

# Grüne Züchtung



## BIOIMPULS FORSCHUNGSPROGRAMM 2009-2013: Perspektiven für Phytophthora-resistente Kartoffelsorten

Die schweren Phytophthora Ausbrüche im Jahr 2007 sowie erneut in 2012 und 2014 bestätigen die Notwendigkeit phytophthora-resistenter Kartoffelsorten im Ökobereich. Bis vor kurzem waren keinerlei solcher Sorten am Markt verfügbar. Im Jahr 2009 wurde das Bioimpuls – Programm ins Leben gerufen, um der Züchtung phytophthora-resistenter Ökosorten eine höhere Priorität zukommen zu lassen. Um neue, resistente Kartoffelsorten zu entwickeln, sind in diesem zehnjährigen Projekt Wildarten mit modernen Sorten gekreuzt worden. Diese klassische Zuchtstrategie ist ein langwieriger Prozess. Der Vorteil an dieser Strategie ist allerdings, dass auf dem Weg zum Ziel auch auf andere Merkmale selektiert werden kann. Diese Broschüre stellt die Ergebnisse der ersten vier Jahre des Bioimpuls Programms vor.



Bioimpuls-Klone auf der Winter-  
Ausstellung (Photo: Aardappelwereld)

### Neue Resistenzen aus wilden Kartoffelstämmen

Das Bioimpuls Zuchtprogramm arbeitet an drei parallelen Projekten mit unterschiedlich langen Laufzeiten (kurz-, mittel- und langfristig). Die Grundlage des Programms ist die Kreuzung moderner Sorten mit phytophthora-resistenten Wildkartoffelstämmen, die vor einigen Jahrzehnten von Forschern der Universität Wageningen in Zentral- und Südamerika gesammelt worden sind (s. Foto Seite 2). Die Kreuzung von Wildarten und modernen Kartoffelsorten ist ein zeitintensives Verfahren. Es dauert drei bis vier Rückkreuzungsgenerationen – wobei jede Rückkreuzungsgeneration wiederum vier bis fünf Jahre benötigt, es werden also insgesamt 12 bis 20 Jahre benötigt, um neue, für die gewerblichen Zuchtprogramme brauchbare Elternlinien rückzukreuzen.

Dieser Prozess wird auch als „Vorzucht“ bezeichnet. Um das Pflanzmaterial an unsere Langtagbedingungen anzupassen, beinhaltet dieser Prozess immer wieder Kreuzungen mit modernen Wirt-

schaftssorten. Darüber hinaus werden zahlreiche Selektionsvorgänge benötigt, um Krankheitsresistenzen zu optimieren, sowie unerwünschte Merkmale der Wildarten, wie z.B. lange Wurzeläusläufer, unregelmäßige Knollen oder hohe Glycoalkaloidgehalte zu beseitigen. Somit ist es nachzuvollziehen, dass die „Vor-Zucht“ viel Zeit und Wissen erfordert. Daher sind besonders kleinere Zuchtunternehmen nicht in der Lage oder auch nicht dazu bereit, diesen Aufwand selbst zu betreiben. Sie sind froh, dass diese Arbeit von einem staatlich finanzierten Programm wie Bioimpuls übernommen wird.

### Die Nutzung bereits vorhandenen Materials

Durch die Zusammenarbeit mit dem erfahrenen Kartoffelzüchter Ronald Hutten von der Universität Wageningen (WU), können wir das vorhandene Forschungsmaterial nutzen, welches 10 verschiedene Phytophthora-Resistenzquellen enthält (siehe Tabelle 1). Folgende Fünf Quellen sind bereits soweit verbessert worden, dass es



Versuchsfeld in Wageningen mit Kartoffelwildarten

(beinahe) möglich ist, sie als Kreuzungseltern für die gewerbliche Zucht einzusetzen: *Solanum bulbocastanum*, *S. edinese*, R8, R9, sowie Sarpo Mira.

Zwei weitere Träger der Phytophthoraerisistenzen für die gewerbliche Züchtung sind die resistenten Sorten Carolus und Athlete, welche beide vor kurzem auf den Markt gekommen sind. Die Resistenzherkünfte benötigen noch einige Jahre Zuchtarbeit, bevor geeignetes genetisches Material für die gewerbliche Zucht aus ihnen erzeugt werden kann (mittel- und langfristige Projekte).

## „Genstapel“

*Phytophthora infestans* ist für seine Fähigkeit bekannt, während größerer Ausbrüche schnell zu mutieren und somit bestehende Resistenzen der Pflanze überwinden zu können. Deshalb müssen wir die Resistenz so weit wie möglich steigern. Da *Phytophthora* mehrere wirtsspezifische Pathogene besitzt, ist es entscheidend, eine Vielzahl von Resistenzgenen im Feld bzw. bevorzugt innerhalb einer Sorte zu haben. Wir haben bereits verschiedene Kombinationen von „Genstapel“ aus der Kreuzung verschiedener Zuchtstämme mit mehreren Resistenzgenen (von Resistenzquellen

höchster Qualität) sowie der nachfolgenden Selektion der Nachkommen, die die Resistenzgene beider Eltern geerbt haben. Um bestimmen zu können, ob die bei den Klonen im Feldversuch festgestellte Resistenz auf einem oder mehreren Genen basiert, verwenden wir bei diesem Verfahren molekulare Marker. Dabei wird eine Methode angewendet, bei der DNA aus Blattproben resistenter Pflanzen extrahiert wird, um auf DNA-Ebene feststellen zu können, welchen Nachkommen die „Resistenzgenstapel“ vererbt wurden. Pflanzen, die diese Eigenschaft aufweisen, werden zur weiteren Selektion aufbewahrt.

Tabelle 1. Von Bioimpuls verwendete Krautfäule-Resistenzquellen

Quelle	Gen	Sorten	Zeitraum
ABPT	<i>S. bulbocastanum</i> (BLB2)	Toluca, Bionica	kurzfristig
Carolus	?	Carolus	kurzfristig
Athlete	?	Athlete	kurzfristig
VR95-98	VR95-98 (R8?)	Vitabella	kurzfristig
Sarpomira	Sarpomira (R8)	Sarpomira	kurzfristig
2424A(5)	R8 differential (R8)		mittelfristig
2573(2)	R9 differential (R9)		mittelfristig
EDIFRI-3	<i>S. edinense</i> (EDN)		mittelfristig
BCP 326-3	<i>S. brachycarpum</i> (BCP)		langfristig
IOP 273-1	<i>S. lopetalum</i> (IOP)		langfristig
SCR 849-6	<i>S. sucrense</i> (SCR)		langfristig
BUK 510-2	<i>S. bukasovii</i> (BUK)		langfristig
MPT 364-1	<i>S. multiinterruptum</i> (MPT)		langfristig

Tabelle 2: Anzahl der von Bioimpuls ausgelegten Samen pro Jahr

Jahr	2009	2010	2011	2012
Bioimpuls Hauptstandort	11362	23257	19965	19950
Bioimpuls Vorzüchtung	900	1352	3513	3733
Züchtungs-Firmen	5350	9334	10347	13913
Landwirte-Züchter	3570	12451	5213	10365
Gesamt	21182	46394	39038	47961

## Eine effektive Kooperation

Neben dem Langzeit-Vorzuchtprogramm, werden bei Bioimpuls auch Tätigkeiten mit einer kürzeren Projektlaufzeit verfolgt. Mit den am weitesten entwickelten Zuchtlinien werden bereits jedes Jahr mehr als 300 Kreuzungen vollzogen. Aus diesen Kreuzungen werden jedes Jahr rund 20.000 Pflanzknollen an beteiligte Zuchtunternehmen und landwirtschaftliche Züchter (siehe Kasten 1) verteilt. Weitere 20.000 Knollen werden im Rahmen des zentralen Bioimpulsprogramms begutachtet (Abbildung 1, Tabelle 2). Diese Zahlen sind mit einem mittelgroßen, kommerziellen Zuchtprogramm vergleichbar!

## Mehr Bio-Züchter benötigt

Bevor das Bioimpuls Programm gestartet wurde, gab es zwei landwirtschaftliche Züchter in den Niederlanden, die Kartoffel-





Der Kartoffelzüchtungs-Lehrgang auf dem Feld

feln unter ökologischen Anbaubedingun- gen selektiert haben. Sie wählten ver- schiedene, vielversprechende Klone aus, welche zurzeit von gewerblichen Saat- zuchtunternehmen auf ihre Tauglichkeit als potentielle neue Sorten geprüft wer- den. Um auf der Suche nach neuen Sorten für den ökologischen Landbau die Chan- cen zu erhöhen, ist es entscheidend, dass sich mehr Bio-Landwirte an der Zucht beteiligen und die Selektion unter öko- logischen Anbaubedingungen sowie mit ökologischem Sachverstand durchgeführt wird. Es wird oft behauptet, dass Kartof- felzüchtung „eine Frage großer Mengen“ ist. Sie ist aber genauso eine Frage der Sorgfalt und der Kompetenz. Bioimpuls hat deswegen einen Kurs eingerichtet, in dem landwirtschaftliche Züchter mit Hintergrundinformationen und Einblicken in Zucht- und Selektionsverfahren (siehe Kasten 2) unterstützt werden. Infolge des gelungenen Kurses beteiligen sich bereits dreizehn ökologisch wirtschaftende land- wirtschaftliche Züchter am Bioimpulspro- gramm (Abbildung 2).

Dank dieser Zusammenarbeit stehen Stan- dorte mit verschiedenen Bodentypen zur Verfügung, auf denen die Anfälligkeiten für bestimmte Krankheiten getestet wer- den. In Oudebildtzijs (Friesland) ist z.B. ein Standort zur Prüfung (potentieller) Kreu- zungseltern und vielversprechender Klone bezüglich der Schorf-toleranz gegeben.

### Die zentralen Bioimpuls Versuchsstandorte

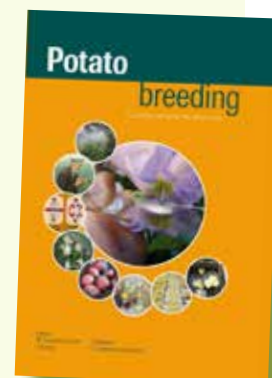
Jedes Jahr werden rund 20.000 Knollen am zentralen Bioimpuls Versuchsfeld in Krag-

### Box 1 Die Rolle der Landwirtschaftlichen Züchter

Landwirtschaftliche Züchter (auch als „Hobbyzüchter“ oder „kleine Züchter“ be- zeichnet) spielen eine wichtige Rolle bei der Kartoffelzucht in den Niederlanden. Von der ersten Auswahl der Sämlinge bis zur fertig entwickelten Sorte dauert es im Allgemeinen etwa 8 bis 10 Jahre. Züchter auf den Praxisbetrieben übernehmen einen Großteil der Arbeit in den ersten drei Jahren; Sie bonitieren große Mengen an Knollen, um eine Handvoll aussichtsreicher Klone auszuwählen. Dieses System war bei der Kartoffelzüchtung in den Niederlanden der Schlüssel zum Erfolg. Über 150 landwirtschaftliche Züchter beteiligen sich derzeit. Da die Arbeit auf einer „Bezahlung nur im Erfolgsfall“ basiert, erspart ihre Arbeit gewerblichen Zuchtun- ternehmen viel Zeit und Geld. Dies bedeutet, dass die Landwirte, die züchten, nur eine Vergütung (gemeinsam mit Lizenzgebühren) erhalten, wenn die Klone, die sie selektiert haben, eingetragene Sorten werden.

### Box 2 Der Bioimpuls Kartoffelzüchtungskurs + „Handbuch“

Nicht nur ökologische, sondern auch konventionelle Erzeuger melden sich für den Bioimpuls Kartoffelzüchtungskurs an; die Zahl der Anmeldung wächst stetig. Der Kurs wird von Jan van Loon, einem pensionierten, aber immer noch aktiven und erfahrenen landwirtschaftlichen Züch- ter, welcher mehreren Sorten einen Namen geben durfte, gehalten. Sein Ruf lockt auch junge Züchter von Handels- gesellschaften in diesen Kurs. Dank dieses Erfolges ist der Lehrgang bisher durchgehend angeboten worden; ab 2013 wird der Lehrgang unter der Schirmherrschaft dreier Zucht- verbände und dem Louis Bolk Institut veranstaltet werden. Darüber hinaus ist das Lehrmaterial zu einer schriftlichen Kartoffelzüchtungsanleitung zusammengestellt worden, welche bis zum September 2013 durch den Verlag „Aard- appelwereld“ veröffentlicht wird, in Niederländisch und in Englisch. Für weitere Informationen über den Lehrgang oder zur Anmeldung wenden Sie sich bitte an [e.lammerts@louisbolk.nl](mailto:e.lammerts@louisbolk.nl) oder besuchen unsere Website [www.louisbolk.nl/bioimpuls](http://www.louisbolk.nl/bioimpuls)



genburg (Noordoostpolder) gepflanzt. Bei jeder Ernte werden geeignete Klone ausge- wählt, eingelagert und im folgenden Jahr

wiederrum geprüft. Über die Jahre fallen immer mehr Klone aus dem Testpool her- aus (siehe Tabelle 3); besonders in Jahren



Selektion der zweijährigen Klone auf dem Hauptstandort von Bioimpuls in Kraggenburg

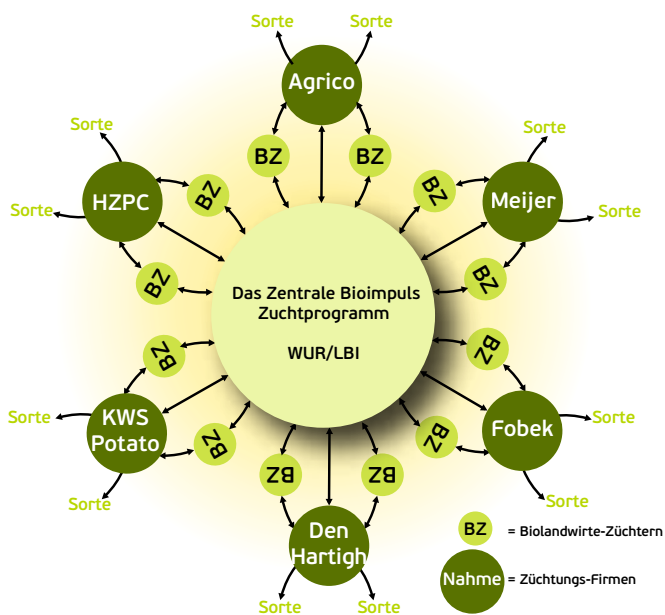


Abbildung 1. Bioimpuls ist eine Kooperation aus WUR, LBI sowie sechs Züchtungs-Firmen und mehreren Biolandwirte-Züchtern

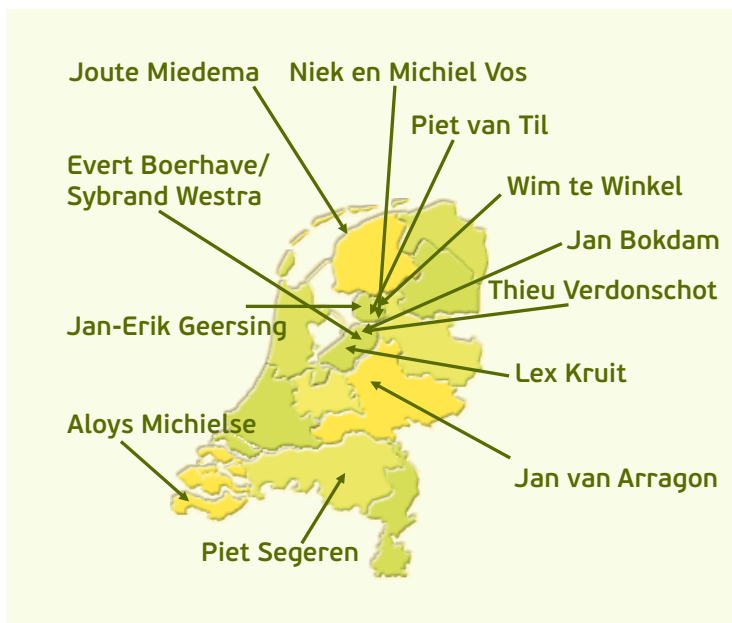


Abbildung 2. Im Jahr 2013 waren insgesamt 14 Landwirte-Züchter bei Bioimpuls aktiv

mit hohem Krankheitsdruck bestehen viele Klone die Prüfung nicht. Die Phytophthora-Resistenz der dreijährigen und älteren Klonen sowie von potenziellen Kreuzungseltern (moderne Sorten) wird auf einem speziellen „angeimpften“ Standort in Wageningen geprüft. Zusätzlich zu diesem sowie dem zentralen Standort in Kraggenburg, werden jedes Jahr neue Versuchsflächen auf drei Bodentypen (konventioneller Ton, Bio-Ton, Bio-Sand) eingerichtet, um das Ertragspotential der dreijährigen und älteren Klone sowie der Elternlinien und potenziellen neuen Sorten zu testen. Basierend auf den Ergebnissen dieser Feldversuche wird eine weitere Zahl von Klonen verworfen, während die besten Sorten und Elternlinien für die weitere Zucht im nächsten Jahr ausgelesen werden. Jedes Jahr im Dezember sind alle Teil-

nehmer des Bioimpuls-Programms eingeladen, die Kartoffelkisten, die von den Feldversuchen kommen, anzuschauen. Auf diese Weise können die Züchter wählen, von welchen Kreuzungen sie Pflanzgut für die nächste Pflanzung bestellen möchten. Darüber hinaus können die Zuchtunternehmen auch nach interessanten dreijährigen oder älteren Klonen Ausschau halten, die sie an ihren Standorten testen wollen.

### Auswahlverfahren

Im Winter 2011/2012 wurde die erste Charge von dreijährigen Klonen (10), die für das Bioimpuls Zuchtprogramm ausgewählt worden sind, an ein gewerbliches Zuchtunternehmen übergeben. Wir

hoffen in Zukunft jedes Jahr genügend erfolgsversprechendes Material zu erzeugen, so dass dies zu einem jährlichen Vorgang wird. Die Zuchtunternehmen und ihre Marketingabteilungen werden diese Klone auf verschiedene Merkmale, an verschiedenen Standorten testen. Die Suche nach neuen, robusten Sorten ist ein hartes Auswahlverfahren, da die Kartoffel zahlreiche Anforderungen (Tabelle 3) erfüllen müssen. Klone, die in vergangenen Jahren gut waren, könnten im nächsten Jahr versagen; Nur die stärksten und besten Kartoffeln werden weiter verwendet. Auf lange Sicht soll das Zuchtmaterial von Bioimpuls jedes Jahr mehrere neue, widerstandsfähige Sorten hervorbringen.





Feldtermin mit Landwirten und Züchtern

## Die Rolle der gewerblichen Züchter

Auch die gewerblichen Zuchtunternehmen, die an Bioimpuls beteiligt sind, leisten ihren Anteil mit den Anstrengungen die Sortenvielfalt für den Ökosektor deutlich zu erhöhen. Ihre Beteiligung an Bioimpuls hat ihr Bewusstsein für die Notwendigkeit von ökologischen Kartoffelsorten deutlich erhöht. Dies bietet neue Perspektiven für eine nachhaltige und ökologische Kartoffelproduktion. Die Unternehmen sind in der Regel froh mit landwirtschaftlichen Züchtern aus der Biobranche zusammenzuarbeiten, da es ihnen ermöglicht wird, ihr Zuchtmaterial im Feld unter „Real life“ Bedingungen zu testen. Einige Unternehmen betrachten den Bio-Sektor als einen bedeutenden und wachsenden Markt für ihre zukünftigen Produkte. Andere wiederum haben Interesse an neuen Exportmöglichkeiten. Gerade in Low-input-Ländern wären die neuen und robusten Sorten geeignet. Im Sommer 2012 wurden auf dem Demonstrationsfeld des Bioimpuls Knowledge-Exchange-Projekts die ersten marktfähigen Sorten gezeigt: Bionica (Niek's Witte), Carolus, Sarpomira und Vitabella. Der nächste Schritt besteht darin, den Markt von diesen neuen Sorten zu überzeugen (siehe Kasten 3).

## Gewünschte Eigenschaften

Obwohl die klassische Züchtung aus Wildarten ein langer Weg ist, ergibt sich der Vorteil, dass auf dem Weg bis zum Ziel auf mehrere Merkmale selektiert werden kann. Die Bio-Branche benötigt nicht nur

Resistenzen gegen Phytophthora, sondern auch gegen Krankheiten wie Alternaria, Rhizoctonia, Schorf und dem Kartoffel Y-Virus. Eine sorgfältige Auswahl der Zuchteltern, mit geringer Anfälligkeit für diese Krankheiten, erhöhen die Chancen auf widerstandsfähige Nachkommen. Zusätzliche gewünschte Eigenschaften sind eine effiziente Stickstoffverwertung sowie eine ausreichende Keimruhe (um die Notwendigkeit des Einsatzes von che-

mischen Keimhemmungsmitteln während der Lagerung auszuschließen). Ein weiteres wichtiges Merkmal ist eine frühe Knollenfüllung und Abreife, um die Belastung von resistenten Sorten mit Phytophthorasporien zu begrenzen und das Risiko eines Zusammenbruchs des Bestandes zu reduzieren. Es ist das Ziel, mindestens eine 7 bei der Frühreife zu erzielen.

Tabelle 3. Anzahl der Sämlinge / Klone über die Jahre erhalten

Ausgelegt		Erhalten			
Jahr	Anzahl	2009	2010	2011	2012
2009	11362	511	58	31	14
2010	23257		7055	481	122
2011	19965			5721	661
2012	19950				5314

## Box 3 Die Rolle des Marktes

Ein bedeutender Hinderungsgrund für die ökologische Saatkartoffelproduktion ist, dass ökologische Zertifizierung (bislang) außerhalb der Niederlande keine Nutzung von Öko-Pflanzgut verlangt. Das Bioimpuls „Knowledge Exchange Projekt“ (2010-2013), welches vom Louis Bolk Institut und der DLV Plant durchgeführt wird, hat viel Arbeitskraft investiert, um Markterweiterungsstrategien zu erforschen und die Qualität von Bio-Speisekartoffeln zu verbessern. Das EU-Verbundprojekt „CO-FREE“ (2012-2015), an welchem elf Länder beteiligt sind, baut auf dieser Arbeit auf. Mit dem Louis Bolk Institut als einer der niederländischen CO-FREE Partner, werden Pilotprojekte eingerichtet, um einen Markt für neue, resistente Kartoffelsorten zu entwickeln. Es liegt auf der Hand, dass alle Bemühungen, neue Sorten für eine nachhaltige Produktion zu züchten, verschwendet sind, wenn der Markt keine Reaktion zeigt. Die Markterschließung von neuen, resistenten Ökosorten trägt auch zu den Bestrebungen der europäischen Politik bei, kupferfreie Produktionsverfahren zu erreichen. Siehe <http://www.co-free.eu>





Die Bioimpuls "National Heroes of Taste" 2012!

### Aussehen und Geschmack

Leider werden Sorten, die von den Erzeugern geschätzt werden, nicht unbedingt von den Verbrauchern geschätzt! Wie Bio-Landwirte immer wieder angeben, kann eine neue Sorte nur den Markt erobern, wenn die Kartoffeln schmecken und gut aussehen (z.B. glatte Schale). Zwar wird es immer persönliche Vorlieben (z.B. für mehligke oder festkochende Sorten) geben, Geschmackseigenschaften wie „zu sauer“ oder „zu weich“ sind allerdings schnell bemerkt. Eine gut schmeckende Sorte ist in der Regel ein Glücksfall, da Geschmack kein explizites Selektionsmerkmal ist. Im Jahr 2012 veranstaltete Bioimpuls einen ausführlichen Geschmackstest mit den verheißungsvollsten dreijährigen Klonen, wie auch mit kommerziellen Sorten wie Biogold und Ditta. In der Küche eines teilnehmenden Züchters wurde ein Geschmackstest veranstaltet, bei dem sich auch Kunden des Züchters angeschlossen haben. Die am besten schmeckenden Klone wurden beim nationalen „Hero of Great Taste“ Wettbewerb eingereicht; die Jury war beeindruckt. Infolgedessen erhielten

die Forscher der Pflanzenzucht Edith Lammerts van Bueren und Kartoffelbauer Niek und Michiel Vos den Titel „National Hero of Taste 2012“ (siehe Foto oben). Somit sieht es so aus, als ob Bioimpuls auf dem richtigen Weg ist!

### Der nächste Schritt: Phytophthora Resistenz in den Knollen?

Bisher hat sich die Kartoffelzucht hauptsächlich auf die Resistenz gegen Phytophthora im Laub konzentriert. Allerdings hat sich gezeigt, dass die Resistenz in den Knollen nicht immer gleich effektiv ist. In den kommenden Jahren wird das Bioimpuls – Programm sowohl Laub-, wie auch Knollenresistenz testen. In einem Folgeprojekt soll ein besseres Verständnis der zugrunde liegenden Mechanismen der Knollenresistenz in Verbindung mit der Laubresistenz gewonnen sowie dieses Wissen in der Selektionszüchtung angewendet werden.

### Forschungsprogramm Grüne Züchtung

Das Forschungsprogramm Grüne Züchtung (Groene Veredeling, 2010-2019) konzentriert sich auf die Züchtung von Sorten, die weniger Nährstoffe und Wasser benötigen sowie auf Resistenzzüchtung, um Schädlingen und Krankheiten entgegenzuwirken. Die Forschung konzentriert sich auf Kartoffel, Lauch, Spinat und Tomaten für konventionellen und ökologischen Landbau. Neben diesen Schwerpunkten werden auch einige Pilotstudien durchgeführt. Dieses Programm wird vom Ministerium für Wirtschaft finanziert, was einen Mindestanteil von 33% von den beteiligten Unternehmen in Form von Sach- oder Bareinlagen einschließt.

Programme-Koordinatoren:  
dr. Olga Scholten,  
olga.scholten@wur.nl

Prof.dr. Edith Lammerts van Bueren,  
e.lammerts@louisbolk.nl

Website: [www.groeneveredeling.nl](http://www.groeneveredeling.nl)

### Das Bioimpuls Team:

Edith Lammerts van Bueren, Marjolein Tiemens-Hulscher und Hans Dullaert vom Louis Bolk Institute; Ronald Hutten, Christel Engelen, Rene Alles and Eddy de Boer von der Wageningen University (Department of Planth Breeding).

Dieses Team arbeitet eng mit vierzehn Biolandwirte-Züchter zusammen, sowie mit sechs kommerziellen Züchterhäusern: Agrico, Den Hartigh, Fobek, HZPC, KWS Potato, und Meijer.

