

## Diversifikationsstrategien für das Management der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel

Maria R. Finckh, Didier Andrivon, Lars Bødker, Heidi Bouws-Beuermann, Roselyne Corbiere, Daniel Elliseche, Scott Philipps, Martin S. Wolfe

**Einleitung:** Obwohl im Ökologischen Landbau einige Pflanzenschutzprobleme durch erweiterte Fruchtfolgen und geringeres Düngungsniveau tendenziell verringert wurden, sind noch viele Probleme ungelöst und durch den Wegfall der chemisch-synthetischen Pestizide müssen verstärkt Alternativen gesucht werden. Eines der großen Problemfelder stellt in diesem Zusammenhang die Kraut- und Knollenfäule (verursacht durch *Phytophthora infestans*) dar, für die außer Kupfer kein wirksames Mittel oder andere Kontrollstrategien zur Verfügung stehen. Kupfer ist in einigen Ländern verboten und wird EU-weit im Ökolandbau verboten werden.

Einen wichtigen Beitrag zum Pflanzenschutz kann die gezielte Nutzung **funktionaler biologischer Vielfalt** leisten. Dies ist Vielfalt, die eingesetzt wird, eine Funktion, hier, Schutz gegen Krankheiten, Schadinsekten und Unkräuter und abiotische Stressfaktoren zu erfüllen. Sowohl mechanistische Interaktionen, wie Verdünnungs- und Barriereeffekte als auch komplexe ökologische und pflanzenphysiologische Prozesse, wie Konkurrenzeffekte, induzierte Resistenz und Allelopathie können in diversifizierten Beständen wirken. In herkömmlichen Systemen wird Vielfalt durch Sorten- und Artenmischungen, verkleinerte Schlaggrößen und Fruchtfolgen erzielt. Im Getreide und Kaffeeanbau werden weltweit Rost und Mehltau durch Sortenmischungen mit verschiedenen Resistenzen mit großem Erfolg eingesetzt (Finckh et al., 2000). Seit 1998 werden in China im Reis Einzelreihen wertvoller hochanfälliger Sorten zwischen resistenten Sorten angebaut. Dies hat dazu geführt, daß diese Sorten nun ohne oder mit geringstem Einsatz von Fungiziden angebaut werden können und durchschnittlich fast den doppelten Ertrag bringen als im Reinanbau (Youyong et al., 2000). Inzwischen werden verloren geglaubte alte Sorten wieder vermehrt angebaut. Das heißt, die Strategie der alternierenden Reihen oder Streifen sorgt für den Erhalt genetischer Ressourcen (Youyong, 2002, pers. Mitteilung).

Erste Ergebnisse mit der Kraut- und Knollenfäule (verursacht durch *Phytophthora infestans*) aus den USA, Südamerika und Frankreich deuten darauf hin, daß solche Strategien auch den Krankheitsdruck bei Kartoffeln reduzieren können (Andrivon & Lucas, 1998; Garrett et al., 1998; Garrett & Mundt, 2000).

**Zielsetzung und Hypothesen:** Im Rahmen eines EU-Projektes „Blight Management in Organic Potato Production“ (Blight MOP) wird das Potential verschiedener Diversifikationsstrategien alleine oder in Kombination mit anderen Anbaustrategien erforscht. Die Ziele sind, die Auswirkungen von Sortenmischungen, alternierenden Reihen verschiedener Sorten und Streifenanbau (Intercropping) mit anderen Arten auf Krautfäulepidemien zu determinieren.

Die folgenden Hypothesen liegen der Arbeit zugrunde: (i) Eine Reduktion der Menge des anfälligen Wirtsgewebes in einem Feld durch Mischungen, alternierende Reihen oder Streifenanbau reduziert den Krankheitsdruck. (ii) Die Interaktionen zwischen benachbarten Sorten und Arten in bezug auf Verdünnungs- und Barriereeffekte, Mikroklima und Konkurrenz beeinflussen den Krankheitsverlauf und die Erträge. (iii)

Die Art der Resistenz in den Sorten (rassen-spezifisch oder nicht-spezifisch) beeinflusst die Epidemiologischen Interaktionen in diversifizierten Beständen.

**Methoden:** In den Jahren 2001 und 2002 wurden in England (UK), Dänemark (DK), Frankreich (F) und Deutschland (D) Experimente zu Sortenmischungen (UK, D), alternierenden Reihen und unterschiedlichen Resistenztypen (F, DK), Parzellengröße (UK, D) und Streifenanbau (DK, D) durchgeführt.

**Ergebnisse/Diskussion:**

**Sortenmischungen:** In einem Experiment in UK wurden fünf Sorten mit unterschiedlichen Resistenzreaktionen in allen möglichen Mischungen in zwei Parzellengrößen getestet. Der Gesamtbefall (Fläche unter der Befallskurve) war direkt proportional zum Anteil resistenter Sorten in den Mischungen. Zusätzlich war der Befall in den kleinen Parzellen durchschnittlich um 11% reduziert im Vergleich zu den größeren Parzellen (Abb. 1).

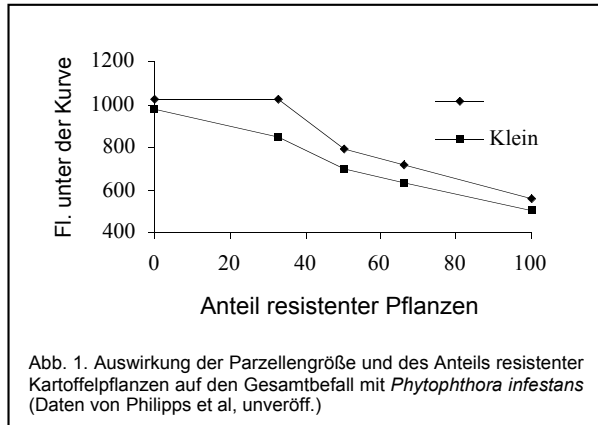


Abb. 1. Auswirkung der Parzellengröße und des Anteils resistenter Kartoffelpflanzen auf den Gesamtbefall mit *Phytophthora infestans* (Daten von Philipps et al, unveröff.)

Auf den einzelnen Sorten war der Befall stark abhängig von der Partnersorte. War diese Sorte hoch anfällig, war der Befall auf der anderen Sorte meist erhöht. War die Partnersorte jedoch moderat resistent, war der Befall oft reduziert. Um festzustellen, ob Befallsreduktionen durch zufällig unterschiedliche Zeitpunkte bei Befallsbeginn oder durch eine Veränderung der epidemiologischen Parameter zustande kamen, wurde die Vermehrungsrate  $r$  auf jeder Sorte errechnet. Diese war weder durch die Mischungen noch durch die Parzellengröße beeinflusst.

Die Erträge der einzelnen Sorten waren stark durch Konkurrenzbeziehungen untereinander geprägt. So gab es Fälle, in denen trotz Krankheitsreduktion in der Mischung der Ertrag auch reduziert war während in anderen Fällen erhöhte Erträge bei gleichem oder reduziertem Krankheitsdruck beobachtet wurden.

In einem zweiten Experiment in D wurden verschiedene Sortenmischungen mit Vorfrucht Klee gras und Winterweizen angebaut um mögliche Interaktionen zwischen Befall und Ernährungsstatus der Kartoffeln zu erfassen (siehe auch Stolz etl, dieser Band). Auch in diesem Experiment war die Krankheit in Mischungen auf der hochanfälligen Sorte Laura reduziert und auf der resistenteren Sorte Simone tendenziell erhöht. Im Gegensatz zu den Ergebnissen aus UK waren jedoch auch die Befallsraten auf Laura signifikant reduziert. Bei Vorfrucht Klee gras war die Fläche unter der Kurve für Befall im Mittel 30% höher. Dies war aber nicht signifikant, da die Variabilität innerhalb des Versuches über die Fläche sehr hoch war: in einer

Wiederholung war der Befall bei Vorfrucht Klee gras fast verdoppelt, bei anderen war er fast gleich. Insgesamt war der Effekt jedoch konsistent.

*Alternierende Reihen:* In einem Experiment in F wurden die Sorten Bintje, Desiree und Naturella in zweier Kombinationen mit entweder jeweils einer oder zwei alternierenden Reihen angebaut. Insgesamt waren nur wenige Veränderungen im Befall im Vergleich zu Reinbeständen auf den einzelnen Sorten zu verzeichnen. Tendenziell war wie in den Sortenmischungsexperimenten der Befall auf der hochanfälligen Sorte Bintje in alternierenden Reihen reduziert, während der Befall für die moderat anfällige Sorte Desiree in Kombination mit Bintje eher erhöht war. Die hoch resistente Sorte Naturella wurde im Befall nicht beeinflusst. Insgesamt war der Befall über den Versuch sehr heterogen und eine räumliche Analyse der Ergebnisse wird notwendig sein, um eine volle Interpretation möglich zu machen.

Die Sorten beeinflussten sich nicht gegenseitig im Ertrag. Das heißt, entweder sind Konkurrenzeffekte zwischen Sorten zwischen den Dämmen deutlich geringer als innerhalb der Reihe oder die drei verwendeten Sorten sind sehr ähnlich im Konkurrenzverhalten.

Ähnlich waren die Ergebnisse in einem Experiment in DK mit den Sorten Kuras (hoch resistant), Danva (moderat resistant) und Oleva (anfällig). Der Befall und Ertrag der anfälligen Sorten war in alternierenden Reihen nicht verändert. Auf Kuras jedoch setzte der Befall insgesamt drei bis fünf Wochen später ein und in alternierenden Reihen war er nochmals um eine Woche verzögert und der Ertrag erhöht. Dies könnte durch Veränderungen in der Konkurrenz zwischen Sorten und/oder durch Veränderungen im Mikroklima verursacht worden sein und wird weiter überprüft.

*Streifenanbau:* Insgesamt wurden die Nachbarschaftseffekte von Kartoffeln, Klee gras, Sommerweizen (D) und Ackerbohnen (DK) auf die Krankheits- und Ertragsentwicklung bei verschiedenen Sorten getestet (ebenfalls wurden Einflüsse der Parzellenausrichtung zum Wind und Größe getestet, für Details siehe Finckh & Bouws-Beuermann, 2003). Der Anbau von Kartoffeln in schmalen Streifen von 8 Reihen Breite mit Nachbar Klee gras oder Weizen resultierte in einer Reduktion des Gesamtbefalles zwischen 5 und 23% abhängig vom Jahr und der Nachbarkultur. Auffällig war vor allem die Veränderung der räumlichen Ausbreitungsmuster. Während in Parzellen mit gemulchtem Klee gras als Nachbar die Befallsschwere in Windrichtung zunahm, war in Parzellen mit Weizenanbau das Gegenteil der Fall. Dies kann teilweise durch andere Windverhältnisse und Verwirbelungen in der Nachbarschaft der höheren Weizenpflanzen und damit einhergehenden mikroklimatischen Effekten erklärt werden.

Die Resistenzeigenschaften der verwendeten Sorten spielte auch eine wichtige Rolle. So waren die Krankheitsreduktionen bei der moderat resistenten Sorte Agria deutlich weniger als in der hoch anfälligen Sorte Linda.

Wurden nur die Erträge der Kernparzellen berücksichtigt, konnten Ertrag und Befallsschwere gut korreliert werden und die positive Auswirkung des Streifenbaus auf den Befall wirkte sich entsprechend auch positiv auf den Ertrag aus. Da aber der Streifenanbau selbst die Fragestellung ist und damit einhergehend Randeffekte in das Anbausystem eingebaut werden, wurden die Randreihen separat auf Krankheit und Ertrag bonitiert. Hier zeigte sich, daß die verwendeten Kartoffelsorten sehr anfällig gegen die Konkurrenz des Weizens aber nicht des Klee grasses sind. In beiden Versuchsjahren waren die Erträge in den Randreihen durch Nachbar Weizen im Vergleich zu den Innenreihen der Parzellen signifikant reduziert.

**Fazit:** Die bisherigen Ergebnisse deuten auf eine extreme Sortenabhängigkeit in den epidemiologischen Effekten von Diversifikationsstrategien hin. Außerdem spielt die Variabilität des Befallsdruckes selbst innerhalb eines Feldes eine kritische Rolle. Für die Auswertung von Daten muß deshalb die räumliche Verteilung des Befalles viel stärker mit entsprechenden statistischen Modellen in Betracht gezogen werden.

Die Ergebnisse aus den Streifenexperimenten sind analog den Ergebnissen aus den Sortenmischungen und deuten darauf hin, daß Kartoffeln extrem empfindlich auf Konkurrenz sowohl verschiedener Sorten als auch Arten reagieren. Um Diversifikationsstrategien sinnvoll einsetzen zu können, sollten als erstes die Reaktionen von Sorten auf andere Sorten und Arten quantifiziert werden, um geeignete Sorten zu identifizieren. Es könnte auch ein Zuchtziel für die ökologische Landwirtschaft werden, die Konkurrenzfähigkeit mehr in den Vordergrund zu stellen. Dies wäre auch in Bezug auf Unkrautunterdrückung unter Umständen von Interesse.

Um ein Streifenexperiment sinnvoll auszuwerten, muß der Ertrag und Befall der Außen- und Innenreihen von Parzellen getrennt erfaßt werden. Für die Beurteilung des Gesamtergebnisses kann dann nicht einfach auf Hektarerträge hochgerechnet werden sondern es muß das Gesamtsystem in Betracht gezogen werden.

Insgesamt können Diversifikationsstrategien den Krankheitsdruck reduzieren. Dies belegen auch Beobachtungen aus China, wo der Streifenanbau von Kartoffeln und Mais zu bis zu 40% Reduktion im Befall mit *P. infestans* und damit zu einer Reduktion im Fungizideinsatz geführt hat (Z. Youyong, 2002, pers. Mitteilung).

#### Literaturangaben:

- Andrivo, D. und J. M. Lucas. 1998. Performance of cultivar associations to control the potato late blight pathogen *Phytophthora infestans*, p. 2.4.13. In: 7th International Congress of Plant Pathology. Offered Papers. Abstracts Vol 2. International Society for Plant Pathology.
- Finckh M.R., Gacek E.S., Goyeau H., Lannou C., Merz U., Mundt C.C., Munk L., Nadziak J., Newton A.C., de Vallavieille-Pope C., und M.S. Wolfe (2000): Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie* 20:813-837.
- Garrett, K. A., C. C. Mundt, G. A. Forbes, R. J. Nelson, L. N. Zuniga, und E. Roncal. 1998. Use of potato genotype mixtures for deployment of resistance against *Phytophthora infestans*: Efficacy may vary geographically with the level of outside inoculum, p. 5.1.20. In: 7th International Congress of Plant Pathology. Offered Papers. Abstracts Vol 3. International Society for Plant Pathology.
- Garrett, K. A. und C. C. Mundt. 2000. Host diversity can reduce potato late blight severity for focal and general patterns of primary inoculum. *Phytopathology* 90:1307-1312.
- Youyong, Z., C. J. F. Hairu, W. Yunyue, L. Yan, C. Jianbing, F. JinYiang, Y. Shisheng, H. Lingping, H. Leung, T. W. Mew, P. S. Teng, Z. Wang, und C. C. Mundt. 2000. Exploiting crop genetic diversity for disease control: A large-scale field test. *Nature* 406:718-722.

**Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:**

Finckh, Maria R. und Andrivon, Didier und Bodker, Lars und Bouws-Beuermann, Heidi und Corbiere, Roselyne und Elliseche, Daniel und Philipps, Scott und Wolfe, Martin S. (2003): *Diversifikationsstrategien für das Management der Kraut-und Knollenfäule der Kartoffel.*

Beitrag präsentiert bei der Konferenz: 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau - Ökologischer Landbau der Zukunft, Universität für Bodenkultur, Wien - Institut für ökologischen Landbau, 24.-26.02.2003; Veröffentlicht in Freyer, Bernhard, (Hrsg.) Ökologischer Landbau der Zukunft: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Seite(n) 141-145

**Dieses Dokument ist archiviert unter:  
<http://orgprints.org/00001037>**