsgemeinschaft leisten
- ihre Forschungsexpertise in einem sehr praxisrelevanten Feld zu tragen kommt
- sie einen Beitrag zu gesamtgesellschaftlichen Problemstellungen leisten, wie dem Klimawandel, der Ressourceneffizienz und dem Erhalt der Kulturpflanzenvielfalt

In den letzten 15 Jahren hat die Saatzucht Steinach 28 Kooperationsprojekte erfolgreich initiiert, davon sind aktuell fünf in Bearbeitung. In etwa 2,5 mio € an direkten Kosten sind der Saatzucht Steinach entstanden, die zu ungefähr 50 % durch den jeweiligen Projektträger gefördert wurden.

Der Vortrag zeigt einige Beispiele aus der Forschungszusammenarbeit der Saatzucht Steinach.

## Entwicklung von Rostresistenzmarker für *Lolium perenne*: Innovationen aus der Saatzucht Steinach GmbH & Co KG

Bojahr J<sup>1</sup>, Nhengiwa O<sup>1</sup>, Krezdorn N<sup>2</sup>, Rotter B<sup>2</sup>, Saal B<sup>1</sup>, Ruge-Wehling B<sup>4</sup>, Struck C<sup>3</sup>, Winter P<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Saatzucht Steinach GmbH & Co KG, Klockowerstr. 11, 17219 Bocksee

<sup>2</sup> GenXPro GmbH, Altenhöferallee 3, 60438 Frankfurt Main

<sup>3</sup> Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Professur Phytomedizin, Satowerstr. 48, 18059 Rostock

<sup>4</sup> Julius Kühn-Institut, Rudolf-Schick-Platz 3a, OT Groß Lüsewitz, 18190 Sanitz

### Einleitung

Durch die weltweite Verbreitung als Rasen- und Futtergras wird *Lolium perenne* von zahlreichen Krankheiten befallen. Die Züchtung von resistenten Sorten stellt bei der Bekämpfung dieser Pathogene die wirtschaftlich und ökologisch effizienteste Lösung dar (Dracatos et al. 2009b).

In der Grassamenvermehrung führt der Schwarzrost (*Puccinia graminis* f.sp. *graminicola*) zu hohen Ertragsverlusten (Welty und Barker 1992; Pfender 2009; Schubiger et al. 2010), die in unbehandelten anfälligen Beständen zum Totalausfall führen können (Pfender 2009). Symptome treten bei Schwarzrostbefall an der gesamten oberirdischen Pflanze auf, jedoch hauptsächlich am Stängel und den Blattscheiden (Leonard und Szabo 2005). Dort bilden sich kaffeebraune Uredosporenlager (Abb. 1) von 2 – 3 cm Länge, die häufig zusammenwachsen, streifenförmige Pusteln bilden und sich über den gesamten Halm ausbreiten. Dadurch wird die photosynthetisch aktive Fläche und Photosyntheseleistung der oberen Blattetagen und des Halmes reduziert (Hampton 1986). Des Weiteren wird der Transport von Assimilaten im Phloem in die infizierten Gewebe umgeleitet und führt dadurch zu einer Reduktion des Samenertrags und der Tausendkornmasse (Pfender 2009).

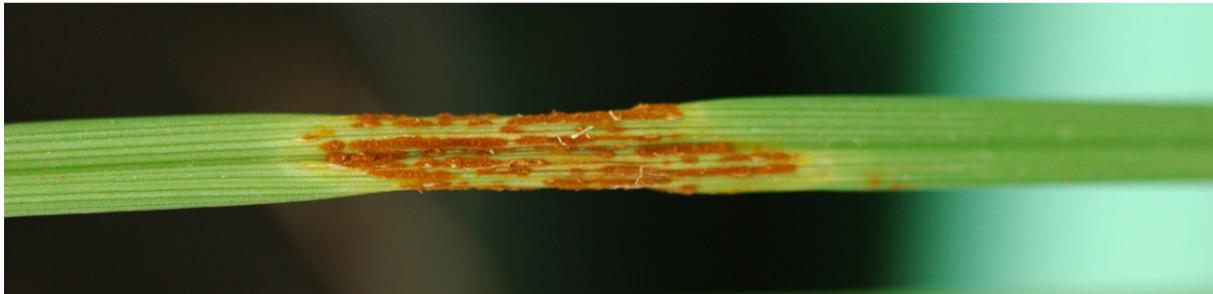


Abb.1 Schwarzrost-Uredosporenlager auf einem infizierten *Lolium perenne*-Blatt

Die hohe Reproduktionsrate und die windbürtige Verbreitung der Uredosporen über weite Strecken lässt vermuten, dass eine Vielzahl von Schwarzrostpathotypen in Europa vorhanden sind (Schubiger et al. 2013; Schubiger und Boller 2015). Damit ist die Wahrscheinlichkeit der Überwindung vorhandener Resistenzen durch Mutationen der Pathotypen allgegenwärtig und die Identifikation neuer wirksamer Rostresistenzen von großer Bedeutung.

Ein wichtiger Aspekt bei der Züchtung resistenter Sorten ist die Beschleunigung des Zuchtprozesses durch die markergestützte Selektion. Die Identifikation von Resistenzmarkern in *L. perenne* beschränkte sich bisher auf DNA-basierte Markersysteme. Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass die

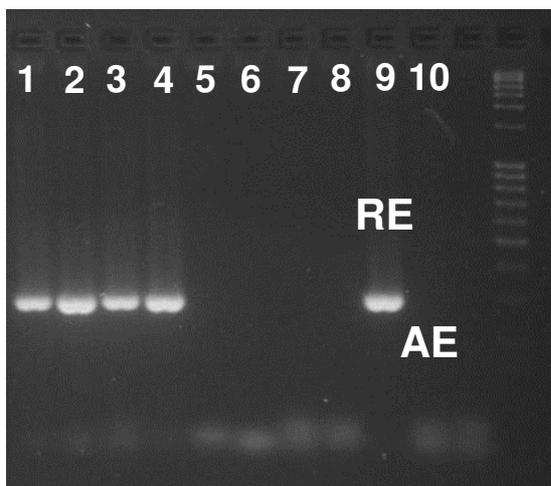
Transkriptom-basierte Identifikation von resistenzassoziierten Transkripten und SNPs („single nucleotide polymorphism“), bei fehlender Genomsequenz, die Identifikation und Resistenzmarkerentwicklung beschleunigen kann (Parra-González et al. 2012; Livaja et al. 2013; Salgado et al. 2014; Fischer et al. 2015). Vorteile der Transkriptom-basierten Methode sind, dass ausschließlich exprimierte Sequenzen erfasst, sich wiederholende Regionen ausgespart werden (Deschamps und Campbell 2009) und Informationen gewonnen werden, die dazu beitragen molekulare Mechanismen der Resistenz aufzudecken. Aus diesem Grund sollte erstmalig die Entwicklung Transkriptom-basierter molekularer Schwarzrostresistenzmarker im hochgradig heterozygoten Gras, *L. perenne* beschrieben werden.

## Material und Methoden

Für die Markerentwicklung wurde eine *L. perenne*-Kartierungspopulation ausgewählt, die eine monogene Aufspaltung in schwarzrostresistente und -anfällige Genotypen zeigte. Von dieser Kartierungspopulation wurden vollständig resistente und hoch anfällige Genotypen ausgewählt, Blattstücken entnommen und diese zu unterschiedlichen inokulierten und nichtinokulierten Zeitpunkten zu „resistenten“ und „anfälligen“ Bulks zusammengefasst. Bei der GenXpro GmbH wurde die RNA isoliert sowie die Sequenzierung und Genexpressionsanalyse mittels „Massive Analysis of cDNA Ends“ durchgeführt. Für die anschließende Markerentwicklung wurden MACE-Sequenzen von resistenzassoziierten Transkripten und SNPs ausgewählt und auf Polymorphismen untersucht. Die Genotypisierung des Pflanzenmaterials erfolgte mit genomischer DNA die nach Stein et al. (2001) isoliert wurde. Resistenzspezifische Sequenzen wurden mittels PCR (Polymerase Kettenreaktion) amplifiziert, anschließend in einem zweiprozentigen Agarosegel aufgetrennt und mit Ethidiumbromid angefärbt. Die Auswertung der SNP-Marker erfolgte in einem qRT-PCR Cycler mittels hochauflösender Schmelzkurvenanalyse (HRM). Zur Kartierung des Schwarzrostresistenzlokus wurde das Programm JoinMap4.1 (Van Ooijen 2006) verwendet.

## Ergebnisse

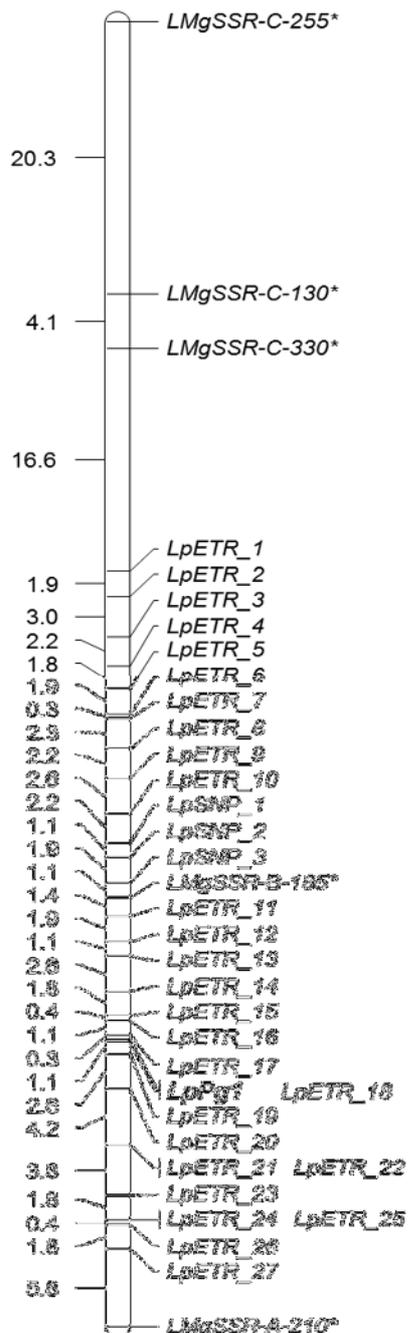
Insgesamt wurden 56,8 Mio. Mace-Sequenzen detektiert, die zu 121.173 Contigs zusammengesetzt



wurden. Von diesen Contigs wurden 341 ausschließlich in den resistenten Bulks exprimiert und 330 SNPs in 178 Transkripten identifiziert. Davon wurden 87 Sequenzen und fünf SNPs für die anschließende Markerentwicklung ausgewählt. Insgesamt zeigten 83 Sequenzen ein Amplifikat und 30 einen Polymorphismus zwischen den schwarzrostresistenten und -anfälligen Genotypen (Abb. 2).

Abb. 2 Gelbild mit PCR-Produkten des co-segregierenden Marker *LpETR\_18* von vier schwarzrostresistenten Genotypen (Spalte 1-4), vier anfälligen Genotypen (Spalte 5-8), dem resistenten Elter (RE, Spalte 9) und dem anfälligen Elter (AE, Spalte 10)

Die Genotypisierung erfolgte mit insgesamt 280 Genotypen und den 30 polymorphen Markern aus der Genexpressionsanalyse. Basierend auf der Genotypisierung wurde eine genetische Karte erstellt, die eine Kopplungsgruppe mit einer Distanz von 97,6 cM umfasst und eine enge Kopplung der Transkriptom-basierten Marker mit dem Schwarzrostresistenzlocus *LpPg1* darstellt. Von diesen Markern flankierten zwei, *LpETR\_17* mit 0,3 cM proximal und von *LpETR\_19* mit 1,1 cM distal, den Schwarzrostresistenzlocus *LpPg1* und ein Marker co-segregierte mit dem Resistenzlocus (Abb. 3).



\* Ankermarker aus Beckmann et al. (2010)

Abb. 3 Genetische Karte des Resistenzlocus *LpPg1* und eng gekoppelten Transkriptom-basierten Schwarzrostresistenzmarkern

Zur Identifikation der *LpPg1*-vermittelten Abwehrreaktion wurde die Genexpression der schwarzrostresistenten mit den -anfälligen Bulks verglichen. Dabei wurde in den Genexpressionsprofilen der resistenten Bulks eine Abwehrreaktion identifiziert, die auf der Genexpression von antifungalen Proteinen und Phytoalexinen basiert.

### **Schlussfolgerungen**

Die Arbeit beschreibt erstmalig die Entwicklung von Transkriptom-basierten molekularen Rostresistenzmarkern in einer hochgradig heterozygoten *L. perenne* Population. Mit der Kombination aus der „next generation sequencing“-basierten Methode „Massive Analysis of cDNA Ends“ (MACE) und „Bulked Segregant Analysis“ wurden zahlreiche resistenzspezifische, exklusiv exprimierte Transkripte und SNPs identifiziert, die zur Kartierung des Schwarzrostresistenzlokus *LpPg1* eingesetzt wurden. Diese ermöglichten die kosteneffiziente Entwicklung von eng gekoppelten Schwarzrostresistenzmarkern für die markergestützte Selektion und eine Feinkartierung des Schwarzrostresistenzlokus *LpPg1*.

Des Weiteren wurde in den resistenten Bulks eine rasche Induktion von potentiellen Resistenzgenen, signal- und stressinduzierten Genen, Transkriptionsfaktoren, „pathogenesis-related protein“-Genen und einem für Gräser bisher nicht beschriebenen Phytoalexinsyntheseweg identifiziert. Damit lässt die hier beschriebene Methode, zusätzlich zur Schwarzrostresistenzmarkerentwicklung, eine Aussage über die Abwehrmechanismen der *LpPg1*-vermittelten Schwarzrostresistenz zu und eröffnet neue Informationen über die Genexpression von schwarzrostinokulierten resistenten *L. perenne* Genotypen. Die vorgestellte Arbeit ist bereits publiziert in der Zeitschrift: Theoretical and applied genetics  
Bojahr J, Nhengiwa O, Krezdorn N, Rotter B, Saal B, Ruge-Wehling B, Struck C, Winter P (2016) Massive analysis of cDNA ends (MACE) reveals a co-segregating candidate gene for *LpPg1* stem rust resistance in perennial ryegrass (*Lolium perenne*). Theor Appl Genet 129:1915–1932.

## Quellen:

- Fischer K, Dieterich R, Nelson MN, Kamphuis LG, Singh KB, Rotter B, Krezdorn N, Winter P, Wehling P, Ruge-Wehling B (2015) Characterization and mapping of *LanrBo*: a locus conferring anthracnose resistance in narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Theor Appl Genet.* 128: 2121-2130.
- Hampton JG (1986) Fungicidal effects on stem rust, green leaf area, and seed yield in "Grasslands Nui" perennial ryegrass. *New Zeal J Exp Agric* 14:7–12.
- Leonard KJ, Szabo LJ (2005) Stem rust of small grains and grasses caused by *Puccinia graminis*. *Mol Plant Pathol* 6:99–111.
- Livaja M, Wang Y, Wieckhorst S, Haseneyer G, Seidel M, Hahn V, Knapp SJ, Taudien S, Schön C-C, Bauer E (2013) BSTA: a targeted approach combines bulked segregant analysis with next-generation sequencing and de novo transcriptome assembly for SNP discovery in sunflower. *BMC Genomics* 14:628.
- Parra-González LB, Aravena-Abarzúa GA, Navarro-Navarro CS, Udall J, Maughan J, Peterson LM, Salvo-Garrido HE, Maureira-Butler IJ (2012) Yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) transcriptome sequencing: molecular marker development and comparative studies. *BMC Genomics* 13:425.
- Pfender WF (2009) A damage function for stem rust of perennial ryegrass seed crops. *Phytopathology* 99:498–505.
- Salgado LR, Koop DM, Pinheiro DG, Rivallan R, Le Guen V, Nicolás MF, de Almeida LGP, Rocha VR, Magalhães M, Gerber AL, Figueira A, Cascardo JCDM, de Vasconcelos AR, Silva WA, Coutinho LL, Garcia D (2014) De novo transcriptome analysis of *Hevea brasiliensis* tissues by RNA-seq and screening for molecular markers. *BMC Genomics* 15:236.
- Schubiger FX, Baert J, Ball T, Cagas B, Czembor E, Feuerstein U, Gay A, Hartmann S, Jakesova H, Klima M, Krautzer B, Leenheer H, Persson C, Pietraszek W, Poinard L, Posselt UK, Quitté Y, Romani M, Russi L, Schulze S, Tardin MC, Van Nes M, Willner E, Wolters L, Boller B (2013) The EUCARPIA Multi-site Rust Evaluation—Results 2010. In: *Breeding strategies for sustainable forage and turf grass improvement*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp 209–217.
- Schubiger FX, Baert J, Bayle B, Bourdon P, Cagas B, Cernoch V, Czembor E, Eickmeyer F, Feuerstein U, Hartmann S, Jakesova H, Johnston D, Krautzer B, Leenheer H, Lellbach H, Persson C, Pietraszek W, Posselt UK, Romani M, Russi L, Schulze S, Tardin MC, VanHee F, van Kruijssen L, Wilkins P, Willner E, Wolters L, Boller B (2010) Susceptibility of European cultivars of Italian and perennial ryegrass to crown and stem rust. *Euphytica* 176:167–181.
- Schubiger FX, Boller B (2015) Virulence of crown rust isolates (*Puccinia coronata* f.sp. *loli*) on genotypes of Italian and perennial ryegrass (*Lolium multiflorum* and *L. perenne*). *Eur J Plant Pathol* 144:141-154.
- Stein N, Herren G, Keller B (2001) A new DNA extraction method for high-throughput marker analysis in a large-genome species such as *Triticum aestivum*. *Plant Breed* 120:354–356.
- Van Ooijen JW (2006) JoinMap® 4, Software for the calculation of genetic linkage maps in experimental populations.
- Welty RE, Barker RE (1992) Evaluation of resistance to stem rust in perennial ryegrass grown in controlled and field conditions. *Plant Dis* 76:637–641.



## **Aktuelles aus der Wirtschaft**

Michael Hamann, Deutsche Saatveredelung AG, Lippstadt

### **1.Importe**

Bei weiter sinkender Produktion bei einigen wichtigen Gräserarten (Deutsches Weidelgras und Einjähriges Weidelgras) und stagnierenden bis leicht steigenden Vermehrungsflächen in Europa bei den anderen Gräserarten und gleichbleibendem bis leicht sinkendem Verbrauch durch niedrige Milchpreise in der EU sinken die Lagerbestände für Gräser.

Milchpreis: im Moment 10% höher als der Durchschnitt der letzten 5 Jahre. Dennoch sinkt die Anzahl der Milchkühe aufgrund des schlechten Preises 2016. Für die nächsten Monate wird ein Rückgang des Milchpreises erwartet.

Auch der Export hat leicht abnehmende Tendenz und der Import aus Übersee ist weiter im Vergleich der letzten 10 Jahre auf niedrigem Stand. Der wieder erstarkende Euro könnte allerdings wieder den Import ankurbeln. Aktuell stehen die Währungskurse allerdings eher auf stabilem Niveau.

Der Verbrauch im Rasensektor ist als stabil anzusehen.

In Übersee sind die Erträge das dritte Jahr in Folge schlecht. Insbesondere für Einjähriges Weidelgras, Rohrschwengel, Rotschwengel und auch Wiesenrispe haben wir dort historisch gesehen ein hohes Preisniveau.

Der etwas schwächere Neuseelanddollar führte zu einer leichten Preissenkung bei Commodity Deutschem Weidelgras Nui, allerdings ist das Preisniveau vergleichsweise wieder etwas fester geworden da auch die europäischen Märkte stark geräumt sind.

Der schwächer gewordene Kanadadollar sowie gute Erträge beim Lieschgras führten bei dieser Art zu einem deutlichen Preisrückgang.

### **2.Wichtige Arten**

#### ***Deutsches Weidelgras Futter empfohlen***

Die Nachfragen nehmen zu, insgesamt aber geringere Verfügbarkeit bei empfohlenem Material. Die Erntefläche 2017 ist in D, NL und DK leicht angestiegen aber trotzdem langjährig unterdurchschnittlich. Die Preise sind bereits fester geworden. Im Bereich Ökosaatgut ist Deutsches Weidelgras knapp und wird gesucht.

#### ***Deutsches Weidelgras Rasen:***

Versorgungslage 2017 etwas schlechter (wie erwartet), keine Konkurrenz durch Überseeproduktion, weiter feste Preise werden erwartet, Polnische Angebote sind weiter billig am Markt, sind aber in den letzten 6 Wochen etwas gestiegen.

Die technische Qualität spielt bei der Preisbildung ebenfalls eine Rolle. Gute Qualitäten (crop and weed free) sind weiter sehr gefragt, da der Markt im Arena – und Sportplatzbau sowie für Rollrasenproduktion stabil bis leicht steigend ist.

### ***Wiesenschwingel/Lieschgras/Knaulgras***

Die Ernte 2017 ist bei den „kleinen Arten“ wie Lieschgras ausreichend. Der Wiesenschwingel hatte zwar regional schlechtere Ernten aber durch günstiges unempfohlenes Material geriet der Preis etwas unter Druck.

Knaulgras ist weiter unterdurchschnittlich durch geringe Erntefläche verfügbar und erzielt aktuell hohe Preise. Gleichzeitig ist der internationale Bedarf (Amerika) hoch und nicht ausreichend gedeckt.

### ***Einjähriges und Welsches Weidelgras***

In Polen ist aktuell die Ernte unterdurchschnittlich und durch schlechte Erntebedingungen qualitativ nicht konkurrenzfähig (Entgrannung)

Der Markt ist stark abverkauft und es entstand ein Run auf die Vermehrungsflächen Ernte 18. Feste Preise und gute Nachfrage werden

weiterhin erwartet. Importe aus Nord - und Südamerika werden eher eine untergeordnete Rolle spielen.

### ***Wiesenrispe***

Wiesenrispe ist sehr knapp durch schlechte Ernte in Übersee und auch in Europa.

Futterrispe ist noch verfügbar, Rasenrispen mit RSM Qualität sind nahezu ausverkauft, lediglich nicht RSM Sorten (US Sorten) werden zu hohen Preisen angeboten.

### ***Rotschwingel***

Auf Grund fehlender Importe aus Kanada und gesunkener Vermehrungsflächen ist Rotschwingel weiter im Preis angestiegen. Am Markt wird Saatgut aller 3 Arten gesucht.

### ***Schafschwingel***

Trotz gleichbleibender Vermehrungsfläche ist die Verfügbarkeit leicht gesunken, da die Erträge unterdurchschnittlich waren. Preisniveau ist aktuell auf hohem Niveau.

### ***Rotklee***

Die Erntemengen sind final doch niedriger trotz gestiegener Vermehrungsflächen. Der Preis hat sich in den letzten Tagen wieder leicht befestigt. Insgesamt scheint das Preisniveau zwar leicht unter Druck. Je nach Bedarfslage kann sich dies aber auch wieder schnell ändern.

Im Bereich Ökosaatgut wird Rotklee knapp und ist gesucht.

### ***Weißklee***

Empfohlener Weißklee ist etwas knapper in der Versorgung, die Ernte war unterdurchschnittlich, die Preise sind auf stabil hohem Niveau.

### ***Luzerne***

Sehr gute Ernten weltweit, insbesondere in Italien, Kanada aber auch in Frankreich führten zu einem Preisrutsch nach unten. Eine Preiserholung ist derzeit nicht in Sicht.

**Senf**

Der Konsumsenfmarkt hat sich deutlich befestigt und deshalb haben sich auch die Saatgutpreise im Vergleich zum Vorjahr nahezu verdoppelt. Hinzu kommen schlechtere Ernten in Ungarn und Polen. Die Produktionspreise für die kommende Ernte sind ebenfalls angezogen.

**Ölrettich**

Geringere Ernten haben auch hier zu höheren Preisen geführt, selbst für die Ernte 2018 wird zusätzlich aktuell ein höherer Preis verlangt.

Die Produktionspreise für die kommende Ernte sind ebenfalls angezogen.

**Phacelia**

Nach der Niedrigpreisphase, ausgelöst durch polnische Produktion, ziehen die Preise nunmehr an. Angeblich soll nur 20% der Vorjahresmenge aus Polen kommen.



## **Bericht über die Exkursion in die Schweiz am 09. bis 11. Mai 2017**

Dr. Jürgen Bestajovski, Feldsaaten Freudenberger, Krefeld

Am Dienstag, den 9. Mai 2017 traf sich die 14-köpfige Exkursionsgruppe ab 19:00 Uhr im Hotel Kronenhof in Zürich. Nach dem Check-in wurde in der Pizzeria gegenüber das Abendessen eingenommen und mit der Pflanzenschutzberatung kombiniert. Herr Gehring berichtete über den aktuellen Stand der Pflanzenschutzmittel und der angelegten Versuche.

Am Mittwochmorgen ging es in zwei Kleinbussen der ART zuerst zur Fa. Sativa Rheinau AG nach Rheinau. Die Firma züchtet Gemüsesamen nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus. Der Geschäftsführer Amadeus Zschunke empfängt uns in einem der vielen Gewächshäuser und stellt die Fa. Sativa Rheinau vor. Der Ursprung liegt bei dem bekannten Getreidezüchter für biologisch gezüchtetem Getreide, Peter Kunz. Auf der Suche nach einer VO-Firma für Ökosaatgut wurde 1992 die Sativa Genossenschaft für Demeter Saatgut gegründet. Daraus entwickelte sich eine VO-Firma. Im weiteren Verlauf wurde sie in die Sativa GmbH umfirmiert, um eine eigenständige und gentechnikfreie Saatgutversorgung für den Biolandbau sicherzustellen. Von Anfang an arbeitete Sativa sowohl mit Saatgut für die Landwirtschaft als auch für den Gemüsebau. In 2002 wurde die Gemüsezüchtung intensiviert und 2005 in die Sativa Rheinau umgewandelt.

Nach der Vorstellung der Firma konnten wir einen Einblick in die Züchtungsaktivitäten gewinnen. Im Wesentlichen werden vorab „alte“ Sorten angebaut und auf die jetzige Eignung geprüft. Weiterhin werden Hybriden aus der konventionellen Zucht angebaut, da diese neuen Sorten den Anforderungen des Verbrauchers mehr entsprechen aber im Biolandbau nicht verwendet werden sollen. Sie werden mit vielen anderen gekreuzt und gute Kandidaten werden anschließend weiter gezüchtet. Durch jahrelangen Selektionen entstehen dann Sorten, die sowohl den Richtlinien des Ökolandbaues entsprechen, als auch den Anforderungen der Kunden.

Primär werden folgende Zuchtziele verfolgt:

- neue Sorten müssen leistungsfähig sein und möglichst nahe an die Referenzsorten kommen
- sie müssen geschmackvoll sein, d.h. neue Sorten werden auf ihren arttypischen Geschmack oder Konsistenz selektiert.
- im Gegensatz zu dem konventionellen Hybridsaatgut müssen neue Sorten nachbaufähig sein. Somit kann der Anwender Saatgut aus den samenfesten Sorten selbst gewinnen und ggf. an seine Bedingungen durch gezielte Selektion anpassen und
- das letzte Ziel ist die „Artgerechtigkeit“, d.h. auch die Würde der Pflanze ist zu respektieren und Eingriffe unterhalb der Zellebene werden strikt abgelehnt.

Sativa züchtet vorrangig Gemüsearten, in denen es keine oder zu wenig brauchbare Alternativen zu Hybridsorten gibt. Zurzeit werden Aubergine, Brokkoli, Chinakohl, Fenchel, Karotten, Kohlrabi, Rosenkohl, Sellerie, Zucchini, Zuckermais und Zwiebel züchterisch bearbeitet.

Die erste fertig gezüchtete Karotte ist SAT 202, eine mittelfrühe, zylindrische Frischmarkt- und Lagerkarotte.



Abb. 1: Besichtigung der Gemüsezüchtung von Sativa Rheinau

Der in Europa erzeugte Zuckermais stammt zu 99 % aus amerikanischen Hybridsorten. Da Hybridzüchtung nicht erwünscht ist arbeitet Sativa auch an der Züchtung Zuckermais. Nach 8 Jahren Züchtung ist es gelungen die samenfesten „extra-süß“-Sorten Damaun, Mezdi und Tramunt zu züchten.

Kohlrabi: hier ist das erste Saatgut für den Probeanbau von mehreren fertigen Sorten geerntet und können in Praxis erprobt werden.

Neben den Gemüsearten vermehrt Sativa auch andere Arten für die Öko-Landwirtschaft nach den Richtlinien von Demeter u.a. Verbänden. Dazu gehören auch die Futterpflanzen. Als weiterer Punkt war der Besuch bei einem Rotklee vermehrer. Zuvor hatten wir die Möglichkeit einen Kaffee mit einem Kipferl in der Kantine des ehemaligen Klosters am Rhein einzunehmen.

Als Nächstes besichtigt die Gruppe eine Rotklee vermehrung im Betrieb des Landwirts Daniel Reutemann in der Nähe Rheinaus. Er bewirtschaftet einen 17 ha großen Betrieb, mit 4 ha Wintergetreide, 1 ha Körnermais und 3,5 ha Lagergemüse. Für Direktvermarktung werden 800 qm Artischocken angebaut, sowie 1,7 ha Gemüsesaatgutproduktion.

Da nach den Biorichtlinien 1/5 der Fläche Grünland sein muss, macht Reutemann 2,5 ha Rotklee vermehrungen. Wegen der dortigen Sommertrockenheit erfolgt die Aussaat als Untersaat in Winterweizen im März für die im kommenden Jahr folgende Samenernte. Der Rotkleebestand der jetzigen Vermehrungsfläche, Sorte Formica, wies Frostschäden auf, zeigte sich aber sonst zufriedenstellend. Die Unkrautbekämpfung erfolgt manuell. Ampfer wurde keiner gefunden, da man sehr stark auf die manuelle Bekämpfung achtet. In der Regel erfolgt der erste Schnitt in der Zeit vom 10. bis Ende Mai. Das

Erntegut wird an einen Biolandwirt verkauft und der Betrieb bekommt im Gegenzug Gülle oder Stallmist. Auch hier achtet Reutemann sehr stark darauf, dass der viehhaltende Betrieb seine Flächen frei von Ampfer hat. Gleiches gilt bei Kleeteufel/Kleewürger (*Orobanche minor*). Die Bekämpfung erfolgt manuell.

Der Samenschnitt erfolgt zumeist in der Zeit zwischen dem 10. August und dem 8. September. Nach 3 Tagen Feldlagerzeit erfolgt der Mähdrusch. An Saatgut wurde im Zeitraum 2010-2014 zwischen 340 – 450 kg/ha geerntet, in 2015 ca. 200 kg/ha und in 2016 wurde wegen des Kleespitzmäuschen nur 50 kg/ha vom Feld geholt.

Das anschließende Mittagessen erfolgte dann im Wirtshaus Guggere, auf der Außenterrasse mit phantastischem Blick in die Rheinebene.

Der nächste Besuchspunkt war der Rheinfall bei Schaffhausen. Bei herrlichem Sonnenschein konnten die Teilnehmer den Rheinfall aus nächster Nähe erleben.



Abb. 2: Der Rheinfall bei Schaffhausen

Nach einer – fast logischen – Verspätung erfolgte die Weiterfahrt nach Wichlingen zu einem Vermehrer der DSP, Herr Hansueli Rüeger. Am Anfang der Besichtigung stellt Frau Evelyne Thomet die Delly Samen und Pflanzen AG (DSP) vor. Sie ist ein Entwicklungs- und Dienstleistungsunternehmen der Schweizer Saatgutbranche. Der Aktienbesitz liegt mit 40 % bei dem Schweizerischen Saatgutproduzenten-Verband, der Mitglied bei „Swissem“ ist und 60 % des Besitzes sind bei den vier großen Vermehrungsorganisationen der Schweiz.

Die von Agroscope gezüchteten Futterpflanzensorten werden ebenfalls von DSP betreut. Jede Schweizer Saatgutfirma kann Sorten aus dem Reckenholz vermehren. Das Basissaatgut muss dann von der DSP bereitgestellt werden.

Eine Vielzahl der in der Schweiz gezüchteten Futterpflanzensorten wird auch von ausländischen Firmen in den jeweiligen Ländern für eine Zulassung angemeldet. Die Lizenzierung für zugelassene Futterpflanzensorten erfolgt ausschließlich durch die DSP AG.

Insgesamt wird in der Schweiz auf lediglich 420 ha Futterpflanzensaatgut produziert, vorrangig Rotklee, frühes deutsches Weidelgras oder Wiesenfuchsschwanz. Das deckt aber bei weitem nicht den jährlichen Bedarf von etwa 3.000 Tonnen, zumal eine Vielzahl der Flächen für die Erzeugung von Vorstufen- oder Basissaatgut genutzt werden. Die Getreidevermehrungen werden wegen den Zollabschöpfungen an der Grenze fast ausschließlich in der Schweiz gemacht.

Im Anschluss stellt Herr Rüeger seinen Betrieb vor. Er bewirtschaftet 26 ha mit Zuckerrüben, Mais, Getreide und Wurzelzichorie. Weiterhin hat er Rotklee und deutsches Weidelgras in Vermehrung. Bei Rotklee werden Anfang September 15 kg/ha ausgesät. Im letzten Jahr wurde die tetraploide Sorte Semperina vermehrt und 230 kg Saatware geerntet. Der 2. Aufwuchs wurde dazu auf Schwad für 3 – 4 Tage gelegt und anschließend gedroschen. Die Kosten für Schwadlegen und Drusch sind mit ca. 620,- CHF für unsere Verhältnisse sehr hoch, aber bei 6,40 CHF pro kg Saatware relativiert sich das wieder.

An Gräsern wird die sehr frühe deutsch Weidelgrassorte Arvicola vermehrt. Die Aussaat erfolgte am 15.8.2015 und es wurden 800-900 kg Saatware/ha geerntet. Es wurde Moddus eingesetzt und mit 160 kg N/ha plus 70 m<sup>3</sup> Gülle gedüngt. Das Stroh kommt als Pferdeheu ebenfalls zum Verkauf.

Ein größeres Problem ist das verstärkte Aufkommen von Ackerfuchsschwanz. Dadurch, dass auch Schweizerische Betriebe vermehrt pfluglos arbeiten, wird sich diese Herausforderung sicherlich noch verschärfen.

Nach der Rückfahrt und einer kurzen Erholungspause im Kronenhof, folgte der Transfer in das Hotel Katzenssee zum gemeinsamen Abendessen. Auf Anraten der Gastgeber wurde von den meisten das Schweizer Nationalgericht „Zürcher Geschnetzeltes mit Butterrösti“ bestellt. Bei einem guten Wein klang der Tag mit angeregter Unterhaltung dann dort aus.

Am zweiten Tag stand die Besichtigung der Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) auf dem Programm. Dr. Franz Schubiger, Leiter der Gruppe Futterpflanzenzüchtung, stellt ART vor. Seine Arbeitsgruppe besteht aus 8 Mitarbeitern und gehört zum Fachbereich Pflanzenzüchtung. Sie bearbeitet ausschließlich Rotklee, Weißklee, Esparsette und Hornklee. Neu aufgenommen ist die Luzerne und an Gräsern Wiesenrispe, Schwingelarten und Weidelgräsern. Weiterhin wird im Reckenholz Getreide und Soja von einem anderen Team gezüchtet.

Im Zuchtgarten erläutert Herr Schubiger die Pflanzenkrankheiten am Rotklee: Kleekrebs, Stengelbrenner, Nematodenschäden und Mycoplasmen. Auf hohe Resistenzen werden die Rotkleestämme selek-

tiert. Bei den Gräsern sind dies Braun- und Schwarzrostresistenz, die als eines vieler Selektionskriterien ist. Das Zuchtmaterial stammt aus Sammlungen von Schweizer Ökotypen inklusive alter und neuer Sorten.

Dr. Christoph Grieder stellte dann die Gräserzüchtung vor. Auch hier stellt sich heraus, dass die Unterscheidbarkeit ein immer größeres Problem darstellt, bis eine Sorte zur Zulassung angemeldet werden kann. Gleiches gilt auch für die Homogenität. Die schweizerische Registerprüfung erfolgt zum größten Teil in Deutschland (Ausnahme Rohrschwinkel in Frankreich und Weißklee in UK). Erst mit einer erfolgreichen Registerprüfung kann die Sorte in der Schweiz zugelassen werden.

Maschinell ist Agroscope gut, u.a. mit einer GPS-gesteuerten Sämaschine ausgestattet. Damit können auch Kleinstmengen an Saatgut präziser ausgesät werden. Es wird in Reihensaat (2 g) in dreifacher Wiederholung ausgesät, schlechte Halbgeschwister herausselektiert und ca. 5-10 kg Saatgut geerntet. Dieses wird im Polycross-2 ausgesät. So kann eine Sorte aus bis zu 10 Klonen entstehen.

Die eigenen Leistungsprüfungen erfolgen auf drei Standorten und eine Beobachtung auf einem Standort in den Höhenlagen (nur visuelle Bonituren). Es erfolgt eine Frühjahrsaussaat mit 2 folgenden Hauptnutzungsjahren mit Ernteterminierungen und NIRS Untersuchung. Verdaulichkeit, Rohasche und weitere Qualitätsparameter werden jedoch noch im Labor untersucht. Ziel soll es sein, über Kalibrierung diese Messungen auch mit NIRS durchführen zu können.



Abb. 3: Die Züchtung bei Agroscope in Zürich

Auf dem Bioschlag wird die Nachkommenschaftsprüfung ökologisch gezüchteter Gräser geprüft. Die biologische Züchtung ist ein wichtiger Punkt in der Futterpflanzenzüchtung. Da eine mineralische Düngung untersagt ist, erfolgt neben einer Beimischung von Weißklee auf der Fläche eine organische Düngung. Aus diesem Programm sind schon einige Sorten entstanden u.a. das Welsche Weidelgras Xanthia.

Dr. Daniel Suter erläuterte im Anschluss im Konferenzraum des Hauses das Prüfsystem in der Schweiz. Auf der einen Seite gibt es die Schweizer Sortenliste, die alle in der Schweiz eingetragenen Sorten enthält. Für die Landwirtschaft und dem Handel ist jedoch die Liste der empfohlenen Sorten wichtiger. Bei deutschem Weidelgras wird an 6 Orten geprüft, einmal in Reinsaat und in einer Grundmischung mit dt. Weidelgras, Rot- und Weißklee. Neben der Ertragshebung erfolgt eine Qualitätsbestimmung und Prüfung auf Eignung für Höhenlagen. Liegt die Prüfsorte über dem Mittel der Verrechnungssorten, erfolgt die Aufnahme in die Liste. Eine Sorte muss aber nicht unbedingt die Schweizer Zulassung haben, ein positiver Registerbericht ist ausreichend für eine Aufnahme in die Prüfung.^

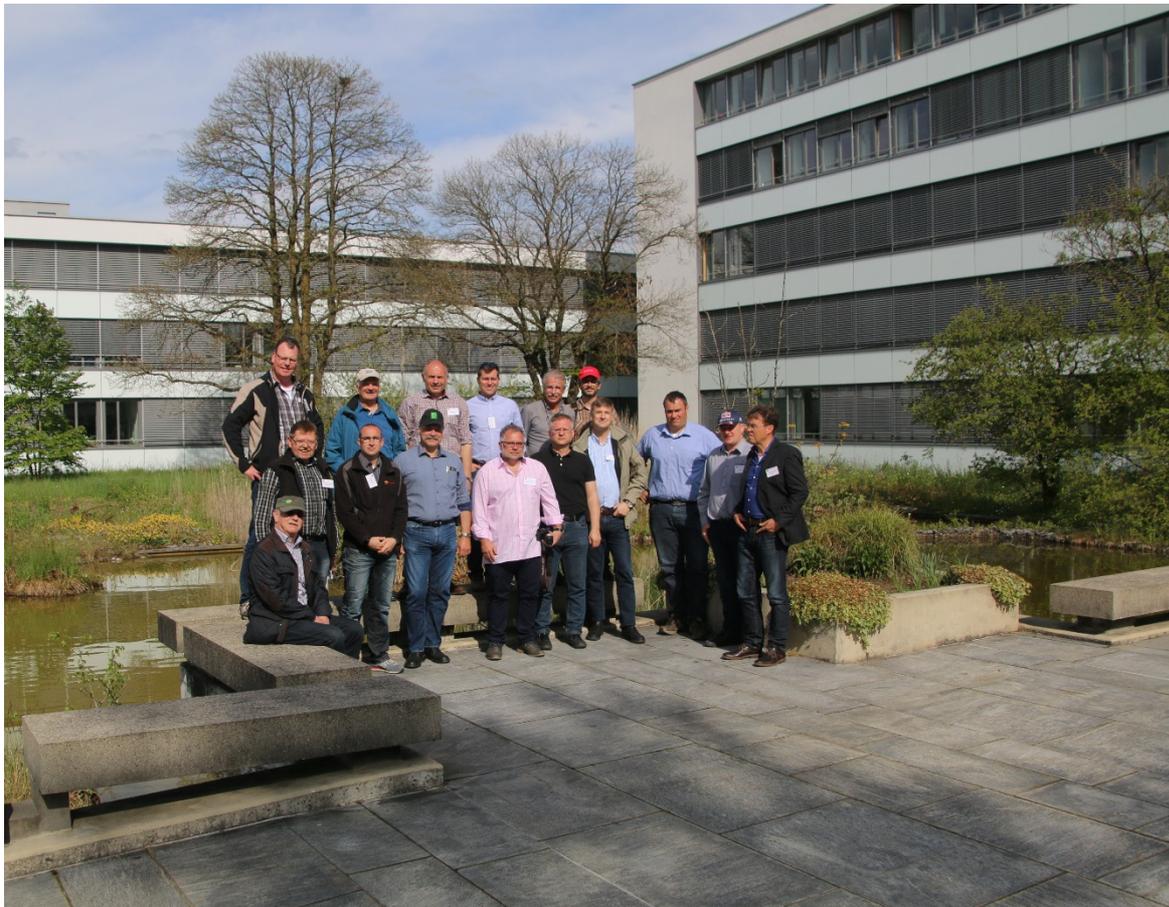


Abb. 4: Gruppenbild der Exkursionsgebäude am Hauptgebäude von Agroscope

Dr. Andreas Lüscher referierte im letzten Vortrag über die Vorzüge von Mischbeständen des Intensivgrünlandes. In einem europaweiten Experiment werden auf 31 Standorten und über 1000 Parzellen 21 unterschiedliche Kleeegrasmischungen geprüft und die Qualität bestimmt. Im Wesentlichen geht es um die Erzeugung von hofeigenem Protein in der Wiederkäuerfütterung. Neben der Düngung werden die

Anteile unterschiedlich variiert. Die vorgestellten Ergebnisse sind hochinteressant. Als Schlussfolgerungen zeigte Lüscher, dass Mischungen einen beträchtlichen Beitrag zur nachhaltigen Intensivierung liefern können, dass es viele positive Wirkungen (Stabilität, Qualität oder Anpassung an den Klimawandel) gibt und dass am stärksten die Interaktionen zwischen Klee und Gras vorliegen. Die symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung spielt dabei eine wichtige Rolle.

Anschließend werden noch Mischungen und Neuzüchtung auf dem Schlag Rainacher besichtigt. Dazu gehören die Mischungsversuche mit der tetraploiden Wiesenschwingelsorte Tetrax und die im Vortrag vorgestellten empfohlenen Mischungen.

Nach dem Mittagessen in der hauseigenen Kantine erfolgte die individuelle Abreise der Exkursionsteilnehmer.

Für alle, die teilgenommen haben, waren diese Tage ein fachliches wie auch kulturelles Erlebnis. Wir möchten hiermit nochmals den Gastgebern für das interessante Exkursionsprogramm, die hervorragende Organisation und die fachliche Offenheit in den Diskussionen danken.

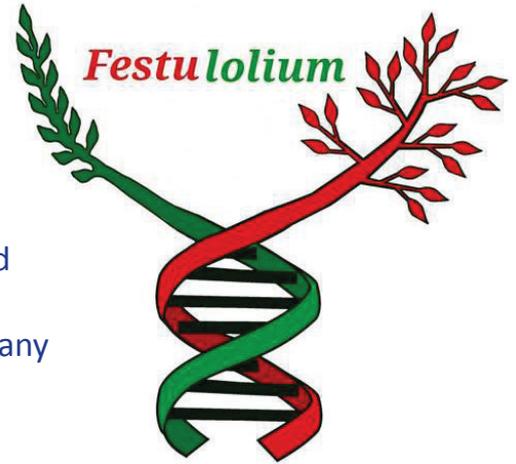
# Unraveling the structure and evolution of grass genomes



**David Kopecký**

Centre of Plant Structural and  
Functional Genomics  
Institute of Experimental Botany  
Czech Academy of Sciences  
Olomouc, Czech Republic

kopecky@ueb.cas.cz



## Centre of Plant Structural and Functional Genomics

Head: Jaroslav Doležel

- 56 employees (7 nationalities) – 21 PhD.
- 8 senior researchers = 8 groups



# Aims of the centre

- Studies on structure, organization, evolution and function of plant genomes
- Main species
  - Bananas and plantains
  - cereals (wheat, barley, rye, maize)
  - grasses (ryegrasses, fescues, hybrids)

*Flow cytometry*  
*Genomics*  
*Molecular cytogenetics*  
*Biotechnology*  
*Cell biology*  
*Bioinformatics*



## *Festuca - Lolium complex*

**Italian ryegrass (*L. multiflorum* Lam.)**  
Perennial ryegrass (*L. perenne* L.)



**Meadow fescue (*F. pratensis* Huds.)**  
**Tall fescue (*F. arundinacea* Schreb.)**  
*F. glaucescens* Boiss.  
Atlas fescue (*F. mairei* St. Yves)  
Giant fescue (*F. gigantea* L.)  
*F. apennina* DeNot.

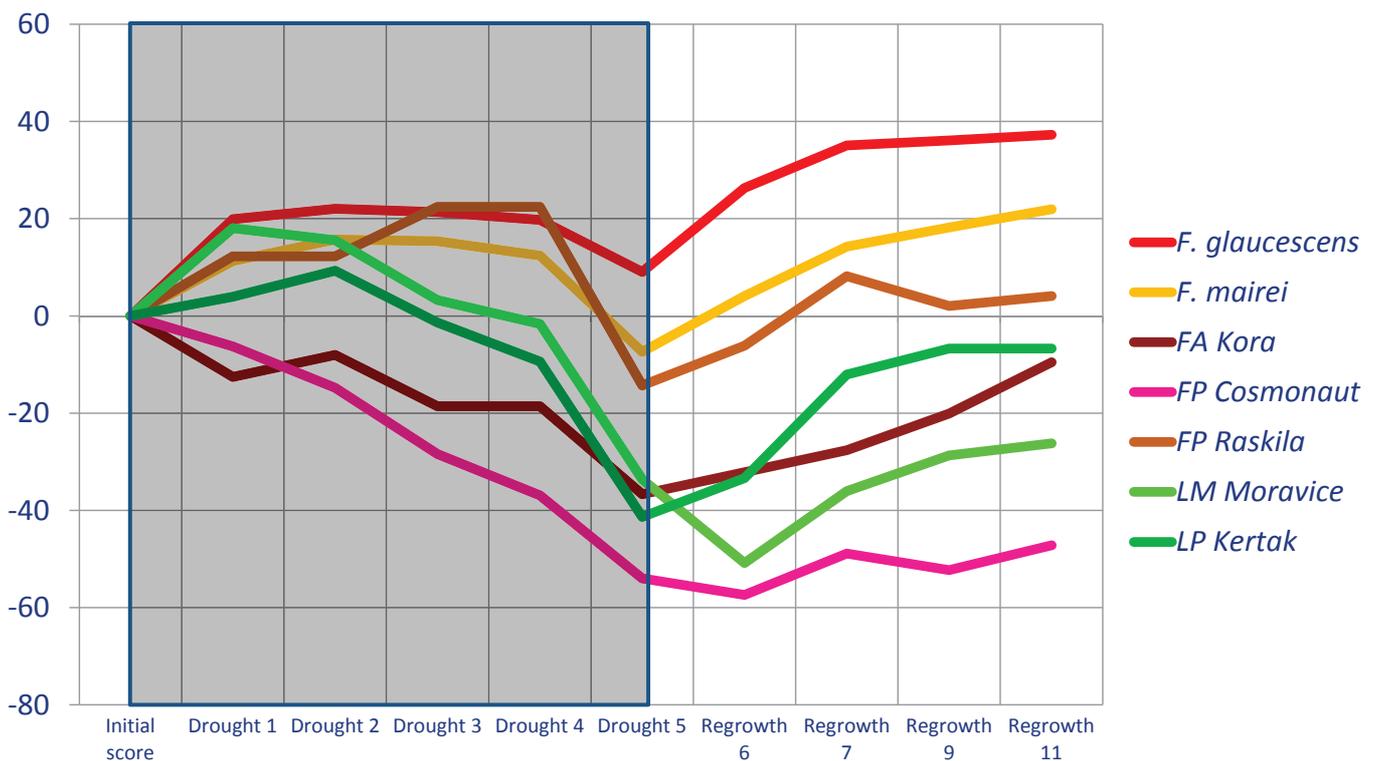
## Festuca - Lolium complex



| Some agronomic characteristics | Lm | Lp  | Fp | Fa |
|--------------------------------|----|-----|----|----|
| Rapid establishment from seed  | +  | +/- | -  | -  |
| Seed production                | +  | +/- | -  | -  |
| Palatability                   | ++ | +/- | +  | -  |
| Persistence                    | -  | +   | +  | +  |
| Resistance to treading         | -  | +   | -  | -  |
| Winter hardiness               | -  | +/- | ++ | +  |
| Drought tolerance              | -  | -   | +  | ++ |
| Sustained productivity         | -  | -   | +  | +  |

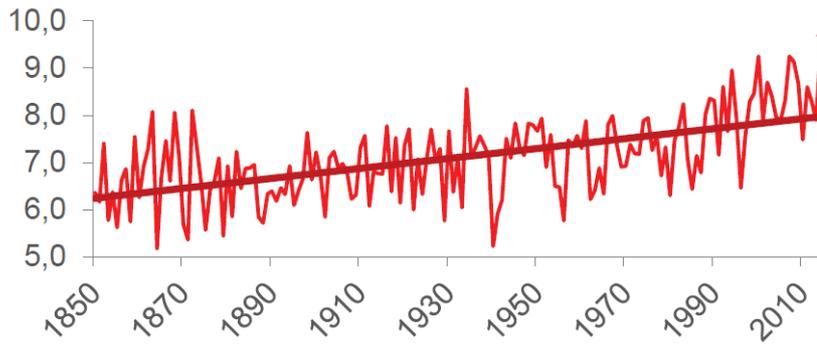


## Drought tolerance

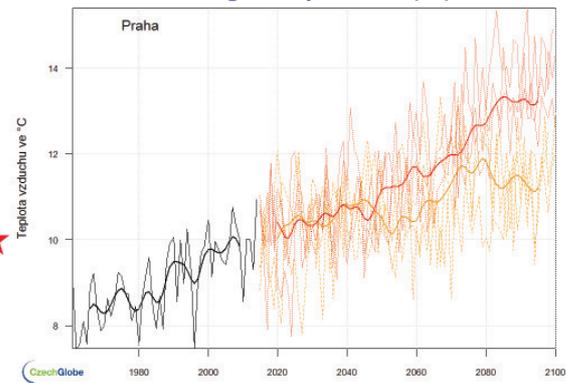


# climate change

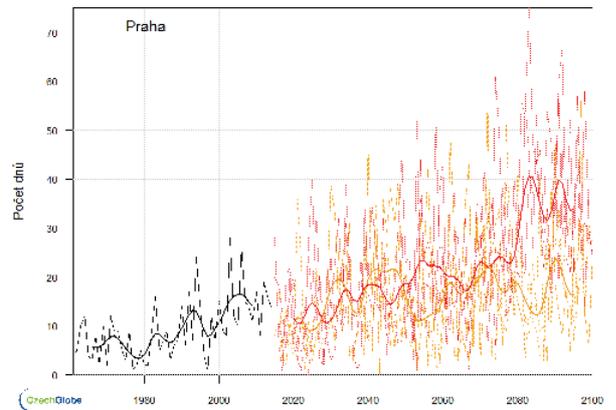
Average temperature in Czech Republic (1850-2015)



average temperature (°C)



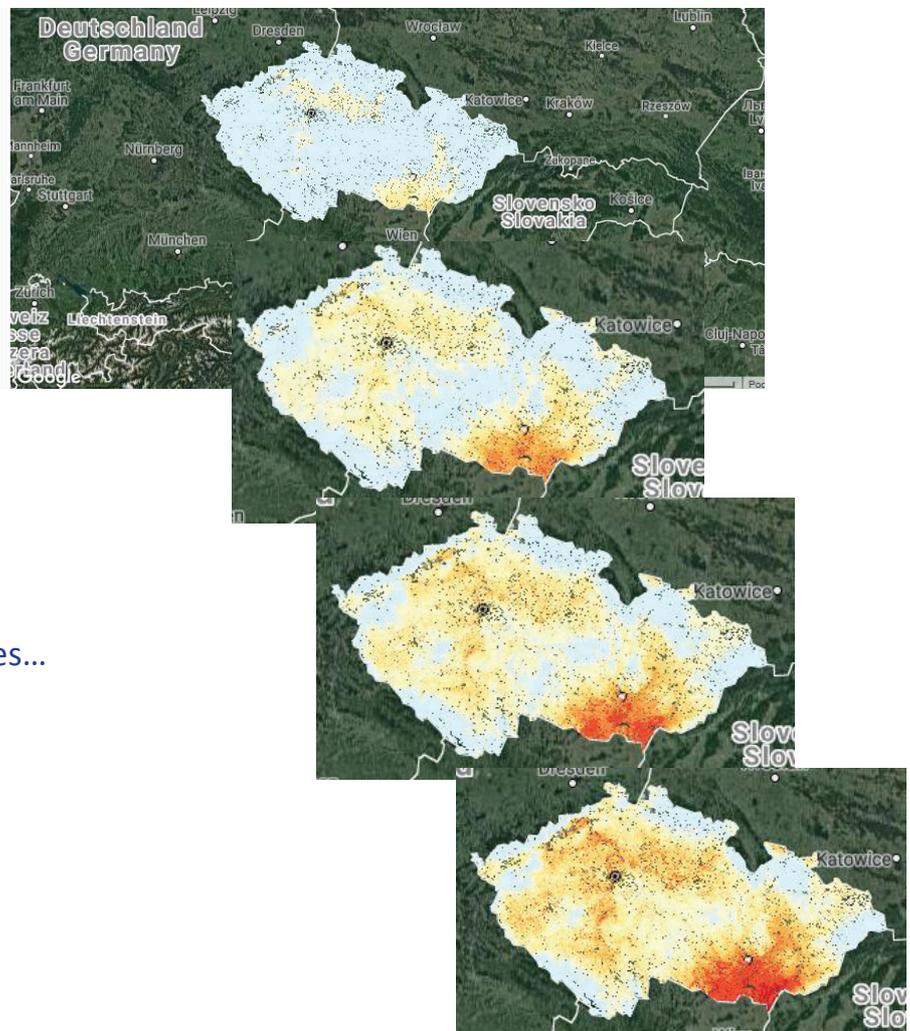
Tropical days (over 30°C)



Adopted from CzechGlobe



Hot and dry periods



It is more about extremes...

Adopted from CzechGlobe



## grasses with improved characteristics

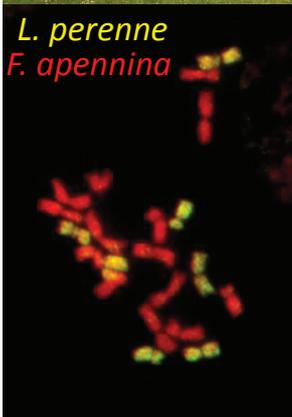
- Combinations of traits and development of elite cultivars
- interspecific and intergeneric crosses
- *Lolium x Festuca = xFestulolium*
- 1967 – Czech breeder Dr. Antonín Fojtík
- 1988 – registration of Felina
- 2017 – over 60 cultivars released



## Festulolium in nature



Boller & Kopecky



Humphreys et al., 2008

# Festulolium cultivars

## Amphiploids

**Lm (4x) x Fp (4x)**

Hostyn, Aberniche, Sulino, Paulita

**Lm (4x) x Fg (4x)**

Lueur, Lusillium

**Lp (4x) x Fp (4x)**

Prior



## Introgressions

**Lm (2x) x Fa (6x)**

BC (Lm)

Lofa, Becva, FuRs

BC (Fa)

Hykor, Fojtan, Kenhy

**LmFp and LpFp**

FuRs from Norway

*material of Stephan Hartmann  
(backcross to Fp)*

## EUCARPIA Festulolium multi-site trial

Idea: Dublin 2011

Participants: European Festulolium breeders/researchers

**9 locations** with different climatic conditions

**15 Festulolium cultivars** + 6 controls (Lm, Lp, Fp, Fa)

**LmFp:** Achilles, Hostyn, Perseus, Perun (Czech Rep.), Sulino, Felopa, Agula (Poland), Aberniche (Wales) *FuRs0352 (Norway)*

**LpFp:** Prior (Wales), *Fabel, FuRs0142 (Norway)*

**LmFg:** Lueur (France)

**LmLm<sup>Fa</sup>:** Lofa, Bečva (Czech Rep.)

Phenotyping (3years) + Genotyping (GISH, DArT)

Results to be published soon (hopefully 😊)

# EUCARPIA *Festulolium* multi-site trial

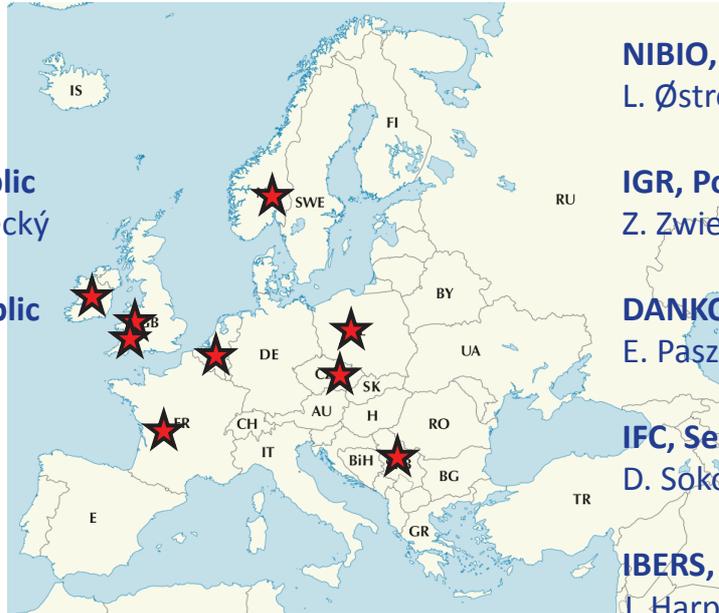
**ILVO, Belgium**  
J. Baert

**IEB, Czech Republic**  
J. Bartoš, D. Kopecký

**DLF, Czech Republic**  
V. Černoch

**INRA, France**  
M. Ghesquière

**Teagasc, Ireland**  
S. Barth



**NIBIO, Norway**  
L. Østrem

**IGR, Poland**  
Z. Zwierzykowski, T. Książczyk

**DANKO, Poland**  
E. Paszkowski

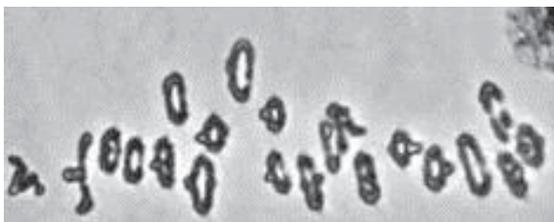
**IFC, Serbia**  
D. Sokolović

**IBERS, Wales**  
J. Harper, M.W. Humphreys

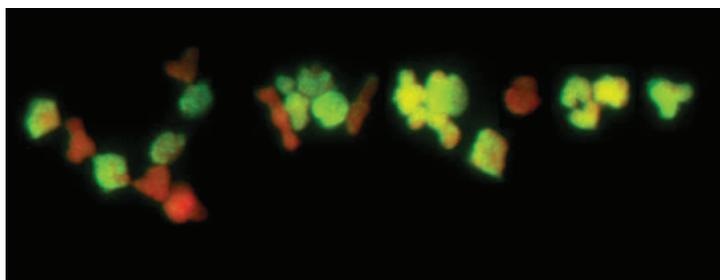
**Dept. of Agriculture, Food & Marine, Ireland**  
D. Grogan



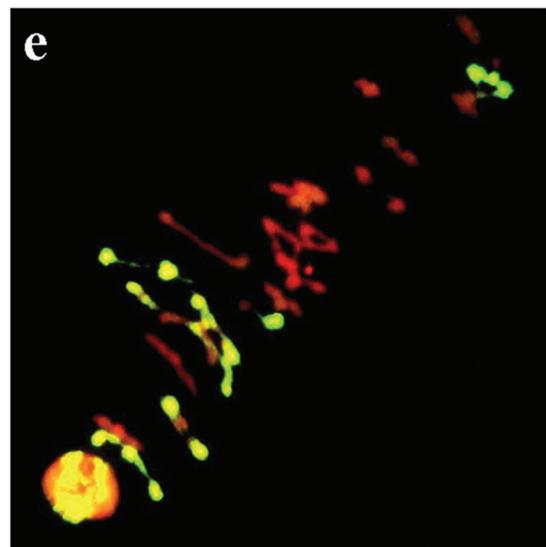
## allopolyploids and their chromosome pairing



Friebe et al., 2011



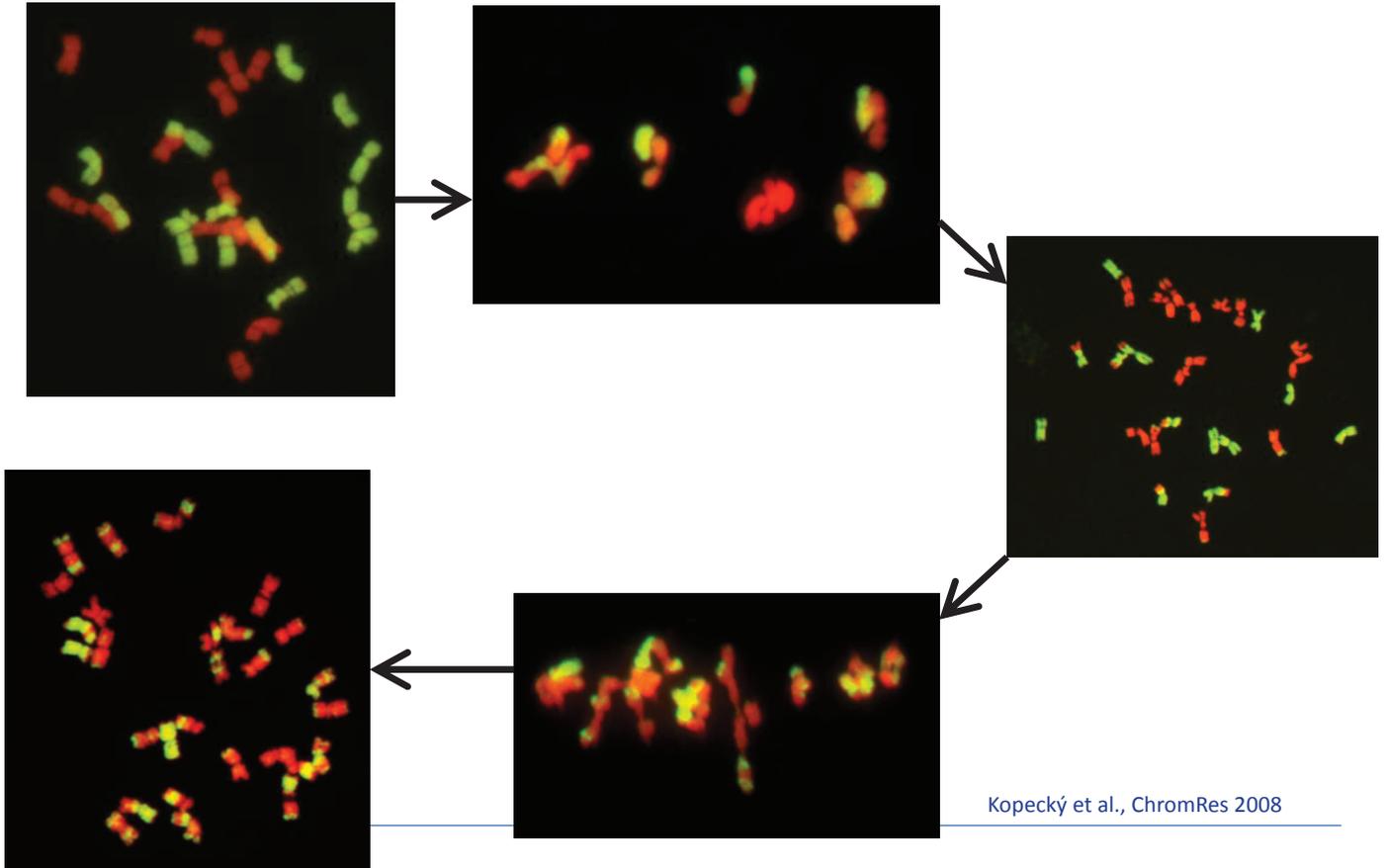
Kopecký et al., CGR 2009



Kang et al., 2016

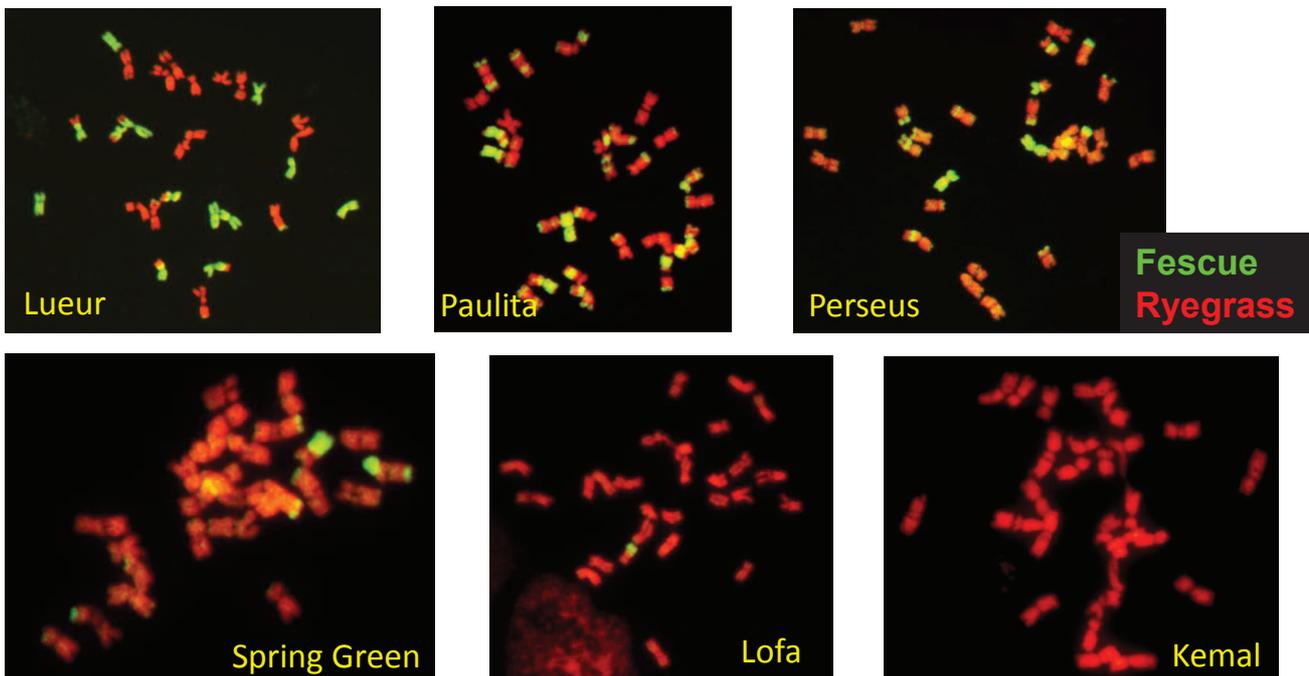


## chromosome pairing in Festulolium



## genomic constitution of hybrid cultivars

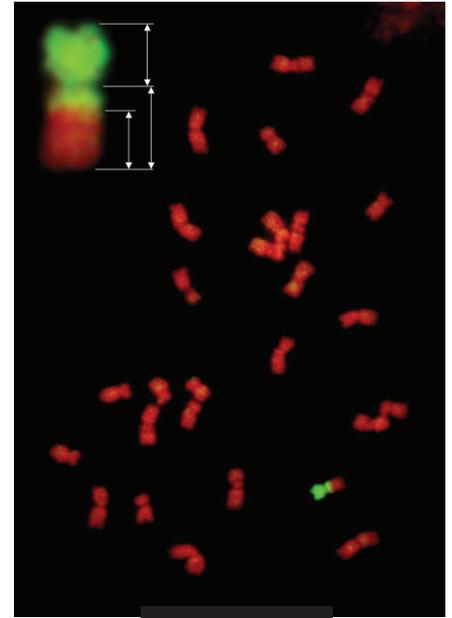
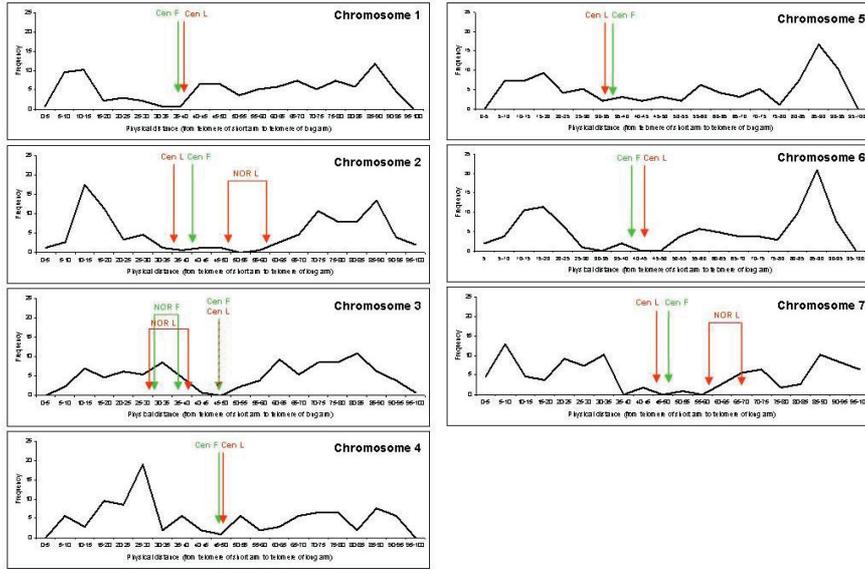
number of Festulolium cultivars: >60



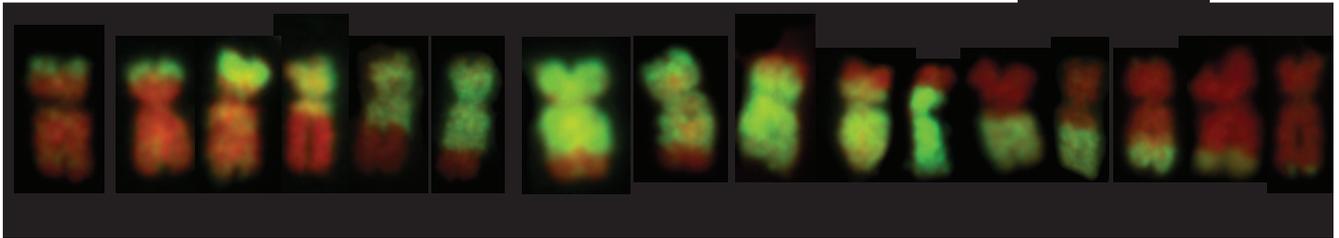
Kopecký et al., TAG 2006, CGR 2017



# distribution of homoeologous recombination in *Festuca/Lolium*



Fescue  
Ryegrass



Kopecký et al., CGR 2010

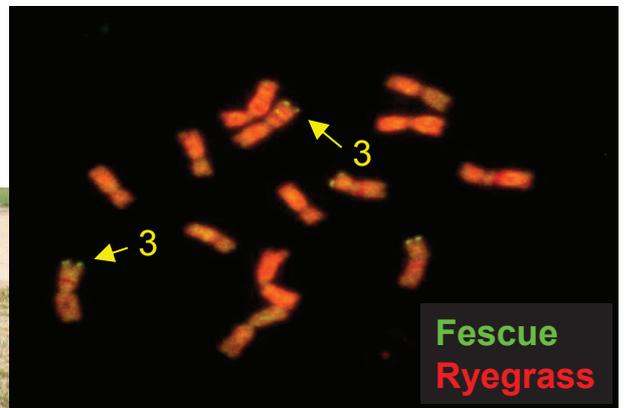


**extreme dry-down**  
**UCR, Riverside CA**  
**early October**  
 (no rain, no irrigation since late July;  
 temperatures often exceeding 100°F)



*F. arundinacea*

*Festulolium*



Fescue  
Ryegrass

Following June:  
 no irrigation for 11 months; 3.5" total rainfall  
 East survivors



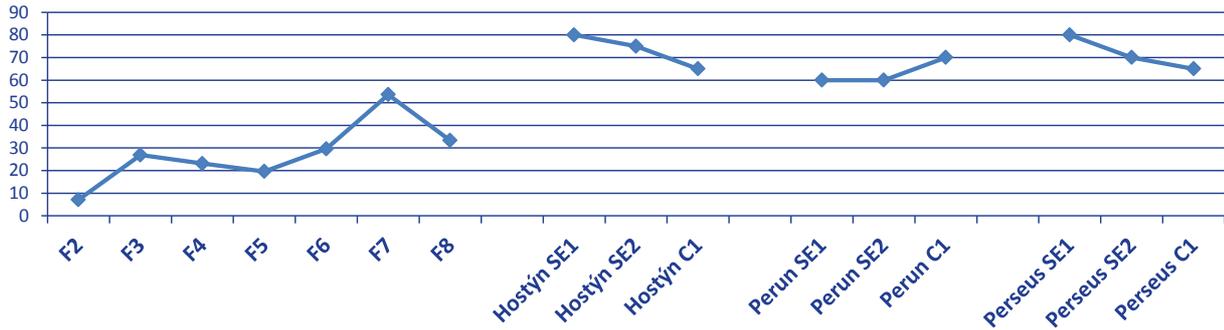
conclusion: extreme drought tolerance  
 associated with introgression on 3S

Baird et al., CropSci 2013

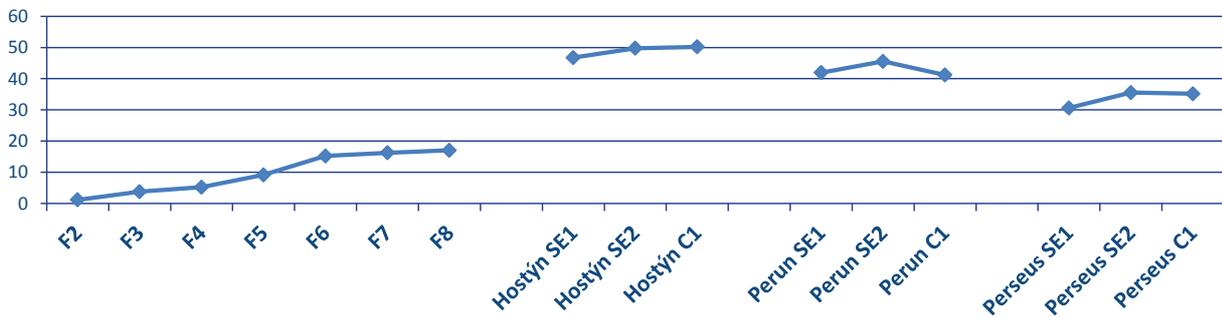


# dynamics in genomic constitution of Festulolium

### Aneuploidy (%)



### No. of breakpoints

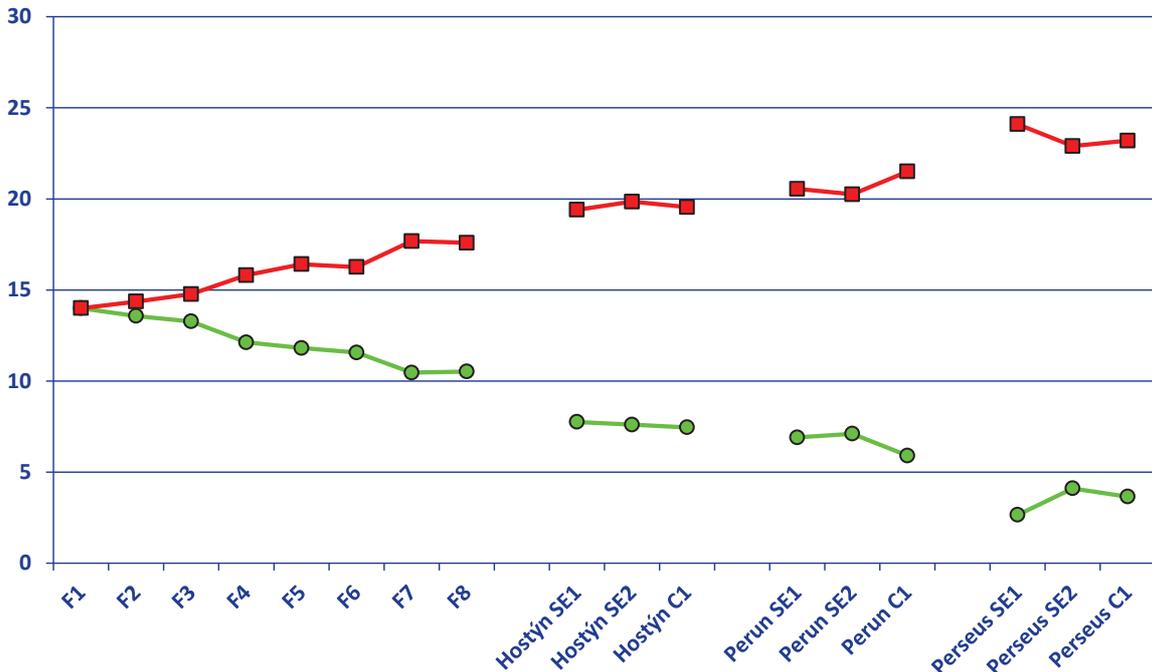


Zwierzynowski et al., 2008; Kopecký et al., CGR, 2017



# dynamics in genomic constitution of Festulolium

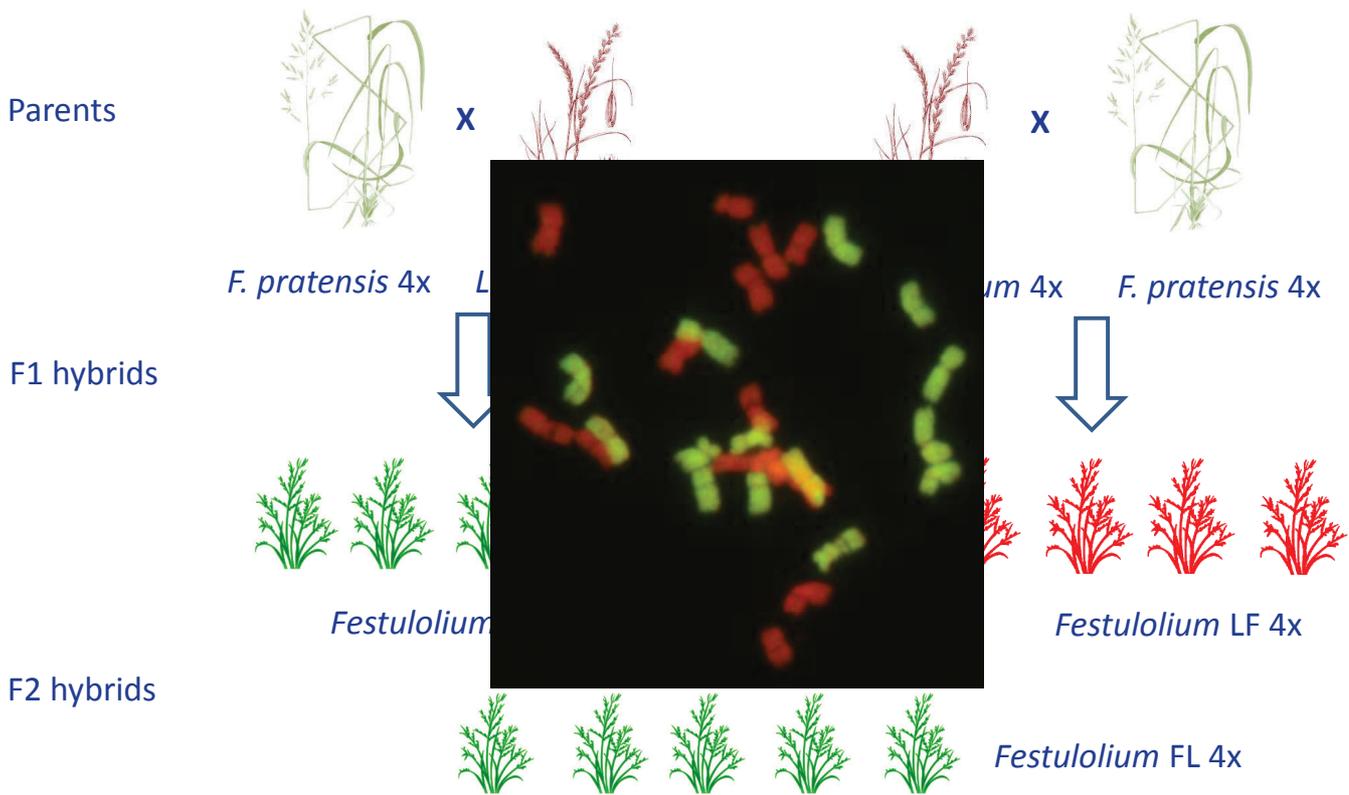
● Number of Festuca-origin chromosomes    ■ Number of Lolium-origin chromosomes



Zwierzynowski et al., 2008; Kopecký et al., CGR, 2017

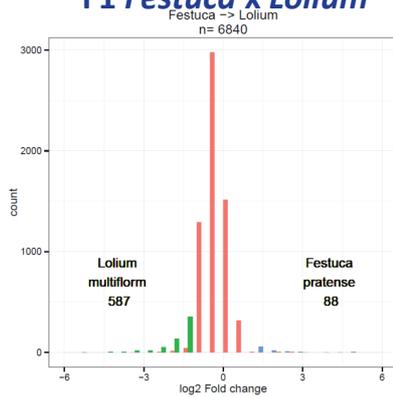


# gene expression in Festulolium

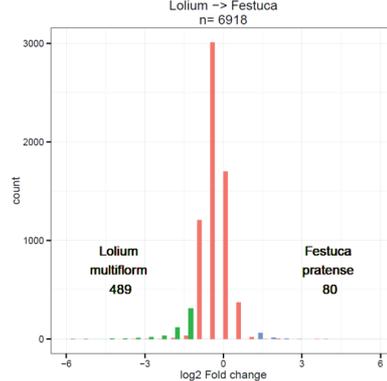


# gene expression changes in reciprocal F1 and F2 hybrids

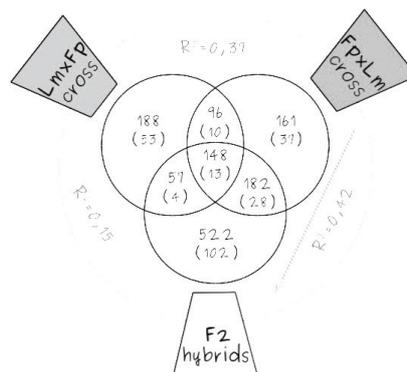
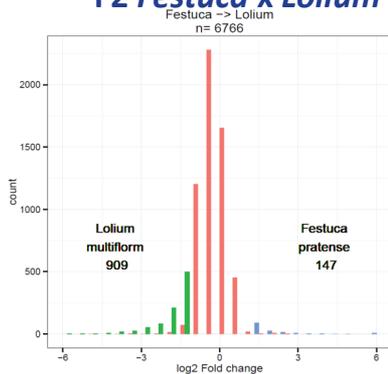
## F1 Festuca x Lolium



## F1 Lolium x Festuca



## F2 Festuca x Lolium





# chromosome pairing

Diploid-like pairing system in polyploid fescues (*F. glaucescens*, *F. apennina*, *F. arundinacea*)

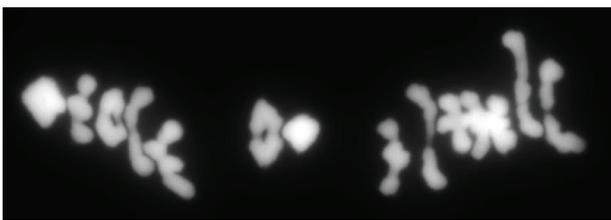


Kopecký et al., Frontiers EnvSci 2016



# chromosome pairing

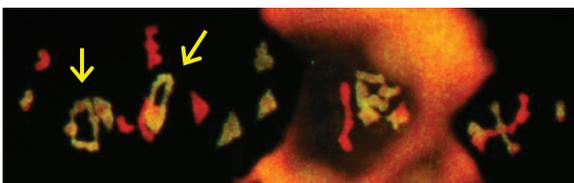
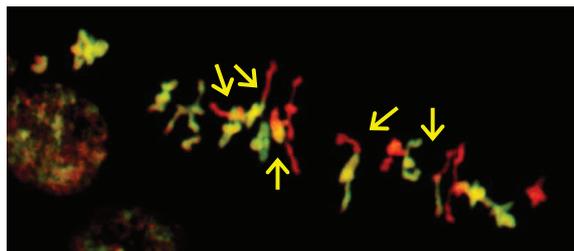
Diploid-like pairing system in polyploid fescues (*F. glaucescens*, *F. apennina*, *F. arundinacea*)



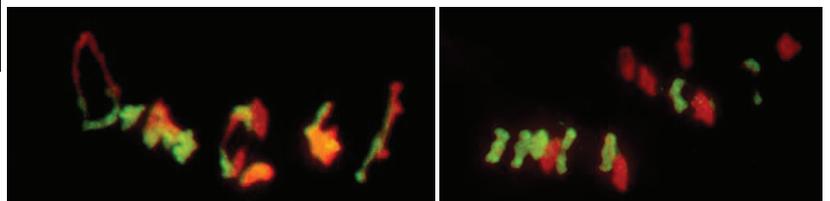
But: haplo-insufficient = two copies are needed

Kopecký et al., 2009

*F. arundinacea* (Continental) x *F. arundinacea* (Mediterranean)



LmFg (Lueur: F6-F8) – 88 plants



Next: genotyping



## conclusions

- Interspecific hybridization...
- Genomic constitution...
- Gene expression...
- Diploid-like pairing system...
- Tetraploid fescues...



## acknowledgements

Institute of Experimental Botany, Olomouc,  
Czech Republic

Štěpán Stočes  
Jan Bartoš  
Jaroslav Doležel



ETH, Zurich, Switzerland

Bruno Studer  
Steven Yates



Department of Botany and Plant Sciences  
University of California, Riverside, USA

Adam J. Lukaszewski



Institute of Plant Genetics, Poznan, Poland

Zbigniew Zwierzykowski  
Tomasz Ksiaczek



DLF Hladké Životice, Czech Rep./Denmark

Vladimír Černoč



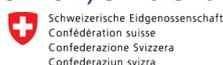
ILVO, Melle, Belgium

Tom Ruttink  
Isabel Roldán-Ruiz



Agroscope, Zurich-Reckenholz, Switzerland

Beat Boller



INRA, Lusignan, France

Marc Ghesquiere



IBERS, Aberystwyth, Wales

Mike Humphreys  
John Harper



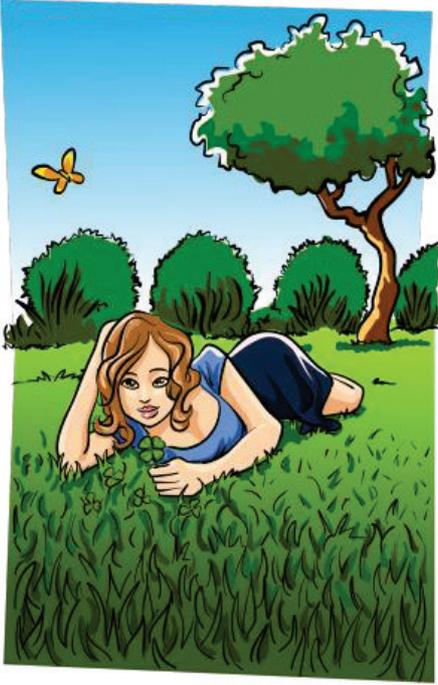
LfL, Freising, Germany

Stephan Hartmann



Festulolium Working Group, EUCARPIA





**thank you for your attention**

# **DLG-Termine 2017 / 2018**

|   |   |
|---|---|
| <b>AGRITECHNICA 2017</b>  | 14. bis 18. November 2017<br>(Exklusivtage 12.+ 13.11.2017)<br>Hannover /Messegelände   |
| <b>DLG-Kolloquium<br/>Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft<br/>ermöglichen – Anreize richtig setzen</b> | 5 Dezember 2017<br>Berlin   |
| <b>DLG-Wintertagung 2018</b>  | 20./21. Februar 2018<br>Münster   |
| <b>DLG-Technikertagung</b>  | 30./31. Januar 2018<br>Hannover   |
| <b>DLG-Feldtage 2018</b>  | 12. bis 14. Juni 2018<br>Internationales DLG-Pflanzenbauzentrum,<br>Bernburg-Strenzfeld |
| <b>DLG-Unternehmertage 2018</b>   | 3./4. September 2018<br>Kassel  |
| <b>PotatoEurope 2018</b>  | 12.-13. September 2018<br>Bockerode, Springe  |
| <b>59. DLG-Gräsertagung</b>   | 6. November 2018<br>Bonn  |
| <b>EuroTier 2018<br/>EnergyDecentral</b>  | 13. bis 16. November 2018<br>Hannover / Messegelände                                    |