IGZ

Jahresbericht 2009/2010



Leibniz Gemeinschaft



Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau
Großbeeren/Erfurt e.V.
Theodor-Echtermeyer-Weg 1
D-14979 Großbeeren
Phone +49 (0) 33 701 / 78131
Fax +49 (0) 33 701 / 55391
igzev@igzev.de · www.igzev.de

Herausgegeben vom Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., 2011
Mit Förderung durch die Bundesrepublik Deutschland, das Land Brandenburg und den Freistaat Thüringen
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft (WGL)
Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr. Eckhard George
Redaktion: Monika Grohmann
Gestaltung: Barbara Kloth, Hamburg
Druck: Druckerei Grabow, Teltow
Fotos: IGZ, Gunter Klötzer, Barbara Kloth, Eva Piontek
ISSN: 2191-7531

Liebe Leserinnen und Leser,

Krise oder eine bessere Zukunft – was steht uns bevor? Die Welt forscht wie niemals zuvor, sammelt Daten und Fakten. Aber verstehen wir wirklich besser als früher, wie die Natur, die Gesellschaft oder die Wirtschaft funktionieren? Können wir uns in diese Systeme gut einordnen? Verhalten wir uns so, dass wir keine dauerhaften Schäden verursachen? Wir haben große Hoffnung in Wissenschaft und Technologie, aber andererseits scheinen sich die Katastrophen geradezu zu häufen.

Wir Gartenbauwissenschaftler werden (und müssen) nicht die ganze Welt auf einmal retten. Unsere Verpflichtung, und auch unsere Tradition, ist es, nahe an der Wirklichkeit zu sein mit unserer Arbeit. Wir sind es gewohnt, praktische Probleme zu untersuchen und dabei verschiedene wissenschaftliche Disziplinen zu nutzen. Und wir wissen, dass selbst ein kleiner Beitrag zu einem praktischen Problem häufig viel Mühe und hohe Konzentration erfordert.

Gartenbauwissenschaft ist aber auch faszinierend – vielleicht gerade deswegen, weil sie so nah an der Realität ist. Gute Wissenschaft braucht Neugier, harte Arbeit und einen offenen Verstand. Das trifft auch für die Forschung im Gartenbau zu, unserem Thema am Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ). Bitte sehen Sie sich unseren aktuellen Jahresbericht an, der gerade vor Ihnen liegt. Vielleicht verstehen Sie dann, warum wir so gerne an unserem Institut arbeiten.

Das IGZ ist Mitglied in der Leibniz Gemeinschaft (WGL; www.wgl.de) und beschäftigt sich mit strategischer Forschung im Bereich der Gartenbauwissenschaften. Wir haben zwei große Standorte (Großbeeren nahe Berlin und Erfurt) und organisieren unsere Arbeit in Schwerpunkten, die sich in vier große Programmbereiche (Gartenbaupraxis und moderne Produktion; Nutzung biologischer Regelungssysteme im Gartenbau; Gartenbau, Umwelt und Verbraucher; Globale Änderungen und Gartenbau) gruppieren. Eine Zusammenfassung unserer Aktivitäten findet sich im hinteren Teil dieses Berichts. Für aktuelle Berichte und Hintergrundinformation können Sie gerne mit uns in Kontakt treten oder unsere Internetinformation (www.igzev.de) nutzen.

Ich möchte mich bei den Mitgliedern unseres Wissenschaftlichen Beirats (unter Vorsitz von Prof. Liebig) und unserer Mitgliederversammlung ganz besonders herzlich für Ihre Unterstützung bedanken. Wir danken besonders auch unseren wissenschaftlichen Kooperationspartnern, und Produzenten und Konsumenten von gartenbaulichen Produkten, die unsere Arbeit unterstützen. Unsere Zuwendungsgeber (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Brandenburger Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft; Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz) geben uns weiterhin den finanziellen Rückhalt für unsere Arbeiten.

Wir freuen uns über alle Anregungen, Kritik und Verbesserungsvorschläge, die uns erreichen. Glauben Sie, dass unsere Forschung eine gute Investition in die Zukunft ist? Oder haben Sie andere Vorschläge? Wenn Sie unsere Themen weiterverfolgen wollen, wenden Sie sich bitte direkt an die Autoren oder gerne auch an mich.



Eckhard George
Wissenschaftlicher Direktor · Director of Research IGZ

Dear reader,

crisis or progress – what will be our future? We certainly have more data than ever before, but is our understanding of nature, society and economics really getting better? We expect a lot from modern science and technology, and at the same time catastrophic events appear to become more frequent.

Horticultural scientists will not save the world. Bur we enjoy that our research is close to reality. We are used to combine several different disciplines when investigating into a problem. And we know that a small contribution to a new (and perhaps more environmentally-friendly and resource-efficient) horticultural production system is a success that needs long-term attention and focus of a dedicated group of scientists and technicians.

Good science needs curiosity, hard work and an open mind. This is also true for the horticultural research that we carry out at the Leibniz-Institute of Vegetable and Ornamental Crops (Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau; IGZ). Ornamental and vegetable plants are fascinating subjects of scientific research. I hope you will share with us our fascination, and enjoy reading our Annual Report.

The IGZ is a member of the Leibniz Gemeinschaft (WGL; www.wgl.de) and carries out horticultural research with fundamental and applied aspects. We have two main research sites (Großbeeren close to Berlin, and Erfurt) and organise our work in four research themes (modern horticultural production; use of biological regulation systems in horticulture; horticulture, environment and consumer; global change and horticulture). You can find a summary of our activities in this report. For more up-to-date information on the work in these themes, please turn to our website (www.igzev.de) or contact us directly.

I would like to use this opportunity to thank the members of our Scientific Advisory Committee and of our Board, and many other individuals from horticultural production, consumer groups or other scientific institutions for the support of our work. I also thank the state and federal ministries for their continued funding.

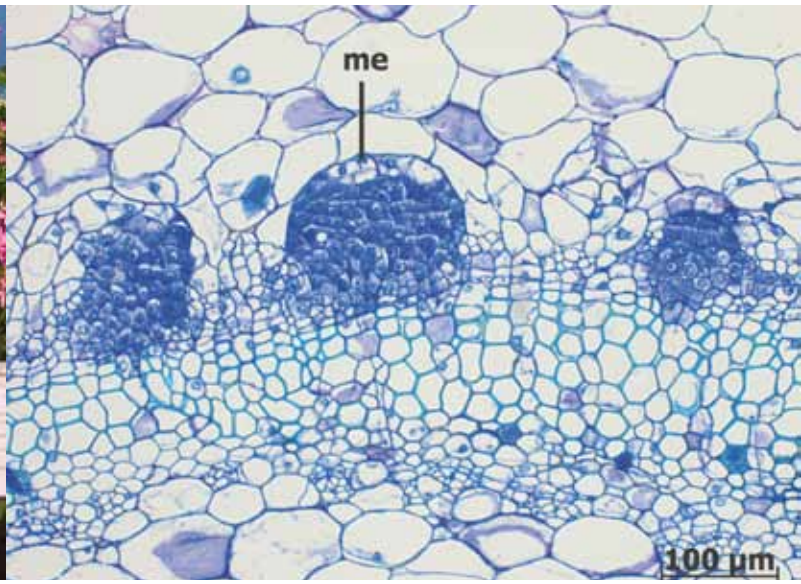
Any feedback to this report is welcome. Do you think our research strategy is realistic, and do you think our research is a good investment into the future? If you need more information on any of the subjects mentioned in this report, please contact the authors, or feel free to contact me.



Inhalt.

Jahresbericht 2009/2010





Vorwort / Foreword 3

Forschungsinitiativen 6

Programmbereiche und ihre Schwerpunkte / Programme areas and their key aspects

1. Gartenbaupraxis und moderne Produktion 8

1.1 • Wissenstransfer 10

2. Nutzung biologischer Regelungssysteme im Gartenbau 12

2.1 • Adventivwurzelbildung und Jungpflanzenproduktion
· Petunie im Fokus: etabliert neues Modellsystem zur Analyse von Schlüsselprozessen der Adventivwurzelbildung in Stecklingen 14

2.2 • Embryogenese und Samenentwicklung
· Aus Einer zu Millionen – über Embryonen 18

2.3 • Biologische Grundlagen des Pathogenmanagements:
· Interaktion der Pflanze mit endophytisch lebenden Mikroorganismen 22

UAG1 • Molekulare Entwicklungsphysiologie 26
· Was stimmt nicht mit ´Manuel´?

3. Gartenbau, Umwelt und Verbraucher 28

3.1 • Ertrags- und Qualitätsphysiologie unter Umweltstress:
· Nährstoffaustausch in der arbuskulären Mykorrhizasymbiose 30
· Zukunftsiniative Niedrig Energie Gewächshaus (ZINEG) 32

3.2 • Qualität in der Lebensmittelversorgungskette:
· Brassica-Gemüse als Biofabrik 34
· Ökophysiologische Faktoren – Eine Chance für gesundheitsförderndes Gemüse mit Geschmack 38





3.3 • Einschränkung von Gemüseallergien:
· Können Anbaumaßnahmen Allergien durch Gemüse vermindern? 40

3.4 • Nährstoffflüsse im Gartenbau:
· Nährstoffflüsse im Freilandgemüsebau – messen, bewerten, optimieren 42

4. Globale Änderungen und Gartenbau 44

4.1 • Pflanzenwachstum und Mikroklima:
· Warme Füße sind das A und O 46

4.2 • Nachhaltigkeit und Stabilität von Bewirtschaftungssystemen:
· Unsichtbare Helfer am Gemüse 48

4.3 • Armutsbekämpfung und Lebensqualität durch Anbau von Gemüse- und Zierpflanzen:
· Internationale Forschungskooperation zur Verbesserung von Ernteerträgen und Einkommen in Entwicklungsländern 52

Zusammenfassungen / Abstracts 56

Veranstaltungen, Ereignisse, Besuche 60

Aufsätze referiert / Scientific papers, reviewed 66

Promotionen 68

Aufgaben des Institutes / Task of the institute 72

Forschen für den Gartenbau / Research for horticulture 73

Personal und Aufbau des Institutes /
Staff and organization of the institute 74

Organe des Institutes / Bodies of the institute 75

WeGa-Auftaktveranstaltung

WeGa 2010 – ZVG, Berlin

Am 13. Dezember 2010 trafen sich in den Räumen des Zentralverbandes für Gartenbau (ZVG) in Berlin die Netzwerkpartner zur feierlichen Gründung des WeGa Netzwerkes. Nach Unterzeichnung des Kooperationsvertrages stellte sich das Netzwerk der Öffentlichkeit vor.

Das Kompetenznetz WeGa (Wertschöpfungskette Gartenbau) hat das Ziel, die Wertschöpfung im Wirtschaftssektor Gartenbau durch Bündelung von wissenschaftlichen Kompetenzen nachhaltig zu fördern und abzusichern.

In dem Netzwerk WeGa kooperieren Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen mit Wirtschaftspartnern des Gartenbaus sowie der vor- und nachgelagerten Industrie. Die Bündelung von wissenschaftlichen Kompetenzen im Gartenbausektor erfolgt dabei in sieben Verbundprojekten.

Das IGZ ist mit den Projekten „Terminproduktion – Qualitätsparameter und Inhaltsstoffe bei *Brassica*“ (Monika Schreiner, Matthias Fink) und „Molekularphysiologie der Kühletoleranz bei *Petunia*“ (Uwe Drüge) in WeGa vertreten. Zudem ist Monika Schreiner wissenschaftliche Sprecherin des IGZ in WeGa. •



Partner von WeGa unterschreiben den Kooperationsvertrag



Auditorium der WeGa Auftaktveranstaltung in Berlin

Abrafaxe

auf Leibniz‘ Spuren

Das IGZ präsentiert sich auf einer Doppelseite im Mosaik, Comic-Magazin für jung und alt.

Anschaulich und witzig erläutert Bernhard Brückner aus der Abteilung Qualität des IGZ, was die Gemüseforscher mit Geschmack zu tun haben. •



Düngung im Freilandgemüsebau

Datensammlung aktualisiert

Die Arbeitsgruppe Düngung im Freilandgemüsebau hat ihre Datensammlung überarbeitet und aktualisiert. Dabei sind neue Versuchsergebnisse eingeflossen und kleine Fehler, auf die uns die Benutzer aufmerksam gemacht haben, korrigiert worden. Die aktuelle Version von Dezember 2010 kann kostenlos aus dem Netz geladen werden. •





Zukunftskongress

Gartenbau 2020

Der Zukunftskongress Gartenbau fand am 15. und 16. September 2009 im Technologiepark Berlin, finanziert durch das BMELV und organisiert durch unser Institut, statt. Bei sonnigem Wetter trafen sich dort ca. 270 interessierte aus der Politik, Wissenschaft, Beratung und Praxis, um über die Zukunft des Gartenbaus zu diskutieren und neue Kontakte zu knüpfen.

Man traf sich in verschiedenen Forumsdiskussionen zu Marketing, Klimawandel, Produkte des Gartenbaus sowie Menschen im Gartenbau. Außerdem wurden verschiedene Exkursionen im Wissenschaftspark Adlershof angeboten. •

Mitstreiter beim Zukunftskongress, von links: Eva Piontek, Gundula Aust, Elke Büsch, Uwe Kunert, Kerstin Fischer, Reinhard Schmidt, (IGZ)





Teilnehmer beim Zukunftskongress in Berlin

ASIA Link

EU-Projekt DOCUMAP

Im Rahmen des EU-Projekts DOCUMAP „Development of a Curriculum – Supply Chain Management and Postharvest Technology for Vegetables and Fruit" fand in Banda Aceh an der Syiah Kuala University im September 2010 die letzte von drei Summer Schools und das abschließende Treffen des Steering Committees statt.

Insgesamt hatte DOCUMAP eine Laufzeit von drei Jahren. Koordinator dieses Projekts war Prof. Dr. Wolfgang Bokelmann von der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. Weitere Partner in DOCUMAP waren neben drei asiatischen Universitäten wie der China Agricultural University, Beijing, der vietnamesischen Hanoi Agricultural University und der indonesischen Syiah Kuala University auch das IGZ sowie drei europäische Universitäten: die Schwedische Universität für Agrarwissenschaften Uppsala, die Universität Kopenhagen sowie die Katholische Universität Leuven in Belgien.

Ziel des Projekts war die Entwicklung eines Curriculums zu Lieferkettenmanagement und Nacherntetechnologie für Obst und Gemüse in den asiatischen Universitäten, wobei problembasiertes Lernen, interdisziplinäre Teamarbeit und eine starke Praxisorientierung die Eckpunkte des Curriculums bildeten. Ebenso wurden Unternehmen und Organisationen der Agro-Branche durch Studienprojekte, Praktika und ein Mentoringprogramm aktiv in die Lehre eingebunden. •

Kooperationspartner des EU-Projektes DOCUMAP





1. Gartenbaupraxis und moderne Produktion



1.1 • Gartenbaupraxis und moderne Produktion

Demonstrationsversuche, webbasierte Dokumentationen und andere Methoden des Wissenstransfers werden genutzt, um die praxisrelevanten Ergebnisse unserer Forschungsarbeiten zu bündeln und der gärtnerischen Praxis und den angrenzenden Bereichen bis hin zum Verbraucher zur Verfügung zu stellen. Im Focus stehen dabei Lösungen für umweltschonendere und effizientere Produktionsverfahren.





1.1 Von links: Gabriele Eckart und Marina Beuke bonitieren die Qualität von Balkonpflanzen-Fertigware nach Anzucht und Weiterkultur bei unterschiedlichen Temperaturen

Bewurzelung bei 20 °C Lufttemperatur



17 °C TMT

Carmen Feller · Roland Kadner

Wissenstransfer

Beispiel aus dem Zierpflanzen- und Vermehrungsbereich: Einfluss des Temperaturmanagements auf die Stecklingsbewurzelung und Fertigwarenproduktion von Beet- und Balkonpflanzen

Mit einem Umsatz von jährlich ca. 2 Milliarden Euro sind Beet- und Balkonpflanzen nach wie vor eine tragende Säule des deutschen Gartenbaus. Dabei konzentriert sich der Absatzzeitraum auf nur wenige Wochen im Frühjahr. Sowohl in der Vermehrung als auch in der Weiterkultur bis zum Verkauf geht es nicht ohne Energieeinsatz. Angesichts steigender Produktionskosten und stagnierender Erlöse steht darum immer wieder die Frage nach der pflanzenphysiologisch notwendigen Temperatur und der sinnvollen Regelstrategie auf dem Prüfstand.

An zwei Erfurter Forschungs- bzw. Versuchseinrichtungen wurde am Beispiel von 5 Arten der Einfluss von Kulturbeginn, Temperatur und Regelstrategie auf die Kulturdauer und die Qualität von Beet- und Balkonpflanzen geprüft.

Ergebnisse

„Kalt" bewurzelte Jungpflanzen (warmer Fuß, kalter Kopf) führten bei einem Topftermin bis Kalenderwoche (KW) 8 zu früherer Blüte und zu kompakterer Ware. Wenn möglich, sollten Stecklinge bei Bodentemperaturen zwischen 18 und 20 °C, aber bei kühlen Lufttemperaturen (bis 10 °C) bewurzelt werden (spezifische Ansprüche der Sorten und Arten sind hierbei zu berücksichtigen).

Der Kulturbeginn (Topfen) sollte in der Regel nicht vor KW 8 liegen, bei einigen Arten ist ein Kulturbeginn in KW 11 für die Standardware ausreichend (*Pelargonium zonale*, Bidens). Eine Tagesmitteltemperatur (TMT) von 17 °C war nur bei wenigen Arten erforderlich (*Pelargonium peltatum*, Osteospermum).

Bewurzelung bei
10 °C Lufttemperatur, 20 °C Wurzelraumtemperatur



13,4 °C TMT
17,4 BT

13,4 °C TMT

17 °C TMT

13,4 °C TMT
17,4 BT

13,4 °C TMT

Die Kulturdauer lässt sich durch die Temperatur nur bedingt beeinflussen – das Lichtangebot (Tageslichtindex) hatte im Versuch einen erheblichen Einfluss. Die Temperatursteuerung über Bodentemperatur war jedoch gut möglich, der Einfluss auf die Seitentriebbildung bedarf weiterer Untersuchungen. Wachstumsunterschiede bei unterschiedlicher Temperaturführung konnten mittels mobiler Messungen der Photosyntheserate nicht nachvollzogen werden.

Pelargonium zonale, Bidens und Verbenen sind in guter Qualität kalt kultivierbar. *Pelargonium peltatum* und Osteospermum reagieren auf höhere Temperaturen mit früherer Blüte.

Beispiel aus dem Gemüsebau: Kontrollierter und Integrierter Anbau von Gemüse

Im Gemüsebau sind es zur Zeit vor allem Ergebnisse aus dem Bereich Düngung und Düngungsbedarfsermittlung die Eingang in die Praxis finden. In Brandenburg orientieren sich die Richtlinien für den Integrierten Anbau an den Ergebnissen des Schwerpunktes Nährstoffflüsse im Gartenbau. Nicht nur in Brandenburg, auch in den anderen Bundesländern wurden die „Großbeerener“ Zahlen, die in Zusammenarbeit mit vielen anderen Versuchsanstellern entstanden im Rahmen der Umsetzung der Düngeverordnung genutzt. Auch im Rahmen des QS-Systems (Qualitätssicherung), ist die aktuelle N_{min}-Sollwerte-Tabelle im Gemüsebau vorzulegen. •

2. Nutzung biologischer Regelungssysteme im Gartenbau

2.1 • Adventivwurzelbildung und Jungpflanzenproduktion
Die Jungpflanzenproduktion über Stecklinge kann durch eine ungünstige Konditionierung der Stecklinge an den Produktionsstandorten und die Wirkung verschiedener Stressfaktoren während der nachfolgenden Lager-, Transport- und Bewurzelungsphasen beeinträchtigt werden. Durch Anwendung cytologischer, biochemischer und molekulargenetischer Methoden sollen das Verständnis beteiligter pflanzenphysiologischer Prozesse erweitert und die Entwicklung neuer Vermehrungsverfahren und Methoden zur Qualitätsbewertung befördert werden.



2.2 • Embryogenese und Samenentwicklung
Gegenstand der Arbeiten ist die Embryogenese als Basis der generativen und zum Teil auch der vegetativen Pflanzenvermehrung. Ziel ist die Erweiterung des Wissens zur zygotischen, somatischen und apomiktischen Embryogenese. Damit soll ein Beitrag zur verbesserten Saatgutproduktion, zur erhöhten Reproduzierbarkeit von Verfahren der somatischen Embryogenese und zur Etablierung eines neuen Vermehrungssystems über Apomixis geleistet werden.

2.3 • Biologische Grundlagen des Pathogenmanagements
Mikroorganismen können die Gesundheit von Pflanzen erhöhen, Wachstum und Qualität verbessern oder als Pathogene direkte und indirekte Schäden an den Pflanzen verursachen. Forschungsgegenstand sind die biologischen Grundlagen der Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Pathogenen und ihrer Beeinflussbarkeit durch nützlich wirkende Mikroorganismen (Biologische Agenzien, Endophyten). Die Kombination einzelner Bausteine soll einen Beitrag leisten zur Entwicklung eines Pathogenmanagements in ökologisch stabilen Produktionssystemen.

UAG 1 • Molekulare Entwicklungsphysiologie
Gartenbauliche Produkte – Blumen, Früchte, Wurzelgemüse – sind das Ergebnis komplex koordinierter pflanzlicher Entwicklungsprozesse. Durch Manipulation von Umweltbedingungen (z. B. Temperatur und Licht) steuern Gärtner ihre Kulturen, um einheitliche, ertragreiche Bestände zu erzielen. Züchter erzeugen durch neue Kombination von Steuerungsgenen dieser Entwicklungsprozesse neue Phänotypen. Die Aufklärung der zugrundeliegenden molekularphysiologischen Prozesse soll einen Beitrag dazu leisten, Methoden der Kultursteuerung und Züchtung zu verbessern.





2.1 Von links: Klaus-Thomas Hänsch, Sabine Czekalla, Philipp Franken, Uwe Drüge, Katrin Schutz, Bärbel Broszies, Yvonne Klopotek, Gabriele Eckart, Roland Kadner, Klaus Fricke, Kerstin Fischer, Siegfried Zerche, Barbara Weinlich, Hans-Peter Kläring



Uwe Drüge · Philipp Franken

Petunie im Fokus: neues Modellsystem zur Analyse von Schlüsselprozessen der Adventivwurzelbildung in Stecklingen etabliert

Interdisziplinärer Forschungsansatz ermöglicht Identifikation von metabolischen Phasen der Adventivwurzelbildung, Entwicklung eines Petunia-Microarrays und Ableitung neuer Hypothesen zur Wirkung von Dunkel-Kühl-Lagerung.

Die Adventivwurzelbildung (ARF) in der Sprossbasis von Kopfstecklingen ist der entscheidende Entwicklungsprozess für die vegetative Vermehrung vieler Zierpflanzenarten in Deutschland. Die Jungpflanzenproduktion beginnt allerdings bereits vorher mit der Kultur der Mutterpflanzen an klimatisch günstigeren Standorten z. B. in Kenia. Dort werden die Stecklinge geerntet, in Kühlräumen dunkel zwischengelagert und anschließend zur Bewurzelung nach Mitteleuropa transportiert. Die große



Abb. 1: Der Modellorganismus: *Petunia hybrida* 'Mitchell' (Mutterpflanze & Steckling)



Herausforderung für die Betriebe besteht darin, die Stecklinge trotz der sehr komplexen Prozesskette zu einem vertraglich zugesicherten Termin in gleichmäßig intensiv bewurzelte Jungpflanzen zu überführen. In vorangegangenen Untersuchungen hat unsere Arbeitsgruppe wesentliche Einflussgrößen in der Prozesskette identifiziert und

Einflussfaktoren identifiziert: Welche molekular-physiologischen Prozesse limitieren?

neue Hypothesen über die zu Grunde liegenden Mechanismen entwickelt. Die funktionale Analyse der beteiligten Prozesse erforderte jedoch die Einbindung weiterer Disziplinen und ein geeignetes Modellsystem, das die Analyse der ARF auch auf molekular-physiologischer Ebene erlaubt.

Der Lösungsansatz: Das Petunia-Netzwerk

Für die Auswahl der geeigneten Modellpflanze war Grundvoraussetzung, dass die Pflanzenart die im Fokus stehende Struktur eines Kopfstecklings (junger Spross mit Apex und mindestens einem voll entwickelten Blatt) ausbildet. Weiterhin sollten moderne Methoden der molekularen Physiologie ohne lange Vorlaufzeit integriert werden können. Unter Förderung des Leibniz-Paktes für Forschung und Innovation initiierten wir 2006 ein Netzwerk, das die Petunie als Modellpflanze zur Untersuchung der ARF nutzt (• Abb. 1).

Durch Einbindung von vier weiteren Arbeitsgruppen und Anknüpfung an eine internationale Austauschplattform (www.petuniaplatform.net) konnten wir ein umfassendes methodisches Spektrum abdecken: Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Gatersleben – Arbeitsgruppe M. R. Hajirezaei: Primärmetabolismus, Transformation; Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB), Halle – Arbeitsgruppe B. Hause: Phytohormone; Universität Köln – Arbeitsgruppe M. Bucher: Genetik der Petunie; INRA Dijon – Arbeitsgruppe S. Gianinazzi: arbuskuläre Mykorrhiza. Die wesentlichen Aufgaben unserer Arbeitsgruppe in dem Netzwerk waren neben dessen Koordinierung die Etablierung eines ARF-Testsystems, die histologische Analyse, die Entwicklung und Auswertung eines Array sowie Untersuchungen zur Physiologie von Stickstoffkonditionierung und Dunkel-Kühl-Lagerung.

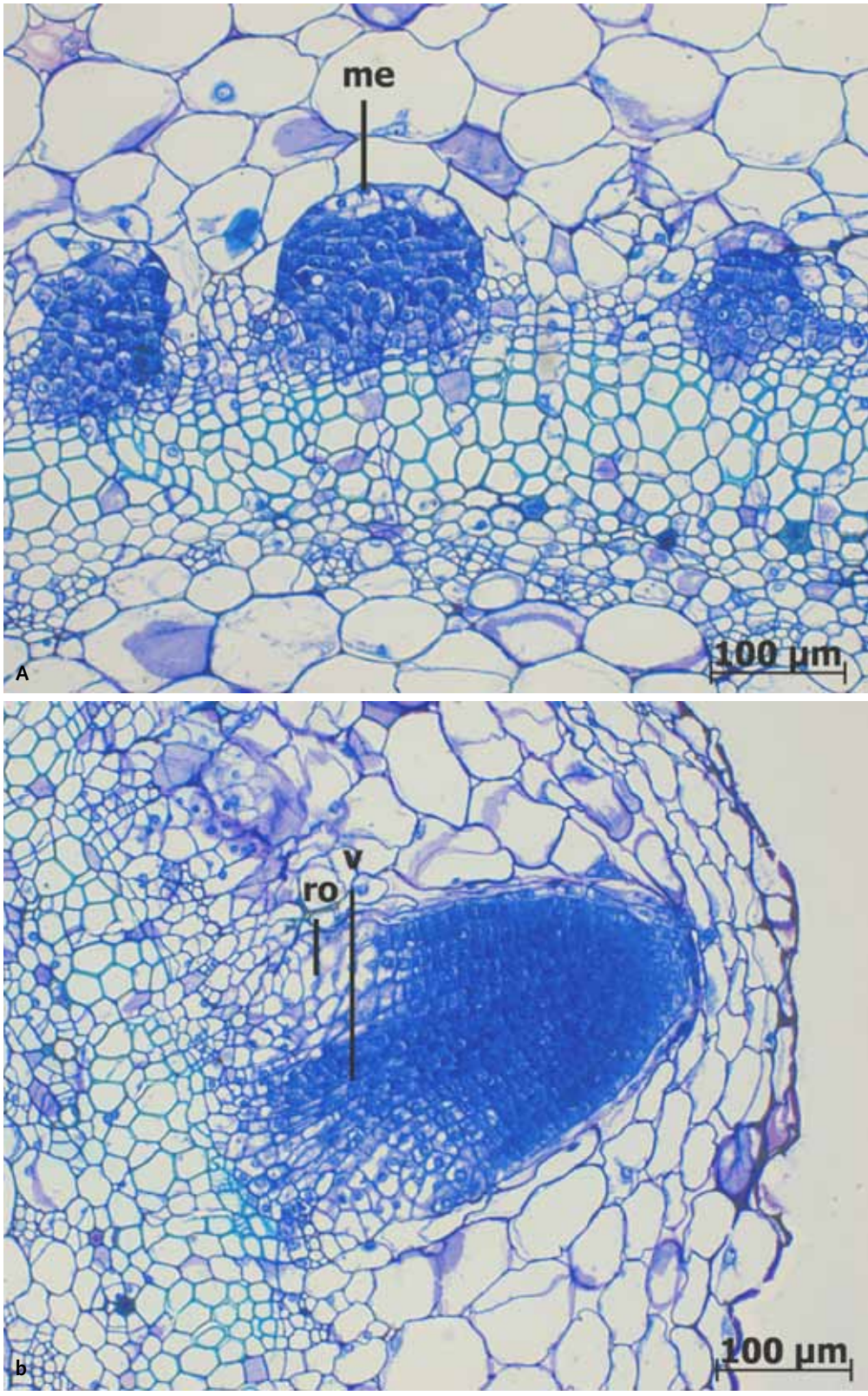


Abb. 2: Anatomie der ARF in *P. hybrida* 'Mitchell' a) 4 Tage und b) 6 Tage nach dem Stecklingsschnitt. me = Wurzelmeristem, ro = Wurzelrinde, v = Gefäßbündel.

Neue Resultate, Werkzeuge und Ideen: „Stimulierung durch Steigerung der Nachfrage"

Beim Abschluss-Meeting unseres Konsortiums im Frühjahr 2010 wurde deutlich, wie sehr das Projekt unser Verständnis der ARF erweitert hat. So haben wir neben der histologischen Charakterisierung (• Abb. 2) drei metabolische Phasen der ARF identifiziert: Offenbar ist die frühe Etablierung einer neuen Kohlenhydratsenke (Verbrauchsort für Kohlenhydrate) in der Sprossbasis ein Schlüsselprozess und das Phytohormon Jasmonsäure übt hierbei wahrscheinlich einen regulierenden Einfluss aus (Ahkami et al. 2009).

Arbeiten zum Einfluss von Umweltfaktoren zeigten überraschender Weise eine deutliche Reduzierung der Bewurzelungszeit durch eine vorherige Dunkel-Kühllagerung (• Abb. 3).

Bereits während der Dunkelexposition wird hier offenbar eine neue metabolische Senke etabliert, die bei Einsetzen der Photosynthese in der anschließenden Lichtphase zu einer erhöhten Bereitstellung an Kohlenhydraten in der Sprossbasis führt (Klopotek et al. 2010). Veränderungen des Stickstoff- und Aminosäurestatus deuten an, dass an diesem Effekt auch Signal- und Retranslokationsprozesse des Stickstoffs beteiligt sind. Am IPK wurde eine cDNA-Bank von Genen, die während der ARF exprimiert werden, erstellt (• Abb. 4).

Der Aktivität von vielen tausend Genen auf der Spur: Was ist relevant?

In weiterer Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe D. Reinhardt (Universität Fribourg) konnten diese mit allen verfügbaren, 'expressed sequence tags' von *Petunia* geclustert und für die Produktion eines Arrays mit insgesamt 25.000 Gensequenzen genutzt werden. Unsere Gruppe ordnete etwa der Hälfte der Gene spezifische Funktionen zu. Die Qualität des Arrays zeigte sich in der molekularen Analyse der Symbiose zwischen Petunie und einem arbuskulären Mykorrhizapilz (Breuillin et al. 2010). Mit Hilfe dieses Arrays wurde nun der Verlauf der ARF analysiert, was eine Fülle neuer Hinweise ergab. Unter Anderem scheint der Bedarf für einzelne Mineralstoffe während der verschiedenen Phasen der ARF erheblich zu variieren, eine Erkenntnis, die direkten Einfluss für die Anwendung haben könnte. Zusammen mit dem IPK wollen wir nun die Mechanismen der Limitierung der ARF durch Mineralstoffe und Dunkelexposition genauer untersuchen.

Das Paktprojekt ermöglichte im Rahmen einer französisch-deutschen Doktorarbeit die Etablierung eines Pathosystems zur Analyse der mykorrhiza-induzierten Resistenz in Petunie. Innerhalb des kürzlich initiierten BMBF-AgroClustErs WeGa arbeiten wir mit Petunie als Modell zur Aufklärung limitierender Faktoren der Kühletoleranz. Um die Möglichkeiten des Modellsystems noch weiter auszudehnen, sind wir mit internationalen Partnern an einem Projekt zur Entschlüsselung des kompletten Petuniengenoms beteiligt. •



Abb. 3: Adventivwurzeln am Tag 9 nach dem Stecken. oben: Steckling wurde zuvor dunkel gelagert (7 Tage bei 10 °C). unten: ungelagerter Steckling

Ergebnisse (Auswahl)

Ahkami, A.H. · Lischewski, S. · Haensch, K.-T. · Porfirova, S. · Hofmann, J. · Rolletschek, H. · Melzer, M. · Franken, P. · Hause, B. · Druege, U. · Hajirezaei, M.R. 2009. Molecular physiology of adventitious root formation in Petunia hybrida cuttings: involvement of wound response and primary metabolism. New Phytologist 181, 613-625.

Breuillin, F. · Schramm, J. · Hajirezaei, M. · Ahkami, A. · Favre, P. · Druege, U. · Hause, B. · Bucher, M. · Kretzschmar, T. · Bossolini, E. · Kuhlemeier, C. · Martinoia, E. · Franken, P. · Scholz, U. · Reinhardt, D. 2010. Phosphate systemically inhibits development of arbuscular mycorrhiza in Petunia hybrida and represses genes involved in mycorrhizal functioning. The Plant Journal 64, 1002-1017.

Druege, U. 2009. Involvement of carbohydrates in survival and adventitious root formation of cuttings within the scope of global horticulture. In: Niemi K. (Ed.) Adventitious Root Formation of Forest Trees and Horticultural Plants – From Genes to Applications. Research Signpost, Kerala, India, S. 187-208. ISBN: 978-81-308-0342-5.

Kadner, R. 2009. Jungpflanzenproduktion (Jungpflanzenanzucht, Stecklinge, In-vitro-Vermehrung, Kapitel 2.4.2.) In: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus, Band 1: Grundlagen des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg (Hrsg.), 800 S.

Klopotek, Y. · Hänsch, K.-T. · Hause, B. · Hajiezaei · M.-R. · Druege, U. 2010. Dark exposure of petunia cuttings strongly improves adventitious root formation and enhances carbohydrate availability during rooting in the light. Journal of Plant Physiology 167, 547-554.

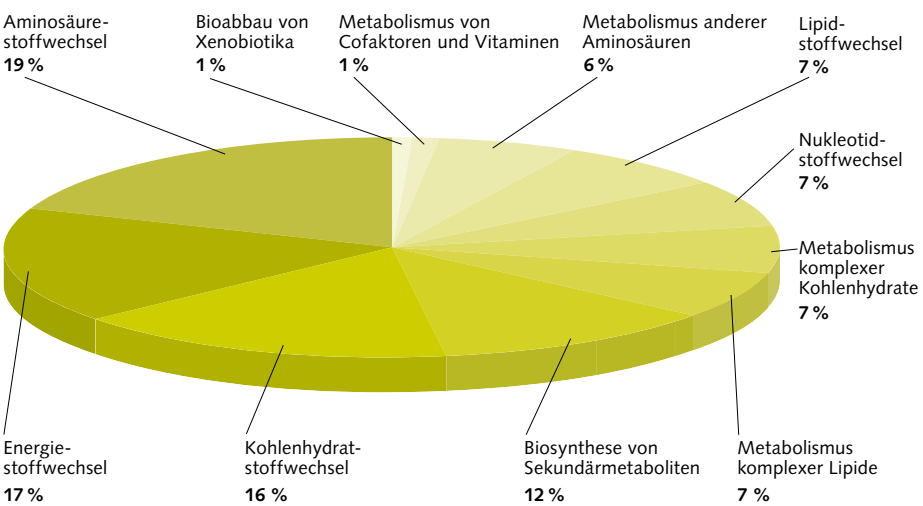
Zerche, S. · Druege, U. 2009. Nitrogen content determines adventitious rooting in *Euphorbia pulcherrima* under adequate light independently of pre-rooting carbohydrate depletion of cuttings. Scientia Horticulturae 121 (3), 340-347.

Drittmittelprojekte

NIRS: Einsatz der Nah-Infrarot-Spektroskopie zur zerstörungsfreien Beurteilung des Bewurzelungspotentials von Zierpflanzenstecklingen. Teilprojekt „Genotyp- und Umweltreaktion der Stickstoff- und Kohlenhydratfraktionen" (BMELV)

AgroClustEr WeGa Wertschöpfung Gartenbau, Teilprojekt „Molekularphysiologie der Kühletoleranz bei Petunia u.a., (BMBF 0315542E)

Abb. 4: Zuordnung der insgesamt 607 von ca. 4700 ESTs zu einzelnen Stoffwechselwegen (KEGG superpathway), Sprossbasis *P. hybrida* 'Mitchell' während der ARF. database: http://pgrc.ipk-gatersleben.de/cr-est/index.php





2.2 Von links: Dorothea Thomalla, Frank Hennig, Aloma Ewald, Sabine Kalkofe, Wolfgang Köhnke, Katrin Schultz, Barbara Weinlich, Kerstin Schütze, Klaus-Thomas Hänsch, Siegfried Zerche

Ewald Aloma · Klaus-Thomas Hänsch · Frank Hennig

Aus Einer zu Millionen – über Embryonen

Der generativen Vermehrung von Pflanzen liegt die Bildung eines zygotischen Embryos zugrunde. Pflanzliche Embryonen können aber auch aus somatischen Zellen oder über Apomixis entstehen. Vermehrungssystemen, die auf somatischer Embryogenese oder Apomixis beruhen, wird aufgrund der damit verbundenen genetischen Identität der Nachkommen ein hohes Potenzial für die Nutzung im Gartenbau eingeräumt. Mit jedem dieser embryogenesebasierten Vermehrungssysteme sind jedoch spezifische Probleme verbunden, die bei der zygotischen Embryogenese zu einer – hinsichtlich Quantität und Qualität – unbefriedigenden Samenbildung führen können und bei somatischer und apomiktischer Embryogenese eine gartenbauliche Nutzung des Potenzials dieser Regenerationswege erschweren oder verhindern.

Ein Ziel des Schwerpunktes ist die Erweiterung des Wissens zur Embryogenesebasierten Pflanzenvermehrung bei *Cyclamen* und anderen Arten. Dieses Wissen soll genutzt werden, um Vermehrungstechniken für den Gartenbau zu verbessern bzw. neu zu entwickeln. Insbesondere sollen mit diesen Erkenntnissen die Reproduzierbarkeit von somatischer Embryogenese bei *Cyclamen* gesteigert, Methoden zur Vermehrung über somatische Embryogenese bei *Paeonia* und *Fragaria* entwickelt, Strategien zur Produktion von Saatgut mit gleichmäßig hoher Qualität bei wirtschaftlich wichtigen Zierpflanzen erarbeitet und ein Verfahren zur Vermehrung von *Cyclamen* über Apomixis etabliert werden.

Ein weiteres Ziel besteht darin, bei *Cyclamen* die Ursachen der interspezifischen Kreuzungsinkompatibilität zu klären. Hieraus können dann Ansätze abgeleitet wer-





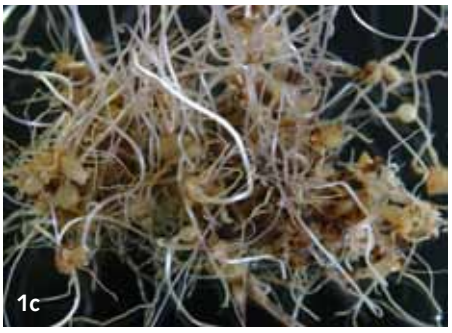


Abb. 1: Bildung von SELS (somatic embryo-like structures) bei *C. coum* magenta am Beispiel eines Blütenstielexplantats. (a) Kallusinduktion nach acht Wochen auf Medium mit 2mg l^{-1} 2,4-D und 0,8 mg l^{-1} 2iP. (b) Differenzierung von SELS auf hormonfreiem Medium. (c) Konversion von SELS. (d) Regenerierte Pflänzchen.



Abb. 2: Regeneration von *C. purpurascens* auf einem Medium mit 2mg l^{-1} 2.4-D und 0,8 mg l^{-1} 2iP. (a) Bildung von Sprossen auf Petiolen; (b) Jungpflanze in vitro auf hormonfreiem Medium.



1d



2b

den, um das Verfahren der Fruchtknoten- und Embryokultur zu optimieren und weitere interspezifische Hybriden zu erstellen. Für diese, wie auch die in diesem Zusammenhang genutzten Wildarten, sollen darüber hinaus wissenschaftliche Grundlagen der generativen und vegetativen Reproduktion als einer Voraussetzung für die Einführung neuer Formen in die gärtnerische Praxis geschaffen werden.

Prüfung verschiedener Cyclamenarten auf In-vitro-Vermehrbarkeit

Die im nachfolgenden vorgestellten Untersuchungen sind Bestandteil der letztgenannten Zielstellung und dienen dazu, in einem Screening die Vermehrbarkeit verschiedener Cyclamen-Arten und daraus selektierter Formen zu prüfen (insgesamt 11 Genotypen; • Tab. 1).

Basierend auf dem von Schwenkel und Winkelmann 1998 etablierten Protokoll zur In-vitro-Vermehrung von *C. persicum* über somatische Embryogenese (• Protokoll 1) und einem Protokoll über Adventivsprossbildung von Seyring (unveröffentlicht) (• Protokoll 2), wurden unter Nutzung verschiedener Explantattypen (junge Blätter, Petiolen, Blütenknospen und Blütenstiele) adulter Pflanzen In-vitro-Kulturen angelegt.

1. Regeneration unter Verwendung von Protokoll 1

Im Zeitraum von acht bis 12 Wochen hatte sich bei allen Genotypen an den untersuchten Explantatarten Kallus gebildet. Der Anteil kallusbildender Explantate lag meist bei über 80 %. Ausnahmen waren mit 50 % bei *C. hederifolium confusum* die Petiolen und bei *C. cilicium* die Blattexplantate mit nur 20 %. An den Blattexplantaten war die Kallusbildung verzögert. Bei *C. coum* magenta und *C. purpurascens* war die Kallusbildung bei allen Explantatarten am stärksten ausgeprägt, d.h. die Explantate waren fast vollständig mit Kallus überwuchert.

Nach drei bis sieben Monaten begann die Differenzierung von somatischen Embryonen-ähnlichen Strukturen SELS (somatic embryo-like structures) in Abhängigkeit vom Genotyp und Explantatart (• Tab. 1). Die Strukturen werden hier als SELS bezeichnet, da sie somatischen Embryonen sehr ähnlich sind, eine histologische Prüfung ihrer embryonalen Natur aber nicht Gegenstand dieser Untersuchungen war. Der Anteil SELS-bildender Explantate lag zwischen 0 % und 50 %. Nur bei *C. persicum* pink war der induzierte Kallus im Versuchszeitraum nicht SELS-bildend. Nach sieben Monaten wurden keimende SELS in unterschiedlicher Anzahl beobachtet. An Petiolenexplantaten von *C. cilicium* zeigten sich nach dieser Zeit erst unzählige SELS, von denen auch einzelne zu keimen begannen. Die SELS an Blütenstielexplantaten von *C. africanum* zeigten keine Weiterentwicklung und starben im Kulturverlauf ab. Bei *C. coum* magenta (• Abb. 1a-d) konnte bei allen Explantatarten die Bildung von SELS induziert werden. Der Anteil SELS-bildender Explantate war hier bei den Blattexplantaten mit 10 % am geringsten und bei den Plazentaexplantaten mit 30 % am höchsten.

Mit Ausnahme von *C. africanum* entwickelten sich bei allen Genotypen die SELS weiter zu Keimpflanzen. Mit insgesamt 462 keimenden SELS von 11 Explantaten konnte bei *C. coum* magenta nach sieben Monaten die höchste Anzahl weiterentwickelter s. E. beobachtet werden. Von 307 gekeimten SELS, die nochmals auf hormonfreies Medium übertragen und im 16 Stundentag kultiviert wurden, wuchsen

	Tabelle 1 Protokoll 1					Tabelle 2 Protokoll 2				
Genotyp/ Explantatquelle	Anzahl der Explante 1)	Anzahl steriler Explantate	Beginn der Bildung von SELS Monate	Explante mit SELS oder Sprossen* %	Anzahl Pflänzchen nach sieben Monaten	Anzahl der Explantate 1)	Anzahl steriler Explantate	Beginn der Sprossregeneration (Monate)	Explantate mit Sprossen %	Anzahl Sprosse nach sieben Monaten
C. africanum										
Plazenta	8	8	0	0	0	20	12	2	8,3	0
Blütenstiel	8	4	3	50,0	0	20	16	2	6,3	0
Blatt	8	7	0	0	0	4	4	2	75,0	28
Petiole	20	16	7	12,5*	2*	16	16	2	18,8	16
C. cilicium										
Blatt	8	4	0	0	0	16	14	0	0	0
Petiole	20	20	6	15,0	1	20	20	0	0	0
C. coum										
Plazenta	36	24	3	4,2	8	20	8	0	0	0
Blütenstiel	36	20	0	0	0	20	16	0	0	0
Blatt	8	6	0	0	0					
Petiole	28	19	6	15,8	3					
C. coum ssp. *coum*										
Blatt	20	7	0	0	0	16	8	0	0	0
Petiole	24	20	6	5,0	3	20	19	0	0	0
C. coum magenta										
Plazenta	20	20	3	30,0	249	20	12	0	0	0
Blütenstiel	20	12	3	25,0	200	32	12	0	0	0
Blatt	20	10	6	20,0	10	8	3	0	0	0
Petiole	24	20	3	10.,	3	20	20	0	0	0
C. hederifolium confusum										
Plazenta	4	4	0	0	0	28	20	0	0	0
Blütenstiel	4	4	0	0	0	28	16	0	0	0
Blatt	4	4	6	25,0	1	12	5	2	40,0	3
Petiole	16	14	6	14,0,	8	20	19	2	36,8	37
C. hederifolium 'Perlenteppich'										
Plazenta	20	11	0	0	0	20	15	0	0	0
Blütenstiel	20	8	0	0	0	20	12	0	0	0
Blatt	16	7	0	0	0	8	4	2	25,0	2
Petiole	20	16	3	12,5	2	20	20	2	5,0	0
C. hederifolium 'Rosenteppich'										
Plazenta	20	10	0	0	0	16	16	0	0	0
Blütenstiel	20	7	7	42,9	3	16	16	2	12,5	2
Blatt	16	12	0	0	0	12	12	2	8,3	3
Petiole	20	20	0	0	0	20	16	2	6,3	4
C. persicum										
Plazenta	20	16	3	12,5	10	20	12	0	0	0
Blütenstiel	20	4	3	50,0	8	20	16	2	18,8	2
Blatt	4	4	0	0	0	4	4	2	25,0	10
Petiole	16	16	0	0	0	16	14	2	7,1	0
C. persicum pink										
Plazenta						20	8	2	50,0	5
Blütenstiel						20	20	2	45,0	9
Blatt	4	4	0	0	0	4	4	2	25,0	0
Petiole	16	15	0	0	0	12	12	0	0	0
C. purpurascens										
Plazenta	20	15	3	6,7	16	20	4	0	0	0
Blütenstiel	20	20	3*	20,0*	13*	20	20	2	20,0	3
Blatt	12	12	6*	25,0*	50*	8	8	2	50,0	13
Petiole	20	20	3*	25,0*	71*	20	19	2	5,3	7

1) Vier Explantate pro Petrischale. *) Regenerate wurden als Sprosse klassifiziert

Tabelle 1: Regeneration von 11 Cyclamengenotypen unter Verwendung von Protokoll 1

Tabelle 2: Regeneration von 11 Cyclamengenotypen unter Verwendung von Protokoll 2

89,6 % zu pikierfähigen Jungpflanzen heran, die problemlos in Substrat überführt werden konnten.

Bei *C. africanum* wurden die Regenerate von Petiolen und bei *C. purpurascens* (• Abb. 2a), mit Ausnahme der Plazentaexplantate, alle anderen Regenerate als Sprossbildung klassifiziert. Die Sprosse waren z. T. vitrifiziert und zeigten zunächst ein anomales Wachstum. Jedoch führte die Weiterkultur auf hormonfreiem Medium zu bewurzelten Jungpflanzen (• Abb. 2b). Diese glichen phänotypisch denen, die sich aus den SELS entwickelten (• Abb. 1d).

2. Regeneration unter Verwendung von Protokoll 2

Bei sieben von 11 geprüften Genotypen gelang es nach zwei Monaten Kulturzeit, Sprosse zu induzieren (• Tabelle 2).

Der Anteil sprossbildender Explantate lag je nach Explantatart zwischen 0 und 75 %. Neben gut entwickelten Sproßknospen traten auch abartige Strukturen oder nur einzelne Blätter auf (• Abb. 3a-d). Während bei *C. africanum* bei allen Explantatarten Sprossbildung auftrat, zeigte sich bei *C. cilicium* und den drei *C. coum*-Typen keine Reaktion. Im Gegensatz zur Verwendung von Protokoll 1, starben alle Explantate von *C. coum* magenta im Kulturverlauf ab. Die höchste Anzahl von normal entwickelten Sprossen nach sieben Monaten wurde bei *C. africanum*, *C. hederifolium confusum* und *C. purpurascens* von den Petiolen und Pedunceln mit 44, 40 und 20 Sprossen gebildet.

An Sprossen, die auf N 69-Medium mit 2 mg/l NES (α-Naphthylessigsäure), überführt wurden, konnte Wurzelbildung beobachtet werden. Bewurzelungsraten über 50 % wurden nach fünf Wochen bei *C. purpurascens* (93 %), *C. persicum* (83,3 %), *C. africanum* (61,4 %) und *C. hederifolium* 'Rosenteppich' (55,6 %). beobachtet, während sie bei *C. hederifolium confusum* nur 15 % betrug. Entsprechend der Bewurzelungsfähigkeit der Cyclamenarten wurden pro Spross ein bis sechs Wurzeln gebildet.

Zusammenfassung

Insgesamt war die Reaktion der Genotypen und Explantatarten auf die beiden geprüften In-vitro-Vermehrungssysteme sehr unterschiedlich. Bei allen Genotypen konnte die Bildung von SELS oder Sprossen induziert und Jungpflanzen herangezogen werden.

Die Ergebnisse belegen, dass sich die Regenerationssyteme einzelner Cyclamenarten gravierend unterschieden. Während bei allen *C. coum*-Genotypen und bei *C. cilicium* die Bildung von SELS induziert werden konnte, gelang im Versuchszeitraum keinerlei Sprossinduktion.

Interessant war auch der Explantateinfluss auf das Vermehrungssystem. Blattexplantate scheinen zur Bildung von SELS am wenigsten geeignet, besser waren die Explantate Plazenta, Petiolen und Blütenstiele. Beim Regenerationsweg Adventivsprossbildung hingegen waren Blattexplantate bei sieben von zehn Genotypen erfolgreich. Die Verwendung der Plazenta für die Sprossbildung war weniger geeignet. Hier kam es nur bei zwei von neun Genotypen zur Regeneration.

Es konnte erstmalig nachgewiesen werden, dass die Plazenta mit Samenanlagen, Petiolen und Blütenstielen bei Wildarten als Explantate zur Induktion von SELS genutzt werden können. Von allen geprüften Genotypen ließ sich bei *C. coum* magenta das Protokoll 1 am erfolgreichsten nutzen (• Abb. 1a-d).

Bezüglich der Qualität und Quantität der Jungpflanzen in vitro, erwies sich das Protokoll 1 zum gegenwärtigen Zeitpunkt als besser geeignet, als das Protokoll 2. Während mit dem Protokoll 1 nach sieben Monaten Kulturzeit insgesamt 662 Regeneratpflanzen erhalten wurden, waren es bei Protokoll 2 nur 144.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei den geprüften Cyclamen-Genotypen eine In-vitro-Verklonung über verschiedene Explantatarten von adulten Pflanzen möglich ist. Es ist zu erwarten, dass sich die Ergebnisse auch erfolgreich auf weitere Cyclamenarten übertragen lassen. •

Ergebnisse (Auswahl)

Winkelmann, T.· Doil, A.· Reinhardt, S.· Ewald, A. 2010. Embryo rescue. In: Davey, M. and P. Anthony (Eds.): Plant Cell Culture – Essential Methods. Wiley VCH, Weinheim, p. 79-95. ISBN: 978-0- 470-68648-5.

Seyring, M.· Ewald, A.· Müller, A.· Hänsch, K.-T. 2009. Screening for propagation suitability in vitro of different Cyclamen species. Electronic Journal of Biotechnology (online). (12), 4. DOI: 10.2225/vol12-issue4-fulltext-7. www.ejbiotechnology.cl/content/vol12/issue4/full/7/index.html

Drittmittelprojekte

Zwei neu abgeschlossene Firmen finanzierte Projekte

Abschluss eines AIF Projektes

Zwei ausländische Doktoranden mit eingeworbenen Stipendien









Abb. 3: Sprossbildung verschiedener Cyclamengenotypen auf N 69-Medium nach 14 Wochen Explante: Blätter (a-c) und Pedunceln (d)
(a) *C. purpurascens*
(b) *C. africanum*
(c) *C. hederifolium confusum*
(d) *C. persicum*



2.3 Von links: Max Meuser, Mandy Heinze, Petra Zocher, Sieglinde Widiger, Marina Korn, Roxana Djalali Farahani Kofoet, Frank Hennig, Angelika Fandrey, Philipp Franken, Diana Andrade, Rita Grosch, Sabine Breitkopf, Angela Schmidt

Rita Grosch

Interaktion der Pflanze mit endophytisch lebenden Mikroorganismen

Endophyten stärken die Pflanzengesundheit

Die Wurzeln von Pflanzen in natürlichen und durch den Menschen genutzten Ökosystemen werden durch eine Vielzahl von Mikroorganismen besiedelt, welche sich neutral verhalten oder das Wachstum und die Entwicklung ihres Wirtes negativ und auch positiv beeinflussen können.

Der Pilz *Piriformospora indica* lebt endophytisch in den Wurzeln verschiedener Pflanzen und fördert deren Wachstum. In Zusammenarbeit mit der Universität Gießen wurden die dafür zugrundeliegenden Mechanismen der Ertragssteigerung bei Gerste untersucht. Es zeigte sich, dass für dieses Phänomen weder der Schutz gegenüber Pathogenen noch eine verbesserte Versorgung der Pflanzen mit Phosphat oder Stickstoff verantwortlich ist. Vielmehr fördert der Pilz die ersten Entwicklungsschritte ihres Wirtes, so dass die besiedelten Pflanzen einen Vorteil aufweisen.

In einem weiteren Projekt wurde untersucht, ob *P. indica* auch in der Kultur von Tomaten eingesetzt werden kann. Nach Anpassung der Inokulationsmethode, zeigte sich, dass der *P. indica* auch das frühe vegetative Wachstum der Tomate fördert (• Abb. 1).

Ausgehend von der Idee, dass native Wurzelendophyten am besten an ihren Wirt angepasst sind, wurden Endophyten von der Tomate von vier verschiedenen Standorten in Kolumbien isoliert. Dabei wurden vier bereits beschriebene und fünf neue bisher nicht beschriebene Pilzarten identifiziert. Die Inokulation der Tomate mit diesen Endophyten zeigte, dass drei dieser Pilze ebenfalls das frühe vegetative Wachstum der Tomaten unterstützten. Durch die Inokulation der Tomate mit *P. indica* oder mit zwei der neu isolierten Pilze wurde auch die durch *Verticillium dahliae* bedingte Welke bei geringem Pathogendruck reduziert. Signifikante Ertragssteigerungen waren ebenfalls zu verzeichnen, insbesondere bei frühen Ernteterminen. Zu späteren Zeitpunkten glichen sich die Erträge jedoch an.

Die Ergebnisse zeigen, dass Wurzelendophyten unter bestimmten Bedingungen Krankheitsentwicklungen verzögern (moderater Pathogenbefall) oder eine frühzeitige Ernte begünstigen können. Der routinemäßige Einsatz ist jedoch noch nicht zu empfehlen.

Ergebnisse (Auswahl)

Andrade-Linares, D.R. · Grosch, R. · Restrepo, S. · Krumbein, A. · Franken, P. 2010. Effects of dark septate endophytes on tomato plant performance. Mycorrhiza, DOI: 10.1007/s00572-010-0351-1.

Achatz, B · von Rüden, S. · Andrade-Linares, D.R. · Neumann, E. · Pons-Kühnemann, J. · Kogel, K.H. · Franken, P. · Waller, F. 2010. Root colonization by Piriformospora indica enhances grain yield in barley under diverse nutrient regimes by accelerating plant development. Plant and Soil 333, 59-70.

Fakhro, A. · Andrade-Linares, D.R. · von Bargen, S. · Bandte, M. · Büttner, C. · Grosch, R. · Schwarz, D. · Franken, Ph. 2010. Impact of *Piriformospora indica* in tomato growth and on interaction with fungal and viral pathogenes. Mycorrhiza 20 (3), 191-200.

Abb. 1: Diana Andrade bei der Untersuchung des Einflusses von pilzlichen Endophyten auf die Gesundheit der Tomate





Abb. 2: Anbau der der Ölrettichsorte Adagio zur Prüfung der Biofumigationswirkung gegen den bodenbürtigen Erreger *Rhizoctonia solani*



Abb. 3: Anbau der Gelbsenfsorte Accent zur Prüfung der Biofumigationswirkung gegen den bodenbürtigen Erreger *Rhizoctonia solani*

Biofumigation als Bestandteil des Krankheitsmanagements

Biofumigation zur Unterdrückung pilzlicher bodenbürtiger Pathogene

Die durch bodenbürtige Pflanzenpathogene bedingten Ertragsverluste haben erheblich an Bedeutung gewonnen. Eine wirksame chemische Bekämpfung dieser Erreger ist schwierig und belastet die Umwelt. Die Biofumigation ist ein umweltfreundliches Verfahren, bei dem Kruziferen mit hohen Glukosinolatgehalten angebaut und zum Zeitpunkt der Blüte in den Boden eingearbeitet werden. Bei der enzymtischen Hydrolyse der Glukosinolate werden im Boden nematizid und antifungal wirkende Isothiocyanate frei gesetzt. Während in wärmeren Regionen dieses Verfahren bereits erfolgreich in der Praxis eingesetzt wird, ist die Wirkung auf bodenbürtige Pathogene in gemäßigten Klimaregionen bisher nur wenig untersucht (• Abb. 2).

Im Rahmen von Labor-, Gewächshaus- und Feldversuchen wurde die Wirkung eines Sortiments aussichtsreicher Kruziferenarten und -sorten (Sareptasenf, Ölrettich und Weißer Senf) auf den Erreger *Rhizoctonia solani* an Salat untersucht. In-vitro-Untersuchungen sollten zeigen, ob eine direkte Wirkung dieser Biofumigantien auf das Myzelwachstum und die Keimung der Dauerorgane (Sklerotien) von *R. solani* gegeben ist. In Gefäßversuchen und im Feld wurde die Wirkung der Biofumigantien auf das Krankheitsauftreten von *R. solani* an Salat geprüft (• Abb. 3).

Die geprüften Biofumigantien reduzierten deutlich die Aktivität der Sklerotien und des Myzels von *R. solani* in vitro. In Abhängigkeit von der eingearbeiteten Menge an Biofumigat war im Gefäßversuch eine signifikante Reduktion der Salatfäule zu beobachten (• Abb. 4).

Im Feld war die Biomasse von Salat insbesondere in den Biofumigations-Varianten mit der Sareptasenfsorte ‚Energy' sowie den Ölrettichsorten ‚Defender' und ‚Adagio' erhöht. Eine Infektion von Salat mit *R.*



Abb. 4: Anbau der Wirtspflanze Salat zur Untersuchung des Einflusses von Biofumigantien gegen den Erreger der Salatfäule *Rhizoctonia solani*

Abb. 5: Einarbeitung der Biofumigantien in den Boden (Ölrettich)



solani konnte nicht verhindert, die Krankheitsentwicklung jedoch signifikant verzögert werden. Während in vitro deutlichere Unterschiede zwischen den *Brassica*-Sorten gegeben waren, war im Feld die Befallsstärke der Salatfäule in allen Varianten vergleichbar reduziert (• Abb. 5).

Durch die Biofumigantion kann auch die Pflanzengesundheit, die Nährstoffverfügbarkeit oder die mikrobielle Aktivität positiv beeinflusst werden. Insgesamt zeigen die Ergebnisse jedoch, dass die Biofumigation Teil des Krankheitsmanagements von bodenbürtigen pilzlichen Erregern sein kann. •

Ergebnisse (Auswahl)

Hallmann, J. · Keßler, J. · Grosch, R. · Schlathölter, M. · Rau, F. · Schütze, W. · Daub, M. 2010. Biofumigation als Pflanzenschutzverfahren: Chancen und Grenzen. Beiträger des Fachgespräches vom 5. Mai 2010 in Bonn-Roleber = Biofumigation for plant disease control: chances and limitations. Proceedings of the workshop held on May 5th, 2010 in Bonn-Roleber. Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut · 155, 102 S.

Hallmann, J. · Buck, H. · Rau, F. · Daub, M. · Schütze, W. · Grosch, R. · Schlathölter, M. 2009. Chancen und Grenzen der Biofumigation für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden. In: Mayer, J., Alföldi, T, Leiber, F., Dubois, D., Freid, P., Heckendorn, F., Hillmann, E., Klocke, P., Lüscher, A., Riedel, S., Stolze, M., Strasser, F., van der Heijden, M. und Willer, H. (Hrsg.). Werte – Wege – Wirkungen, Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 11.-13.02.2009, Zürich, 366-369.

Hallmann, J. · Schlathölter, M. · Grosch, R. · Schütze, W. · Daub, M. 2008. Optimierung der Biofumigation zur nicht-chemischen Bekämpfung bodenbürtiger Schaderreger. „Innovationstage 2008“, Veranstaltung der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) Tagungsband, 15.-16.04.2008 in Bonn, 20-22.



UAG1 Von links: Jörg Krüger, Claudia Hönemann, Florian Klein, Anke Müller, Katja Krüger, Annette Hohe, Anne Behrend, Janett Tänzer, Ralph Heinrich

Annette Hohe

Was stimmt nicht mit 'Manuel'?

Zugegeben – männliche Vornamen finden eher selten Verwendung in der Bezeichnung von Zierpflanzensorten. Schon allein daher stellt 'Manuel' zwischen 'Annegret', 'Melanie', 'Carmen' und einer ganzen Reihe weiterer Damen eine Besonderheit im Sortiment der Sommerheide dar. Sicherlich wäre es auch interessant, die augenfällige Bevorzugung des weiblichen Geschlechts bei der Benennung ihrer Sorten durch die Heidezüchter näher zu untersuchen. Ein solches Forschungsprojekt wäre allerdings vermutlich besser an einem Forschungsinstitut für Genderstudies aufgehoben. Aber auch wir beschäftigen uns mit einem Aspekt der „Geschlechterforschung" – und zwar anhand von 'Manuel'. Trotz des männlichen Namens fehlen ihm nämlich ausgerechnet die männlichen Geschlechtsorgane, die Antheren. 'Manuel' ist also weiblich. Dies bedeutet, dass er bei Kreuzungen nur als Mutter dienen kann. Aber damit noch nicht genug der Verwirrung: 'Manuel' weist zudem zwei unterschiedliche Blütentypen auf: Ein Teil der Blüten sieht aus wie die anderer sogenannter „knospenblühender" Sorten, d.h. es fehlen die Antheren, die Blüten öffnen nicht und anstelle der Blütenblätter weist die Blüte einen zusätzlichen Kreis gefärbter Kelchblätter auf. Bei einem zweiten Blütentyp hingegen öffnen sich die Blüten. Und während erstere Blüten eine eher violette Farbe aufweisen, sind letztere weinrot. Beide Blütentypen treten an ein und derselben Pflanze bzw. an ein und demselben Zweig auf. Wie kann ein solcher Phänotyp entstehen?

Zwei unterschiedliche Blütentypen an ein und derselben Pflanze

Wir wissen es noch nicht. 'Manuel' bietet aber einige interessante Forschungsansätze – nicht etwa, weil es wichtig wäre, die besondere Genetik und Physiologie der Blütenbildung einer einzigen besonderen Heidesorte aufzuklären, sondern weil wir mit Hilfe von 'Manuel' der Aufklärung einiger blütenphysiologischer Prozesse einen Schritt näher kommen könnten: Warum bzw. wie öffnen sich Blüten? Der sorgfältige Vergleich der beiden Blütentypen von der morphologischen bis zur molekularen Ebene kann hier interessante neue Aspekte hervorbringen. Dabei ist es wichtig, dass beide Blütentypen bei 'Manuel' an derselben Pflanze entstehen. Denn so müssen wir davon ausgehen, dass sie genetisch identisch sind. In den beiden Blütentypen von 'Manuel' unterscheiden sich also offenbar Prozesse der Genexpression bzw. nachgelagerte physiologische Vorgänge. Wir interessieren uns nun einerseits dafür, was sich unterscheidet, um mehr über die Knospenblütigkeit oder – anders herum – über Blütenöffnung zu lernen. Zudem möchten wir gerne herausfinden, warum bei gleicher genetischer Ausstattung unterschiedliche Phänotypen innerhalb derselben Pflanze entstehen. Wodurch wird dieser Prozess gesteuert? Gibt es eine Art „Schalter"? Ist der Entwicklungsprozess zumindest eine Zeit lang reversibel? Können wir den „Schalter" z. B. durch die

Abb. 1: *Calluna vulgaris*, Sorte 'Manuel': Innerhalb derselben Pflanze befinden sich Blüten, die sich öffnen, sowie der sogenannte „knospenblühende" Blütentyp, der sich nicht über das Knospenstadium hinaus entwickelt



Abb. 2: Projektbesprechung und Besichtigung des Zuchtgartens beim kooperierenden Heidezüchter Peter de Winkel am Niederrhein

Steuerung von Umweltbedingungen manipulieren?

Warum denken wir, dass ein solches Forschungsthema für den Gartenbau interessant sein kann? Das Phänomen der Knospenblütigkeit ist von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung für die Züchter und Anbauer von Sommerheide, eine der wichtigsten Beet- und Balkonpflanzen im deutschen Markt. Die wirtschaftliche Bedeutung beruht maßgeblich auf der verlängerten Haltbarkeit der knospenblühenden Sorten. Wenn wir die Physiologie der Knospenblütigkeit verstehen, können wir vermutlich mehr dazu sagen, worauf die längere Haltbarkeit beruht. Dieses Wissen könnte ebenso wie Erkenntnisse zur Steuerung der Blütenöffnung zur Züchtung haltbarer Sorten bzw. zur Entwicklung von Verfahren der Kultur oder des nachfolgenden Transports und der Vermarktung beitragen, die die Haltbarkeit der Blüten fördern. Möglicherweise kann auch ein Teil dieser Erkenntnisse auf andere Kulturarten übertragen werden. •

Ergebnisse (Auswahl)

Borchert, Th. · Eckhardt, K. · Fuchs, J. · Krüger, K. · Hohe, A. 2009. ‚Who´s who' in different flower types of *Calluna vulgaris (Ericaceae)*: morphological and molecular analyses of flower organ identity. BMC Plant Biology 9, 148. http://www.biomedcentral.com/1471-2229/9/148

Hoenemann, C. · Richardt, S. · Krueger, K. · Zimmer, A.D. · Hohe, A., Rensing, S.A. 2010. Large impact of the apoplast on somatic embryogenesis in *Cyclamen persicum* offers possibilities for improved developmental control in vitro. BMC Plant Biology 10, 77. http://www.biomedcentral.com/1471-2229/10/77

Borchert, Th. · Hohe, A. 2010. Classification of flower types in *Calluna vulgaris* L. (Hull). Acta Horticulturae. 855, 41-46.

3. Gartenbau, Umwelt und Verbraucher

3.1 • Ertrags- und Qualitätsphysiologie unter Umweltstress
Im Vordergrund der Arbeiten stehen abiotische (Temperatur, CO_2-Konzentration, Phosphaternährung) sowie biotische Faktoren (pilzliche Pathogene, Symbionten), die Wachstum und Ertrag der Pflanze sowie die Zusammensetzung der Ernteprodukte beeinflussen. Die zugrunde liegenden Wirkmechanismen werden vorrangig mit physiologischen und molekularbiologischen Methoden untersucht.



3.2 • Qualität in der Lebensmittelversorgungskette
Kundenorientierte Qualität von Gemüse kann nur sichergestellt werden, wenn in allen Stufen der Lebensmittelkette, von der Produktion bis zum Verbraucher, ein abgestimmtes Qualitätsmanagement umgesetzt wird. Gesundheitsfördernde sekundäre Pflanzenstoffe als auch Aromastoffe sowie deren sensorischen Eigenschaften werden auf allen Stufen der Kette untersucht, zugrunde liegende biochemische, molekularbiologische und physiologische Prozesse werden aufgeklärt.

3.3 • Einschränkungen von Gemüseallergien
Die Projekte untersuchen, inwieweit sich klimatische Bedingungen, Maßnahmen der Pflanzenernährung und des Pflanzenschutzes sowie der Lagerung, der Behandlung und der Verpackung auf das allergene Potential von frischem Gemüse auswirken. Die Überprüfung von definierten Anbaumaßnahmen, die zu einer Reduktion der Allergenität oder ihrer Auswirkungen in Gemüse führen sollen, erfolgt in enger Zusammenarbeit mit Allergologen und molekularen Pflanzenphysiologen.

3.4 • Nährstoffflüsse im Gartenbau
Es werden mathematische Simulationsmodelle verwendet, um Fruchtfolgen und Düngungsstrategien im Freilandgemüsebau zu analysieren und zu bewerten. Die Modellrechnungen zeigen Handlungsalternativen auf, mit denen Pflanzennährstoffe im Produktionskreislauf erhalten und Nährstoffverluste an die Umwelt vermindert werden können, ohne dadurch die Wirtschaftlichkeit der gärtnerischen Betriebe zu beeinträchtigen.





3.1 Von links: Christine Becker, Angelika Krumbein, Susanne Jeserigk, Gundula Aust, Kerstin Fischer, Marie Francois Seck, Kerstin Bieler, Dietmar Schwarz, Eckhard George, Bernard Ngwene, Yvonne Klopotek, Susanne Neugart, Hans-Peter Kläring, Philipp Franken, Anja Müller

Philipp Franken

Nährstoffaustausch in der arbuskulären Mykorrhizasymbiose

Arbuskuläre Mykorrhizapilze leben in einer obligat biotrophen Symbiose mit den Wurzeln der meisten Landpflanzen. Ein zentrales Merkmal dieses Zusammenlebens ist der wechselseitige Nährstoffaustausch. Der Pilz nimmt mineralische Nährstoffe aus dem Boden auf, transportiert diese in die Pflanze und gibt sie dort über die Arbuskel – das sind kleine Hyphenbäumchen – an die Pflanze ab (• Abb. 1). Dafür bekommt er von der Pflanze Kohlenhydrate, die diese durch die Photosynthese bildet. Am IGZ werden zu diesem Phänomen die molekularphysiologischen Grundlagen untersucht.

Mykorrhizierte Pflanzen haben bei Phosphatmangel einen Vorteil. Gegenüber Kontrollpflanzen, deren Wurzeln nicht von einem

Hilfe bei Phosphatmangel mit dem passenden Partner

Mykorrhizapilz besiedelt sind, steht ihnen zusätzlich Phosphat zur Verfügung. In Versuchen mit Strauchluzerne (*Medicago truncatula*), die als Modell für Leguminosen (z. B. Gemüseerbse) genutzt wird, zeigte sich, dass je nach Mykorrhizapilz dieses zusätzliche Phosphat von der Pflanze für Wachstum oder zur Erhöhung der internen Phosphatkonzentration genutzt werden kann (• Abb. 2).

Umgekehrt verursacht ein und derselbe Mykorrhizapilz in einer Tomatensorte eine verstärkte Biomassebildung, während in der anderen Sorte derselbe Pilz die Konzentration an Phosphat ansteigen lässt. Das heißt, dass das Ergebnis der Wechselwirkung zwischen Pflanze und Pilz von den



Abb. 1: Pflanzliche Zellen im Wurzelcortex von *Medicago truncatula*, von denen zwei mit pilzlichen Arbuskeln besiedelt sind.



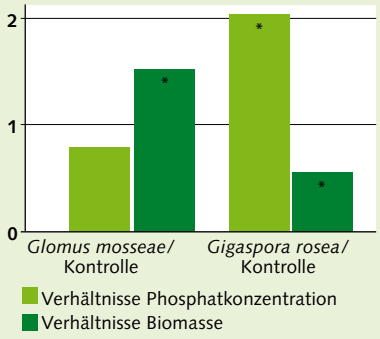


Abb. 2: Das Biomasseverhältnis von besiedelten *M. truncatula* Pflanzen zu nicht besiedelten Kontrollen wird durch den Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* erhöht. Der Pilz *Gigaspora rosea* dagegen erhöht die Phosphatkonzentration. (*: Unterschiede zwischen mykorrhizierten Pflanzen und Kontrollen sind signifikant für P = 0,05, n = 4).



Abb. 3: Wurzelstück von *Medicago truncatula* transformiert mit einem Promotor-Reporter-Konstrukt und besiedelt mit dem Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* zeigt die durch die Blaufärbung die Aktivität des Gens *MtHA1* in Zellen, die pilzliche Arbuskel enthalten.

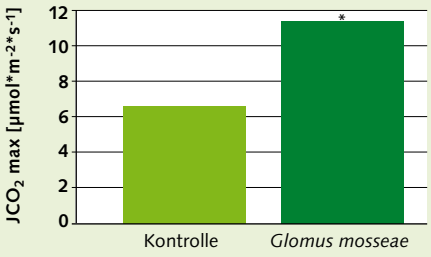


Abb. 4: Die CO_2 Aufnahmerate in Blättern von Tomatenpflanzen, die mit dem Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* besiedelt sind, ist gegenüber den nicht-mykorrhizierten Kontrollen signifikant erhöht (P = 0,05, n = 4).

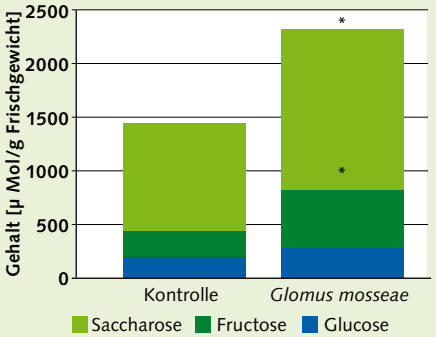


Abb. 5: Während die Konzentration von Glucose nicht beeinflusst ist, sind Saccharose- und Fructosekonzentrationen in den Wurzeln von Tomatenpflanzen, die mit dem Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* besiedelt sind, gegenüber den nicht-mykorrhizierten Kontrollen signifikant erhöht (P = 0,05, n = 4).

Genotypen beider Partner abhängt. Analyse der Expressionsmuster von etwa 6.000 Genen von *M. truncatula* bestätigte die Unterschiede. In der Reaktion der Pflanzen auf die verschiedenen Typen von Mykorrhizapilzen gab es kaum Gemeinsamkeiten. Allerdings zeigten die molekularen Reaktionsmuster nach verstärkter Phosphatdüngung und bei Besiedelung mit dem Pilz, der die Phosphatkonzentration erhöhte, relativ viel Übereinstimmung.

Um den Transport von mineralischen Nährstoffen zur Pflanze zu gewährleisten, muss über die pflanzliche Membran, die das pilzliche Arbuskel umgibt, ein Protonengradient hergestellt werden. Diese Leistung wird von Protonen-pumpenden ATPasen erbracht. Ein Gen (*MtHA1*) für eine solche ATPase wurde in *M. truncatula* gefunden. Um die Regulation des Gens näher zu untersuchen, wurde der Promotor des Gens, d.h. die regulative Einheit, abgeschnitten, mit einem sogenannten Reporter verbunden und wieder in die Pflanzen eingebracht. Die Aktivität des Reporters bestätigte dann die spezifische *MtHA1* Expression in den Zellen, die die Arbuskel umgeben (• Abb. 3). In weiteren Versuchen wurden nun Stücke des Promotors entfernt, die Reste wieder mit dem Reporter verbunden, in die Wurzeln eingebracht und die Aktivität des Reporters gemessen. So konnte eine kleine regulative Einheit im Gen *MtHA1* identifiziert werden, die für Arbuskel-spezifische Expression verantwortlich ist.

Verschiedene Arbeiten hatten in der Vergangenheit gezeigt, dass etwa 20 % der Kohlenhydrate der Pflanze an den Mykorrhizapilz abgegeben werden. Trotzdem leiden die Pflanzen meist nicht darunter, da die Photosyntheseleistung in der Mykorrhiza erhöht ist (• Abb. 4) und so insgesamt mehr Kohlenhydrate zur Verfügung stehen.

Weitere Analysen in diesem Zusammenhang ließen vermuten, dass durch die Mykorrhiza die Pflanze besser mit Wasser versorgt wird, was zu stärkerer Öffnung der Spaltöffnungen in den Blättern und somit zu einer vermehrten CO_2 Aufnahme führt. Zusätzlich durch Mykorrhiza erhöhte Expression von Saccharosetransportern in den Tomatenpflanzen sorgen dann für eine stärkere Beladung des Phloems und Transport von Saccharose in die Wurzel. Dort wird ein Teil der Saccharose in Glucose und Fructose gespalten. Der Pilz kann allerdings nur die Glucose aufnehmen und verwerten, so dass die Konzentration an Fructose in den mykorrhizierten Wurzeln ansteigt (• Abb. 5). Eingriffe in den Saccharosetransport mit Hilfe gentechnologischer Methoden führen zu einer Verschiebung des Gleichgewichts, bei dem sich dann der Pilz wie ein Parasit verhält und auf Kosten der Pflanze die Wurzel viel stärker besiedeln kann.

Diese und andere Untersuchungen zeigen, welche Gene und Prozesse in Pflanzen und Pilz den Nährstoffaustausch gewährleisten. Das Verständnis dieser Vorgänge wird dazu beitragen, den Einsatz der Mykorrhiza so zu steuern, dass er zu einer Verbesserung von gartenbaulich genutzten Pflanzen führt. •

Ergebnisse (Auswahl)

Grunwald, U. · Guo, W. · Fischer, K. · Isayenkov, S. · Ludwig-Müller, J. · Hause, B. · Yan, X. · Küster, H. · Franken, P. 2009. Overlapping expression patterns and differential expression of phosphate transporter genes in arbuscular mycorrhizal, Pi-fertilised and phytohormone-treated *Medicago truncatula* roots. Planta 229 (5), 1023-1034.

Müller, A. · Franken, P. · Schwarz, D. 2009. Nutrient uptake and fruit quality of tomato colonised with mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* (BEG 12) under deficient supply of nitrogen and phosphorus. Acta Horticulturae 807, 383-391.

Arlt, M. · Schwarz, D. · Franken, P. 2009. Analysis of mycorrhizal functioning using transcriptomics. In: Azcón-Agular C, Barea JM, Gianinazzi S, Gianinazzi-Pearson V (eds) Mycorrhizas. Functional Processes and Ecological Impact. Springer-Verlag Berlin, pp 47-60.

Franken, P. 2010. Molecular-physiological aspects of the AM symbiosis post penetration. In: Hinanit Koltai · Yoram Kapulnik (Eds.): Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function, Springer-Verlag, Chapter 5, 93-116.

Breuillin, F. · Schramm, J. · Hajirezaei, M. · Ahkami, A. · Favre, P. · Druege, U. · Hause, B. · Bucher, M. · Kretzschmar, T. · Bossolini, E. · Kuhlemeier, C. · Martinoia, E. · Franken, P. · Scholz, U. · Reinhardt, D. 2010. Phosphate systemically inhibits development of arbuscular mycorrhiza in Petunia hybrida and represses genes involved in mycorrhizal functioning. The Plant Journal 64, 1002-1017.



‚Split-Root'-System, bei dem die Wurzeln einer Pflanze auf zwei Töpfe verteilt sind. Mit diesem Ansatz kann der systemische Effekt eines Mykorrhizapilzes auf den nicht besiedelten Teil der Wurzel untersucht werden.



3.1 Von links: Angelika Krumbein, Angela Schmidt, Christine Becker, Yvonne Klopotek, Hans-Peter Kläring

Hans-Peter Kläring · Christine Becker · Yvonne Klopotek · Angelika Krumbein

Zukunfts Initiative Niedrig Energie Gewächshaus (ZINEG)



Abb. 1: Einrichtung für die geregelte Luftzufuhr zu den Kabinen zur Messung der Bestandsphotosynthese

Ein deutsches Normgewächshaus verbraucht in einem Jahr für die Heizung ungefähr 40 Liter Heizöl je Quadratmeter. Dabei werden jährlich 106 kg CO_2 je Quadratmeter Gewächshausfläche an die Atmosphäre abgegeben. Unterstellt man einen jährlichen Tomatenertrag von 50 kg je Quadratmeter, so ergibt sich eine Belastung der Atmosphäre von mehr als 2 kg CO_2 je kg produzierte Tomaten. Deshalb ist es Ziel des Vorhabens ZINEG, den immensen Verbrauch fossiler Energieträger und die damit verbundenen (fossilen) CO_2-Emissionen deutlich zu verringern. Dafür ist ein systemorientierter Ansatz durch Kombination

Energieverbrauch von Gewächshäusern drastisch senken

technischer und kulturtechnischer Maßnahmen erforderlich, welcher in enger Kooperation von den entsprechenden Spezialisten in den beteiligten Universitäten und Instituten bearbeitet wird. Ein Schwerpunkt ist die nahezu heizenergieneutrale geschlossene Betriebsweise von Gewächshäusern, welche auf der Auskopplung und Zwischenspeicherung überschüssiger Solarenergie am Tage für die Beheizung der Gewächshäuser in der Nacht beruht.

Wenn möglichst viel Solarenergie am Tage gewonnen und keine zusätzliche (fossile) Wärmeenergie nachts eingesetzt werden soll, dann kommt es in den Gewächshäusern häufig zu klimatischen Bedingungen, die bei der traditionellen Produktion unter Einsatz großer (fossiler) Energieressourcen vermieden werden. So kann am Tage bei hoher Einstrahlung umso mehr Solarenergie ausgekoppelt werden, je länger die Lüftung geschlossen bleiben kann. Das führt jedoch zu sehr hohen Temperaturen und zu extrem hohen Luftfeuchtigkeiten im Gewächshaus. Umgekehrt, wenn nachts die begrenzte zwischengespeicherte Wärmemenge für die Heizung ausreichen soll, dann müssen die Pflanzen sehr niedrige Temperaturen tolerieren.

Diese Grenzen der Tolerierung, der nach herkömmlichem Verständnis ungünstigen mikrometeorologischen Bedingungen durch die Gemüsepflanzen, sind Gegenstand der Forschung im IGZ. Um die Bedingungen in Niedrigenergiegewächshäusern besser zu simulieren, wurden die



Abb. 3: Transparenter Energieschirm zur Verringerung des Heizenergieverbrauchs am Tage

Gewächshäuser mit einer Hochdrucknebelanlage zur Luftbefeuchtung, transparenten Energieschirmen und einer geregelten Luftzufuhr (• Abb. 1) ausgerüstet.

Letztere ermöglicht bei gleichzeitiger Messung der CO_2-Konzentrationen in der zugeführten Luft und in den Kabinen die Berechnung der aktuellen Photosynthese der gesamten Pflanzenbestände. Aber nicht nur die Photosynthese und die Erträge werden untersucht, sondern auch die Qualität des Ernteprodukts wird bewertet. Erste Versuchsergebnisse dokumentieren, dass die als Wärme liebend bekannte Gurke auch bei relativ niedrigen Nachttemperaturen kultiviert werden kann. Dabei sind jedoch verschiedene Randbedingungen zu beachten. So ist es erforderlich, dass die Lufttemperatur am Tage wenigstens die 20 °C-Grenze erreicht, was an den meisten Tagen im Jahr allein durch die Nutzung der Sonnenstrahlung möglich ist (• Abb. 2).

Auch darf die Temperatur erst in der generativen Phase abgesenkt werden, damit die Ausbildung einer ausreichend großen Blattfläche für die Photosynthese nicht verzögert wird. In der vegetativen Phase kann im Winter ein transparenter Energieschirm (• Abb. 3) auch am Tage eingesetzt werden.

Das verringert den Heizölverbrauch um etwa 2 l m^{-2}, führt aber auch zu einer Ertragsminderung von ungefähr 1 kg Gurken je Quadratmeter, was weniger als 2 % der Jahresproduktion ist. Bezogen auf die CO_2-Bilanz des Produkts ist das sinnvoll. Inwieweit nun der Einsatz des transparenten Energieschirms in der vegetativen Phase wie auch die Temperaturabsenkung in der generativen Phase ökonomisch sinnvoll sind, das hängt von den Preisen für Heizöl, den Erlösen für die Gurken und den meteorologischen Bedingungen in der jeweiligen Anbauperiode ab. Schließlich eröffnen auch die Niedrigenergiegewächshäuser mit ihrer Solarenergieauskopplung am Tage weitere Einsparpotentiale, welche bei der ökonomischen Optimierung berücksichtigt werden müssen. Hierfür ist es dann erforderlich, die unter den jeweiligen Wachstumsbedingungen in der Pflanze ablaufenden Prozesse zu verstehen und in Modellen abzubilden. Dazu werden im Projekt der Kohlenstoffmetabolismus und die sekundären Inhaltsstoffe (Flavonoide) untersucht (• Abb. 4).

Zusammenfassung

Ziel des Verbundvorhabens ZINEG ist die drastische Verringerung des Primärenergieverbrauchs bei der Produktion von Pflanzen im Gewächshaus. Das erfordert einen systemorientierten Ansatz durch Kombination technischer und kulturtechnischer Maßnahmen. Am IGZ wird untersucht, inwieweit die Pflanzen extreme Bedingungen mit einem hohen Energiesparpotential tolerieren ohne dass Erträge und Produktqualität unzulässig verringert werden. •

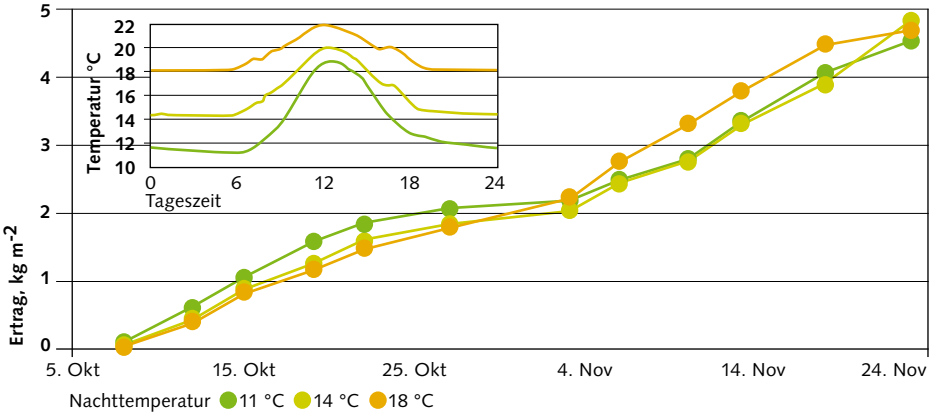


Abb. 2: Gurkenertrag einer Herbstkultur in Abhängigkeit von der Temperatur

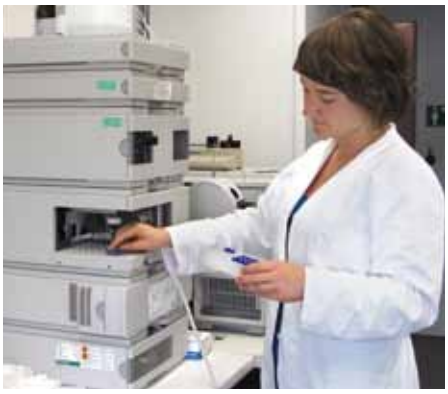


Abb. 4: Messung der Flavonoide in Salat mit dem HPLC-DAD-MS



3.2 Von links: Franziska Rohr, Ursula Zentner, Patrizia Perez, Annett Platalla, Melli Novita, Andrea Maikath, Melanie Wiesner, Andrea Jankowsky, Susanne Neugart, Angelika Krumbein, Inga Mewis, Rita Zrenner, Elke Büsch, Isabell Neumann, Monika Schreiner

Monika Schreiner · Inga Mewis · Susanne Neugart · Melanie Wiesner · Franziska Rohr · Rita Zrenner · Angelika Krumbein

Brassica-Gemüse als Biofabrik

Eine natürliche Produktion von Pflanzenstoffen

Immer mehr funktionelle Lebensmittel und neue Medikamente werden heutzutage als so genannte Bio-Nutraceuticals und Bio-Pharmaceuticals in biologischen Systemen hergestellt. Die Nachfrage nach entsprechenden pflanzenbasierten, gesundheitsfördernden Wirkstoffen wie den sekundären Pflanzenstoffen steigt stetig an. Im Mittelpunkt unserer Untersuchungen stehen die Glucosinolate, typische Sekundärmetabolite der Pflanzenordnung Brassicales, zu der alle *Brassica*-Gemüsearten, beispielsweise verschiedene Kohlarten wie Brokkoli und Pak Choi, aber auch die Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* gehören.

Um sekundären Pflanzenstoffe als Reinsubstanz oder in der Pflanzenmatrix effektiv für Bio-Präparate zu verwenden, ist eine Anreicherung dieser Sekundärmetabolite bereits in der Pflanze wünschenswert. Über den Einsatz gezielter Elicitorapplikation können Glucosinolate im pflanzlichen Gewebe angereichert werden. So wurde in einem Versuch mit Brokkoli-Sprossen der Gehalt an 4-Methylsulfinylbutylglucosinolat mittels Applikation von physikalischen, chemischen und biologischen Elicitoren und Elicitorkombinationen gezielt beeinflusst.

Eine Anreicherung des Nährmediums mit Mg_2SO_4 als chemischen Elicitor in einer Konzentration von 0.18 und 0.88 g/l konnte den Gehalt an 4-Methylsulfinylbutylglucosinolat nur geringfügig um 10 bzw. 20 % steigern (• Abb. 1).

Ähnliche Effekte wurden mit Ethephon – ein Ethylenanalog – bei einer Konzentration von 2.5 mM erreicht. Die 4-Methylsulfinylbutylglucosinolat-Gehalte in Brokkoli-Sprossen nahmen jedoch bei einer physikalischen Elicitorbehandlung mit einer zweifachen UV-B-Bestrahlung von jeweils 0.36 kJ m^{-2} d^{-1} um ca. 50 % zu (• Abb. 1). Zwar konnte durch zusätzliche Mg_2SO_4-Gabe der Gesamtglucosinolatgehalt in Brokkoli-Sprossen noch weiter erhöht werden, allerdings blieb der erwünschte 4-Methylsulfinylbutylglucosinolat-Gehalt gleich. Ein kombinierter Einsatz der Elicitoren Ethephon, UV-B und Mg_2SO_4 führte zu keiner weiteren Steigerung des 4-Methylsulfinylbutylglucosinolat-Gehaltes, was auf einen Sättigungseffekt bei der induzierten Glucosinolatanreicherung hindeutet.

Zusätzlich wurde die Glucosinolatinduktion durch die Kombination biologischer Elicitoren (Insekten) mit physikalischem Elicitor (UV-B) verglichen. Hierbei bewirkte die Exposition zu der Blattlaus *Myzus persicae*, dem Lepidoptera *Pieris brassicae* und dem Coleoptera *Phaedon cochleariae*

Pak Choi Sprossen unbehandelt (oben) und elicitiert (unten)





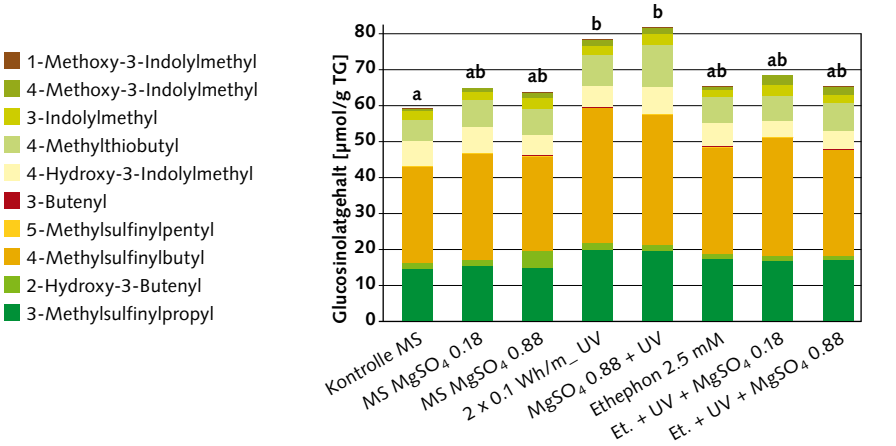


Abb. 1: Glucosinolatgehalt in Brokkoli-Sprossen nach Behandlung mit chemischen bzw. physikalischen Elicitoren und Elicitorkombinationen (TG = Trockengewicht und Et. = Ethephon). Verschiedene Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede (Tukey's $p \leq 0.05$)

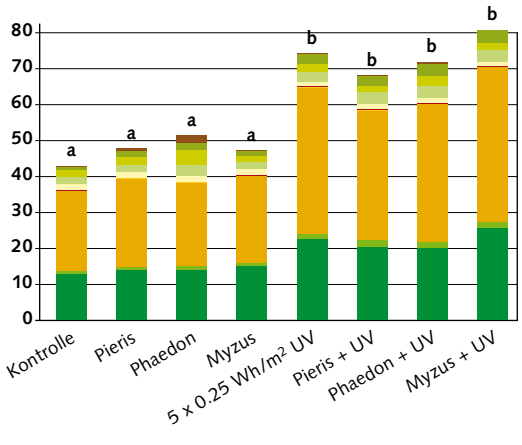


Abb. 2: Glucosinolatgehalt in Brokkoli-Sprossen nach Exposition zu Insekten bzw. UV und Elicitorkombinationen (TG = Trockengewicht). Verschiedene Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede (Tukey's $p \leq 0.05$)





keine signifikante Erhöhung des Gesamtglucosinolatgehaltes, nur die Indolyl-Glucosinolate stiegen an (• Abb. 2).

Nach 5-facher UV-B-Applikation von jeweils 0.9 kJ m^{-2} d^{-1} verdoppelte sich ungefähr der Gesamtglucosinolatgehalt, und insbesondere aliphatische Glucosinolate wie das 4-Methylsulfinylbutylglucosinolat nahmen zu. Der Glucosinolatgehalt der Brokkoli-Sprossen in den Kombinationsbehandlungen UV-B und Insekt war ähnlich der Einzelbehandlung mit UV-B.

Die Induktion von Glucosinolaten durch biotische Elicitoren wurde auch in Kreuzungslinien von *Arabidopsis thaliana*-Ökotypen untersucht. Hierfür erfolgte eine Kreuzung des 3-Methylsulfinylpropyl-Glucosinolat produzierenden Ökotyps Gie-0 mit Sap-0, in welchem 3-Hydroxypropyl-Glucosinolat akkumuliert. Linien aus der vierten Filialgeneration wurden für die Elicitorstudien verwendet. Aliphatische als auch Indolyl-Glucosinolate stiegen nach zwei Tagen Exposition zu Lepidoptera-Raupen in den ausgewählten Linien an (• Abb. 3). Die Glucosinolatinduktion war höher nach Herbivorie des Spezialisten

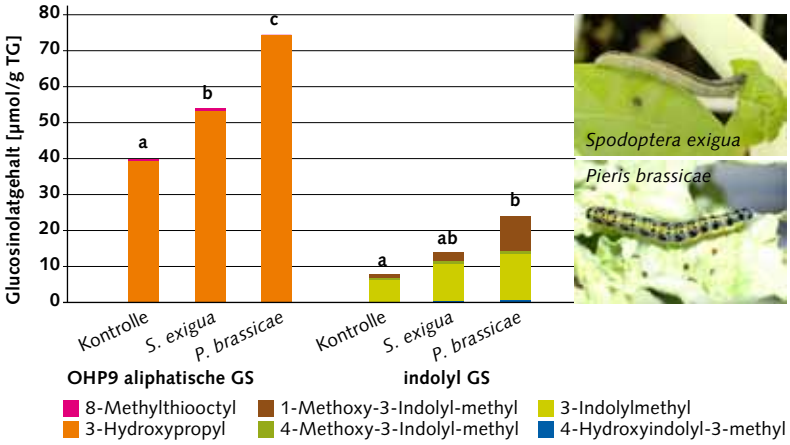


Abb. 3: Glucosinolatinduktion durch Lepidoptera-Larven in der 3-Hydroxypropyl-Glucosinolat produzierenden Kreuzungslinie OHP9 von *Arabidopsis thaliana* (Gie-0 x Sap-0, F4). Verschiedene Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede (Holm-Sidak-Test: $p \leq 0.05$).

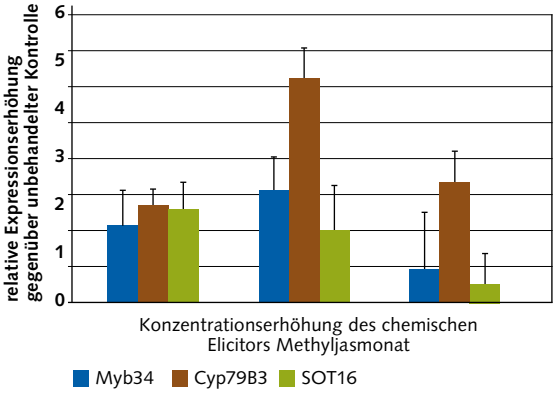


Abb. 4: Expression von Enzymen und Regulatoren der Glucosinolat-Biosynthese nach Methyljasmonat-Behandlung von Pak Choi-Sprossen. Die relative Expressionserhöhung gegenüber unbehandelten Kontrollpflanzen ist dargestellt als Logarithmus zur Basis 2.



P. brassicae im Vergleich zu dem Generalisten *Spodoptera exigua*.

Darüber hinaus werden *Arabidopsis thaliana*-Ökotypen und -Mutanten systematisch zu Genexpressionsanalysen des Glucosinolat-Biosyntheseweges herangezogen, da Veränderungen in der Glucosinolatkonzentration und im Glucosinolatprofil Folge einer gezielten Beeinflussung der Expression beteiligter Gene sind. Mit Etablierung der quantitativen Expressionsuntersuchung von Enzymen und Regulatoren der Glucosinolat-Biosynthese mit Hilfe der Real time RT-PCR kann nun auch in verschiedenen *Brassica*-Gemüsen die molekulare Ebene der Veränderung nach Elicitorapplikation analysiert werden (• Abb. 4). Diese Untersuchungen gehen einher mit der ungerichteten Erforschung der Expressionsänderungen auf Ebene aller Gene mit Hilfe des sogenannten *Brassica*-Arrays. Solche ersten Transkriptom-Analysen nach UV-Behandlung von Brokkoli-Sprossen oder Methyljasmonat-Behandlung von Pak Choi geben Hinweise auf neue Kandidatengene für die Regulation der Akkumulation von Glucosinolaten. •

Ergebnisse (Auswahl)

Mitglied des Management Committees und Leiterin der Arbeitsgruppe „UV-B induced metabolic changes" der COST Action UV4growth: UV-B radiation: A specific regulator of plant growth and food quality in a changing

Mitglied des WeGa – Kompetenznetzes Gartenbau und Bearbeitung des Projekts „Terminproduktion – Qualitätsparameter und Inhaltsstoffe bei *Brassica*"

Koordinatorin des BMBF-Verbundprojekts „Verbesserte Gewinnung und Verarbeitung dietätischer Glucosinolate sowie die Charakterisierung ihrer potenziellen Funktion in der Prävention von Darmkrebs"

Verkerk, R. · Schreiner, M. · Krumbein, A. · Ciska, E. · Holst, B. · Rowlan, I. · de Schrijver, R. · Hansen, M. · Gerhäuser, C. · R. Mithen · M. Dekker. 2009. Glucosinolates in *Brassica* vegetables – The influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health. Molecular Nutrition and Food Research 53 (S2), S219-S265.

Schreiner, M. · Krumbein, A. · Mewis, I. · Ulrichs, C. · Huyskens-Keil, S. 2009. Short-term and moderate UV-B radiation effects on secondary plant metabolism in different organs of nasturtium (*Tropaeolum majus L.*) Innovative Food Science and Emerging Technologies 10 (2009), 93-96.

Öffentlichkeitsarbeit

Präsentation der Ergebnisse in WissensWerte 2009 (09.-11.11.2009 in Bremen), dem Bremer Forum für WissenschaftsJournalismus.



3.2 Von links: Ursula Zentner, Monika Schreiner, Andrea Jankowsky, Susanne Neugart, Melanie Wiesner, Angelika Krumbein, Rita Zrenner, Andrea Maikath, Elke Büsch

Angelika Krumbein · Susanne Neugart · Rita Zrenner · Dietmar Schwarz · Hans-Peter Kläring · Monika Schreiner

Ökophysiologische Faktoren – eine Chance für gesundheitsförderndes Gemüse mit Geschmack

Klimamodelle prognostizieren für die nächsten Jahrzehnte eine dramatische Zunahme der Temperatur, Strahlung und CO_2-Konzentration in der Luft, welches u.a. zu Veränderungen in der Qualität gartenbaulicher Produkte führen kann. Mit unseren Forschungsarbeiten zur Untersuchung von ökophysiologischen Einflussfaktoren auf sekundäre Pflanzenstoffe in Gemüse hoffen wir, der Natur einen Schritt voraus zu sein, um auf Klimaveränderungen gezielt reagieren zu können. Dabei wollen wir den Effekt nutzen, dass sekundäre Pflanzenstoffe oft als Reaktion der Pflanze auf Stress gebildet werden, um sich zu schützen. Im Fokus unserer Untersuchungen stehen Flavonoide, Hydroxyzimtsäuren, Glucosinolate, Carotinoide, Chlorophylle und Aromastoffe, wobei die unterschiedlichen Verbindungen jeder Stoffgruppe sowohl positive gesundheitliche Wirkungen haben können und/oder den Geschmack beeinflussen können.

Temperatur und Strahlung beeinflussen Flavonoide und Hydroxyzimtsäuren in Grünkohl

Grünkohl ist reich an Flavonoiden und Hydroxyzimtsäuren (• Abb. 1), welche gebunden als Zucker vorliegen (Glycoside). Die gebundenen Zucker der Flavonoide können dabei mit Hydroxyzimtsäuren verestert sein (Acylierung). Im Rahmen eines DFG Projektes (Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin) wurden 71 Flavonoidverbindungen von Quercetin, Kämpferol und Isorhamnetin mit HPLC-DAD-MS^n in Grünkohl identifiziert und deren Beeinflussung durch Temperatur und Strahlung im Freiland untersucht (• Abb. 1). Von den identifizierten Mono-, Di-, Tri- Tetra- und Pentaglycosiden waren 27 nicht-acyliert, 30 mono-acyliert und 14 di-acyliert (Schmidt et al. 2010a). Erstmalig konnten 28 Verbindungen in Grünkohl nachgewiesen werden. In Abhängigkeit von der Struktur werden

Niedrige Temperaturen erhöhen protektives Quercetin

die verschiedenen Substanzklassen unterschiedlich von Temperatur und Strahlung beeinflusst. Interessant ist, dass in der Mehrzahl der untersuchten Sorten mit sinkender Temperatur (Abnahme von 9,6 °C (Ernte Oktober) auf 0,3 °C (Ernte Januar)) und Strahlung (Abnahme von 712 auf 172 µmol/m²s) die Summe der Quercetinverbindungen zunimmt, während die Summe der Kämpferolverbindungen abnimmt (• Abb. 2) (Schmidt et al. 2010b).

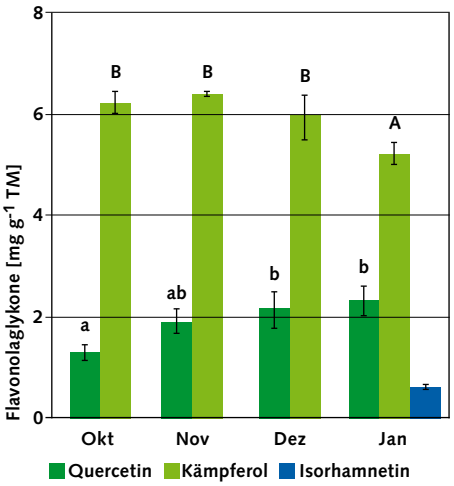


Abb. 2: Verschiedene Flavonoide in Grünkohl der Sorte Winterbor reagieren unterschiedlich auf Temperatur und Strahlung

Daraus resultiert ein erhöhtes Quercetin zu Kämpferol Verhältnis, welches zu einer generellen Erhöhung des antioxidativen Potentials von Grünkohl führte (Zietz et al. 2010). Der Schutz der Pflanze vor niedrigen Temperaturen (Abfangen der Radikalbildung) scheint dabei der ausschlaggebende Mechanismus zu sein. Im Jahr 2010 wurde ein DFG Nachfolgeantrag für zwei weitere Jahre genehmigt, bei dem wir verstärkt die Biosynthese der Flavonoide unter definierten Temperatur- und Stahlungsbedingungen mit molekularbiologischen Methoden untersuchen und Hydroxyzimtsäureglycoside zusätzlich einbeziehen.

Stickstoffform und Strahlung beeinflussen Glucosinolate, Flavonoide und Carotinoide in Asia-Blattgemüsen

Weniger bekannte *Brassica*-Arten wie Asia-Blattgemüse können aufgrund ihres unterschiedlichen Spektrums an sekundären gesundheitsfördernden Pflanzenstoffen und ihres attraktiven Äußeren eine Bereicherung für den Konsumenten sein. Im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der Universität Tuscia wurde der Einfluss von drei unterschiedlichen Stickstoffformen, die sich in ihrem Ammoniak/Nitrat (NH_4:NO_3) Verhältnis unterschieden (100 % NH_4, 50 % NH_4 + 50 % NO_3, 100 % NO_3) auf Wachstum und Mineralstoffe (Fallovo et al. 2009) sowie sekundäre Pflanzenstoffe in zwei Asia-Blattgemüsearten untersucht (• Abb. 3).

Die Versuche wurden mit drei verschieden Strahlungsintensitäten (niedrig: 5.0; mittel: 6.8; hoch: 9.0 mol m^{-2} d^{-1}) kombi-



Abb. 1: Grünkohlsorten auf dem Feld des Instituts sowie die Grundstruktur der Flavonolaglycone (a), der Hydroxyzimtsäureaglycone (b) und der di-acylierten Flavonoltetraglycoside (c)



Abb. 3: Asia-Blattgemüse, angebaut bei unterschiedlicher Stickstoffform und Strahlung zur Beeinflussung von sekundären Pflanzenstoffen



Abb. 4: Ergebnisse zu Aromastoffuntersuchungen werden in der Öffentlichkeit nachgefragt – Abschlussveranstaltung der Geschmackstage im Oktober 2009 in Potsdam mit Sternekoch Johann Lafer

niert. Eine Versorgung der Pflanzen mit 100 % NH_4 bei mittlerer Strahlung zeigte die höchsten Carotinoid- und Glucosinolatkonzentrationen, welches bei letzterem auf ein niedriges Stickstoff/Schwefelverhältnis in den Blättern zurückzuführen war. Jedoch bewirkte eine Versorgung mit 100 % NH_4 bei niedriger und mittlerer Strahlung niedrige Flavonoidkonzentrationen basierend auf einem hohen Gehalt an Stickstoff in den Blättern. Interessanterweise zeigen unsere Ergebnisse, dass der Einfluss der Stickstoffform auf die Flavonoidkonzentration bei zunehmender Strahlung vernachlässigbar wird und hohe Strahlungen die Konzentration an Flavonoiden erhöhen, um die Pflanzen zu schützen.

Eine erhöhte atmosphärische CO_2-Konzentration beeinflusst Aromastoffe in Brokkoli

Gesundes Gemüse wird von den Konsumenten nur nachgefragt, wenn es auch schmeckt. Deshalb haben wir die flüchtigen Aromastoffe in Brokkoli bei einer Verdoppelung der atmosphärischen CO_2-Konzentration untersucht. Erreicht wurde eine zweifache Erhöhung der Konzentration an sieben flüchtigen Verbindungen (C_7 Aldehyden, C_5 Alkoholen, Nitrilen), während die Konzentration von zwei weiteren Verbindungen (C_6 Alkohol, eine schwefelhaltige Verbindung) abnahm (Krumbein et al. 2010). Dabei führte die erhöhte atmosphärische CO_2-Konzentration zu einer Erhöhung der photochemischen Aktivität, welches eine erhöhten Bildung von löslichen Zuckern bewirkte, die u.a. als Vorstufen für die Bildung der Aromastoffe dienen können. Die gemessenen Veränderungen lassen eine Zunahme des Geschmacks von Brokkoli erwarten.

Unsere Ergebnisse finden eine rege Nachfrage in der Öffentlichkeit wie z. B. auf der Abschlussveranstaltung der Geschmackstage im Oktober 2009 in Potsdam, an der auch Frau Bundesministerin Aigner teilnahm und Sternekoch Johann Lafer mit anderen Köchen eine Kochshow mit Verkostung zelebrierte (• Abb. 4). •

Ergebnisse (Auswahl)

Klein, D. · Gkisakis, V. · Krumbein, A. · Livieratos, I. · Köpke, U. 2010. **Old and endangered tomato cultivars under organic greenhouse production: effect of harvest time on flavour profile and consumer acceptance.** International Journal Food Science and Technology 45, 2250-2257.

Krumbein, A. · Kläring, H.-P. · Schonhof, I. · Schreiner, M. 2010. **Atmospheric carbon dioxide changes photochemical activity, soluble sugars and volatile levels in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).** Journal Agricultural and Food Chemistry 58 (6), 3747–3752.

Schmidt, S. · Zietz, M. · Schreiner, M. · Rohn, S. · Kroh, L.W. · Krumbein, A. 2010. Identification of complex, naturally occuring flavonoid glycosides in kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) by high-performance liquid chromatography diode array detection/electrospray ionization multi-stage mass spectrometry. Rapid Communications in Mass Spectrometry 24, 2009-2022.

Schmidt, S. · Zietz, M. · Schreiner, M. · Rohn, S. · Kroh, L.W. · Krumbein, A. 2010. Genotypic and climatic influences on the concentration and composition of flavonoids in kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*). Food Chemistry 119, 1293-1299.

Zietz, M. · Weckmüller, A. · Schmidt, S. · Rohn, S. · Schreiner, M. · Krumbein, A. · **Kroh, L.W. 2010. Genotypic and climatic influence on the antioxidant activity of flavonoids in Kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*).** Journal of Agricultural and Food Chemistry 58, 2123-2130.

Fallovo, C. · Colla, G. · Schreiner, M. · Krumbein, A. Schwarz, D. 2009. **Effect of nitrogen form and radiation on growth and mineral concentration of two *Brassica* species.** Scientia Horticulturae 123, 170-177.

Verkerk, R. · Schreiner, M. · Krumbein, A. · Ciska, E. · Holst, B. · Rowlan, I. · de Schrijver, R. · Hansen, M. · Gerhäuser, C. · R. Mithen · M. Dekker. 2009. Glucosinolates in *Brassica* vegetables - The influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health. Molecular Nutrition and Food Research 53 (S2), S219-S265.

Drittmittelprojekte

DFG Projekt (KR2066/3-1, 2007-2009) Einfluss von Vor- und Nacherntefaktoren auf Flavonoide und Flavonoidglycoside und ihre antioxidativen Eigenschaften in Grünkohl.

DFG Projekt (KR2066/3-2, 2010-2011) Einfluss definierter Vorentefaktoren auf Flavonoid-und Hydroxyzimtsäureglycoside und ihre antioxidativen Eigenschaften in Grünkohl.

Öffentlichkeitsarbeit

Gründung eines internationalen Netzwerkes zur Thematik „Obst, Gemüse und menschliche Gesundheit" mit den Mitgliedsländern Kanada, USA, Australien, Frankreich, England, Spanien, Schweden und Deutschland auf dem Internationalen Gartenbaukongress 2010 in Lissabon.

Aktive Teilnahme an der Abschlussveranstaltung der Geschmackstage im Oktober 2009 in Potsdam im Rahmen des Pilotprojekts des Nationalen Aktionsplanes „IN FORM – Deutschlands Initiative für gesunde Ernährung und mehr Bewegung" zusammen mit Bundesministerin Aigner und Sternekoch Johann Lafer.



3.3 Von links: Eckhard George, Kerstin Fischer, Philipp Franken, Saskia Welter, Susanne Jeserigk, Gundula Aust, Dietmar Schwarz

Saskia Welter · Dietmar Schwarz

Können Anbaumaßnahmen Allergien durch Gemüse vermindern?

Eine Allergie ist eine verstärkte, spezifische Abwehrreaktion unseres Immunsystems gegenüber an sich harmlosen Substanzen im Sinne einer krankmachenden Überempfindlichkeit. Alle unsere Nahrungsmittel, darunter auch verschiedene Gemüsearten, können Allergene enthalten. Immer mehr Menschen leiden an einer Nahrungsmittelallergie. In Deutschland reagieren etwa 2-3 Millionen Verbraucher allergisch auf Nahrungsmittel oder Nahrungsmittelzusatzstoffe. Die Symptome sind vielfältig und können im schwersten Fall, z. B. durch anaphylaktischen Schock bei Sellerieverzehr, tödlich verlaufen. Auch andere Gemüsearten wie Möhre, Tomate, Paprika und Amarant können allergische Reaktionen hervorrufen (• Abb. 1).

Im Rahmen eines multidisziplinären Projektes, das von der Leibniz-Gemeinschaft von 2009 bis 2012 gefördert wird, arbeitet das IGZ mit der Klinik für Dermatologie der Charité, der Proteome Factory AG in Berlin, dem Frauenhofer Institut für Biomedizinische Technik in Potsdam und der Abt. Molekulare Systembiologie der Universität Wien, zusammen. Unsere wichtigste Fragen ist: Kann man das allergene Potenzial von Gemüse durch Anbaumaßnahmen reduzieren?

Das allergene Potential eines Gemüses – eine Sortenfrage?

Geprüft wurden bei Tomate, Möhre und Sellerie Sorteneigenschaften, Düngungsmaßnahmen, wie das Gesamtangebot an Nährstoffen, die applizierte Stickstoffmenge und -form, klimatische Bedingungen (Strahlungsintensität) und auch biotische Einflüsse, wie wachstumsfördernde Mikroorganismen oder Pathogene. In den meisten Experimenten zeigten sich keine unterschiedlichen Reaktionen auf die verschiedensten Einflussfaktoren. Nur bei zwei Tomatensorten (• Abb. 2) bzw. bei Möhren, die bei verschiedenen Lichtintensitäten angezogen waren, trat eine unterschiedliche Reaktion der sensitiven Patienten auf (• Abb. 3). Obwohl bei anderen Anbaumaßnahmen scheinbar keine Reduktion des allergenen Potenzials möglich war, gab es doch immer wieder einzelne Patienten, bei denen eine signifikant verminderte oder erhöhte Reaktion im Hauttest auftrat.

Deshalb wollten wir wissen, ob diese differenzierte Reaktion bereits in der Expression relevanter Gene nachzuweisen ist. Dazu wurden alle in Datenbanken aufgeführten Gene untersucht, die für putative und bereits bekannte Allergene kodieren. Dazu zählen beispielsweise Proteine, die entwicklungsabhängig exprimiert werden, wie eine beta-Fructofuranosidase, oder eine Polygalacturonase, aber auch Abwehrproteine, wie Thaumatin, Glucanase und Chitinase. Einige der untersuchten Gene der Tomatensorte Matina zeigten tatsäch-

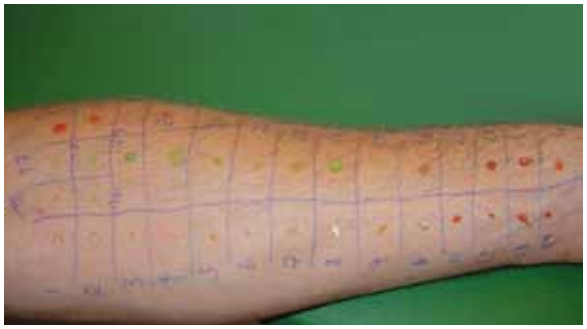


Abb. 1: Hauttest zum Nachweis der Reaktion auf potenzielle allergene Nahrungsmittel, hier Tomate

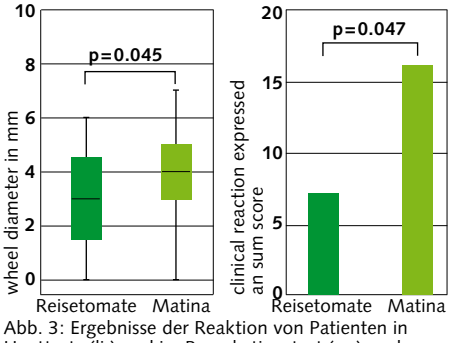


Abb. 3: Ergebnisse der Reaktion von Patienten in Hauttests (li.) und im Provokationstest (re.) nach Applikation von Tomaten unterschiedlicher Sorten







Abb. 2: Tomatenfrüchte der Sorten Reisetomate (li.) und Matina (re.)

lich eine höhere Expression als die der Reisetomate Wiederholungen des Versuches ergaben allerdings, dass die Unterschiede in Genexpression und Allergenitätstests nicht stabil auftraten, sondern von Jahr zu Jahr variierten (• Abb. 4).

Sind nachweisbare Unterschiede der Genexpressionen auch auf Proteinebene wiederzufinden? Um diese Frage zu beantworten, wurden 2 DE-Gele und Immunoblots mit Seren des Patientenkollektivs analysiert. In unseren Immunoblots waren keine Unterschiede zwischen den Tomatensorten festzustellen.

Es ist möglich, dass bei der verwendeten Methode die reaktionsauslösenden Proteine nicht erfasst wurden. Der mangelnde Nachweis von Unterschieden auf Proteinebene könnte auch an den schon teilweise denaturierten Proteinen liegen, so dass Antikörper aus dem Blutserum der Patienten nicht mehr an das Protein binden konnten. Die Immunoblots können auch der Beschreibung und Identifikation neuer Allergene dienen (• Abb. 5).

Unsere Ergebnisse machen deutlich, dass pflanzenbauliche Aktionen nur wenig Linderung der Reaktion von Allergikern bewirken können. Andererseits verbleibt für zukünftige Untersuchungen eine Vielzahl von Fragen:

Welche weiteren Proteine bestimmen das allergene Potenzial im Gemüse? Warum stimmen Ergebnisse der Immunoblots nicht mit den Reaktionen der Patienten überein? Wie kann man Allergene in Nahrungsmitteln nachweisen/vorhersagen und welche Alternativen gibt es zum aufwendigen Test an den Patienten – ohne provozieren oder pricken? So haben wir gemeinsam mit den Partnern angefangen einen Proteinchip zu entwickeln, der eine individuelle Vorhersage der Reaktion auf bestimmte Allergene mittels des Blutserums der einzelnen Patienten schnell und zuverlässig ermöglicht. •

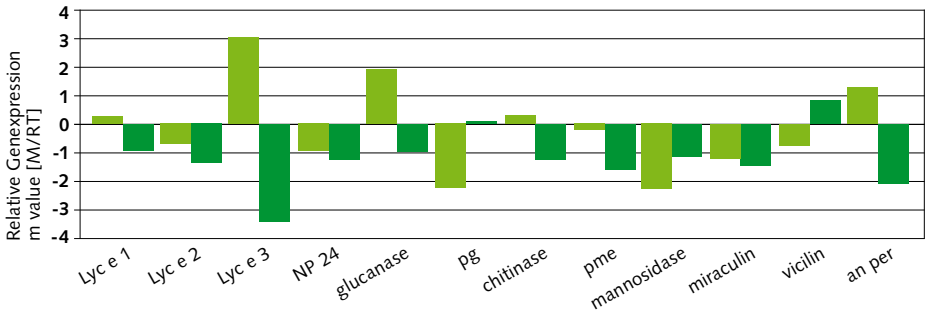


Abb. 4: Relative Genexpression bestätigter (Lyc e) und putativer Allergene. Dargestellt in m values, dass heißt positive Werte bedeuten eine erhöhte Expression des allergencodierenden Gens bei der Sorte Matina, negative Werte hingegen bedeuten eine erhöhte Expression bei der Sorte Reisetomate. Experiment 1 , Experiment 2

Ergebnisse (Auswahl)

Bäßler, O.Y. · Weiss, J. · Wienkoop, S. · Lehmann, K. · Scheler, C. · Doelle, S. · Schwarz, D. · Franken, P. · George, E. · Worm, M. · Weckwerth, W. 2009. **Evi**dence for novel tomato seed allergens: IgE-reactive legumin and vicilin proteins identified by multidimensional protein fractionation - mass spectrometry and in silico epitope modelling. Journal of Proteome Research 8, 1111-1122.

Schwarz, D. · Welter, S. · George, E. · Franken, P. · Lehmann, K. · Weckwerth, W. · Dölle, S. · Worm, M. 2010. Impact of arbuscular mycorrhizal fungi on the allergenic potential of tomato. Mycorrhiza, DOI: 10.1007/s00572-010-0345-z

Drittmittelprojekte

Leibniz Pakt Projekt 2009-2012. Gemüseallergene: Detektion, Analyse und Steuerung im modernen Gartenbau

Öffentlichkeitsarbeit

Posterbeitrag 2010. Allergen expression profiles and clinical response of different tomato cultivars. ISMA, International Symposium on molecular Allergology.



Abb. 5: 2 DE-Proteingele von Reisetomate (blau) und Matina (orange). Fehlfarbendarstellung zum Vergleich der Sorten mit spezieller Software übereinandergelegt (mit freundlicher Genehmigung der Proteome Factory AG: www.proteomefactory.com)



3.4 Von links: Ursula Hoffmann, Matthias Fink, Carmen Feller, Leif Nett

Carmen Feller · Matthias Fink · Ursula Hoffmann · Leif Nett

Nährstoffflüsse im Freilandgemüsebau – messen, bewerten, optimieren

Düngemittel sollen effizient eingesetzt werden, damit davon so wenig wie möglich an die Umwelt verloren geht. Aufgabe der Arbeitsgruppe ist es, Nährstoffflüsse im Freilandgemüsebau zu quantifizieren, um die zugrunde liegenden Prozesse besser zu verstehen und die gewonnenen Kenntnisse in Empfehlungen für die gärtnerische Praxis umzusetzen. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf der Stickstoffdynamik, da Stickstoffverluste, in gelöster oder gasförmiger Form, mit negativen Folgen für die Umwelt verbunden sind.



Abb. 1: Winterzwischenfrüchte auf dem Versuchsfeld in Golzow im September 2006, 6 Wochen nach der Einarbeitung der Ernterückstände von Blumenkohl, von links nach rechts: Kontrolle (Brache), Ölrettich, Grünroggen.

Zwei Projekte abgeschlossen...

In den zurückliegenden zwei Jahren wurden zwei Forschungsprojekte abgeschlossen.

Das AquAgriS Projekt, ein von der EU gefördertes Netzwerk zur Nutzung von Rückständen aus der Tier- und Pflanzenproduktion, wurde im Juni 2010 beendet.



Abb. 3: Die Teilnehmer des Verbundprojektes „Integriertes Stickstoffmanagement im Freilandgemüsebau“ beim ersten Projekttreffen im Dezember 2010 an der Universität Hannover.



Abb. 2: Blumenkohl vor (links) und nach (rechts) der Ernte. Manche Gemüsearten hinterlassen große Mengen an Ernterückständen, da die geernteten Produkte nur einen geringen Anteil der gesamten Pflanzenmasse ausmachen. Wenn die aus den Ernterückständen freigesetzten Nährstoffe nicht von einer nachfolgenden Kultur genutzt werden, ist die Gefahr von Verlusten groß.

Die Ergebnisse dieses Netzwerkes sind unter www.aquagris.org veröffentlicht.

Ziel eines von der BLE geförderten Projekts war die Identifizierung von Gemüsefruchtfolgen, mit denen Stickstoffverluste im Freilandgemüsebau vermindert werden können, ohne die Wirtschaftlichkeit der Gemüseproduktion zu gefährden. An drei Standorten (Großbeeren, Golzow, Queckbrunnerhof) wurden Feldversuche durchgeführt, in denen über zwei bzw. drei Jahre unterschiedliche Fruchtfolgen untersucht wurden, die so gewählt waren, dass die Wirkungen von großen Mengen an Ernterückständen und von verschiedenen Zwischenfrüchten erfasst werden konnten. Unsere Hypothese, dass durch den Anbau von Zwischenfrüchten (• Abb. 1), der N-Bilanzüberschuss der untersuchten Gemüsefruchtfolgen erheblich vermindert werden kann, wurde nicht bestätigt.

Unter den Bedingungen der durchgeführten Feldversuche hatten Zwischenfrüchte insgesamt nur geringe Wirkungen auf die N-Bilanz, insbesondere führten die Zwischenfrüchte nicht immer zu einer Verminderung von N-Bilanzüberschüssen. Dies ist bemerkenswert, da in den Feldversuchen Blumenkohl als Vorfrucht gewählt wurde, eine Kultur mit besonders hohen N-Bilanzüberschüssen (• Abb. 2.) und daher auch mit großem Potential für die Verminderung der Überschüsse durch Zwischenfrüchte. Das Ergebnis könnte zum Teil durch gasförmige N-Verluste verursacht sein, da dadurch N aus den Ernterückständen des Blumenkohls verloren ging und für die danach angebauten Zwischenfrüchte nicht zur Verfügung stand.

Die Wetterbedingungen hatten einen wesentlichen Einfluss auf die N-Bilanzen und verursachten eine große Variabilität der Ergebnisse zwischen den zwei bzw. drei Versuchsjahren. Dies bestätigte unsere zweite Hypothese, dass Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolgen nur durch langjährige Feldversuche vollständig erfasst werden können.

ein neues Projekt begonnen ...

Im Dezember 2010 fand das Auftakttreffen zu einem neuen, von der BLE geförderten, Verbundprojekt statt (• Abb. 3). Zusammen mit dem Institut für Pflanzenernährung der Universität Hannover und der LUFA Speyer erarbeiten wir Strategien zur Minderung von Stickstoffverlusten im Gemüsebau. Die Arbeitsgruppe des IGZ legt dabei den Schwerpunkt auf die Untersuchung gasförmiger N-Verluste. Entstehen können gasförmige N-Verluste im Gemüsebau insbesondere durch stickstoffreiche Ernterückstände, aus denen das klimaschädliche Lachgas (N_2O) sowie Ammoniak (NH_3) freigesetzt werden. Im Rahmen dieses Projekts wird nicht nur das Verlustpotenzial bestimmt, sondern auch untersucht, durch welche pflanzenbaulichen Maßnahmen gasförmige Verluste vermindert werden können.

... und die Datensammlung zur Düngung im Freilandgemüsebau aktualisiert.

Zu den Daueraufgaben der Arbeitsgruppe gehört die Erweiterung und Aktualisierung der Datensammlung zur Düngung im Freilandgemüsebau. Mit Hilfe dieser Datensammlung können schlagspezifische Düngungsempfehlungen für Stickstoff, Kalium, Phosphor und Magnesium für alle relevanten Gemüsearten berechnet werden. Die neueste Version der Datensammlung von März 2011 steht kostenlos im Netz zur Verfügung (siehe Veröffentlichungen). •

Ergebnisse (Auswahl)

Rahn, C.R. · Zhang, K. · Lillywhite, R. · Ramos, C. · Doltra, J. · de Paz, J.M. · Riley, H. · Fink, M. · Nendel, C. · Thorup- Kristensen, K. · Pedersen, A. · Piro, F. · Venezia, A. · Firth, C. · Schmutz, U. · Rayns, F. · Strohmeyer, K. 2010. EU-Rotate_N – a european decision support system – to predict environmental and economic consequences of the management of nitrogen fertiliser in crop rotations. European Journal of Horticultural Science 75 (1), 20–32.

Nett, L. · Averesch, S. · Ruppel, S. · Rühlmann, J. · Feller, C. · George, E. · Fink, M. 2010. Does long-term farmyard manure fertilization affect short-term nitrogen mineralization from farmyard manure? Biology and Fertility of Soils 46 (2), 159-167.

Feller, C. · Fink, M. 2010. Fertigation von Einlegegurken. Gemüse 46 (3), 24-25.

Nett, L. · Averesch, S. · Ruppel, S. · Rühlmann, J. · Feller, C. · George, E. · Fink, M. 2010. Zur Umsetzung von Stallmist im Boden. Gemüse 46 (3), 22-23.

Fink, M. · Feller, C. · Laun, N., Ziegler · J. 2010. Zur Berechnung von N-Sollwerten. Gemüse 46 (9), 14-15.

Monografie:
Feller, C. · Fink, M. · Laber, H. · Maync, A. · Paschold, P. · Scharpf, H.C. · Schlaghecken, J. · Strohmeyer, K. · Weier, U. · Ziegler, J.: Düngung im Freilandgemüsebau. In: Fink, M. (Hrsg.): Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ). 3. Auflage. Heft 4, Großbeeren 2011, www.igzev.de/publikationen/IGZ_Duengung_im_Freilandgemuesebau.pdf

Drittmittelprojekte (neu)

Integriertes Stickstoffmanagement im Freilandgemüsebau (BLE 2810HS009)

abgeschlossen

Einsatz des EU-Rotate Modells zur Verminderung von Stickstoffverlusten im deutschen Freilandgemüsebau (BLE 2806HS014).

Environmental management reform for sustainable farming, fisheries and aquaculture (EU Food-CT-2006-036208).

4. Globale Änderungen und Gartenbau



4.1 • Pflanzenwachstum und Mikroklima
Durch Anwendung ökophysiologischer und mikrometeorologischer Mess- und Berechnungsmethoden untersuchen wir die Eigenschaften pflanzlicher Produktionssysteme und leiten daraus Informationen für die Praxis und Züchtung ab. Darüber hinaus arbeiten wir an der Entwicklung neuer und optimierter Messmethoden zur Erfassung von Pflanzeneigenschaften.

4.2 • Nachhaltigkeit und Stabilität von Bewirtschaftungssystemen
Es werden Stoffumsatzprozesse im Boden auf unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Skale untersucht, um zu einer nachhaltigen Nutzung der Ressource Boden beizutragen. Die Palette der Untersuchungen reicht von der Aufklärung mikrobieller Prozesse über die Beeinflussung der Speicherfunktion des Bodens bis zur Analyse der Produktivität und Stabilität von Agroökosystemen.

4.3 • Armutsbekämpfung und Lebensqualität durch Anbau von Gemüse- und Zierpflanzen
Im Kontakt mit internationalen Einrichtungen werden Probleme in Entwicklungsländern bearbeitet. Gartenbauwissenschaftliche Erkenntnisse aus allen Schwerpunkten am IGZ werden genutzt, um zur Verbesserung der Ernährungs- und Einkommenssituation beizutragen.
Alle Projekte werden aus Drittmitteln finanziert.





4.1 Von links: Carmen Feller (Projektleitung), Ursula Hoffmann, Maxi Leske, Jan Gräfe, Simone Starke, Adolf Heißner

Carmen Feller · Jan Gräfe

Warme Füße sind das A und O

Physikalische Grundlagen und physiologische Effekte unterschiedlicher Temperaturverläufe

Es gibt viele Fragestellungen, die bei Spargel noch nicht geklärt sind. Aber sowohl für einen frühen Austrieb des edlen Gemüses als auch eine gute Qualität der Stangen und hohe Erträge sind die Temperaturen in Rhizomnähe entscheidend.

Wie schnell der Spargel in Abhängigkeit von der Dammtemperatur wächst, können wir in der Zwischenzeit recht gut beschreiben und auch die Temperaturen im Damm sind in Abhängigkeit von der Bedeckung (schwarze, weiße und transparente Folien sowie Tunnel) und den Außentemperaturen sicher modellierbar. Diese Ergebnisse haben wir im Oktober 2009 in Lima (Peru) auf dem XII International Asparagus Symposium vorgestellt.

Zur Entwicklung und Prüfung eines komplexen Modells, unter Einbeziehung der Alterung von Spargelanlagen und der Photosyntheseleistung und Kohlehydratspeicherung in Abhängigkeit von der Jahreswitterung, fehlen aber noch Daten. Ein im Jahr 2004 angelegter Freilandversuch, wurde deshalb 2010 umgestellt. Nach drei Jahren extrem unterschiedlich langer Stechperioden wurden alle Varianten gleich behandelt, um Rückschlüsse auf den Einfluss der Historie zu ziehen.

Die bisherigen Ergebnisse des Freilandversuches und weiterer Untersuchungen dienten als Grundlage für zwei Diplom- und drei Bachelorarbeiten.

Die Themen:

- Einfluss der Länge der Ernteperiode von Spargel auf den Ertrag im Folgejahr und
- Einfluss der Temperatur in der Dormanzphase auf den Austriebsbeginn und die Austriebsleistung bei Spargel
- Messung und Modellierung der Wärme-, Wasser- und Kohlendioxidflüsse im Freilandgemüsebau

wurden auch auf nationalen Tagungen stark nachgefragt.

Ausgehend vom erreichten Know-how bei der thermischen Modellierung folienbedeckter Spargeldämme, untersuchen wir seit 2010 intensiv das Mikroklima (Temperatur, Luftfeuchte, CO_2-Konzentration) unter typischen Abdeckungssystemen des Frühgemüsebaus (Projektleitung: Matthias Fink). In enger Kooperation mit einer pfälzischen Forschungseinrichtung (DLR Rheinpfalz, Dr. Norbert Laun) und eingebettet im WeGa-Netzwerk soll in einigen Jahren ein webbasiertes Beratungssystem zur besseren Steuerung von Abdeckungssystemen im Frühanbau von Kopfsalat und Kohlrabi entwickelt werden. Unter Nutzung von Wetterprognosen werden dem Gemüseanbauer rechtzeitige und standortspezifische Empfehlungen zum aktuellen Folienmanagement gegeben (• Abb. 1).

In einer ebenso mehrjährigen Kultur – Pappeln im Kurzumtrieb – untersuchen wir den stündlichen bzw. saisonalen Kohlendioxid- und Wasseraustausch von der Blatt- bis zur Feldebene, um verlässlichere Aussagen zur CO_2-Bilanz und zum Wasserverbrauch dieser speziellen Form regenerativer Energieerzeugung ableiten zu können (Projektleitung: Jan Gräfe). Diese Arbeiten erfolgen im Rahmen des Bioenergy-Verbundprojektes der Leibniz-Gemeinschaft und in enger Kooperation mit Prof. Thomas Foken von der Universität Bayreuth sowie dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), (• Abb. 2, • Abb. 3). •

Ergebnis (Auswahl)

Graefe, J. · Heißner, A. · Feller, C. · Paschold, H.-P. · Fink, M. · Schreiner, M. 2010. A process-oriented and stochastic simulation model for asparagus spear growth and yield. European Journal of Agronomy 32, 195-204.



Abb. 1: Mikrometeorologische Messdatengewinnung in Kopfsalatparzellen der Versuchsstation Golzow (Oderbruch)



Abb. 2: Aufbau und Betrieb einer mikrometeorologischen Messeinrichtung in einer Kurzumtriebsplantage von Pappeln (Masten für Eddy Kovarianzsensorik und Solarpanels).

Abb. 3: Herbert Rensing bei der Erstellung der Mastfundamente im Frühjahr 2010.









4.2 Von links: Silke Ruppel, Jörg Rühlmann, Sabine Hofsommer, Ann-Christin Scherwinski, Reinhard Schmidt, Juliane Gräwert, Beatrice Berger, Birgit Löffelbein, Gavan Mühl, Anita Brock, Birgit Wernitz

Silke Ruppel · Angelika Krumbein · Anita Brock · Beatrice Berger · Ann-Christin Scherwinski · Jörg Rühlmann · Reinhard Schmidt · Inga Mewis · Franziska Rohr · Monika Schreiner

Unsichtbare Helfer am Gemüse

Wenn Pflanzen- und Ernährungsforscher über die Besiedlung von Pflanzen durch Bakterien und den Verzehr dieser Pflanzen im ungekochten Zustand sprechen, ist meist von krankheitserregenden Bakterien die Rede. Der gesundheitsfördernde Aspekt, den eine vielfältige Bakterienpopulation sowohl für die Gesundheit der Pflanze als auch für die Gesundheit des Menschen haben kann, wird eher selten betrachtet. Das mag daran liegen, dass in der mikrobiellen Ökologie – einer noch

Gesundheitsförderung durch vielfältige Bakterienpopulation

jungen Wissenschaft – erst jetzt damit begonnen wird, die komplexen Zusammenhänge zwischen genetischer und funktioneller Diversität auf der einen Seite und Gesundheitsauswirkungen auf der anderen Seite zu erforschen. Die mikrobielle Ökologie hat sich mit der Anwendung molekularbiologischer Methoden sprunghaft entwickelt. Bis zu dem Zeitpunkt, an dem über verschiedenste molekulare Techniken die gesamte vorkommende Zellzahl der Bakterien bestimmt und untersucht werden konnte, waren über herkömmliche kultivierungsabhängige Verfahren nur rund 0,1-1 % aller vorkommenden Bakterien erfassbar, was Aussagen über die Bedeutung der Mikroorganismen in ihrer Umwelt äußerst schwierig machte.

Um die positiven Effekte der bakteriellen Pflanzenbewohner zu untersuchen, werden im Institut mehrere Strategien verfolgt. Einerseits wird die auf den Pflanzen natürlich vorkommende bakterielle Population in ihrer Anzahl und Zusammensetzung analysiert und andererseits werden spezielle Bakterien selektiert, die das Wachstum der Pflanzen deutlich verbessern. Hierfür werden Blätter der verschiedenen Gemüsepflanzen geerntet, gefriergetrocknet. Aus diesem Material wird die gesamte vorkommende DNA extrahiert, die neben der pflanzlichen DNA auch genetische Informationen der Bakterien enthält. Mit Hilfe der bakterienspezifischen Primer (16S rDNA) und Bakterienart spezifischer Primer (z. B. einer für den pflanzenwachstumsfördernden Bakterienstamm *Enterobacter radicincitans* spezies spezifischen fluoreszenz-markierten (TaqMan Sonde) wird mit Hilfe der quantitativen Real time PCR (Polymerase-Kettenreaktion) die Anzahl, der auf der Pflanze vorkommenden Bakterien, analysiert.

Dabei finden wir verblüffend große Unterschiede zwischen den einzelnen Gemüsearten.

So war Senfspinat mit 160 Milliarden Kopien der bakterienspezifischen DNA-

● Senfspinat
(*Brassica campestris*)





■ Blattsenf
(*Brassica juncea*)

Abschnitte je Nanogramm (= milliardstel Gramm) DNA am dichtesten mit Bakterien besiedelt, während zum Beispiel Blattsenf nur ein Zehntel dieser Bakterienmenge enthielt.

Doch nicht nur die Anzahl, auch die Zusammensetzung der Bakterienpopulationen ist zwischen den einzelnen Gemüsearten sehr verschieden. Die Abbildung 1 zeigt die Differenzierung der bakteriellen Populationen zwischen den vier untersuchten Gemüsearten Senfspinat (*Brassica campestris*), Blattsenf (*Brassica juncea*), Spinat (*Spinacea oleracea*) und Frisée-Endivie (*Cichorium endivia*) (• Abb. 1).

Warum besiedeln Bakterien die Blätter verschiedener Gemüsearten in unterschiedlicher Anzahl und auch durch stark verschiedene Bakteriengattungen und -arten?

Die Ursachen dafür sind vielschichtig und bisher nicht endgültig zu beantworten. Unsere Studien zeigten, dass es neben Faktoren wie der Blattmorphologie und den verfügbaren Zuckern vor allem die sekundären Inhaltsstoffe der Pflanzen sind, die über die Zusammensetzung und Menge der Bakterienbesiedlung entscheiden. So konnten wir nachweisen, dass Gemüsearten mit einem hohen Carotinoidgehalt – wie beispielsweise Senfspinat – eine hohe und spezifische Bakterienpopulationen aufweisen, während Blattsenf mit einem geringeren Carotenoidgehalt schwächer besiedelt ist. Bei *Brassica*-Gemüsearten, die als typische Sekundärmetabolite Glucosinolate beinhalten, konnte nachgewiesen werden, dass bestimmte aliphatische Glucosinolate, wie 2-Propenyl, 3-Butenyl und 4-Pentenyl, die Bakterienbesiedlung im Blatt offensichtlich fördern (Ruppel et al. 2008)

Das zeigt, nicht jede Gemüseart hat das perfekte Mikroorganismen-Menü.

Daher war es nicht verwunderlich, dass sich der pflanzenwachstumsfördernde Bakterienstamm *Enterobacter radicincitans* nicht auf allen Pflanzen ansiedeln konnte. Auch dieser Bakterienstamm hatte offensichtlich eine Vorliebe für Senfspinat und auch Weißkohl (Schreiner et al. 2009) (• Tabelle 1).

Neben den Blättern besiedelt dieser Bakterienstamm auch die Wurzeln der Gemüsepflanzen, wenn er an das Saatgut oder über den Wurzelballen von Jungpflanzen appliziert wurde und bewirkt verbessertes Pflanzenwachstum sowie gesteigerte Erträge an Paprika, Tomate, Mais und auch verschiedensten Getreidearten. Wir haben inzwischen mit der Firma Abitep in Berlin ein biologisches Präparat dieses Bakterienstammes entwickelt, das demnächst auf den Markt kommt. Die Grundlagen für die Marktfähigkeit des Biopräparates wurden

Neues bakterielles Präparat zur Verbesserung des Pflanzenwachstums

in zahlreichen Drittmittel finanzierten Projekten erarbeitet, in jüngster Zeit zählten dazu das Asia-Link Projekt (gefördert durch die Europäische Union, in Kooperation mit der Universität in Banda Aceh, Indonesien, der Stuttgarter Universität und der Universität in Wien) und das DFG-Projekt in Kooperation mit der Universität Rostock. Praxisversuche mit verschiedensten Gemüsebau- und Jungpflanzen-Betrieben Deutschlands unterstützten die Markteinführung des neuen Präparates.

Um das Schattendasein, das für Mensch und Pflanze nützliche Bakterien über lange Zeit geführt hatten, zu beenden, werden in Großbeeren die positiven Mechanismen dieser Winzlinge mit Hilfe moderner molekularbiologischer Methoden weiter analysiert und geprüft. Unter anderem startet 2011 ein Forschungs-Verbund-Projekt „Chemical Communication in the Rhizosphere“ gemeinsam mit den Leibniz-Instituten für Pflanzenbiochemie Halle und für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenbau Gatersleben, dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Halle und der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, um biochemische und genetische Grundlagen der mikrobiellen Kommunikation in der Rhizosphäre der Pflanzen aufzudecken.

Inzwischen sind die unsichtbaren Helfer etwas in das Bewusstsein der Menschen

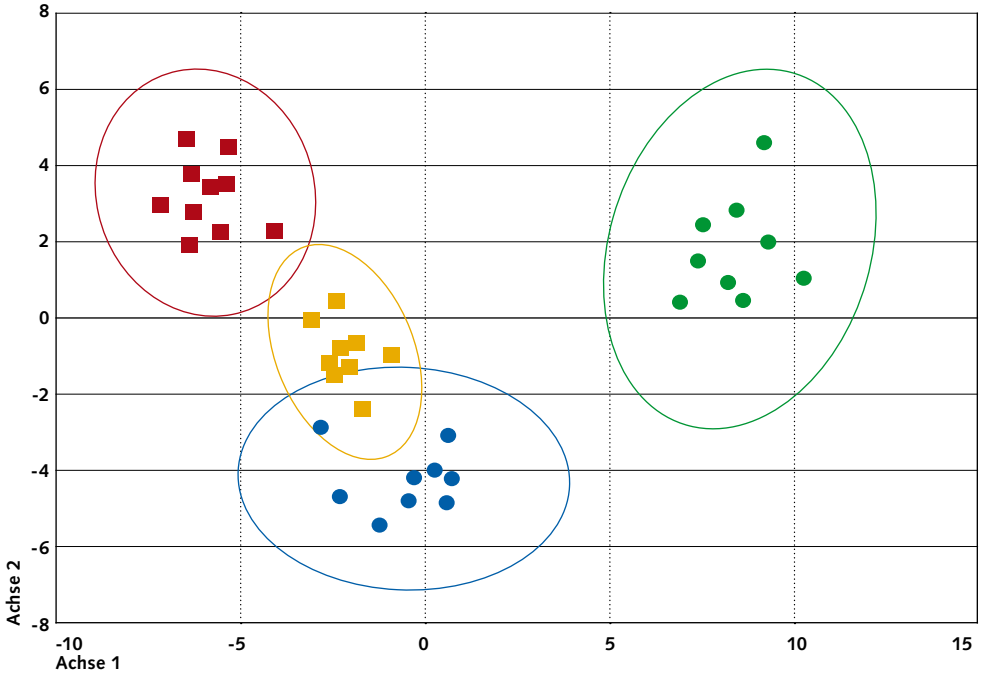


Abb. 1: Ergebnisse der Diskriminanzanalyse bakterieller Substratverwertungsmuster in der Phyllosphäre der Gemüsearten:
●Senfspinat (*B. campestris*), ■Blattsenf (*B. juncea*), ●Spinat (*S. oleracea*) und ■Frisée-Endivie (*C. endivia*).

	Aliphatische Glucosinolate			Aromatische Glucosinolate	Indol-Glucosinolate
Pflanzenart	2P	3B	4MSB	2PE	3IM
Chin. Brokkoli (*Brassica rapa* var. *alboglabra*)	0,15c	0,72b	0,37a	0,02c	0,04c
Blattsenf (*Brassica juncea*)	3,93a	0,16b	nd	0,12b	0,03c
Wasserkresse (*Nasturtium officinale*)	nd	nd	nd	6,63a	0,15a
Weißkohl (*Brassica oleracea* var. *capitata*)	1,07b	0,10b	0,07b	0,03c	0,12ab
Senfspinat (*Brassica campestris*)	0,03c	4,76a	nd	0,70b	0,07bc

Tabelle 1: Konzentrationen der hauptsächlich vorkommenden Glucosinoalte (mg g^{-1}TM) in fünf *Brassica*-Gemüsearten

TM – Trockenmasse, nd – nicht detektierbar, GS – Glucosinolate
2P = 2-Propenyl, 3B = 3-Butenyl, 4MSB = 4-Methylsulfinylbutyl, 2PE = 2-Phenylethyl, I3M = 3-Indolylmethyl

Die Tabellenwerte repräsentieren Mittelwerte aus neun Einzelproben. Die Mittelwerte innerhalb eines Einzelglucosinolats mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant nach dem Tukey Test ($P \leq 0.05$).







Von oben: Wasserkresse (*Nasturtium officinale*), Chin. Brokkoli (*Brassica rapa* var. *alboglabra*), Weißkohl (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

vorgedrungen, was sich in zahlreichen Berichten in Presse und Fernsehen über die positive Rolle von Bakterien an Mensch, Pflanze und Umwelt widerspiegelt. Auch aus unseren Arbeiten sind Artikel in Tageszeitungen und populärwissenschaftlichen Zeitschriften erschienen (• Abb. 2).

In wieweit die pflanzliche Bakterienpopulation einen gesundheitsfördernden Effekt beim Menschen bewirken kann und somit möglicherweise in Synbiotika eingesetzt werden kann, ist noch völlig ungeklärt. Jedoch könnte – wenn grundsätzlich die Zusammenhänge zwischen pflanzlicher mikrobieller Diversität und humaner Gesundheitswirkungen bekannt sind – eine ganz neue Generation von Synbiotika für den funktionellen Lebensmittelmarkt entwickelt werden.

Voraussetzung dafür ist jedoch zu wissen, wie die pflanzliche Bakterienpopulation durch pflanzliche Inhaltsstoffe, die als natürliches Substrat den Nährboden für die Bakterien bilden, in ihrer Vielfalt und ihrem Wachstum beeinflusst werden kann. •

Ergebnisse (Auswahl)

Ruppel, S. · Krumbein, A. · Schreiner, M. 2008. Composition of the phyllospheric microbial populations on vegetable plants with different glucosinolate and carotenoid compositions. Microbial Ecology 56 (2), 364-372.

Schreiner, M. · Krumbein, A. · Ruppel, S. 2009. Interaction between plants and bacteria: Glucosinolates and phyllospheric colonization of cruciferous vegetables by *Enterobacter radicincitan*s DSM 16656. Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology 17, 124-135.

Herausgeber (u.a.) der Buchserie „Ökophysiologie des Wurzelraumes“

Veranstalter des Workshops „Ökophysiologie des Wurzelraumes“ 2009, 2010…



Abb. 2: Zeitschriftenausschnitte (Deckblätter der Pressemitteilungen)



4.3 Von links: Silke Ruppel, Mohammed Abul Monjur Khan, Bernhard Brückner, Inga Mewis, Benard Ngwene

Bernhard Brückner · Monjour Khan · Inga Mewis · Benard Ngwene · Elke Neumann-Gabriel · Silke Ruppel

Internationale Forschungskooperation zur Verbesserung von Ernteerträgen und Einkommen in Entwicklungsländern

Forschen am IGZ – attraktiv für Nachwuchswissenschaftler aus aller Welt

Geheimnisvoll-aromatischer Duft zieht durch die Cafeteria im Laborgebäude. Mohammed Abul Monjur Khan hat gerade ein Curry-Gericht aus seiner Heimat Bangladesh für seine Kollegen zubereitet. Beim Essen erzählt er vom Leben auf dem Campus „seiner" Bangladesh Agricultural University, in Mymensingh nahe der Hauptstadt Dhaka. Die meisten der etwa 6000 Landwirtschaftsstudenten arbeiten nach dem Studienabschluss als Berater oder in Versuchsstationen, nur die Besten finden eine Position in Forschung oder Lehre an den Universitäten oder Forschungsinstituten. Natürlich besteht ein großes Interesse daran, zur Lösung der vielfältigen Probleme der heimischen Landwirtschaft neueste internationale Forschungsergebnisse in die Universitätsausbildung zu holen. Da ist ein Auslandsaufenthalt an einer beachteten Forschungseinrichtung im Ausland natürlich ein wichtiger Pluspunkt. Monjur Khan hatte Erfolg und so forscht er als Doktorand mit Hilfe eines DAAD-Stipendiums in Deutschland.

Ausländische Forscher am IGZ

Für exzellente Forschung ist u.a. ein hoher Grad an internationaler Vernetzung und Kooperation notwendig. Das IGZ ist daran sehr interessiert und konnte durch zahlreiche Kooperationsbeziehungen zu ausländi-



Versuchsanlage beim Projektpartner in Indonesien – Überprüfung und Demonstration von Forschungsergebnissen in der „Heimat“

schen Partnern seine internationale Sichtbarkeit weiter ausbauen. Das führt unter anderem auch dazu, dass insbesondere junge Forscher aus aller Welt am IGZ wissenschaftlich arbeiten wollen. Im Berichtszeitraum haben insgesamt 27 Gastwissenschaftler für einen Zeitraum von mindestens 2 Monaten, die meisten aber über mehrere Jahre hinweg, in den Laboren und Gewächshäusern des IGZ gearbeitet. Häufig geschah dies im Verbund mit Universitäten des Heimatlandes und deutschen Universitäten (z. B. Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Berlin, Universität Rostock), (• Abb. 1).

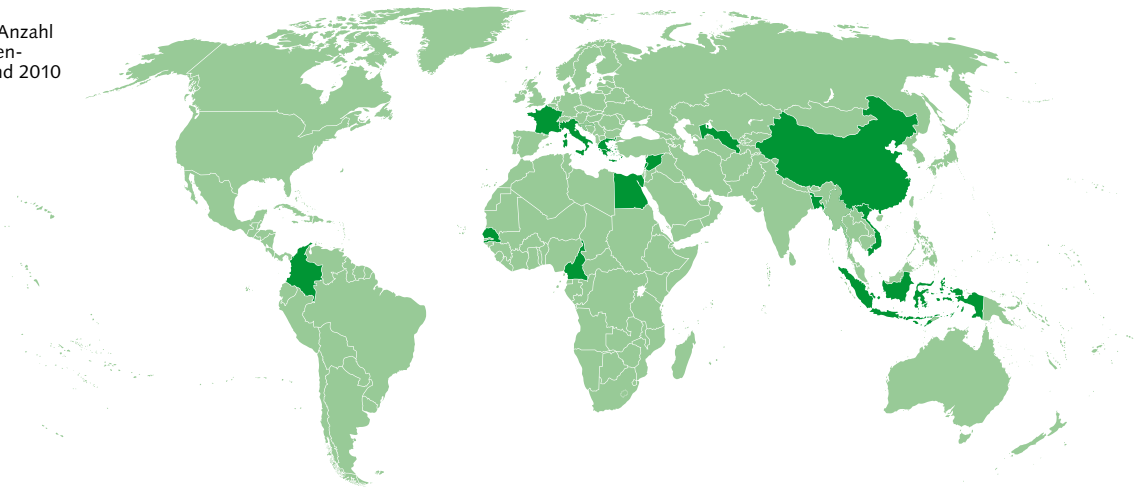
Die bearbeiteten Themen spiegeln die inhaltliche Profilierung der Arbeitsgruppen am IGZ wider. So befassen sich viele Arbeiten der Gastwissenschaftler mit der Bodenmikrobiologie, Mykorrhizaforschung, den Mechanismen pilzlicher und bakterieller Endophyten, Stressphysiologie und Charakterisierung der Qualität von Nutzpflanzen. Es wurden moderne analytische und molekularbiologische Methoden genutzt, vielfach parallel an biologischen Modellsystemen und gartenbaulichen Nutzpflanzen. Fast immer spielte der Zusammenhang der durchgeführten Grundlagenforschung mit einer potentiellen Nutzbarmachung in der Praxis, insbesondere in Entwicklungsländern, eine wesentliche Rolle.

Bakterien als „Biofertilizer“

Dieses Prinzip ist auch bei den Forschungsarbeiten der indonesischen Doktoranden, finanziert aus dem inzwischen abgeschlossenen EU Projekt Acculture, deutlich. Im November 2010 wurde eine der Arbeiten erfolgreich verteidigt. Dr. Syakur aus Banda Aceh untersuchte die Rolle der Bakterienstämme *Enterobacter radicincitans* und *Azospirillum* sp., um Bodenphosphat für Pflanzen verfügbar zu machen. Bei Erfolg könnten sie als „Biofertilizer“ eingesetzt

Abb. 1: Herkunftsland und Anzahl der ausländischen Gastwissenschaftler am IGZ in 2009 und 2010

Ägypten	2
Bangladesh	1
China	4
Frankreich	1
Griechenland	2
Indonesien	2
Italien	2
Kamerun	1
Kolumbien	2
Libanon	1
Senegal	1
Syrien	4
Uzbekistan	1
Vietnam	3



Natürliche Bodenlebewesen steigern Erträge in Entwicklungsländern

werden. Dieser Effekt war bisher hauptsächlich in Kulturmedien beobachtet worden und es fehlten Untersuchungen in landwirtschaftlichen Böden (• Abb. 2).

Auch hier sollte die Erschließung von Rohphosphat und Superphosphat und damit die Verfügbarmachung für Pflanzen untersucht werden. Der Pool an pflanzenverfügbarem Phosphat erhöhte sich in den Experimenten mit Mais (*Zea mays*) und Chilli (*Capsicum annum*) zwar nicht signifikant, aber die P-Aufnahme und das Pflanzenwachstum wurden, abhängig von den Bodeneigenschaften, signifikant gesteigert. Dr. Syakur fiel auf, dass alle mikrobiologischen und bodenchemischen Daten mit den erreichten Wachstumssteigerungen zusammenhingen und so konnte er die Voraussetzung für ein System schaffen, mit dem man die Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit entscheidend verbessern kann.

Mykorrhizaeinsatz im tropischen Afrika

Verbesserung des Pflanzenwachstums auf nährstoffarmen Böden – das ist auch die Zielstellung von Benard Ngwene, Jousef Jameel, Stipendiat aus Kamerun. In seiner Dissertation untersuchte Benard Ngwene, betreut von Elke Neumann-Gabriel, in vielfältigen Experimenten die Bedingungen unter denen bei der Kuh- oder Augenbohne (*Vigna unguiculata*), einem wichtigen Proteinträger in Afrika, Ertragssteigerungen durch den Einsatz von Mykorrhizapilzen möglich sind. In Kamerun leben 20 % der Menschen unter der Armutsgrenze, 70-80 % arbeiten ganz oder nebenbei in der Landwirtschaft, häufig auf Subsistenzniveau. Das schließt den Zukauf von Düngemitteln nahezu aus. Jede Ertragssteigerung, die durch eigene Tätigkeit erreicht werden kann, ist daher höchst willkommen (• Abb. 3).

Anhand der schnellwachsenden Mykorrhizapilze *Glomus mossae* und *Glomus interradices* konnte bereits früher gezeigt werden, dass bis zu dreifache Wachstumssteigerungen bei der Kuhbohne möglich sind. Hier bezieht man sich aber meist auf gut kontrollierbare Modellsysteme. Das Wissen über die Verhältnisse im komplexen Zusammenspiel vieler Faktoren in realen Böden ist äußerst gering – und noch knapper unter den speziellen Gegebenheiten im tropischen Afrika, wo es so gut wie keine Mykorhizaforschung gibt. So plant Benard Ngwene für die nächsten Jahre ein Kooperationsprojekt des IGZ mit afrikanischen Partnern, in denen im Gegensatz zu entwickelten Ländern – mit meist gut mit Nährstoffen versorgten Böden – ein großes Potential für die Mykorrhizatechnologie erwartet werden kann (• Abb. 4).

Wie wirkt Stress auf die natürliche Abwehr von Fraßfeinden

Unfruchtbare Böden – das ist in der Heimat von Monjur Khan kein zentrales Thema. Die alluvialen Böden in Bangladesh gehören zu den fruchtbarsten der Welt. Aber es gibt andere, enorme Probleme für die dortige Landwirtschaft: Überflutung, Wirbelstürme, Gezeitenschäden, Erosion…. Im Norden des Landes herrscht im warmen Winter monatelang große Trockenheit, weil sich fast die gesamten Niederschläge auf die Monsunmonate Juni bis August und angrenzende Monate konzentrieren. Die Trockenzeit ist auch die Zeit der Schadinsekten und Fragen zur Schädlingsresistenz



Abb. 2: Promotionsfeier von Syakur mit Betreuerin Silke Ruppel (r.) und Kollegin Anita Brock (l.)



Abb. 3: Benard Ngwene

Abb. 4: Pflanzen der Kuhbohne (*Vigna unguiculata*), links mit Mykorrhiza (*Glomus mossae*), Mitte mit Mykorrhiza (*Glomus interradices*), rechts ohne Mykorrhiza

werden besonders wichtig. Monjur Khan hat sich am Beispiel von Brokkoli (*Brassica oleracea*) und der Modellpflanze Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) daran gemacht, Veränderungen der Genexpression und der Inhaltsstoffprofile durch den Trockenstress zu untersuchen. Er will herauszufinden, ob und welche Veränderungen eine Bedeutung für die natürliche Resistenz dieser Pflanzen haben. Charakteristische Einflüsse auf die Konzentration von Inhaltsstoffen im Pflanzensaft hat er bereits gefunden. Es handelt sich dabei um bestimmte Glucosinolate, von denen bekannt ist, dass sie sich z. B. auf die Entwicklung von Blattläusen stark hemmend auswirken. Das Wissen, auf welche Resistenzeigenschaften man beim Anbau in der Trockenzeit besonders achten muss, kann bei der Züchtung und Auswahl widerstandsfähigerer Pflanzen sehr hilfreich sein. Bei Erfolg könnten herkömmliche Pflanzenschutzmittel eingespart werden (• Abb. 5).

Dies sind drei Beispiele aus dem Programm des IGZ, bei denen gartenbauwissenschaftliche Expertisen aus den Schwerpunkten am IGZ genutzt werden, um an Themen mit dem Potential zu forschen und zur Verbesserung der Ernährungs- und Einkommenssituation in Entwicklungsländern beizutragen. •



Abb. 5: Mohammed Abul Monjur Khan mit Betreuerin Inga Mewis

1.

Horticultural practice and modern production

1.1 • Knowledge transfer

• The results of our research were compiled and applied to horticultural practice and related industries, as well as to consumers. We focus on offering solutions for delivering efficient and environmentally sound production processes. Two examples were shown. •

2.

The use of biological control systems in horticulture

2.1 • The Petunia in focus: the establishment of a new modelling system to study the key processes in the adventitious root formation of shoot tip cuttings

• Adventitious root formation (ARF) in the stem base of shoot tip cuttings is the key developmental process in the vegetative propagation of many ornamental plant species. After the critical environmental factors had been identified, the underlying molecular physiological processes needed to be functionally analysed. As part of a joint project with four other groups from the IPK Gatersleben, the IPB Halle, the University of Cologne and the INRA Dijon and funded by the Leibniz Association's "Pakt für Forschung und Innovation," we established *Petunia hybrida* as a model for analysing ARF in shoot tip cuttings in detail. Three metabolic phases of ARF were identified, suggesting that the early establishment of the new sink in the stem base is a key metabolic event for ARF. A strong enhancement of ARF was observed in the *Petunia* when cuttings were dark-cold exposed before planting. Anatomical ARF events and carbohydrate levels suggest that sink establishment has already occurred during the dark period which accelerates the formation of new roots under subsequent exposure to light. For further molecular analysis, 4700 sequences of genes expressed in the stem base during ARF were clustered with 43,000 other freely available *Petunia* sequences. The resulting 25,000 gene fragments were used for producing a *Petunia* Array which was at first used for an investigation into the formation of arbuscular mycorrhiza. •

2.2 • Proliferation via embryogenesis

• The objective of the work of this key aspect of the research is embryogenesis-based plant propagation. One aim is to broaden understanding in the research field of zygotic, somatic and apomictic embryogenesis and to apply this to improving seed production, increasing the reproductive performance of procedures via somatic embryogenesis and establishing a new propagation system via apomixis. Another aim is to clarify the causes of the inter-specific cross breeding incompatibility in *Cyclamen* as a basis for the deduction of new approaches for optimising the embryo rescue in this species and for generating further inter-specific hybrids. This includes establishing the scientific basis for the generative and vegetative reproduction of such new hybrids and their parental wild species as a prerequisite for their implementation into the horticultural business. Working towards the latter goal, this report presents a study which has been carried out to examine the possibility of propagating different *Cyclamen* species, including some of their subspecies and cultivars, in vitro using explants from adult plants. For this purpose, two protocols have been applied to eleven genotypes combined with largely four explant types. The use of these protocols has created either somatic embryo-like structures and/or adventitious shoots in all genotypes. In this way it was possible to propagate each of the examined genotypes in vitro using explants of adult plants in less than a year. These results may be used in the breeding and propagation of *Cyclamen*. •

2.3 • The interaction of plants with root endophytic micro-organisms

• The roots of plants are colonised by various micro-organisms and some of them are able to improve plant growth, health and product quality. Root endyphytic fungi were isolated from tomato plants in Columbia and a number of unknown fungal isolates were characterised. Three of these new isolates, as well as the well-known root endophytic fungus *Piriformospora indica*, were able to improve tomato growth during the early developmental stages and to reduce the development of disease caused by *Verticillium dahliae* at low disease pressure. Also higher fruit yields were obtained, but only during early harvests. The results showed that the use of root endophytes could be part of future sustainable crop management practices. •

The suppression of soilborne pathogens by biofumigation

• Yield losses caused by soilborne pathogens are an increasingly common problem

3.

Horticulture, the environment and consumers

and the control of them is difficult. In contrast to methods using chemicals, biofumigation is an environmentally friendly control technique based, for example, on the high content of glucosinolates commonly found in *Brassicaceae*. By incorporating such plants in the soil, isothiocyanates are released by the enzymatic hydrolysis of glucosinolates. The effectiveness of various oil radish, and leaf mustard cultivars to suppress the soilborne pathogen *Rhizoctonia solani* on lettuce was tested in vitro and *in vivo* (pot and field experiments). All cultivars were able to reduce the activity of the mycelium and sclerotia of *R. solani*. Furthermore, cultivation in crop rotations, followed by incorporation in the soil, showed a reduction in the severity of bottom rot disease in the subsequent lettuce crop . Moreover, biofumigation treatments with three of the cultivars resulted in a higher yield of lettuce. The results demonstrate that biofumigation could be part of future sustainable disease management practice. •

UAG 1 • What's wrong with 'Manuel'?

• The *Calluna* variety 'Manuel' shows an astonishing phenotype – it develops two different flower types within the same plant. The first flower type looks just like other 'budflowering' cultivars as the stamens are lacking and the buds do not open. The second flower type also lacks the stamens, however, flowers do open. Hence, ´'Manuel' presents an attractive model for investigating aspects of the genetics and physiology of the budflowering phenotype in *Calluna*. Moreover, it is likely to be an interesting case of epigenetic control of flower development.

Through a careful comparison of both flower types in 'Manuel', from the morphological to the molecular level, we intend to learn more about the developmental physiology of the bud-flowering phenotype in the *Calluna*. This might be of interest to the horticultural industry for the breeding of new budflowering cultivars. New findings on the physiology of flower opening and epigenetic control might be applicable to other plant species as well. •

3.1 • Nutrient exchange in the arbuscular mycorrhiza

• The basis for arbuscular mycorrhizal symbiosis is the exchange of mineral nutrients and carbohydrates between the fungal and the plant partner. The molecular basis of the transfer of phosphate from the soil via the fungal hyphae towards the plant cells is analysed and the expression and function of several genes are studied in detail. Additionally, photosynthetic carbon assimilation and carbohydrate distribution are compared between mycorrhizal and non-mycorrhizal plants. •

3.1 • Minimising the energy consumption of greenhouses: ZINEG – the low-energy greenhouse

• The aim of the ZINEG project is to dramatically reduce energy consumption in greenhouse plant production. For this purpose, a system-oriented approach, combining technical and agronomic measures, is required. The research at IGZ focuses on the plant's tolerance of conditions including those with a high energy-saving potential. In achieving this, however, substantial losses in yield and produce quality must be avoided. •

3.2 • Brassica vegetables and bioreactors

• In this project studies have been carried out on plants' secondary metabolism, with particular focus on the *Brassica* species in order to optimise the concentration and composition of health-promoting secondary plant metabolites such as glucosinolates. Glucosinolates are a group of secondary plant metabolites found almost exclusively in plants of the order Brassicales. Glucosinolates consist of a sulfur-linked β-D-glucopyranose moiety and an amino acid-derived side chain. The side chain structure determines whether they are classified as aliphatic, aromatic or indole glucosinolates. Certain individual glucosinolates are known to confer health-promoting effects due to the anti-carcinogenic properties of their hydrolysis products.

In addition to genotypic and ontogenetic effects, the influence of ecophysiological factors on the formation of secondary plant metabolites is investigated. Moreover, targeted applications with chemical, physical and biological elicitors are used to modify the biosynthesis and degradation processes of glucosinolates. To obtain higher concentrations of decisive glucosinolates, Mg_2SO_4 and ethephone – an ethylene analogue – were used as chemical elicitors. Both substances showed similar effects, producing a 10 to 20% increase in 4-methysulfinylbutylglucosinolate in sprouts of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Also plant responses to UV-B irradiation were studied. After double exposure to 0.1 Wh m^{-2} UV-B, the concentration of 4-methysulfinylbutylglucosinolate increased by up to 50%.

A further experiment combined biotic and physical elicitors. Exposure to UV-B irradiation and combinations of UV-B with biotic elicitors (*Myzys persicae*, *Pieris brassicae*, *Phaedon cochleariae*) led to an increase in aliphatic glucosinolates in sprouts. Feeding of *Phaedon cochleariae* and the combination treatment of *Phaedon cochleariae* and UV-B resulted in a 2-fold increase in indole glucosinolates. The induction of glucosinolates in response to biotic elicitors was also investigated in plant lines of *Arabidopsis thaliana* ecotypes. The C_3-methylsulfinyl glucosinolate producing the ecotype Gie-0 was cross-bred with the 3-hydroxypropyl accumulating ecotype Sap-0, to obtain stable homozygote $F_{3/4}$ lines which produce 3-hydroxypropyl or 3-methylsulfinyl glucosinolates. These lines were used for elicitor studies. Two days after exposure to lepidopteran caterpillars, aliphatic as well as indolic glucosinolates increased in selected lines. The induction of glucosinolates was stronger after the feeding of the specialist caterpillar *Pieris brassicae*.

We are currently elucidating the influence of methyl jasmonate applications, UV-irradiation and the exposure of different insects to the glucosinolate profiles in *Brassica rapa* var. *chinensis* (pak choi) or broccoli sprouts. Besides the biochemical alterations, we are also interested in the causal molecular processes. Therefore we are establishing and performing real-time RT-

PCR analysis of identified candidates together with profiling all transcribed genes using *Brassica* microarray analysis. •

3.2 • Ecophysiological factors – an opportunity for healthy and tasty vegetables

• Climate models predict a dramatic increase in temperature, radiation and atmospheric CO_2 concentration over the next decades which could lead to changes in the quality of horticultural products. In anticipation of these changes, we investigate the influence of climate parameters on secondary plant compounds which are responsible for both the health and taste of the plant.

As part of a DFG project, a total of 71 flavonoid glycosides of quercetin, kaempferol and isorhamnetin were identified in kale using an HPLC-DAD-ESI-MS^n method and the influence of temperature and radiation on these compounds was investigated. 28 compounds in kale were reported for the first time. The total quercetin concentration increased, whereas the total kaempferol concentration decreased in response to decreasing temperatures and radiation (harvest from October to January). Interestingly, the quercetin-to-kaempferol ratio increased in all of the investigated cultivars, suggesting that the impact of the reduction in temperature could be responsible for this effect.

Furthermore, the effect of three different nitrogen (N) supply forms differing in their ammonium-to-nitrate (NH_4:NO_3) ratio (100% NH_4, 50% NH_4 + 50% NO_3, 100% NO_3) under three different levels of radiation (low: 5.0, medium: 6.8, high: 9.0 mol m^{-2} d^{-1}) on a range of desirable health-promoting phytochemicals in two Asian leafy *Brassica* species was determined. The 100% NH_4 supply under medium radiation levels led to the highest concentration of glucosinolates based on a low nitrogen/sulfur ratio as well as high levels of carotenoids in the leaves of both *Brassica* species. However, the 100% NH_4 supply under low and medium radiation levels resulted in low concentrations of flavonoids based on high N concentration in the leaves.

In addition, doubling the ambient CO_2 concentration induced a two-fold increase in concentrations of seven aroma volatiles (C_7 aldehydes, C_5 alcohols, nitriles) and a decrease in two aroma volatiles (a sulfur-containing compound, C_6 alcohol) in broccoli. Finally, elevated CO_2 concentration increased soluble sugar concentrations due to enhanced photochemical activity, which may account for the increased synthesis of volatiles.

Thus, the data provided here have strong implications for crop management strategies aimed at optimising both the concentration and composition of a range of secondary plant compounds. •

3.3 • Can management practices reduce vegetable allergies?

• Allergies are enhanced, specific defence responses of our immune system towards harmless substances manifested as a pathogenic hypersensitivity. Vegetables, such as carrots, tomato and pepper and the grain amaranth can cause allergic reactions; during recentyears they have become increasingly prevalent, including in Germany. IGZ is collaborating with several partners involved in medical and proteomics research to try to solve the problem: is it possible to reduce the allergenic potential of vegetables through growing conditions? Testing genotypes, fertilisation, irrigation, climatic and biotic conditions did not result in different responses from allergenic patients in skin prick tests, except for tomato genotypes and carrots cultivated under different radiation levels. The genes of the tomato cultivars in question were expressed differently, thus, genes of the cv. Matina had a higher expression than the cv. Reisetomate. However, replications of the experiment in following years did not always confirm these results. Two DE-gels and immunoblots with patient sera were analysed but did not show any differences between cultivars. The method used might not have been suitable for detecting proteins triggering responses. Our results indicate that changing plant cultivation methods has only a limited effect on the allergenic potential of vegetables. Nevertheless, several questions remain to be answered. In a joint project with our partners we have started to develop a protein chip which enables a quick and reliable individual prognosis of the patient's response to selected allergens. •

3.4 • Nutrient fluxes in field vegetable production – quantification, evaluation, optimisation

• We utilised simulation models to analyse and evaluate crop rotations and fertilisation strategies in field vegetable production. Scenario calculations can identify crop management options that contribute to nutrient cycling and help to avoid nutrient losses to the environment, whilst maintaining a sustainable income for the horticultural industry.

During the reporting period, two research projects were completed: the AquAgriS project (EU Food-CT-2006-036208), a joint activity funded by the EU, focused on avoidance and recycling of waste from agricultural production (www.aquagris.org). The aim of the second project (BLE Grant 2806HS014) was to identify vegetable crop rotations that can reduce nitrogen losses over winter.

The inaugural meeting of a new research project (BLE Grant 2810HS009) was held in December 2010 at the University of Hannover. In this project, the N balance excess, which the German Fertiliser Application Bye-law (*Düngeverordnung*) admitted to the horticultural industry will be assessed for feasibility. The extent to which vegetable growers can reduce such "inevitable" N balance excesses through fertilisation and crop management will be explored. •

4.

Global changes and horticulture

4.1 • "Warm feet" are most important

• During recent years we have investigated and modelled several aspects of the asparagus growth system. This included the temperature and yield dynamics under various plastics, the breaking of winter dormancy and the immediate and subsequent effects of prolonged harvest seasons on spear yields and quality. These results have been presented in a number of papers as well as at national and international conferences. Our group is also concerned with the analysis and forecast of the microclimate of vegetables grown under plastic covers and the intended final product will be a web-based decision support system. Additionally, in 2010 we installed and managed our first Eddy-Covariance system to measure the carbon dioxide and water exchange within short rotation coppices of poplars. •

4.2 • Hidden assistance to vegetables

• The plant phyllosphere is intensely colonised by a complex and highly diverse microbial population and shows pronounced plant species-specific differences. The mechanisms and influencing factors determining whether and to what density microorganisms colonise plant phyllosphere tissues are not yet fully understood. One of the key influencing factors is thought to be phytochemical concentration and composition. Therefore, correlations between various concentrations of individual glucosinolates and carotenoids in four different plant species – *Brassica juncea*, *Brassica campestris*, *Cichorium endivia*, and *Spinacea oleracea* – and the phyllospheric bacterial population size associated with the aerial parts of the same plants were analysed. The concentration of various individual glucosinolates and carotenoids were measured using high-performance liquid chromatography. The phyllospheric bacterial population size, including both non-culturable and culturable organisms, was assessed using quantitative real-time polymerase chain reaction, and the physiological profile of the culturable microbial community was analysed using the Biolog system. Results show significant differences between plant species in both concentration and composition of secondary metabolites, bacterial population size and microbial community composition in three experiments performed consecutively. Additionally, the phyllospheric colonisation ability of the plant growth promoting bacterial strain *Enterobacter radicincitans* DSM 16656 was measured using a species-specific TaqMan™ probe and quantitative real-time PCR. Comparable to the native bacterial community, also the colonisation ability of the inoculated *E. radicincitans* strain varied from its inability to colonise *Brassica rapa* up to a very good colonisation rate of *Brassica campestris*. Thus, we report for the first time the relationship between individual glucosinolate and carotenoid concentrations and the phyllospheric bacterial population size and colonisation ability of non-culturable and culturable organisms and the phyllospheric microbial physiological profiles. •

4.3 • Collaborative international research into improving horticultural yield and income in developing countries

• IGZ has committed itself to strengthening international networking and co-operation in order to increase its visibility in the scientific community. As a sign of its success, there was an increase in the numbers of visiting scientists coming to Großbeeren in 2009 and 2010. 27, mostly young, scientists from 14 nations worked here on topics out of the IGZ focus areas: soil microbiology, mycorrhiza technology, mechanisms of fungal and bacterial endophytes, stress physiology and crop plant quality. The expertise at IGZ was applied to associated fundamental research with the potential for practical use in horticulture, especially to improve income and standards of nutrition in developing countries. The studies were organised mostly in co-operation with universities in the visitors' home countries and German universities (e.g. Humboldt Universität zu Berlin, TU Berlin, Universität Rostock).

One example of the co-operation is the development of a new soil fertility evaluation system, based on soil microbial and chemical data and helpful for optimising fertiliser use. The outcome of another project lays the foundation for successful mycorrhiza management with the potential to increase the yield of many small-scale farmers living off poor soils. In a third project, changes in gene expression and compound profiles during drought stress in broccoli were studied. Characteristic changes in the plants have already been discovered and will help in the breeding and selection of more robust plants, enabling pesticide levels to be reduced. •

Veranstaltungen, Ereignisse, Besuche





2009.



Ilse Aigner, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)



Blick in die Halle 23a des BMELV

Internationale Grüne Woche

Berlin vom 16.-25. Januar 2009

Das Motto der Ausstellung des BMELV war in diesem Jahr „Gesunde Ernährung genießen".

Unser Beitrag stand unter der Idee „Vielfalt bringt Genuss – Gemüse mit allen Sinnen erfassen". Um die Sinne anzuregen, wurden ein Kräutergarten gestaltet, ein ergänzendes Sortiment an Gemüsepflanzen für den Bauerngarten bereitgestellt, ein Gewächshaus mit „Tomatenvariationen (Fruchtform und -farbe)" bestückt sowie ein Kräuterquiz (die Pflanzen wurden intensiv befühlt und der Geruch getestet) durchgeführt.





Doktoranden/ innen aus Großbeeren und Erfurt

Tag der jungen Wissenschaft

Traditionsgemäß fand am 22. Januar 2009 in Großbeeren der „Tag der jungen Wissenschaft" statt

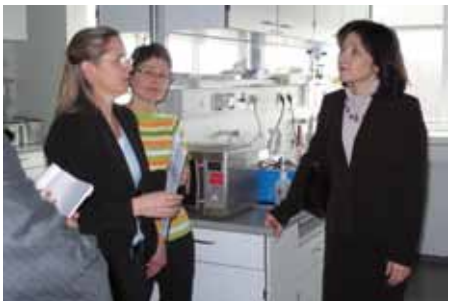
Hier präsentierten 12 Doktoranden/innen des IGZ ihre Arbeiten und diskutierten sie anschließend mit anderen Nachwuchswissenschaftlern wie auch mit „Senior Scientists". Der Einladung gefolgt war auch der Vorsitzende unseres wissenschaftlichen Beirats Prof. Dr. Hans-Peter Liebig, der den interkulturellen Charakter der Veranstaltung lobte und sich auch rege an der Diskussion beteiligte.

Besuch

von Katherina Reiche

Am 10. März 2009 besuchte Katharina Reiche, Mitglied des Deutschen Bundestages, das IGZ. Gleichzeitig ist Frau Reiche stellvertretende Vorsitzende des CDU/CSU-Bundestagsfraktion sowie für die Bereiche Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

Katharina Reiche besichtigte die verschiedenen Laborbereiche – und wir diskutierten viel über die gesundheits-wirksamen Inhaltsstoffe von Gemüse, über den Einsatz molekularbiologischer Methoden aber auch über Frauenförderung, Familie und Job unter einen Hut zu bringen, Teamgeist und Karriere.



Von links: Monika Schreiner, Rita Zrenner und Katharina Reiche, parlamentarische Staatssekretärin

Einweihung des Laborgebäudes

nach Rekonstruktion in Großbeeren

Am 30. März 2009 war es endlich soweit: Minister Dr. Dietmar Woidke vom MLUV Brandenburg, Dr. Heidi Knake-Werner, Senatorin für Integration, Arbeit und Soziales des Senats Berlin, der Beauftragte des BMELV Dr. Hermann Stürmer sowie der Präsident des Landesverbandes Gartenbau, Brandenburg Jörg Kirstein durchschnitten gemeinsam das grüne Band, um das Laborgebäude freizugeben.

Beim anschließenden Rundgang durch das rekonstruierte Laborgebäude und im Kabinengewächshaus, konnten sich unsere Gäste und die Vertreter der Medien ein Bild von den Arbeitsbedingungen und von gegenwärtig laufenden Forschungsaufgaben machen.





Einweihung: Dr. Heidi Knake-Werner, Dr. Dietmar Woidke und Dr. Hermann Stürmer (von li.)





Bild Mitte: Roland Kadner

Parlamentarischer Abend

Berlin

Der diesjährige Parlamentarische Abend am 16. Juni 2009 der Leibniz-Gemeinschaft stand unter dem Motto „Wissen schafft Werte – Ideen und Innovationen aus der Leibniz-Gemeinschaft schaffen neue Unternehmen, Arbeitsplätze und Produkte".

Annette Hohe (IGZ, Erfurt) stellte das Kooperationsprojekt mit der Firma Hark Orchideen vor, das bei KMU-Innovativ eingereicht ist. Da bei diesem Motto die Firmen im Vordergrund stehen sollten, hat eine Berliner Kunde von Orchideen Hark, Dirk Jäger von Orchideen Valerius, den Stand zusammen mit Annette Hohe betreut. Da uns beide Firmen großzügig mit Pflanzen versorgt haben, konnten einen bunt blühenden Phalaenopsis-Stand präsentieren.



Annette Hohe, Prof. Johanna Wanka, Wissenschaftsministerin des Landes Brandenburg, mit Dirk Jäger (Foto: ParlAbend-Kunst)

Erfurt

Lange Nacht der Wissenschaften

Mehr als 20.000 Interessierte besuchten am 6. November 2009 die „Lange Nacht der Wissenschaften" in Erfurt. Auch für das IGZ in Erfurt war dieser Tag ein Erfolg. Mehr als 70 Besucher nutzten die Möglichkeit, hinter die Kulissen gartenbaulicher Forschung schauen zu können. Alle 6 angebotenen Stationen (Globalisierung und Stecklingsvermehrung, In-vitro-Vermehrung, DNA-Küche, Analytik, Mikroskopie und Bestäubungen) wurden relativ gleichmäßig frequentiert und die Resonanz der Besucher war durchweg positiv.



Prof. Sabine Kunst, Präsidentin der Universität Potsdam, mit Eckhard George

2010.



Erntekrone



Reinhard Schmidt (li.) und Uwe Kunert am Stand des IGZ

Internationale Grüne Woche

Berlin vom 15.-24. Januar 2010

Die 75. IGW wurde einerseits dadurch gekrönt, dass die 30.000.000 Besucherin begrüßt werden konnte, andererseits beeindruckte die größte Erntekrone Deutschlands (6 m Höhe; über 900.000 Ähren verschiedener Getreidearten) als zentrales Element die Sonderschau des BMELV. Unter dem Hallenthema „Innovation und Vielfalt für mehr Lebensqualität“ bestand unsere Aufgabe darin, die Besucher rund um das Thema „Essbare Blüten, ein Genuss für alle Sinne“ mit viel Wissenswertem vertraut zu machen.

28. Internationale Pflanzenmesse

Essen vom 26.-29. Januar 2010

Bundeslandwirtschaftsministerin Ilse Aigner eröffnete am 26.01.2010 die IPM in Essen, die unter dem Motto „Zukunftswerkstatt“ stand. Die Lehrschau gab in den verschiedensten Themengruppen von Technik, dem ökologischen Anbau von Zierpflanzen, der Innenraumbegrünung bis



Ilse Aigner (BMELV) beim Eröffnungsrundgang (Bild Mitte)

zu Frühjahrsblühern – nur um einiges zu nennen – dem Berufsstand Einblicke in die Forschungs- und Versuchstätigkeit von Universitäten, Fachhochschule, Lehr- und Versuchsanstalten sowie anderen wissenschaftlichen Einrichtungen. Das IGZ war in der Lehrschau des Zentralverbandes Gartenbau in Halle 1a vertreten, diesmal mit einem Beitrag zur Züchtungsforschung von *Calluna vulgaris*.



Rechts im Bild: Jörg Vogelsänger, Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL) Brandenburg

Kurzbesuch

Minister Vogelsänger im IGZ

Am 26. April 2010 wurde offiziell der zweite Bauabschnitt der LAGF (Lehrgewächshaus) in Großbeeren übergeben. Im Anschluss an diese Veranstaltung besuchte der Minister für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL) des Landes Brandenburg, Jörg Vogelsänger, das IGZ. Nach der Begrüßung durch Eckhard George und einer kurzen Vorstellung der Aufgaben des Institutes, konnte sich der Minister bei einem Rundgang vor Ort mit den materiell-technischen Gegebenheiten am Standort und aktuellen Fragestellungen der Forschung vertraut machen.



Annette Hohe (links im Bild) mit Vertretern des Ausschusses für Stadtentwicklung sowie Jörg Kallenbach, Ulrich Haage und Joachim Lissner

Kommunalpolitiker und Landesverband

Gartenbau Thüringen im IGZ in Erfurt

Am 08.04.2010 informierte sich der Ausschuss für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Erfurt unter Vorsitz von Jörg Kallenbach (CDU) gemeinsam mit dem Präsidenten des Landesverbandes Gartenbau Thüringen, Ulrich Haage, dem Geschäftsführer des Landesverbandes Joachim Lissner und dem Kreisgärtnermeister Dietmar Pfeiffer über die Arbeiten des Institutes. Nach einer Vorstellung ausgewählter Arbeiten bei einem Rundgang wurde anschließend über die Möglichkeiten der Förderung des Gartenbaus in und um Erfurt durch Wissenstransfer von Arbeiten gartenbaulicher Forschungseinrichtungen diskutiert.

Parlamentarischer Abend

Potsdam und Berlin

Im Mai 2010 war das IGZ gleich an zwei Parlamentarischen Abenden vertreten. So hatte LAUF – die Landesvereinigung außeruniversitärer Forschung in Brandenburg – in Potsdam zum Parlamentarischen Abend am 8. Mai 2010 die Abgeordneten des Brandenburgischen Landtages eingeladen.

Am 18. Mai 2010 fand der diesjährige Parlamentarische Abend der Leibniz-Gemeinschaft wieder in Berlin statt. In diesem Jahr stand der Abend unter dem Oberthema „Energie – Ernährung – Klima. Mit Agrarforschung nachhaltig in die Zukunft“.

An beiden Parlamentarischen Abenden hat das IGZ in einem Gemeinschaftsstand mit dem Deutschen Institut für Ernährungsforschung seine Arbeiten zu gesund-



Dr. Gisela Olias, DIfE Potsdam Rehbrücke (re.) und Monika Schreiner im Gespräch
(Foto: Peter Hinsel/Leibniz-Gemeinschaft)

heitsfördernden Sekundärmetaboliten vorgestellt.

Treffen der Länderreferenten Gartenbau (Erzeugung) in Großbeeren

Am 22. Juni 2010 hatte MinRat Dr. Stürmer vom BMELV die Länderreferenten Gartenbau (Erzeugung) der einzelnen Bundesländer zur Besprechung nach Großbeeren eingeladen.

Nach der Begrüßung der Teilnehmer von Eckhard George informierte Hans-Peter Kläring über den Fortgang der Arbeiten im ZINEG-Projekt, wo das IGZ Projektpartner ist. Bei einem Rundgang durch das IGZ berichteten Monika Schreiner, Silke Ruppel, Susanne Neugart, Franziska Rohr, Jörg Rühlmann, Hans-Peter Kläring und Philipp Franken über aktuelle Forschungsarbeiten Da viele der Teilnehmer erstmalig im Institut waren, konnte ein nachhaltiger Eindruck vom größten gartenbaulichen Forschungsinstitut in Deutschland vermittelt werden.

Tag der offenen Tür 26. Juni in Großbeeren

Sonne satt bekleidete den Tag der offenen Tür. Sicher war das Wetter mit Grund dafür, dass etwa 1.200 Gäste das Gartenbauzentrum besuchten, um sich über den aktuellen Stand zu ausgewählten Forschungsfragen zu informieren, neue Trends im Bereich der Beet- und Balkonpflanzen in Augenschein zu nehmen, beim Berufswettbewerb der Garten- und Landschaftsbauer als „Zaungast“ dabei zu sein, durch Zukauf das Pflanzensortiment im eigenen Garten zu erweitern, sich zu gartenbaulichen Fragen beraten zu lassen oder auch nur bei den vielen Angeboten angenehme Stunden mit der Familie zu verbringen.



Tag der offenen Tür: Das herrliche Wetter lädt die Besucher zu einem kleinen Imbiss zwischen den Gewächshäusern ein



Martin Gorholt (Mitte) im Gespräch mit Saskia Welter (re.)

Staatssekretär im IGZ

Am 19. Juli 2010 besuchte uns der Staatssekretär des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur (MWFK) des Landes Brandenburg Martin Gorholt. Konstanze Pistor, Vertreterin des MWFK in der Mitgliederversammlung des IGZ, nutzte gleichzeitig den Termin, um sich aktuell im Institut zu informieren. Eckhard George und Wolfgang Nehls begrüßten die Gäste und gaben einen allgemeinen Überblick zum Institut.

Hoher Besuch aus Bundestag und Landtag im IGZ

Andrea Wicklein (Bundestagsabgeordnete der SPD) und Dietmar Woidke (Vorsitzender der SPD-Landtagsfraktion in Brandenburg) waren mit einer kleinen Besuchergruppe, der auch ein Vertreter der Stadt Großbeeren angehörte, am 26. August 2010 am IGZ Großbeeren.

Engagiert wurden beim Mittagsimbiss mehrere Aspekte der Organisation von Wissenschaft in Gartenbau und Landwirtschaft besprochen.



Dietmar Woidke (re.) und Andrea Wicklein (li.) schauen sich interessiert den Versuch von Maria Seck, DAAD Stipendiatin, an

Für uns war der Besuch eine willkommene Gelegenheit, einige Arbeitsbereiche des IGZ kurz vorzustellen und dabei auch den Sinn unseres Instituts zu erläutern. Wir freuen uns darüber, wenn Politiker/innen sich die Zeit nehmen, unsere Tätigkeit „vor Ort“ zu erleben.



Von links: Referatsleiter Wolfgang Altmann, Minister Jürgen Reinholz im Gespräch mit Roland Kadner und Siegfried Zerche, IGZ

Besuch des Landwirtschaftministers von Thüringen im IGZ in Erfurt

Am 19.11.2010 kam Jürgen Reinholz, der Minister für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz des Landes Thüringen, unserer Einladung nach und besuchte das IGZ in Erfurt.

Minister Reinholz war an allen Stationen sehr interessiert und beeindruckt von dem, was er in Kühnhausen gesehen hat. Er ließ es sich nicht nehmen, an einer Sterilwerkbank selbst Helleborus-Explantate zu entnehmen und versprach beim Abschied, dass er seinen Besuch im kommenden Frühjahr wiederholen werde.

Aufsätze / referiert · Scientific papers / reviewed – 2009

Adesina, M.F. · Grosch, R. · Lembke, A. · Vatchev, T.D. · Smalla, K. 2009. In vitro antagonists of *Rhizoctonia solani* tested on lettuce: rhizosphere competence, biocontrol efficiency and rhizosphere microbial community response. FEMS Microbiology Ecology 69 (1), 67-74.

Ahkami, A.H. · Lischewski, S. · Haensch, K.-T. · Porfirova, S. · Hofmann, J. · Rolletschek, H. · Melzer, M. · Franken, P. · Hause, B. · Druege, U. · Hajirezaei, M.R. 2009. Molecular physiology of adventitious root formation in *Petunia* hybrida cuttings: involvement of wound response and primary metabolism. New Phytologist 181, 613-625.

Bäßler, O.Y. · Weiss, J. · Wienkoop, S. · Lehmann, K. · Scheler, C. · Doelle, S. · Schwarz, D. · Franken, P. · George, E. · Worm, M. · Weckwerth, W. 2009. Evidence for novel tomato seed allergens: IgE-reactive legumin and vicilin proteins identified by multidimensional protein fractionation – mass spectrometry and in silico epitope modelling. Journal of Proteome Research 8, 1111-1122.

Bhatia, R. · Ruppel, S. · Narula, N. 2009. NifH-based studies on azotobacterial diversity in cotton soils of India. Archives of Microbiology 191 (11), 807-813.

Beran, F. · Ramasamy, S. · Büttner, C. · Mewis, I. · Ulrichs, Ch. 2009. Developing new techniques for managing *Phyllotreta striolata*: Analysis of host plant preference and impact of glucosinolates. Journal of Plant Diseases and Protection 116 (1), 39-40.

Borchert, T. · Hohe, A. 2009. Identification of molecular markers for the flower type in the ornamental crop *Calluna vulgaris*. Euphytica 170 (1-2), 203-213.

Borchert, Th. · Eckhardt, K. · Fuchs, J. · Krüger, K. · Hohe, A. 2009. ‚Who's who' in different flower types of *Calluna vulgaris* (Ericaceae): morphological and molecular analyses of flower organ identity. BMC Plant Biology 2009, 9:148. doi:10.1186/1471-2229-9-148 · http://www.biomedcentral.com/1471-2229/9/148/

van Dongen, J.T. · Fröhlich, A. · Ramirez-Aguilar · S.J. · Schauer, N. · Fernie, A.R. · Erban, A. · Kopka, J. · Clark, J. · Langer, A. · Geigenberger, P. 2009. Transcript and metabolite profiling of the adaptive response to mild decreases in oxygen concentration in the roots of arabidopsis plants. Annals of Botany 103, 269-280.

Fallovo, C. · Colla, G. · Schreiner, M. · Krumbein, A. · Schwarz, D. 2009. Effect of nitrogen form and radiation on growth and mineral concentration of two *Brassica* species. Scientia Horticulturae 123, 170-177.

Fakhro, A. · von Bargen, S. · Bandte, M. · Büttner, C. 2009. Pepino mosaic virus, a new record of a virus infecting tomato in Syria. Phytopathologia Mediterranea 49, 99-101.

Förster, N. · Ulrichs, C. · Zander, M. · Kätzel, R. · Mewis, I. 2009. Salicylatreiche Weiden für die Arzneimittelherstellung. Gesunde Pflanzen 61 (3) 129-135.

Grunwald, U. · Guo, W. · Fischer, K. · Isayenkov, S. · Ludwig-Müller, J. · Hause, B. · Yan, X. · Küster, H. · Franken, P. 2009. Overlapping expression patterns and differential expression of phosphate transporter genes in arbuscular mycorrhizal, Pi-fertilised and phytohormone-treated *Medicago truncatula* roots. Planta 229 (5), 1023-1034.

Kläring, H.-P. · Zude, M. 2009. Sensing of tomato plant response to hypoxia in the root environment. Scientia Horticulturae. 122, 17-25.

Lück, E. · Gebbers, R. · Ruehlmann, J. · Spangenberg, U. 2009. Electrical conductivity mapping for precision farming. Near Surface Geophysics, 15-25.

Neumann, E. · Schmid, B. · Römheld, V. · George, E. 2009. Extraradical development and contribution to plant performance of an arbuscular mycorrhizal symbiosis exposed to complete or partial rootzone drying. Mycorrhiza 20, 13-23.

Rohr, F. · Ulrichs, Ch. · Mewis, I. 2009. Variability of aliphatic glucosinolates in *Arabidopsis thaliana* (L.) -Impact on glucosinolate profile and insect resistance. Journal of Applied Botany and Food Quality 82, 131-135.

Rühlmann, R. · Körschens, M. 2009. Calculating the effect to soil organic matter concentration on soil bulk density. Soil Science Society of America Journal 73, 876-885.

Savvas, D. · Papastavrou, D. · Ntatsi, G. · Ropokis, A. · Olympios, C. · Harrtmann, H. · Schwarz, D. 2009. Interactive effects of grafting and Mn-supply on growth, yield and nutrient uptake by tomato. HortScience, 44, 1978-1982.

Seyring, M. · Ewald, A. · Müller, A. · Hänsch, K.-T. 2009. Screening for propagation suitability in vitro of different Cyclamen species. Electronic Journal of Biotechnology (online). (12), 4. DOI: 10.2225/vol12-issue4-fulltext-7. http://www.ejbiotechnology.cl/content/vol12/issue4/full/7/index.html

Schreiner, M. · Krumbein, A. · Mewis, I. · Ulrichs, C. · Huyskens-Keil, S. 2009. Short-term and moderate UV-B radiation effects on secondary plant metabolism in different organs of nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) Innovative Food Science and Emerging Technologies 10 (2009), 93-96.

Schreiner, M. · Beyene, B. · Krumbein, A. · Stützel, H. 2009. Ontogenetic changes of 2-propenyl and 3-indolylmethyl glucosinolates in *Brassica* carinata leaves as affected by water supply. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57, 7259-7263.

Schreiner, M. · Krumbein, A. · Ruppel, S. 2009. Interaction between plants and bacteria: Glucosinolates and phyllospheric colonization of cruciferous vegetables by *Enterobacter radicincitans* DSM 16656. Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology 17, 124-135.

Verkerk, R. · Schreiner, M. · Krumbein, A. · Ciska, E. · Holst, B. · Rowlan, I. · de Schrijver, R. · Hansen, M. · Gerhäuser, C. · R. Mithen · M. Dekker. 2009. Glucosinolates in *Brassica* vegetables – The influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health. Molecular Nutrition and Food Research 53 (S2), S219-S265.

Zhang, J. · George, E. 2009. Root proliferation of Norway spruce and Scots pine in response to local magnesium supply in soil. Tree Physiology 29, 199-206.

Zhang, J. · George, E. 2009. Rhizosphere effects on ion concentrations near different root zones of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) and root types of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* L.) seedlings. Plant and Soil 322, 209-218.

Zabalza, A. · van Dongen, J.T. · Froehlich, A. · Oliver, S.N. · Faix, B. · Gupta, K.J. · Schmälzlin, E. · Maria Igal, M. · Orcaray, L. · Royuela, M. · Geigenberger, P. 2009. Regulation of respiration and fermentation to control the plant internal oxygen concentration[1[OA]]. Plant Physiology 149, 1087-1098.

Zerche, S. · Druege, U. 2009. Nitrogen content determines adventitious rooting in *Euphorbia pulcherrima* under adequate light independently of pre-rooting carbohydrate depletion of cuttings. Scientia Horticulturae 121 (3), 340-347.

Zrenner, R. · Riegler, H. · Marquard, C.R. · Lange, P.R. · Geserick, C. · Bartosz, C.E. · Chen, C.T. · Slocum, R.D. 2009. A functional analysis of the pyrimidine catabolic pathway in Arabidopsis. New Phytologist 183, 117-132.







Aufsätze / referiert · Scientific papers / reviewed – 2010

Achatz, B · von Rüden, S. · Andrade-Linares, D.R. · Neumann, E. · Pons-Kühnemann, J. · Kogel, K.H. · Franken, P. · Waller, F. 2010. Root colonization by *Piriformospora indica* enhances grain yield in barley under diverse nutrient regimes by accelerating plant development. Plant and Soil 333, 59-70.

Beesk, N · Perner, H. · Schwarz, D. · George, E. · Kroh, L.W. · Rohn, S. 2010. Distribution of quercetin-3,4?-O-diglucoside, quercetin-4?-O-monoglucoside, and quercetin in different parts of the onion bulb (*Allium cepa* L.) influenced by genotype. Food Chemistry 122 (3), 566-571.

Borchert, Th. · Gawenda, I. 2010. Development and application of high-throughput amplified fragment length polymorphism technique in *Calluna vulgaris* (Ericaceae). Electronic Journal of Biotechnology [online]. March 15, Vol. 13, 2. (DOI: 10.2225/vol13-issue2-fulltext-3) http://www.ejbiotechnology.cl/content/vol13/issue2/full/3/index.html

Breuillin, F. · Schramm, J. · Hajirezaei, M. · Ahkami, A. · Favre, P. · Druege, U. · Hause, B. · Bucher, M. · Kretzschmar, T. · Bossolini, E. · Kuhlemeier, C. · Martinoia, E. · Franken, P. · Scholz, U. · Reinhardt, D. 2010. Phosphate systemically inhibits development of arbuscular mycorrhiza in Petunia hybrida and represses genes involved in mycorrhizal functioning. The Plant Journal 64, 1002-1017.

Brock, A.K. · Willmann, R. · Kolb, D. · Grefen, L. · Lajunen, H.M. · Bethke, G. · Lee, J. · Nürnberger, Th. · Gust, A.A. 2010. The *Arabidopsis thaliana* Mitogen-activated protein kinase (MAPK) phosphatase PP2C5 affects seed germination, stomatal aperture and abscisic acid-inducible gene expression. Plant Physiology 153, 1098-1111.

Brückner, B. · Schwarzbach, A. · Schrödter, R. 2010. Correlation between sugar and saponin contents and sensory attributes of white asparagus. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Journal of Consumer Protection and Food Safety 5 (3), 305-311.

Dimova, M.A. · Büttner, C. · Gabler, J. · Grosch, R. · Bar-Yosef, B. · Kläring, H.-P. 2010. Control of root zone pH is not effective in preventing *Pythium aphanidermatum* disease in cucumber. Journal of Plant Diseases and Protection 117 (6), 244-247.

Fakhro, A. · Andrade-Linares, D.R. · von Bargen, S. · Bandte, M. · Büttner, C. · Grosch, R. · Schwarz, D. · Franken, Ph. 2010. Impact of *Piriformospora indica* in tomato growth and on interaction with fungal and viral pathogenes. Mycorrhiza 20 (3), 191-200.

Graefe, J. · Heißner, A. · Feller, C. · Paschold, H.-P. · Fink, M. · Schreiner, M. 2010. A process-oriented and stochastic simulation model for asparagus spear growth and yield. European Journal of Agronomy 32, 195-204.

Förster, N. · Ulrichs, CH. · Zander, M. · Kätzell, R. · Mewis, I. 2010. Factors influencing the variability of antioxidative phenolic glycosides in *Salix* spp. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58 (14), 8205-8210.

Heiling, S. · Schuman, M.C. · Schoettner, M. · Mukerjee, P. · Berger, B. · Schneider, B. · Jassbi, A.R. · Baldwin, I.T. 2010. Jasmonate and ppHsystemin regulate key malonylation steps of 16-hydroxygeranyllinalool diterpene glycosides, the most abundant and effective direct defense against herbivores in *Nicotiana attenuata*. Plant Cell 22, 273-292.

Hoenemann, C. · Richardt, S. · Krueger, K. · Zimmer, A.D. · Hohe, A., Rensing, S.A. 2010. Large impact of the apoplast on somatic embryogenesis in *Cyclamen persicum* offers possibilities for improved developmental control in vitro. BMC Plant Biology 10, Art.-No. 77. http://www.biomedcentral.com/1471-2229/10/77

Hohe, A. 2010. Ambitious expectations: somatic embryogenesis in ornamental plant propagation. Propagation of Ornamental Plants 10, 176-182.

Islam, S. Md. · Hasan, M. Md. · Lei, C. · Mucha-Pelzer, T. · Mewis, I. · Ulrichs, Ch. 2010. Direct and admixture toxicity of diatomaceous earth and monoterpenoids against the storage pests *Callosobruchus maculates* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.). Journal of Pest Science 83, 105-112.

Kadner, R. · Eckardt, S. · Junghanns, W. 2010. Der Einfluss von bewurzelungsfördernden Substanzen, Vermehrungszeitraum, Vermehrungsverfahren und Stecklingsart auf die Vermehrung eines carnolsäurereichen Rosmarintyps (*Rosmarinus officinalis* L.). Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 15 (1), 23-30.

Khan, M.A.M. · Ulrichs, Ch. · Mewis, I. 2010. Water stress altered the glucosinolate profile in *Brassica* italica and influenced the performance of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae*. Entomologia Experimentalis et Applicata 137, 229-236.

Klein, D. · Gkisakis, V. · Krumbein, A. · Livieratos, I. · Köpke, U. 2010. Old and endangered tomato cultivars under organic greenhouse production: effect of harvest time on flavour profile and consumer acceptance. International Journal Food Science and Technology 45, 2250-2257.

Klopotek, Y. · Hänsch, K.-T. · Hause, B. · Hajiezaei · M.-R. · Druege, U. 2010. Dark exposure of petunia cuttings strongly improves adventitious root formation and enhances carbohydrate availability during rooting in the light. Journal of Plant Physiology 167, 547-554.

Krumbein, A. · Kläring, H.-P. · Schonhof, I. · Schreiner, M. 2010. Atmospheric carbon dioxide changes photochemical activity, soluble sugars and volatile levels in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Journal Agricultural and Food Chemistry 58 (6), 3747–3752.

Majumder, B. · Ruehlmann, J. · Kuzyakow, Y. 2010. Effects of aggregation processes on distribution of aggregate size fractions and organic C content of a long-term fertilized soil. European Journal of Soil Biology 46, 365-370.

Mucha-Pelzera, T. · Mewis, I. · Ulrichs Ch. 2010. Response of glucosinolate and flavonoid contents and composition of *Brassica rapa* ssp. *chinensis* (L.) Hanelt to silica formulations used as insecticides. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58 (23), 12473-12480.

Nett, L. · Averesch, S. · Ruppel, S. · Rühlmann, J. · Feller, C. · George, E. · Fink, M. 2010. Does long-term farmyard manure fertilization affect short-term nitrogen mineralization from farmyard manure? Biology and Fertility of Soils 46 (2), 159-167.

Ngwene, B. · George, E. · Claussen, W. · Neumann, E. 2010. Phosphorus uptake by cowpea plants from sparingly available or soluble sources as affected by nitrogen form and arbuscular-mycorrhiza-fungal inoculation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 173 (3), 353-359.

Rahn, C.R. · Zhang, K. · Lillywhite, R. · Ramos, C. · Doltra, J. · de Paz, J.M. · Riley, H. · Fink, M. · Nendel, C. · Thorup- Kristensen, K. · Pedersen, A. · Piro, F.;Venezia, A. · Firth, C. · Schmutz, U. · Rayns, F. · Strohmeyer, K. 2010. EU-Rotate_N – a european decision support system – to predict environmental and economic consequences of the management of nitrogen fertiliser in crop rotations. European Journal of Horticultural Science 75 (1), 20–32.

Rouphael, Y. · Schwarz, D. · Krumbein, A. · Colla, G. 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetable crops. Scientia Horticulturae 127, 172-179.

Savvas, D. · Colla, G. · Rouphael, Y. · Schwarz, D. 2010. Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. Scientia Horticulturae 127, 165-161.

Schmidt, S. · Zietz, M. · Schreiner, M. · Rohn, S. · Kroh, L.W. · Krumbein, A. 2010. Genotypic and climatic influences on the concentration and composition of flavonoids in kale *(Brassica oleracea* var. *sabellica*). Food Chemistry 119, 1293-1299.

Schmidt, S. · Zietz, M. · Schreiner, M. · Rohn, S. · Kroh, L.W. · Krumbein, A. 2010. Identification of complex, naturally occuring flavonoid glycosides in kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) by high-performance liquid chromatography diode array detection/electrospray ionization multi-stage mass spectrometry. Rapid Communications in Mass Spectrometry 24, 2009-2022.

Schwarz, D. · Beuch, U. · Bandte, M. · Fakhro, A. · Büttner, C. · Obermeier, C. 2010. Spread and interaction of Pepino mosaic virus (PepMV) and *Pythium aphanidermatum* in a closed nutrient solution recirculation system: effects on tomato growth and yield. Plant Pathology 59 (3), 443-452.

Schwarz, D. · Rouphael, Y. · Colla, G. · Venema, J.H. 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stress, water stress and organic pollutants. Scientia Horticulturae 127, 162-171.

Simpson, D. · Van Meirvenne, M. · Lück, E. · Bourgeois, J. · Rühlmann, J. 2010. Prospection of two circular Bronze Age ditches with multi-receiver electrical conductivity sensors (North Belgium). Journal of Archaeological Science 37 (2), 2198-2206.

Simpson, D. · Meirvenne, M., van · Lück, E. · Rühlmann, J. · Bourgeois, T.S. 2010. Sensitivity of multi-coil frequency domain electromagnetic induction sensors to map soil magnetic susceptibility. European Journal of Soil Science 61, 469-478.

Zhang, J. · George, E. 2010. Effect of the ectomycorrhizal fungus *Paxillus involutus* on growth and cation (potassium, calcium, and magnesium) nutrition of *Pinus silvestris* L. in semi-hydroponic culture. Journal of Plant Nutrition 33, 736-751.

Zietz, M. · Weckmüller, A. · Schmidt, S. · Rohn, S. · Schreiner, M. · Krumbein, A. · Kroh, L.W. 2010. Genotypic and climatic influence on the antioxidant activity of flavonoids in Kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*). Journal of Agricultural and Food Chemistry 58, 2123-2130.

Besondere Publikationen 2009/2010



Ökologischer Gemüsebau
Handbuch für Beratung und Praxis
Eckhard George; Reyhaneh Eghbal (Hrsg.).
2. Aufl. – Mainz a Rhein: Bioland Verlags GmbH, 2009. – 368 S. mit 1 CD-ROM

B 8953: 2 a, b/Leseraum

Dieses Buch wurde auch ins Russische übersetzt:



Ekologiceskoe vozdelyvanie ovocej
Sprovocnik po konsul'tacii i praktike
Ökologischer Gemüsebau
Handbuch für Beratung und Praxis
Eckhard George; Reyhaneh Eghbal (Hg.).
Mainz: Izdatel'stvo Bioland, 2010. – 464 S.

8953 [russ. Übers.]



Postharvest handling
A Systems Approach
2nd ed. / edited by Wojciech J. Florkowski; Robert L. Shewfelt; **Bernhard Brueckner** and Stanley E. Prussia
London: Academic, 2009. – 615 S.; 25cm
(Food science and technology)
Previous ed.: edited by Robert L. Shewfelt and Stanley Prussia. San Diego, Calif.: Academic, 1993

B 9272: 2

Erfolgreich abgeschlossene Promotionen und Habilitationen 2009-2010



Am 25. Mai 2009 verteidigte **Anke Langer** erfolgreich ihre Promotion (Universität Potsdam) zum Thema „Anpassung pflanzlicher Speichergewebe an unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen“ am MPI in Potsdam.



Milena Dimova hat am 18. November 2009 erfolgreich Ihre Dissertation zum Thema: „Untersuchungen zur Epidemiologie von *Pythium aphanidermatum* in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen bei der Gewächshausgurke (*Cucumis sativus* L.)“ an der Humboldt-Universität zu Berlin verteidigt. Wir gratulieren ihr herzlich und wünschen für den weiteren beruflichen Weg in Bulgarien viel Erfolg.



Wir gratulieren **Juraeva Dilafruz** ganz herzlich zur erfolgreichen Verteidigung ihrer Promotion mit dem Prädikat „summa cum laude“ am 25.11.2009. Juraeva Dilafruz promovierte zum Dr. rer. agr. an der Humboldt-Universität Berlin der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät zum Thema „Possible mechanisms of plant growth promotion by wheat diazotrophic bacteria grown in Uzbekistan soil“.





Wir gratulieren **Rita Zrenner** ganz herzlich zu der hervorragend gelungenen Probevorlesung, als abschließenden Vorgang ihres Habilitationsverfahrens im März 2010. Die Gutachterkommission unter der Leitung von Prof. Martin Steup von der Universität Potsdam gibt eine positive Empfehlung an den Habilitationsausschuss zur Erlangung der Lehrbefugnis.

Anita Brock verteidigte im November 2009 erfolgreich ihre Dissertation zum Thema „Die Rolle der *Arabidopsis thaliana* Proteinphosphatase PP2C5 in der pflanzlichen Antwort auf biotischen und abiotischen Stress“ bei Prof. Dr. Thorsten Nürnberger im Institut für Pflanzenbiochemie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.





Am 12. November 2010 hat **Syakur** seine Promotion zum Thema „Plant growth promoting bacteria application, nutrient availability and it`s correlation to soil microbial parameters“ sehr erfolgreich an der Humboldt-Universität in Berlin verteidigt. Wir wünschen weiterhin viel Erfolg und, dass wir auch in Zukunft weiterhin so gut mit den indonesischen Kollegen in Banda Aceh zusammenarbeiten werden.

Am 22. März 2010 konnte **Ahmad Fakhro** erfolgreich seine Dissertation verteidigen und am Julius Kühn-Institut diesen Erfolg anschließend gebührend feiern. Ahmad Fakhro hat sich an unserem Institut ausgiebig mit der Wechselwirkung von Tomaten und dem Pepino Mosaik Virus und mit Wurzel-besiedelnden Pilzen beschäftigt. Der Erfolg seiner Arbeit ist in einer Reihe von Veröffentlichungen dokumentiert.



Am 20. September 2010 verteidigte **Yvonne Klopotek** an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg erfolgreich ihre Dissertation zum Thema: „Einfluss einer temporären kalten Dunkelbehandlung auf die Adventivwurzelbildung in Petuniensteckklingen unter Berücksichtigung des Kohlenhydratmetabolismus“. Wir danken ihr für die engagierte und erfolgreiche Mitarbeit in dem Pakt-Projekt und wünschen ihr alles Gute für die Zukunft.



Das IGZ

Aufgaben des Institutes

Das Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) erarbeitet wissenschaftliche Grundlagen für eine ökologisch sinnvolle und wirtschaftliche Erzeugung von Gartenbaukulturen. Wir untersuchen Wachstum und Entwicklung von Pflanzen unter optimalen und unter ungünstigen Bedingungen, und bewerten den Einfluss sich wandelnder Umweltbedingungen auf die gärtnerische Produktion. Damit wollen wir der Umwelt, der Wettbewerbsfähigkeit des Gartenbaus und den Bedürfnissen der Verbraucherinnen und Verbraucher dienen.

Das IGZ ist als Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft (Leibniz Association; www.wgl.de) eines der größten öffentlich finanzierten Forschungsinstitute der Gartenbauwissenschaften in Deutschland.

Das IGZ wird vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), dem Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (MIL) sowie dem Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (TMLFUN) gefördert.

Mission of the institute

The Leibniz-Institute of Vegetable and Ornamental Crops (IGZ) generates fundamental knowledge in plant and environmental sciences, contributing to the realisation of horticultural production systems that are ecologically sound and economically sustainable. We investigate, for example, the growth and development of plants under optimal and stress conditions. We also examine the effect of changing environmental conditions on horticultural production. Our commitment is to serve the environment, the horticultural sector and the consumers of horticultural products.

The IGZ is a member of the Leibniz Association (Leibniz Gemeinschaft; www.wgl.de) of scientific research institutes. Our institute is one of the largest publicly funded institutions for horticultural research in Germany.

The IGZ is generously supported by the Federal Ministry of Nutrition, Agriculture and Consumer Protection (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; BMELV) and by two federal state ministries (Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, MIL and Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, TMLFUN).

IGZ – Forschen für den Gartenbau

Neues Wissen entwickelt sich aus Nachdenken, Beobachtung, Ausprobieren und Modellieren, aber auch aus Gedankenaustausch. Das IGZ ist deswegen ein Institut mit offenen Türen, aber auch mit einem klaren Ziel: „Forschen für den Gartenbau".

Für den Zeitraum 2007-2012 haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des IGZ, zusammen mit dem Wissenschaftlichen Beirat, ein Forschungsprogramm formuliert, das genau diesen Titel trägt: „Forschen für den Gartenbau".

Mit seiner Forschung möchte das IGZ Beiträge leisten

- zum Erfolg gartenbaulicher Betriebe in Deutschland und in anderen Ländern,
- zur Entwicklung umweltgerechter Produktionsmethoden und
- zur gesunden Ernährung und zum Wohlbefinden der Bevölkerung.

Das IGZ möchte ein Bindeglied zwischen naturwissenschaftlichem Erkenntnisfortschritt und der Lebenswirklichkeit von Produzenten und Verbrauchern darstellen.

Die ausgesprochen erfolgreiche Evaluierung des IGZ durch den Senat der Leibniz-Gemeinschaft im Jahr 2008 hat uns auf diesem Weg bestärkt. In den kommenden Jahren wird das IGZ seine Rolle als Initiator und Partner von Forschungsverbünden weiter verstärken. Ein wesentlicher Teil der Projekte des IGZ wird mit Partnern aus anderen Institutionen durchgeführt. Damit soll flexibel und kompetent auf neue wissenschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen reagiert werden können.

Die Forschung am IGZ wird dazu in elf Schwerpunkten durchgeführt. Jeder Schwerpunkt hat festgelegte Ziele; der Erfolg der Forschung wird regelmäßig sowohl intern als auch extern überprüft. Auch jedes Projekt hat eine deutliche Zielsetzung. Fortschritt und Erfolg der Projekte können anhand von Meilensteinen überprüft werden.

Mehrere Schwerpunkte sind in einem Programmbereich zusammengefasst. Die Programmbereiche dienen zur Vermittlung des Forschungsprofils und sollen die Beiträge des Instituts zu verschiedenen Themenbereichen deutlich machen.

Das Forschungsprogramm des IGZ gliedert sich in folgende vier Programmbereiche:

- Gartenbaupraxis und moderne Produktion
- Nutzung biologischer Regelungssysteme im Gartenbau
- Gartenbau, Umwelt und Verbraucher
- Globale Änderungen und Gartenbau

Auszüge des Forschungskonzepts und die Forschungsstruktur finden Sie auf unserer Homepage (www.igzev.de).

Wir freuen uns über alle Anregungen, Kritik und Verbesserungsvorschläge, die uns erreichen.

Prof. Eckhard George,
Wiss. Direktor
george@igzev.de
Telefon 033701/78131

Das Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau – Programmbereiche und ihre Schwerpunkte

1 Gartenbaupraxis und moderne Produktion

1.1 Gartenbaupraxis und moderne Produktion *(Dr. Carmen Feller, Dr. Roland Kadner)*

2 Nutzung biologischer Regelungssysteme im Gartenbau

2.1 Adventivwurzelbildung und Jungpflanzenproduktion *(Dr. Uwe Drüge)*

2.2 Embryogenese und Samenentwicklung *(Dr. Frank Hennig)*

2.3 Biologische Grundlagen des Pathogenmanagements *(Dr. Rita Grosch, komm.)*

UAG 1 Molekulare Entwicklungsphysiologie *(Dr. Annette Hohe)*

3 Gartenbau, Umwelt und Verbraucher

3.1 Ertrags- und Qualitätsphysiologie unter Umweltstress *(Dr. Philipp Franken)*

3.2 Qualität in der Lebensmittelversorgungskette *(Prof. Dr. Monika Schreiner)*

3.3 Einschränkung von Gemüseallergien *(Dr. Philipp Franken)*

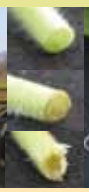
3.4 Nährstoffflüsse im Gartenbau *(Dr. Matthias Fink)*

4 Globale Änderungen und Gartenbau

4.1 Pflanzenwachstum und Mikroklima *(Dr. Jan Gräfe)*

4.2 Nachhaltigkeit und Stabilität von Bewirtschaftungssystemen *(Dr. Jörg Rühlmann)*

4.3 Armutsbekämpfung und Lebensqualität durch Anbau von Gemüse und Zierpflanzen *(Dr. Bernhard Brückner)*





Research for horticulture

Progress in science is based on thinking, observing, experimenting and modelling, but also on communication. The IGz therefore is an institute with open doors, but also with a clear theme: "Forschen für den Gartenbau – Research for Horticulture".

For the period from 2007 to 2012, scientists at the IGZ, together with the IGZ Scientific Advisory Board, have agreed to pursue a joint research agenda. It's title, not surprising, is "Forschen für den Gartenbau – Research for Horticulture".

The IGZ will contribute towards the

- success of horticultural production in Germany and other countries,
- realisation of horticultural production systems that are environmentally sound, and
- healthy nutrition and well-being of the population.

The IGZ aims to be the link between progress in the natural sciences and the reality faced by horticultural producers and consumers.

The IGZ was evaluated by the senate of the Leibniz Association in the year 2008. The evaluation was very successful and has supported our research strategy. In the coming years, the IGZ will initiate and participate in cooperative research projects. The majority of our projects is be carried out in collaboration with partners from other scientific institutions or from industrial enterprises. This enables us to continue to respond flexibly and competently to scientific and social needs.

Scientists at the IGZ are working in eleven focal areas. Each focal area has set its own milestones and deliverables; progress is reviewed at regular intervals both internally and externally. Each project within a focal area has a clear objective. Again, milestones enable the progress and success of a project to be reviewed at regular intervals.

Several focal areas make up a program area. These programme areas help highlight our research profile, demonstrating the contribution made by the Institute to the various subject areas.

The IGZ's research programmecontains the following four programme areas:

- Horticultural practices and modern production methods
- Use of biological regulation systems in horticulture
- Horticulture, the environment and consumers
- Global change and horticulture

A summary of the research programme and structure can be accessed from our homepage (www.igzev.de).

We appreciate any helpful comments, criticism or suggestions for improvement.

Prof. Eckhard George,
Director of Research
george@igzev.de
phone 033701/78131

Leibniz Institute of Vegetable and Ornamental Crops – Programme areas and their key aspects

1 Horticultural practice and modern production

1.1 Horticultural practice and modern production *(Dr. Carmen Feller, Dr. Roland Kadner)*

2 The use of biological control systems in horticulture

2.1 Adventitious root formation and production of young plants *(Dr. Uwe Drüge)*

2.2 Embryogenesis and seed development *(Dr. Frank Hennig)*

2.3 Biological fundamentals of pathogen management *(Dr. Rita Grosch, acting)*

UAG 1 Molecular developmental physiology *(Dr. Annette Hohe)*

3 Horticulture, the environment and consumers

3.1 Environmental stress imposed on physiology of yield and quality *(Dr. Philipp Franken)*

3.2 Quality in food supply chains *(Prof. Dr. Monika Schreiner)*

3.3 Reduction of vegetable allergies *(Dr. Philipp Franken)*

3.4 Nutrient fluxes in horticulture *(Dr. Matthias Fink)*

4 Global changes and horticulture

4.1 Plant growth and micro climate *(Dr. Jan Gräfe)*

4.2 Sustainability and stability of management systems *(Dr. Jörg Rühlmann)*

4.3 Poverty reduction and improvement of the quality of life through vegetable and ornamental plant production *(Dr. Bernhard Brückner)*








Personal und Aufbau des Institutes / Staff and Organization of the Institute

Direktion / Direction

Wissenschaftlicher Direktor /
Scientific Director
Prof. Dr. habil. Eckhard George

Sekretärin / Secretary
Eva Piontek

Abteilung Pflanzenernährung / Department Plant Nutrition

Abteilungsleiter / Head of Department
PD Dr. rer. nat. Philipp Franken

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Scientific Staff
M. sc. Diana Andrade, Dr. rer. nat. Beatrice Berger, Dr. rer. nat. Anita Berger, M. sc. Soukayna Hayek, Dipl.-Biol. Henry Mattner, Dipl.-Ing. (FH) Gawan Mühl, Dipl.-Ing. agr. Gofran Ghanem, Dipl.-Ing. (FH) Anja Müller, Dr. sc. agr. Elke Neumann, M. sc. Ben Ngwene, Dr. agr. Jörg Rühlmann, Dr. habil. rer. nat. Silke Ruppel, Dr. habil. agr. Reinhard Schmidt, Dr. agr. Dietmar Schwarz, M. sc. Marie Francoise Seck, M. sc Tong Yu, Dipl. biol. Saskia Welter, Dr. agr. Siegfried Zerche, M. sc. Haoqiang Zhang

Technische Mitarbeiter / Technical Staff
Dipl.-Ing. (FH) Gundula Aust, B. sc. Kerstin Bieler, LCH Sabine Bloeß, Dipl.-Ing.(FH) Kerstin Fischer, BTA Juliane Gräwert, Dipl.-Ing. Biotech. (FH) Sabine Hofsommer, Dipl. biol. Susanne Jeserigk, Dipl.-Ing.(FH) Birgit Löffelbein, Friederike Petzhold, Dipl.-Ing.(FH) Katrin Schultz, Dipl.-Ing.(FH) Birgit Wernitz

Studenten / Students
B. sc. Micha Bitterlich, Annelie Gutsch, B. sc. Katharina Huntenburg, B. sc. Jan Mertens, B. sc. Nysha Munro, Ann-Christin Scherwinski

Abteilung Pflanzengesundheit / Department Plant Health

Abteilungsleiter / Head of Department
Dr. rer. nat. Rita Grosch (komm.)

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Scientific Staff
Dr. agr. Roxana Djalali-Farahini-Kofoet, Dr. agr. Frank Hennig, Dr. rer. hort. Marina Korn, Dr. rer. nat. Anke Wienecke

Technische Mitarbeiter / Technical Staff
Dipl.-Ing. (FH) Sabine Breitkopf, Dipl.-Ing. (FH) Angelika Fandrey, Mandy Heinze, Wolfgang Köhnke, Hanne Maaß, Angela Schmidt, Sieglinde Widiger, Petra Zocher

Studenten / Students
Kerstin Lehmberg, Max Meuser, Dennis Nitschke, Anke Schmidt, Ines Schröder

Abteilung Pflanzenvermehrung / Department Plant Propagation

Abteilungsleiter / Head of Department
Dr. agr. Roland Kadner

Sekretärin / Secretary
Edith Grube

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Scientific Staff
Dr. rer. hort. Thomas Borchert, Dr. rer. hort. Uwe Drüge, Dr. agr. Aloma Ewald, Dipl.-Ing. agr. Gofran Ghanem, Dr. rer. hort. Klaus-Thomas Hänsch, Dr. rer. hort. Annette Hohe, Dipl.-Ing. agr. Claudia Hönemann, Dr. rer. hort. Yvonne Klopotek, M. sc. Genesia Omar, Dipl.-Ing. agr. Martina Seyring

Technische Mitarbeiter / Technical Staff
Sabine Bloeß, Bärbel Broszies, Sabine Czekalla, Gabriele Eckart, Dipl.-Chem. Klaus Fricke, Sabine Kalkofe, Dipl.-Ing. (FH) Jörg Krüger, Katja Krüger, Kerstin Schütze, Dorothea Thomalla, Johanna Vent, Barbara Weinlich

Studenten / Students
Rainer Anders, Andy Bauch, Richard Beyer, Thomas Borovka, Katrin Eckart, Stephan Eckart, Matthias Frechen, Claudia Giese, Christian Granert, Luisa Hiese, Alexander Hitzek, Florian Klein, Nadine Kleinschulte, Susann Kunze, Juliane Simon, Hans Teichmann, Ken Uhlig, Henrike Witzmann

Abteilung Qualität / Department Quality

Abteilunsgleiter / Head of Department
Prof. Dr. sc. agr. Monika Schreiner

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Scientific Staff
Dr. agr. Bernhard Brückner, Dr. rer. nat. Angelika Krumbein, Dr. rer. nat. Inga Mewis, M. sc. Claudia Perez, Dipl.-Ing. agr. Franziska Rohr, Dipl.-Troph. Susanne Schmidt, M. sc. Melanie Wiesner, Dr. rer. nat. Rita Zrenner

Technische Mitarbeiter / Technical Staff
Elke Büsch, Dipl.-Ing. (FH) Andrea Jankowsky, Maria Skoruppa, Agr.-Ing. (FH) Andrea Maikath, Dipl.-Ing. (FH) Annett Platalla, Bärbel Schröder, Agr.-Ing. (FH) Ursula Zentner

Leiterin Analytik Labor /
Head of Analytical Chemistry Lab
Dipl.-Ing. (FH) Kerstin Schmidt

Studenten / Students
Markus Pfitzmann, Chau Nhi Nguyen, Caroline Kläring

Abteilung Modellierung/Wissenstransfer / Department Modelling and Knowledge-Transfer

Abteilungsleiter / Head of Department
Dr. rer. hort. Matthias Fink

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Scientific Staff
Dipl.-Biol. Christine Becker, Dr. agr. Carmen Feller, Dr. rer. agr. Jan Gräfe, Dr. agr. Hans-Peter Kläring, Dr. rer. nat. Yvonne Klopotek, Dipl.-Geoökol. Leif Nett, Dipl.-Biol. Herbert Rensing

Technische Mitarbeiter / Technical Staff
Dipl.-Ing. (FH) Gerlinde Brandt, Ingo Hauschild, Dipl.-Ing. (FH) Ursula Hoffmann, Jutta Lenk, Dipl.-Ing.(FH) Angela Schmidt, Simone Starke

Studenten / Students
Marcel Bofinger, Maxi Leske, Sebastian Pabst, André Seyfarth, Michael Sprengel

Bibliothek / Library

Leiter/Head
Monika Grohmann

Verwaltung / Administration

Verwaltungsleiter / Administration manager
Dipl.-Ing. agr. Wolfgang Nehls

Technische Mitarbeiter / Technical Staff
Marion Bauersachs, Dipl.-Staatswiss. Simone Beckert-Braeuniger, Jörg Bigus, Tobias Döring (Standort Erfurt), Dieter Franzke, Margret Lindner, Dipl.-Betriebswirt (FH) Christiane Stoetzer, Linda Stüber

Versuchsbetrieb Großbeeren und Golzow / Experimental Station Großbeeren and Golzow

Leiter / Head
Uwe Kunert

Technische Mitarbeiter / Technical Staff
Sven Frank, Gisela Hasse, Kersten Maikath, Ines Marten, Ingrid Rathenow, Thomas Schulz, Katrin Stefanowski, Heinrich Zozmann

Versuchsbetrieb Erfurt / Experimental Station Erfurt

Leiter / Head
Dr. agr. Roland Kadner

Technische Mitarbeiter / Technical Staff
Marina Beuke, Monika Graff, Joachim Jentsch, Martina Schiefler

Eva Piontek



Edith Grube



Monika Grohmann



Von links: Uwe Kunert, Heinrich Zozmann, Ingrid Rathenow, Thomas Schulz, Katrin Stefanowski, Sven Frank und Ines Marten



Organe des Institutes / Bodies of the Institute

Die Organe des Vereins „Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt“ sind die Mitgliederversammlung, der Wissenschaftliche Beirat, der Vorstand des Vereins und der Institutsrat.

Mitgliederversammlung/ Board of Members

Die Mitgliederversammlung besteht aus Vertretern des Bundes, des Landes Brandenburg und des Freistaates Thüringen, verschiedener Forschungseinrichtungen, wissenschaftlicher Gesellschaften und Verbände.

Hans-Rüdiger Schubert, Vorsitzender
Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg

Dr. Hermann Stürmer,
Stellvertretender Vorsitzender
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Wolfgang Altmann
Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz

Prof. Dr. Klaus Bahnemann
Fachhochschule Erfurt,
Fachbereich Gartenbau

Prof. Dr. Wolfgang Bokelmann
Humboldt-Universität zu Berlin,
Institut für WiSola

Dr. Siegfried Scholz
Generalsekretär des Zentralverbandes Gartenbau

Dr. Susanne Huyskens-Keil
Humboldt-Universität Berlin, Fachgruppe Produktqualität und Qualitätssicherung

Jörg Kirstein
Landesverband Gartenbau Brandenburg e.V.

Prof. Dr. Dr. h.c. Hans-Peter Liebig
Rektor der Universität Hohenheim

Konstanze Pistor
Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg

Jochen Winkhoff
Zentralverband Gartenbau, Geschäftsführung Bundesfachgruppe Gemüsebau

Wissenschaftlicher Beirat/ Scientific Advisory Board

Prof. Dr. Dr. h.c. Hans-Peter Liebig,
Vorsitzender
Rektor der Universität Hohenheim

Prof. Dr. rer. hort. Georg Backhaus
Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

Prof. Dr. Ludger Hendriks
Forschungsanstalt Geisenheim,
Leiter des Fachgebietes Zierpflanzenbau

Prof. Dr. Dr. Gerhard Rechkemmer
Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel

Prof. Dr. Hartmut Stützel
Institut für Gemüse- und Obstbau,
Fachbereich Gemüsebau, Hannover

Vorstand des Vereins/ Managing Committee

Prof. Dr. Eckhard George, Prof. Dr. Monika Schreiner, Dr. Roland Kadner und Dipl.-Ing. agr. Wolfgang Nehls gehören dem Vorstand des Vereins an.

Institutsrat/ Board of Scientists

Der Institutsrat besteht aus den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Institutes. Den Vorsitz des Institutsrates hat einer der Institutsratssprecher.

Sprecher des Institutsrates
Dr. Rita Grosch, Dr. Roland Kadner

Gesamtbetriebsrat
Dr. Carmen Feller

Martina Schiefler, Joachim Jentsch, Marina Beuke, Monika Graff, Roland Kadner



Allrounder Joachim Jentsch, Tobias Döring



Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau
Großbeeren und Erfurt

Standort Großbeeren

Theodor-Echtermeyer-Weg 1
D-14979 Großbeeren

Telefon +49 (0)33701 / 78131
Telefax +49 (0)33701 / 55391

igzev@igzev.de

Standort Erfurt

Kühnhäuser Straße 101
D-99189 Kühnhausen

Telefon +49 (0)36201 / 7850
Telefax +49 (0)36201 / 785250

igzev@erfurt.igzev.de

www.igzev.de