

4 5 7

Julius-Kühn-Archiv

Sylvia Plaschil

Zweites Symposium Zierpflanzenzüchtung

in Quedlinburg, 13. - 14. März 2017

- Proceedings -



Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)

Das Julius Kühn-Institut ist eine Bundesoberbehörde und ein Bundesforschungsinstitut. Es umfasst 16 Institute zuzüglich gemeinschaftlicher Einrichtungen an zukünftig sechs Standorten (Quedlinburg, Braunschweig, Kleinmachnow, Dossenheim, Siebeldingen, Dresden-Pillnitz) und eine Versuchsstation zur Kartoffelforschung in Groß Lüsewitz. Quedlinburg ist der Hauptsitz des Bundesforschungsinstituts.

Hauptaufgabe des JKI ist die Beratung der Bundesregierung bzw. des BMEL in allen Fragen mit Bezug zur Kulturpflanze. Die vielfältigen Aufgaben sind in wichtigen rechtlichen Regelwerken, wie dem Pflanzenschutzgesetz, dem Gentechnikgesetz, dem Chemikaliengesetz und hierzu erlassenen Rechtsverordnungen, niedergelegt und leiten sich im Übrigen aus dem Forschungsplan des BMEL ab. Die Zuständigkeit umfasst behördliche Aufgaben und die Forschung in den Bereichen Pflanzengenetik, Pflanzenbau, Pflanzenernährung und Bodenkunde sowie Pflanzenschutz und Pflanzengesundheit. Damit vernetzt das JKI alle wichtigen Ressortthemen um die Kulturpflanze – ob auf dem Feld, im Gewächshaus oder im urbanen Bereich – und entwickelt ganzheitliche Konzepte für den gesamten Pflanzenbau, für die Pflanzenproduktion bis hin zur Pflanzenpflege und -verwendung. Forschung und hoheitliche Aufgaben sind dabei eng miteinander verbunden.

Weiterführende Informationen über uns finden Sie auf der Homepage des Julius Kühn-Instituts unter <http://www.julius-kuehn.de>. Spezielle Anfragen wird Ihnen unsere Pressestelle (pressestelle@julius-kuehn.de) gern beantworten.

Julius Kühn-Institut, Federal Research Centre for cultivated plants (JKI)

The Julius Kühn-Institut is both a research institution and a higher federal authority. It is structured into 16 institutes and several research service units on the sites of Quedlinburg, Braunschweig, Kleinmachnow, Siebeldingen, Dossenheim und Dresden-Pillnitz, complemented by an experimental station for potato research at Groß Lüsewitz. The head quarters are located in Quedlinburg. The Institute's core activity is to advise the federal government and the Federal Ministry of Food and Agriculture in particular on all issues relating to cultivated plants. Its diverse tasks in this field are stipulated in important legal acts such as the Plant Protection Act, the Genetic Engineering Act and the Chemicals Act and in corresponding legal regulations, furthermore they arise from the new BMEL research plan.

The Institute's competence comprises both the functions of a federal authority and the research in the fields of plant genetics, agronomy, plant nutrition and soil science as well as plant protection and plant health. On this basis, the JKI networks all important departmental tasks relating to cultivated plants – whether grown in fields and forests, in the glasshouse or in an urban environment – and develops integrated concepts for plant cultivation as a whole, ranging from plant production to plant care and plant usage. Research and sovereign functions are closely intertwined.

More information is available on the website of the Julius Kühn-Institut under <http://www.julius-kuehn.de>. For more specific enquiries, please contact our public relations office (pressestelle@julius-kuehn.de).

**Gemeinschaft der Förderer und Freunde
des Julius Kühn-Instituts, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen e.V. (GFF)**
Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg,
Tel.: 03946 47-200, E-Mail: GFF@julius-kuehn.de
Internet: <http://www.julius-kuehn.de/> Bereich "Das JKI/Wer wir sind/Fördervereine"

4 5 7

Julius-Kühn-Archiv

Sylvia Plaschil

Zweites Symposium
Zierpflanzenzüchtung

in Quedlinburg, 13. - 14. März 2017

- Proceedings -



Herausgeber

Sylvia Plaschil
Julius Kühn-Institut (JKI)
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen
Erwin-Baur-Str. 27
06484 Quedlinburg
E-Mail: sylvia.plaschil@julius-kuehn.de

Titelfoto

Günter Schumann (JKI)

Foto der Tagungsteilnehmer

Frank Marthe (JKI)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
In der Deutschen Nationalbibliografie: detaillierte bibliografische
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISSN 1868-9892
ISBN 978-3-95547-050-0
DOI 10.5073/jka.2017.457.000



Alle Beiträge im Julius-Kühn-Archiv sind unter einer
Creative Commons - Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen -
4.0 Lizenz veröffentlicht.

Inhaltsverzeichnis/ Table of Contents

Vorwort <i>Sylvia Plaschil</i>	6
Grußwort <i>Präsident und Professor Dr. Georg F. Backhaus</i>	7
Grußwort <i>Präsident Jürgen Mertz</i>	10
Grußwort <i>Dr. Carl Bulich</i>	11
Grußwort <i>Dr. Ulrich Sander</i>	13
<hr/>	
1 Pflanzengenetische Ressourcen und deren Verfügbarkeit	
<hr/>	
Aktuelle Entwicklungen bei der Deutschen Genbank Zierpflanzen Current development of the German Gene Bank for Ornamental Plants <i>Burkhard Spellerberg</i>	15
Arbeitsgruppe Neue Zierpflanzen – Chancen und Herausforderungen in der heutigen Züchtungslandschaft Workgroup ‚New Floricultural Crops‘ – opportunities and challenges in the current plant breeding environment <i>Luise Radermacher, Patrick Grieger</i>	18
Gemeinschaftlicher Sortenschutz Community plant variety protection <i>Jens Wegner</i>	23
Patentschutz in der (Zier-)Pflanzenzucht Patent law in horticulture <i>Christine Godt</i>	28
Das Nagoya-Protokoll – Auswirkungen auf die Pflanzenzüchtung The Nagoya Protocol – consequences for plant breeding <i>Alexandra Bönsch</i>	32

2 Züchtungsmethodik

- CRISPR/Cas9 und andere Genome Editing Techniken** **36**
CRISPR/Cas9 and other techniques for genome editing
Frank Hartung, Jochen Schiemann, Thorben Sprink
- Neue Strategien zur Erzeugung von haploiden Kulturpflanzen durch Verfahren der Genomeliminierung** **40**
New strategies for the development of haploid crop plants via genome elimination
Frank Dunemann
- Genetische Kartierung des Infloreszenztyps mittels Genotyping-by-Sequencing bei Hortensie (*Hydrangea macrophylla*)** **46**
Genotyping-by-Sequencing facilitates genetic mapping of the inflorescence type in *Hydrangea*
Conny Tränkner, Frauke Engel

3 Beispiele für Züchtungsforschung an Zierpflanzen

- Erarbeitung von Grundlagen für die Züchtung neuer Zierpflanzen am Beispiel der Mittagsblumen** **48**
Developing fundamentals for breeding of new ornamentals using the example of midday flowers
Traud Winkelmann, Philipp Braun
- Analyse wirtschaftlich wichtiger Merkmale in Zierpflanzen mit komplexen Genomen** **55**
Analyses of economically important traits in ornamentals with complex genomes
Dietmar Schulz, Marcus Linde, Juliane Geike, Helgard Kaufmann, Ina Menz, Thomas Debener
- Die Petunie als Modell zur Züchtung Mykorrhiza-reaktionsfähiger Kulturpflanzen** **56**
Petunia as model for breeding mycorrhiza-responsive crop plants
Philipp Franken, Iris Camehl, Katharina Kallus
- Metabolismus und Transkriptom von zwei Petuniensorten mit kontrastierender Kühletoleranz deuten auf wichtige Funktionen der Source-Sink Beziehung und der Abscisinsäure** **57**
Metabolism and transcriptome of two petunia cultivars with contrasting chilling tolerance indicate important functions of source-sink relationships and abscisic acid
Uwe Drüge, Martin Andreas Bauerfeind, Philipp Franken

4 Praktische Pflanzenzüchtung und Ausbildung des Züchternachwuchses

Trendige Zierpflanzen für begeisterte Kunden – Eine Herausforderung! **58**

Trendy ornamentals for excited consumers – A challenge!

Hendrik Theobald

Praktische Zierpflanzenzüchtung in einem sich verändernden Wettbewerbsumfeld **61**

Ornamental plant breeding in a changing competitive environment

Andrea Dohm

Pflanzenzüchtung im Gartenbaustudium in den Hochschulen in Deutschland **64**

Plant breeding in studies of horticultural sciences in universities in Germany

Jürgen Grunewaldt

Berufsintegrierender Bachelorstudiengang „Pflanzentechnologie in der Agrarwirtschaft“ an der Hochschule Osnabrück **72**

In-service Bachelor program „Plant Technology of Agriculture“

at the University of Applied Sciences Osnabrück

Andreas Ulbrich, Daniela Ehrenbrink

Pflanzentechnologe/-in – der neue Beruf für die Pflanzenzüchtung **74**

Plant Technologist (m/f) – a new vocation for plant breeding

Stefan Lütke Entrup

5 Förderung von FuE-Vorhaben

Konzeption und Förderung von FuE-Vorhaben mit Gartenbaubezug **79**

Conception and promotion of R & D projects in horticulture

Christopher Straeter, Sabine Ludwig-Ohm

Autorenverzeichnis **80**

Vorwort

Sylvia Plaschil

Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg

E-Mail: sylvia.plaschil@julius-kuehn.de

Sechs Jahre nach der ersten Veranstaltung dieser Art fand am 13. und 14. März 2017 im Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen des Julius Kühn-Instituts (JKI) in Quedlinburg das 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung mit rund 100 Teilnehmern aus Deutschland, Frankreich, der Schweiz und den Niederlanden statt. Das Symposium richtete sich an alle auf diesem Gebiet arbeitenden Wissenschaftler, Praktiker und Berater, Verbände sowie an Vertreter aus der Politik. Organisatoren des Symposiums waren das JKI, der Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V. (BDP), der Bundesverband Zierpflanzen (BVZ) im Zentralverband Gartenbau e.V. (ZVG), die Gemeinschaft der Züchter vegetativ vermehrbare Zier- und Obstpflanzen – CIOFORA Deutschland sowie die Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e.V. (GFPi).

Im vielfältigen Programm gab es Beiträge zu pflanzengenetischen Ressourcen und deren Verfügbarkeit unter Einhaltung rechtlicher Rahmenbedingungen (Nagoya-Protokoll), dem Schutz von Sorten und Innovationen sowie aktuellen Entwicklungen in der Züchtungsmethodik. Wie wissenschaftliche Erkenntnisse in der praktischen Zierpflanzenzüchtung genutzt werden und welcher zukünftige Forschungsbedarf besteht wurde im weiteren Verlauf des Symposiums diskutiert. Darüber hinaus standen die Ausbildung von Fachkräften an Hochschulen und Universitäten für die Branche und die Förderung von Forschungsprojekten auf der Agenda.

Abgerundet wurde die Veranstaltung mit einem Rundgang durch die Labore des Instituts für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen sowie das Forschungsgewächshaus des JKI, wo Wissenschaftler Einblick in aktuelle Forschungsthemen gaben.

Die Teilnehmer des Symposiums sind sich einig, dass Züchtung und Züchtungsforschung bei Zierpflanzen in Deutschland einen hohen Stellenwert besitzen und weltweit anerkannt sind. Um diese gute Position in Zeiten der Zentralisierung und Globalisierung aufrecht zu erhalten, ist es notwendig, auch in Zukunft qualifizierte Fachkräfte im Gartenbau und in der gartenbaulichen Pflanzenzüchtung an deutschen Hochschulen und Universitäten auszubilden, eine ausreichende finanzielle Förderung für die Züchtungsforschung an Zierpflanzen in wissenschaftlichen Einrichtungen und Praxisbetrieben bereitzustellen sowie den Zugang zu genetischen Ressourcen zu gewährleisten.



Grußwort



Präsident und Professor Dr. Georg F. Backhaus

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Kolleginnen und Kollegen,

es ist mir eine große Freude, Sie heute hier im Julius Kühn-Institut zum

2. Symposium Zierpflanzenzüchtung

begrüßen zu dürfen.

Ich freue mich sehr, dass es mit vereinten Anstrengungen des Bundesverbandes Zierpflanzen des Zentralverbandes Gartenbau, des Bundesverbandes Deutscher Pflanzenzüchter e.V., der Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e.V. (GFPI), der Gemeinschaft der Züchter vegetativ vermehrbarer Zier- und Obstpflanzen - CIOFORA Deutschland e.V. - und des Julius Kühn-Instituts gelungen ist, dieses 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung zu organisieren.

Sie alle, meine sehr geehrten Damen und Herren, sind unserer Einladung nach Quedlinburg gefolgt. Seien Sie herzlich willkommen hier am Hauptsitz des nach Professor Julius Kühn benannten Bundesforschungsinstituts für Kulturpflanzen!

Ganz besonders freue ich mich darüber, dass die Bedeutung dieses Themas, das wir in den kommenden zwei Tagen gemeinsam präsentieren und diskutieren werden, durch die Anwesenheit sehr namhafter Persönlichkeiten hervorgehoben wird. So begrüße ich sehr herzlich Herrn Mertz, den Präsidenten des Zentralverbandes Gartenbau, Herrn Dr. Bulich, den Geschäftsführer der GFPI e.V., und Herrn Dr. Sander, den Vorsitzenden von CIOFORA Deutschland e.V., der Gemeinschaft der Züchter vegetativ vermehrbarer Zier- und Obstpflanzen.

Als Vertreter des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft begrüße ich sehr herzlich Herrn Dr. Braune, den Leiter des für Gartenbau verantwortlichen Referates 515 im BMEL, und Herrn Wylkop.

Eigentlich müsste ich noch weitere Personen namentlich hier ansprechen, ich möchte aber den Rahmen einer Begrüßung nicht sprengen. Deshalb begrüße ich allgemein die Akteure des heutigen und morgigen Tages: die Referentinnen und Referenten und die Moderatoren der Sektionen. Durch Ihre Beiträge, meine sehr geehrten Damen und Herren, konnte ein überaus interessantes Tagungsprogramm zusammengestellt werden; dafür danke ich Ihnen herzlich.

Speziell danken möchte ich allen Kolleginnen und Kollegen, insbesondere Herrn Dr. Schumann, Frau Dr. Plaschil und allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, die diese Veranstaltung vorbereitet haben und nun an ihrer Durchführung mitwirken.

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

seit der Gründung des berühmten Damenstiftes in Quedlinburg vor über 1.000 Jahren wurden in den ausgedehnten stiftseigenen Gärten Blumen und Gemüse angebaut. Die gezielte Pflanzenzüchtung nahm hier ihren Anfang, und neben der politischen Bedeutung des reichsunmittelbaren Stifts mehrte sich auch rasant der Ruf der Quedlinburger Pflanzenzucht. Dazu gehörte selbstverständlich auch die Saatgutproduktion, die durch die Lage der Felder im Regenschatten des Harzes begünstigt

tigt wurde, und in deren Folge auch der Saatguthandel. Der große Aufschwung Quedlinburgs als weltbedeutende Stadt der Pflanzenzüchter und der Saatgutproduktion erfolgte um die Mitte des 19. Jahrhunderts mit der Gründung namhafter Firmen, die Zuckerrüben, eine Vielzahl von Gemüsen sowie zahlreiche Blumenarten züchterisch bearbeiteten, qualitativ hochwertiges Saatgut erzeugten und weltweit vertrieben. Quedlinburg darf damit, vielleicht gemeinsam mit Erfurt, als die Wiege und über lange Jahrzehnte als eines der wichtigsten Zentren der Pflanzenzüchtung und Saatguterzeugung gewertet werden.

Genug der Historie, wenden wir uns dem Heute zu:

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

Zierpflanzen sind Kulturpflanzen par excellence, denn sie verkörpern und symbolisieren wichtige Bestandteile der Kulturlandschaften der Menschen. Sie verschönern unsere Lebensräume, sie bereichern unsere Kulturlandschaften und sie haben, wie Untersuchungen immer wieder bestätigen, einen enorm positiven Einfluss darauf, ob sich die Menschen in ihren Lebens- und Arbeitswelten wohl fühlen. Sogar die Leistungsfähigkeit der Menschen in Arbeitsräumen wird durch die Anwesenheit und Struktur von Pflanzen geprägt. In manchen Diskussionen um den Wert und die Zukunft von Kulturpflanzenarten beobachte ich immer wieder eine Unterschätzung der kulturellen und emotionalen Bedeutung der Zierpflanzen für den Menschen. Dabei sind ihre Erscheinungsformen so überaus vielfältig und in den Details oft wunderbar. Wie die Mode, so entwickelt sich aber auch der Anspruch an die Zierpflanzen ständig weiter. Die große Herausforderung für die Züchtung ist es daher, Trends frühzeitig zu erkennen und neue Zierpflanzen zu entwickeln, die exklusiven, ausgefallenen und ästhetischen Ansprüchen ebenso gerecht werden wie den Anforderungen einer sich ändernden Umwelt.

Forschungen, Entwicklungen und Perspektiven im Bereich der Zierpflanzenzüchtung, aber auch die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und die Forschungsförderung im Gartenbau stehen im Mittelpunkt dieses zweitägigen Symposiums. Ziel dieser Fachtagung soll es sein, die Forschungen im Bereich der Zierpflanzenzüchtung zu intensivieren und die Kräfte zu bündeln, um künftigen Herausforderungen begegnen zu können. Dies geht nur gemeinsam! Dazu benötigen wir einen gut ausgebildeten wissenschaftlichen Nachwuchs! Und dazu benötigen wir zusätzliche Mittel!

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

das Julius Kühn-Institut hat als Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen die Aufgabe, alle wichtigen Ressortthemen um die Kulturpflanze – ob auf dem Feld, im Gewächshaus oder im urbanen Bereich – miteinander zu vernetzen und ganzheitliche Konzepte für den gesamten Pflanzenbau, für die Pflanzenproduktion bis hin zur Pflanzenverwendung und -pflege zu entwickeln.

Das JKI bearbeitet seine Aufgaben in 17 Fachinstituten an 10 Standorten mit derzeit knapp 1200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschl. Drittmittelkräften), davon ca. 340 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.

Unsere Aufgaben sind u. a. im Pflanzenschutzgesetz und den dazu erlassenen Rechtsverordnungen, aber beispielsweise auch im Gentechnik- oder im Chemikaliengesetz festgelegt.

Die Aufgaben des JKI bilden einen Dreiklang aus

- Wissenschaftlicher Beratung der Bundesregierung
- Wissenschaftlicher Bewertung und Prüfung
- und der Forschung.

Die Kompetenzbereiche des Julius Kühn-Instituts umfassen dabei

- die Pflanzengenetik, die Pflanzenzüchtungsforschung und die Pflanzenzüchtung,
- den Pflanzenbau, die Pflanzenernährung und die Bodenkunde
- den Pflanzenschutz und die Pflanzengesundheit.

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

innerhalb der als „gartenbauliche Kulturen“ eingestuften Pflanzenarten repräsentieren die Zierpflanzen mit Abstand die artenreichste Kulturpflanzengruppe. Allein für Europa wird von etwa 400 Arten mit wirtschaftlicher Bedeutung ausgegangen, die ungefähr 250 Gattungen zugeordnet werden können und mindestens 100 verschiedene Pflanzenfamilien umfassen.

Das Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen des JKI, das hier in Quedlinburg beheimatet ist, bearbeitet Fragen der Züchtungsforschung an Gemüse, Zierpflanzen sowie Arznei- und Gewürzpflanzen. Dieses Wissen stellt die Basis für wissenschaftlich begründete Entscheidungshilfen für die Politik dar. Anhand der vorhin genannten enormen Arten- und Sortenvielfalt ist es aber auch eine ganz besondere Herausforderung zu entscheiden, an und mit welchen dieser vielen Arten wissenschaftlich prioritär gearbeitet werden kann oder muss und wofür die knappen personellen und monetären Ressourcen in der Forschung investiert werden. Arbeitsschwerpunkte unseres Instituts sind Methoden und Strategien zur Erschließung genetischer Ressourcen für gartenbauliche Kulturpflanzen und die züchtungsmethodische Verbesserung pflanzen genetischer Ressourcen als Basis für Neuzüchtungen. Den genannten Herausforderungen mit Erfolg zu begegnen und neue Formen und Sorten, die den modernen Ansprüchen genügen, hervorzubringen, bedarf der engen Zusammenarbeit all derer, die heute an diesem Symposium teilnehmen.

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

Sie werden morgen Gelegenheit haben, sich auf einem Rundgang durch das JKI über aktuelle Forschungsarbeiten zu informieren, und ich möchte Sie herzlich dazu einladen, wenn es Ihre Zeit ermöglichen sollte.

Ich wünsche dem 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung, also uns allen, spannende Präsentationen, viele neue Erkenntnisse und fruchtbare zukunftsweisende Diskussionen.

Quedlinburg, März 2017



Dr. Georg F. Backhaus
Präsident des Julius Kühn-Instituts

Grußwort



Präsident Jürgen Mertz

Zentralverband Gartenbau e. V.

Mit circa 40.000 Sorten ist die Vielfalt der Zierpflanzensortimente in Deutschland enorm. Als lebendiges Kulturerbe sind Zierpflanzen nicht nur wertvoll, ihre Vielfalt ist eine Bereicherung in Haus und Garten. Der Zierpflanzenbau ist ein wirtschaftlich bedeutender und innovativer Wirtschaftszweig in der deutschen Agrarwirtschaft und Deutschland ist der wichtigste Absatzmarkt für Blumen und Pflanzen in Europa.

Für die Zierpflanzenzüchtung ist Deutschland traditionell einer der wichtigsten Standorte weltweit. Um diese Spitzenposition langfristig zu sichern, müssen für Wissenschaft und

Praxis die Rahmenbedingungen verlässlich gestaltet werden.

Die Züchter stellen sich zunehmend global auf und tragen damit den Hemmnissen innerhalb der europäischen Grenzen Rechnung. Durch immer strengere Regeln in der EU droht gerade im Zierpflanzenbau die Gefahr, dass in Zukunft nur noch die ganz großen Züchtungshäuser Innovationen hervorbringen können und eine noch größere Marktkonzentration entsteht. Der Weg in die Zukunft muss aber Vielfalt sein. Vielfalt an Sorten, Arten und Züchtern aus Deutschland. Deutsche Züchter dürfen nicht von der Zukunft abgehängt werden.

Im Schlußschluss müssen Wissenschaft und Praxis die Züchtungsmethodik weiterentwickeln, neue Strategien erarbeiten und auf höchstem Niveau in der Branche etablieren. Um diese Herausforderungen zu stemmen, ist interdisziplinäre Zusammenarbeit notwendig. Die Zierpflanzenzüchtung kann sich aber nur dann weiterentwickeln, wenn auch in Zukunft Wissenschaftler zur Verfügung stehen, die mit der speziellen Systematik und den besonderen Anforderungen von Zierpflanzen vertraut sind. Wir brauchen den Erhalt der Zierpflanzenzüchtungsforschung am Julius Kühn-Institut, in Erfurt und an den Universitäten. Wir brauchen neben Biologen, Mikrobiologen und Biochemikern auch Gartenbauwissenschaftler mit einem Schwerpunkt in der Pflanzenzüchtung, um auch in Zukunft in der Lehre, in der Forschung und in der Wirtschaft die Fachkräfte zu haben, die wir für Deutschland als herausragendem Standort für Zierpflanzenzüchtung benötigen.

Um die Zukunft der deutschen Zierpflanzenzüchtung sicherzustellen, muss die Bundesregierung die notwendigen finanziellen Fördermittel stellen und mit dem BMEL langfristig verlässliche rechtliche Rahmenbedingungen zur Verfügung stellen. Züchtung hat eine hohe gesellschaftliche Relevanz, wir müssen gemeinsam dafür Sorge tragen, dass wir den Herausforderungen gerecht werden können.

Grußwort



Dr. Carl Bulich

Geschäftsführer der Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V. (GFPI) und stellvertretender Geschäftsführer des Bundesverbandes Deutscher Pflanzenzüchter e. V. (BDP)

Sehr geehrte Damen und Herren,

zunächst darf ich Ihnen herzliche Grüße ausrichten, von der Vorsitzenden des Bundesverbandes Deutscher Pflanzenzüchter e. V., Stephanie Frank und dem Vorsitzenden der Gesellschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e. V., Wolf von Rhade, die heute leider nicht hier sein können und mich daher beauftragt haben ein Grußwort zu sprechen.

Ich freue mich sehr, dass Sie so zahlreich unserer Einladung gefolgt sind, und gemeinsam mit uns darüber diskutieren möchten, welche Wege wir zukünftig beschreiten werden, um die Zierpflanzenforschung zielgerichtet vorantreiben zu können. Vor inzwischen sechs Jahren fand an diesem Ort das erste Symposium Zierpflanzenzüchtung statt. In dieser Zeit hat sich viel getan. Der damals vorgestellte Aus- und Aufbau der Genbank Zierpflanzen konnte erfolgreich fortgesetzt werden und die Verwendung moderner molekularer Marker hat auch in der Zierpflanzenzüchtung weiter Einzug gefunden. Biotischer und abiotischer Stress stand im Mittelpunkt des ersten Symposiums. Diese Herausforderung wird uns auch zukünftig in der Forschung und Züchtung beschäftigen.

In der sich – trotz teilweise zunehmender nationalstaatlicher Tendenzen – weiter globalisierenden Welt gewinnt die Sicherung des Zugangs zu genetischen Ressourcen immer mehr an Bedeutung. Für unsere Züchter ist der Zugang zur Biodiversität die Grundlage für die Züchtung. Dies gilt besonders, wenn neue Merkmale wie abiotischer Stress in den Fokus rücken. Dafür ist ein freier Zugang zu am Markt befindlichen Sorten sowie „exotischen“ pflanzengenetischen Ressourcen notwendig. Bei der Nutzung derartiger pflanzengenetischer Ressourcen ist uns ein fairer Vorteilsausgleich selbstverständlich. Dies muss allerdings ohne übertriebene bürokratische Hürden insbesondere für kleine und mittelständische Züchter leistbar sein.

Neue Züchtungsmethoden werden aktuell breit in Wissenschaft und Züchterkreisen diskutiert. Damit rückt das Thema Züchtungsmethoden Schritt für Schritt auch in den Fokus der Öffentlichkeit. Die Anwendung moderner Züchtungsmethoden ist seit jeher die Grundlage für leistungsfähige Sorten, die von Landwirtschaft und Gartenbau benötigt werden. Wie die Züchter die ständige Verbesserung von Eigenschaften erreichen, interessierte die Öffentlichkeit eher am Rande. Mit der Diskussion um CRISPR/Cas hat sich die Wahrnehmung radikal geändert: Genome Editing ist ein Thema, das uns noch länger beschäftigen wird. Moderne Züchtungsmethoden sind in der Lage, Züchtung nicht nur schneller sondern auch kostengünstiger voranzutreiben, in dem sie natürliche Prozesse imitieren und zielgerichtete Punktmutationen ohne unerwünschte Nebeneffekte ermöglichen. Herausforderungen wie die Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes oder die Verbesserung der Nährstoffeffizienz sind nur einige Beispiele, wo neue Züchtungswerkzeuge dringend gebraucht werden. Eine pauschale Regulierung der neuen Methoden nach Gentechnikrecht würde der Mehrheit der Züchtungsunternehmen den Zugang zu diesen Innovationen nahezu unmöglich machen. Ein auf evidenzbasierter, nachweisbarer Wissenschaft fußendes Innovationsprinzip, das auf eine verfahrens- und produktbezogene Bewertung abzielt, ist einer ideologisch geprägten und ablehnenden Bewertung dieser neuen Methoden klar vorzuziehen.

Ich kann an dieser Stelle nur an alle Wissenschaftler und Züchter appellieren, bei dieser, in der Tat schwierigen Diskussion, immer auf eine spezifische Beurteilung einzelner Methoden Wert zu legen und pauschalen Bewertungen eine klare Absage zu erteilen.

Die Nachwuchsförderung ist ein Thema mit zunehmender Relevanz für alle Branchen. Nur wenn es uns gemeinsam gelingt, unsere Berufe, sei es in der Forschung, der praktischen Züchtung oder in der Saatgut- bzw. Jungpflanzenproduktion, Jungendlichen als interessante Perspektive zu vermitteln, haben wir die Chance, als Berufsfeld mit Perspektive wahrgenommen zu werden. Die Branche benötigt dringend motivierten und gut ausgebildeten Nachwuchs, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Hierbei ist sowohl die anwendungsorientierte Grundlagenforschung an den Universitäten als auch die berufsorientierte Ausbildung an Hochschulen eine essentielle Voraussetzung. Die Branche hat den Bedarf an gut ausgebildeten Mitarbeitern in Unternehmen und Forschungseinrichtungen erkannt und den dualen Ausbildungsberuf zum Pflanzentechnologen und zur Pflanzentechnologin 2013 auf den Weg gebracht. Dass Fort- und Weiterbildung von Mitarbeitern gerade in einer Branche wie der Pflanzenzüchtung mit einer FuE-Quote von 15,1% sehr wichtig ist, wird aktuell durch die Entwicklung des anerkannten Fortbildungsabschlusses zum Pflanzentechnologiemeister und Pflanzentechnologiemeisterin unterstrichen. Das notwendige Verordnungsverfahren läuft derzeit beim BMEL und wir rechnen mit der Verabschiedung noch in diesem Jahr. Der Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter wird sich an dieser Stelle besonders engagieren und z. B. als Träger eines Meistervorbereitungskurses direkt hier in der Nachbarschaft am Standort Gatersleben fungieren. Besonders möchte ich erwähnen, dass die Meisterprüfung auch langjährigen landwirtschaftlich technischen Assistenten (LTA/ATA) und Personen mit Berufsabschlüssen in anderen „grünen“ Berufen wie Gärtnern und Landwirten offen steht und eine Perspektive zur Weiterqualifikation bietet.

An diese Stelle möchte ich klar betonen, dass es in unserer Branche nicht alleinig um den Pflanzentechnologen oder den LTA/ATA geht, sondern beide Ausbildungsrichtungen ihre Einsatzbereiche in Unternehmen und Forschungseinrichtungen haben und auch in Zukunft gebraucht werden.

Neben der Ausbildung neuer Fachkräfte ist der Erhalt vorhandener Strukturen und die Förderung statt Zerschlagung von Forschungsinstituten in diesen Zeiten des Umbruchs elementar. Dabei ist die Entscheidung, den Standort Erfurt aus dem Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau – dem IGZ – auszuschließen, bis heute nicht nachvollziehbar. Das IGZ ist einzigartig für die Zierpflanzenzüchtungsforschung in Deutschland, seine Forschungsarbeit hat hohe gesellschaftliche Relevanz und ist Innovationstreiber für den Gartenbau. Als wichtiger Ansprechpartner vieler Betriebe bei der Entwicklung wissenschaftsbasierter Züchtungsverfahren ist insbesondere für den Klein- und Mittelstand ohne eigene Forschungskapazitäten eine derartige angewandte Zierpflanzenzüchtungsforschung unabdingbar. Entsprechend dem Antrag der Regierungskoalition den „Gartenbau und [den] Garten- und Landschaftsbau als innovativen Wirtschaftszweig stärken und zukunftsfest machen“ brauchen wir jetzt ein auf Langfristigkeit ausgelegtes Konzept für die deutsche Zierpflanzenzüchtungsforschung.

Uns erwarten in den nächsten zwei Tagen spannende Vorträge rund um die Zierpflanzenzüchtung.

Mein Dank gilt dem JKI, Herrn Prof. Backhaus und seinen Mitarbeitern, insbesondere Frau Dr. Planschil und Herrn Prof. Schumann, für die Vorbereitung dieses Symposium gemeinsam mit BDP, ZVG, Ciopora Deutschland und der GFPI.

Ich wünsche uns allen viele gute Diskussionen im Verlauf dieser Veranstaltung, um das Netzwerk rund um Zierpflanzen zu stärken.

Grußwort



Dr. Ulrich Sander

Vorsitzender von CIOFORA Deutschland e. V.

Meine Herren Präsidenten,
sehr geehrter Herr Dr. Braune,
meine Damen und Herren,
liebe Kolleginnen und Kollegen.

Zuerst möchte ich den Organisatoren des 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung, insbesondere Frau Dr. Plaschil, danken. Die rege Teilnahme zeigt, dass interessante Themen ausgewählt wurden und in Deutschland immer noch ein großes Interesse an der Zierpflanzenzüchtung in Unternehmen, Forschungseinrichtungen und den politischen Autoritäten besteht.

Dies ist besonders beachtenswert, weil wir in einer Zeit leben, in der die Zierpflanzenzüchtung weltweit eine rasante Konsolidierung durchmacht, von der auch sehr bekannte deutsche Züchtungsunternehmen betroffen waren. Gleichzeitig wird die mit öffentlichen Mitteln geförderte Forschung und Ausbildung an Zierpflanzen geradezu flächendeckend abgebaut oder sogar eingestellt.

Trotz dieser sehr schwierigen Rahmenbedingungen sind deutsche Zierpflanzenzüchter regional aber auch international immer noch in vielen Arten sehr erfolgreich. Herausragende Züchtungserfolge und marktführende Positionen halten deutsche Unternehmen z. B. bei Callunen, Erica und Christrose, sowie Schnittrose, Pelargonie, Weihnachtsstern und Nelke.

Der Erfolg beruht heute praktisch ausschließlich auf der Anwendung konventioneller Zuchtmethoden. Die große genetische Vielfalt in den Zierpflanzen bildet die Basis für eine erfolgreiche Fortsetzung der konventionellen Züchtung, wobei der Zugang zu den genetischen Ressourcen nach Nagoya deutlich aufwendiger geworden ist.

Was bringt die Zukunft? Wie werden die neuen molekularen Züchtungsmethoden die Zierpflanzenzüchtung verändern, wo bieten sie tatsächlich entscheidende wirtschaftliche Vorteile, sei es durch Kostenreduzierung oder durch die Schaffung neuer Merkmale oder Merkmalskombinationen? Diese Fragestellung treibt alle Unternehmen verstärkt um. Die Konsolidierung der Branche wirkt hierbei sicher als Katalysator. Dessen ungeachtet übt der Abbau von öffentlich geförderter Forschung aber einen besonders negativen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit von kleinen und mittleren, sehr erfolgreichen Züchtungsunternehmen aus.

Damit diese Unternehmen weiterhin erfolgreich sein können, müssen Ressourcen für die öffentliche Forschung und Ausbildung erhalten bzw. wieder gestärkt werden. Gut ausgebildeter Züchternachwuchs ist heute schon für viele Unternehmen nur sehr schwer zu bekommen. Immer häufiger müssen Unternehmen auf Quereinsteiger in die Zierpflanzenzüchtung zurückgreifen, was besonders für kleine Unternehmen eine echte Herausforderung darstellt.

Eine andauernde Herausforderung ist auch die Sicherung der Züchtungsaufwendungen. Ohne einen durchsetzungsfähigen Schutz für neue Sorten ist eine private Zierpflanzenzüchtung nicht lebensfähig. Dabei ist die Globalisierung Chance und Herausforderung. Deutsche Züchtungsprodukte werden sehr erfolgreich in vielen Ländern produziert und auch vermarktet. Aber leider ist der Sortenschutz in wichtigen Zukunftsmärkten und Produktionsländern besonders schwach. Was Politik bewegen kann, wenn ein entsprechender Wille vorhanden ist, haben wir im Zuge der Umsetzung des Nagoya Protokolls gesehen. Die Zierpflanzenzüchter wünschen sich, dass für den Schutz ihrer Züchtungserfolge, die große Investitionen, Kreativität, technisches know how und Marktkenntnisse

erfordern, die politischen Autoritäten ähnlich engagiert einträten.

Die Verantwortlichen für das 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung haben ein Programm zusammengestellt, das viele der angesprochenen, großen Herausforderungen der Zierpflanzenzüchter adressiert. Es liegt jetzt an den Vortragenden und Diskutanten dieses Symposium gemeinsam zum Erfolg zu führen.

Ich wünsche dieses, auch im Auftrag der Mitglieder der Züchtervereinigung CIOFORA Deutschland, von Herzen.

1 Pflanzengenetische Ressourcen und deren Verfügbarkeit

Aktuelle Entwicklungen bei der Deutschen Genbank Zierpflanzen

Current development of the German Gene Bank for Ornamental Plants

Burkhard Spellerberg

Bundessortenamt, Osterfelddamm 80, 30627 Hannover

E-Mail: Burkhard.Spellerberg@bundessortenamt.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.001



Zusammenfassung

Die Deutsche Genbank Zierpflanzen (DGZ) besteht aus fünf Netzwerken und wird seit 2014 durch das Bundessortenamt koordiniert. Das Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt (IBV) der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) bindet die DGZ in nationale und internationale Kooperationen ein. So sind die Informationen zu den pflanzengenetischen Ressourcen der Genbank Bestandteil des Nationalen Inventars Pflanzengenetischer Ressourcen in Deutschland (PGRDEU). Darüber hinaus sind sie im Europäischen Katalog für pflanzengenetische Ressourcen (EURISCO) des Europäischen Kooperationsprogramms für Pflanzengenetische Ressourcen (ECPGR) enthalten. Jedes Netzwerk der DGZ besteht aus der BLE, einer Koordinierungsstelle sowie sammlungshaltenden und unterstützenden Partnern. Die Netzwerksammlung besteht aus Teilsammlungen der sammlungshaltenden Partner. Unterstützende Partner bringen kein Material in die Sammlung ein, sind aber durch ihre Fachkenntnis wichtige Mitwirkende. Die DGZ bewahrt und dokumentiert Pflanzensammlungen mit dem Ziel, deren Nutzung durch Bereitstellung von Vermehrungsmaterial und damit verbundene frei verfügbare Daten zu fördern.

Stichwörter: biologische Vielfalt, Nagoya Protokoll, pflanzengenetische Ressourcen

Abstract

The German Gene Bank for Ornamental Plants (DGZ) comprises five networks and is coordinated by the Bundessortenamt since 2014. The Information and Coordination Centre for Biological Diversity (IBV) of the Federal Office for Agriculture and Food (BLE) integrates the DGZ in a national and international cooperation. In this way the information about plant genetic resources of the gene bank are components of the National Inventory of Plant Genetic Resources (PGRDEU). Further they are included in the Search Catalogue on European Plant Collections (EURISCO) of the European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR).

Every network of the German Gene Bank for Ornamental Plants consists of the Bundessortenamt, the Federal Office for Agriculture and Food, a coordinator as well as collecting and supporting partners. A subnetwork consists of the collections of plant groups from its collecting partners. Supporting partners do not insert plant material in a gene bank, but they are important participants based on their expert knowledge. The DGZ conserves and documents plant collections to promote their use by providing propagation material and the resulting available data.

Keywords: biological diversity, Nagoya protocol, plant genetic resources

Zielstellung und Aufgaben

Auf der Grundlage der Vereinbarungen zum Übereinkommen über die Biologische Vielfalt (CBD), des Nagoya-Protokolls und des Internationalen Vertrags über pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (ITPGR) ist Deutschland die internationale Verpflichtung eingegangen, die biologische Vielfalt und die Agrobiodiversität langfristig zu erhalten, die nachhaltige Nutzung zu fördern und ein weltweit abgestimmtes Management globaler Ressourcen zu ermöglichen.

Um die Vielfalt von zierpflanzen genetischen Ressourcen zu erhalten und nutzen zu können, wurde 2009 die Deutsche Genbank Zierpflanzen (DGZ) gegründet. Die nationalen Rahmenbedingungen für die DGZ-Aktivitäten sind durch die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, das Nationale Fachprogramm und die Agrobiodiversitätsstrategie (Strategie des Bundesministeriums für Ernäh-

rung und Landwirtschaft (BMEL) für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt für die Ernährung, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft) festgelegt.

Die DGZ besteht derzeit aus 4 Genbanken (Rhododendron, Rose, Genbank für samenvermehrte und für vegetativ vermehrte Zierpflanzen) und dem Netzwerk Pflanzensammlungen und wird seit 2014 durch das Bundessortenamt koordiniert. Die wissenschaftliche Beratung erfolgt durch den Fachbeirat der DGZ. Die Netzwerke der Genbank Zierpflanzen treten unter dem gemeinsamen Logo der Deutschen Genbank Zierpflanzen auf.

Jedes Netzwerk der DGZ besteht aus der BLE, einer Koordinierungsstelle sowie sammlungshaltenden und unterstützenden Partnern. Die Netzwerksammlung besteht aus Teilsammlungen der sammlungshaltenden Partner. Unterstützende Partner bringen kein Material in die Sammlung ein, sind aber durch ihre Fachkenntnis wichtige Mitwirkende.

Das Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt (IBV) der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) bindet die DGZ in nationale und internationale Kooperationen ein. So sind die Informationen zu den pflanzengenetischen Ressourcen der DGZ Bestandteil des Nationalen Inventars Pflanzengenetischer Ressourcen in Deutschland (PGRDEU). Darüber hinaus sind sie im Europäischen Katalog für pflanzengenetische Ressourcen (EURISCO) des Europäischen Kooperationsprogramms für Pflanzengenetische Ressourcen (ECPGR) enthalten.

Im Rahmen der Koordinationsfunktion arbeitet das BSA eng mit Koordinationsstellen, dem BMEL, der BLE und dem Fachbeirat der Deutschen Genbank Zierpflanzen zusammen.

Die Ziele der Deutschen Genbank Zierpflanzen sind:

1. die Sammlung und Erhaltung der genetischen Ressourcen in wissenschaftlicher, langfristig abgesicherter, nachhaltiger und kosteneffizienter Art und Weise und dies unter besonderer Berücksichtigung von
 - deutschen Sorten,
 - Sorten mit soziokulturellem, lokalem oder historischem Bezug zu Deutschland,
 - Sorten und Wildarten mit wichtigen gartenbaulichen Merkmalen für Forschungs- und Züchtungszwecke,
 - Sorten, auf denen keine Schutzrechte liegen.Dabei wird der Echtheitsüberprüfung der Zierpflanzenarten und -wildarten höchste Priorität beigemessen;
2. die Förderung der Nutzung der genetischen Ressourcen durch Charakterisierung, Evaluierung, bundesweite Inventarisierung und Dokumentation sowie durch Bereitstellung von Vermehrungsmaterial und damit verbundenen frei verfügbaren Daten;
3. die Nutzung von Synergien und gegenseitige Unterstützung bei allen Fragen der Sortimentserhaltung und des Sammlungsmanagements;
4. die gegenseitige Unterstützung und Zusammenarbeit bei Schulungen, Weiterbildungsveranstaltungen, in der Öffentlichkeitsarbeit und in Projekten;
5. die Unterstützung der Umsetzung des Nationalen Fachprogramms zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen in Deutschland als Bestandteil der DGZ und
6. die Unterstützung internationaler Zusammenarbeit und Mechanismen sowie Übereinkommen mit Bezug zur Biodiversität, wie z. B. des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt (CBD) und des Internationalen Vertrags über Pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (ITPGR).

In 2016 wurden die Leitlinien der Deutschen Genbank Zierpflanzen veröffentlicht. Darüber hinaus wurde die online-Datenbank zur DGZ beim BSA freigeschaltet.

Seit dem 1. Oktober 2016 besteht das gattungsspezifische Teilnetzwerk Hydrangea der Genbank für vegetativ vermehrte Zierpflanzen. Es wird durch den Botanischen Garten der Technischen Universität Dresden koordiniert. Die Gründung eines Teilnetzwerks für Ericaceae ist geplant.

Für die weitere Erfassung von Rhododendronsorten in der Genbank Rhododendron hat die BLE in Zusammenarbeit mit dem BSA die Leistungsbeschreibung „Zweite Erfassung und Verifizierung von Rhododendron- und Topfzaleensorten der Deutschen Genbank Rhododendron“ erstellt und ausgeschrieben. Eine Ausschreibung der BLE zur „Morphologische Erfassung, Verifizierung und Dokumentation der genetischen Ressourcen von Hydrangea innerhalb der Deutschen Genbank Zierpflanzen“ ist unter Beteiligung des BSA in Vorbereitung.

Das Abschluss-symposium des Netzwerkes Pflanzensammlungen „Genetische Ressourcen sichern und vielfältig nutzen“ ist für den 21./22.03.2017 in Berlin vorgesehen. Mit Projektende zum 1. Juni 2017 wird die Koordination des Netzwerkes Pflanzensammlungen von der DGG 1822 e. V. an das Bundessortenamt übergeben.

Arbeitsgruppe Neue Zierpflanzen – Chancen und Herausforderungen in der heutigen Züchtungslandschaft

Workgroup 'New Floricultural Crops' – opportunities and challenges in the current plant breeding environment

Luise Radermacher^{1,3}, Patrick Grieger^{2,3}

¹ Leipziger Str. 75a, 99085 Erfurt, E-Mail: l.radermacher@lvg-erfurt.de

² Lentzeallee 75, 14195 Berlin, E-Mail: mail@patrick-grieger.de

³ www.arbeitsgruppeneuezierpflanzen.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.002



Zusammenfassung

Die bundesweite Arbeitsgruppe Neue Zierpflanzen (AG NZ) wurde 1981 mit dem Ziel gegründet, die Sortimentsentwicklung im Zierpflanzenbau zu fördern. Acht öffentliche Forschungseinrichtungen sind derzeit Mitglieder der AG NZ. Viele Pflanzen konnten durch die Arbeit der AG NZ erfolgreich in den Markt eingeführt werden, so z.B. *Bidens*, *Angelonia*, *Diascia* und *Muehlenbeckia*.

Arbeitsergebnisse des Verbundes werden veröffentlicht und sind frei verfügbar. Die rege Nachfrage nach Neuheiten hat in den vergangenen 20 Jahren zu einer Veränderung der Züchtungslandschaft geführt. Zunehmend werden Neuheiten auch von Firmen gesichtet. Testergebnisse dieser Prüfungen gelangen allerdings kaum an die Öffentlichkeit.

In der Arbeitsgruppe werden zunächst über Literaturrecherchen Informationen zur botanischen Klassifizierung und Benennung gesammelt. Daneben finden erste Sichtungen unter kontrollierten Anbaubedingungen statt. Diese Arbeiten werden von Untersuchungen zur Vermehrbarkeit, Blütenbildung und Wachstumsrhythmik unteretzt. Zunehmend schließen sich erste Ansätze zur züchterischen Bearbeitung an. Versuche zur Selektion, interspezifischen Hybridisierungen oder Polyploidisierung werden gegenwärtig durchgeführt. Erste Züchtungs-bemühungen mit Neuen Zierpflanzen besitzen ein vielversprechendes Potenzial.

Die Versuchsarbeiten der AG NZ werden an der Humboldt-Universität zu Berlin durch experimentelle Ansätze in der In-vitro-Kultur unterstützt. In den Arbeitsfeldern Erhaltung und Vermehrung konnten für die Gattungen *Hymenolepis* erste Protokolle entwickelt werden. Für ausgewählte *Ptilotus*-Klone konnten angepasste Verfahren etabliert werden. Daneben laufen Experimente zur In-vitro-Polyploidisierung von *Talinum paniculatum*. Erste Versuche zur interspezifischen Hybridisierung von *Odontonema schomburgkianum* und *O. tubaeforme* verliefen unbefriedigend. Es wird derzeit versucht, aus Bestäubungen hervorgegangene Samenanlagen in vitro weiter zu kultivieren.

Stichwörter: In-vitro-Kulturverfahren, Markteinführung, Polyploidisierung, Sortimentsentwicklung, Züchtung

Abstract:

The aim of the German workgroup for new floricultural crops (abbreviation: AG NZ) that was founded in 1981 is to contribute to the diversification of the ornamental plant assortment. Eight German research institutions are currently members of the AG NZ. Many ornamentals, such as e.g. *Bidens*, *Angelonia*, *Diascia* and *Muehlenbeckia*, were successfully introduced into the German market based on the research done by the AG NZ. However, the research environment for new floricultural crops has changed considerably during the last 20 years. More and more novelty ornamentals are researched and introduced on the market by companies. This is due to the fact that the demand for novelties is larger than the research institutions that are members of the AG NZ can satisfy within an environment of constantly shrinking research funds. The benefit relating to the research undertaken by the AG NZ for the future grower lies within the free access that he / she has to the results published by the workgroup. Moreover, the research institutions being members of the AG NZ also have an essential role to play in the development of novelty crops, especially regarding methods of propagation and polyploidization. The option to apply breeding techniques to new ornamentals that have displayed sufficient potential forms the basis for the successful introduction of a novelty on the market.

The research efforts of the AG NZ have been supported by experimental approaches of in vitro culture undertaken by the Humboldt-Universität zu Berlin. In matters pertaining to in vitro conservation and propagation, first protocols for the genera *Hymenolepis* and *Ptilotus* were developed. An additional research topic is the in vitro polyploidization of *Talinum paniculatum*. The interspecific hybridization of *Odontonema schomburgkianum* and *O. tubaeforme* has not led to satisfying results yet. Currently, the aim is to rescue the few ovules which developed after pollination using artificial media.

Keywords: assortment development, breeding, in vitro culture, market introduction, polyploidization

Arbeitsgruppe Neue Zierpflanzen

Die Suche nach Neuheiten für den damals wie heute stark umkämpften Zierpflanzenmarkt führte 1981 zur Gründung der AG Neue Zierpflanzen in der Forschungsanstalt Geisenheim. Mit der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft (SAG) Seltene Topfpflanzen existierte in der DDR seit 1983 ein Zusammenschluss von Institutionen unter der Leitung der Humboldt-Universität zu Berlin. Ziel der SAG war ebenfalls die Prüfung von Neuheiten im Hinblick auf die praktische Markteinführung. Die Herstellung der Einheit Deutschlands ermöglichte Anfang der neunziger Jahre die Bündelung von Fachwissen aus beiden deutschen Staaten. Heute kooperieren acht Forschungseinrichtungen aus sieben Bundesländern und einem Bundesministerium in der Prüfung und Bewertung von Zierpflanzenneuheiten mit folgenden Kontaktpersonen (Abb. 1):

- Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau, Erfurt, Thüringen
Luise Radermacher (amtierende Schriftführerin, l.radermacher@lvg-erfurt.de)
- Julius Kühn-Institut, Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen, Quedlinburg, BMEL
Sylvia Plaschil (sylvia.plaschil@julius-kuehn.de)
- Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, Heidelberg, Baden-Württemberg
Rainer Koch (rainer.koch@lvg.bwl.de)
- Dienstleistungszentren Ländlicher Raum Rheinpfalz, Neustadt an der Weinstraße, Rheinland-Pfalz
Frank Korting (frank.korting@dlr.rlp.de)
- Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen Gartenbauzentrum, Geisenheim, Hessen
Wolfgang Schorn (wolfgang.schorn@llh.hessen.de)
- Landwirtschaftskammer NRW, Versuchszentrum Straelen/Köln-Auweiler, Straelen, Nordrhein-Westfalen
Peter Tiede-Arlt (peter.tiede-arl@lwk.nrw.de)
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Dresden-Pillnitz, Sachsen
Stephan Wartenberg (stephan.wartenberg@smul.sachsen.de)
- Humboldt-Universität zu Berlin, Lehr- und Forschungsgebiet Gärtnerische Pflanzensysteme, Berlin
Heiner Grüneberg (hgrueneberg@agr.ar.hu-berlin.de)

Ergänzt werden die Forschungsaktivitäten der AG durch ein über Jahrzehnte entwickeltes Netzwerk an Gartenbaubetrieben, das ausgewähltes Material unter Produktionsbedingungen testet und am Markt lanciert.

Aktuell werden innerhalb der Gruppe etwa 40 Taxa geprüft. Vielversprechende Typen, derzeit z. B. innerhalb der Gattung *Oxalis* (Abb. 2), werden in koordinierten Ringversuchen parallel bearbeitet.

In der Arbeitsgruppe werden zunächst über Literaturrecherchen Informationen zur botanischen Klassifizierung und Benennung gesammelt. Daneben finden erste Sichtungen unter kontrollierten Anbaubedingungen statt. Diese Arbeiten werden von Untersuchungen zur Vermehrbarkeit, Blütenbildung und Wachstumsrhythmik unteretzt, Aspekte der energieeffizienten Kulturführung finden Berücksichtigung.



Abb. 1 Mitglieder der AG Neue Zierpflanzen auf der Internationalen Pflanzenmesse 2017 in Essen. V.l.n.r.: P. Grieger, H. Grüneberg, P. Tiede-Arlt, L. Radermacher, D. Helbig, F. Korting, A. Bamberg, R. Koch

Fig. 1 Members of the Workgroup 'New Floricultural Crops' during the International Plant Trade Fair 2017 in Essen. F.l.t.r.: P. Grieger, H. Grüneberg, P. Tiede-Arlt, L. Radermacher, D. Helbig, F. Korting, A. Bamberg, R. Koch



Abb. 2 Oxalis-Versuche an der Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau, Erfurt, Thüringen

Fig. 2 Oxalis experiments at the Lehr- und Versuchsanstalt Gartenbau, Erfurt, Thuringia

Zunehmend schließen sich erste Ansätze zur züchterischen Bearbeitung an, z. B. zur Selektion, zu interspezifischen Hybridisierungen oder zu Polyploidisierung. Dabei ergänzen sich die experimentellen Möglichkeiten der beteiligten Institute, so dass im Rahmen turnusmäßiger Arbeitstreffen unterschiedliche Blickwinkel auf einzelne Kulturen zusammengefasst und informative Publikationen realisiert werden können. Steckbriefe mit kurzen Kulturhinweisen werden zusätzlich über die Internetplattform (www.arbeitsgruppeneuezierpflanzen.de) bereit gestellt. Die Mitglieder des Forschungsnetzwerkes sehen sich als Dienstleister im Interesse der Gartenbaubranche, Untersuchungsergebnisse stehen der Öffentlichkeit uneingeschränkt zur Verfügung. Nach Absprache wird Vermehrungsmaterial an interessierte Betriebe abgegeben, die dann auch beim Produktionsaufbau unterstützt werden können. Die grundlegenden Forschungsaktivitäten der AG bieten Studenten die Möglichkeit, im Rahmen von Studienarbeiten experimentelle Ansätze mit hohem, innovativem Nutzen zu verwirklichen. Rückblickend kann die AG auf eine ganze Reihe erfolgreicher Markteinführungen verweisen, u. a.:

- *Angelonia*
- *Asteriscus maritimus*
- *Bidens*
- *Brachyscome multifida*
- *Diascia barberae*
- *Helichrysum bracteatum*
- *Muehlenbeckia*
- *Scaevola aemula*

Neuheiten sind ein innovativer Kern des Zierpflanzenbaus. Neben der fortlaufenden züchterischen Differenzierung etablierter Gattungen, sieht die Arbeitsgruppe Neue Zierpflanzen Potenziale in einer horizontalen Erweiterung der Produktpalette. Dabei sind prinzipiell erste Akzessionen vom natürlichen Standort eher die Ausnahme (Tab. 1, Abb. 3). In der Regel sind Neuheiten für den deutschen Markt im Herkunftsgebiet bereits in Verwendung, wobei Zieraspekte dort nicht immer im Vordergrund stehen.

Tab. 1 Neue Zierpflanzen: Möglichkeiten der Erweiterung von Produktpaletten

Tab. 1 *New floricultural crops: possibilities to expand the range of products*

	Erste Inkulturnahme	Neuheit für den deutschen Markt	Wiederbelebung vergessener Sortengruppen	Neue Verwendung etablierter Kulturen
Häufigkeit	eher selten	Regelfall	in Einzelfällen	in Einzelfällen
Beispiele	<i>Brachyscome multifida</i>	<i>Falkia Ptilotus Hymenolepis</i>	<i>Pelargonium x zonale</i> , Weißbunte Typen	<i>Gerbera</i> , Schnittblume/ Topfpflanze Flaschengärten
Züchterisches Potential	sehr hoch	hoch	vielversprechend	vorhanden

Zum Teil liefern weit verbreitete, etablierte Arten innerhalb ihrer breiten Sortenspektren Material für die Wiederbelebung vernachlässigter Gruppen. Das Heranführen dieser Sonderformen an den aktuellen Leistungsstand der marktbeherrschenden Typen ist ein vielversprechender züchterischer Ansatz. Ähnlich verhält es sich mit neuen Verwendungsformen etablierter Gattungen. Paradebeispiel ist hier die Umnutzung von Schnitt-Gerbera hin zur Topfpflanzenkultur. Neue Verwendungsformen bieten dem Züchter jeweils Möglichkeiten der Auswahl angepasster Typen abseits vielbegangener Wege.

Aus züchterischer Sicht bieten Neue Zierpflanzen vielfältige experimentelle Möglichkeiten. Im Fall aufspaltender generativer Nachkommenschaften können bereits wenige Selektionsschritte verbesserte Typen hervorbringen. Daneben gehören Polyploidisierungen zu den im Zierpflanzenbau sehr erfolgversprechenden Ansätzen. Die AG Neue Zierpflanzen sieht diese Potenziale und versucht, in den letzten Jahren zunehmend, erste Züchtungsschritte zu verwirklichen. Dazu werden u. a. an der Humboldt-Universität zu Berlin Protokolle entwickelt, die u. a. die sichere Handhabung von Kulturen etwa *in vitro* ermöglichen.



Abb. 3 *Falkia repens* – Verwendung als Bodendecker oder hängende Strukturpflanze
Fig. 3 *Falkia repens* – Use as ground covering or hanging plant

Neue Zierpflanzen, Arbeitsansätze an der Humboldt-Universität zu Berlin

- *Hymenolepis crithmifolia*
Entwicklung eines Protokolls zur In-vitro-Vermehrung (OLSCHEWSKY et al., 2017)
- *Talinum paniculatum*
In-vitro-Kultur und In-vitro-Polyploidisierung (GRIEGER, unveröffentlicht)
- *Ptilotus exaltatus*
Auswahl von Genotypen für den Aufbau von Mutterpflanzenbeständen in vitro (SCHULZ und GRÜNEBERG, 2015)
- *Odontonema*
Interspezifische Hybridisierung zwischen *O. schomburgkianum* und *O. tubaeforme*
Derzeit Ansätze zur Sicherung unreifer Samenanlagen in vitro
- *Pelargonium x zonale*, Laubblattchimären
Polyploidisierung alter, weißbunter Sorten
Kreuzungsarbeiten mit biparentalen, extrachromosomalen Erbgängen (GRIEGER, 2007)

Ausblick

Die Sichtung von Neuen Zierpflanzen, deren versuchsweise Vermehrung sowie grundlegende Untersuchungen zur physiologischen Reaktion unter kontrollierten Bedingungen sind Aufgaben, die die Kapazitäten mittelständiger Gartenbaubetriebe in der Regel überschreiten. Nur wenige kapitalkräftige Unternehmen können sich Untersuchungen mit Grundlagencharakter leisten, wobei in den vergangenen 20 Jahren, aufgrund der regen Nachfrage nach Neuheiten, eine Veränderung in der Züchtungslandschaft beobachtet wird. Zunehmend werden Neuheiten auch von großen Züchtungshäusern gesichtet. Testergebnisse dieser Prüfungen gelangen allerdings kaum an die Öffentlichkeit.

Der öffentlichen Forschungsverbund AG Neue Zierpflanzen besitzt in dieser Hinsicht eine wesentliche Bedeutung bei der Bereitstellung innovativer (Vor-) Produkte für kleine und mittlere Unternehmen, die den deutschen Gartenbau prägen. Versuchsergebnisse der AG stehen der Allgemeinheit zur Verfügung, darüber hinaus bietet die bundesweit aufgestellte Gruppe Möglichkeiten der orts-nahen Kontaktaufnahme.

Neuheiten bieten Marktchancen auf gehobenem Preisniveau, sind beratungsintensiv und setzen sich von etablierter Massenware deutlich ab. In diesem Produktsegment können beim Produzent und in der Vermarktung Margen realisiert werden, die Massenprodukte heute nicht mehr zulassen. Mit der Fokussierung auf Produktneuheiten im Sortiment können sich kleine Anbieter Expertise aneignen und Alleinstellungsmerkmale generieren.

Aus züchterischer Sicht liefern Neue Zierpflanzen eine Steilvorlage. Viele Taxa bringen „Kinderkrankheiten“ mit, die in etablierten Gattungen sukzessive eliminiert wurden. Blüten verrieseln, Stängel sind klebrig oder es fehlt an Kompaktheit. Auf Grundlage öffentlich erarbeiteter Produktionssysteme und vor dem Hintergrund zusammengetragener Informationen zur Botanik empfohlener Taxa sind Ansätze zur Sortenentwicklung aus Neuen Zierpflanzen überaus vielversprechend.

Literatur

- GRIEGER, P., 2007: Untersuchungen zur Züchtung variegater *Pelargonium x zonale*-Hybriden auf tetraploider Stufe. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin., 129 S.
<http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/grieger-patrick-2007-06-29/PDF/grieger.pdf>
- OLSCHEWSKY, D., P. GRIEGER UND H. GRÜNEBERG, 2017: In-vitro-Kultur von *Hymenolepis crithmoides*. BHGL-Tagungsband **32**, 122.
- SCHULZ, C. UND H. GRÜNEBERG, 2015: Different Genotypes of *Ptilotus exaltatus* and their Suitability for Cultivation. Acta Horticulturae **1099**, 637-644.

Gemeinschaftlicher Sortenschutz

Community plant variety protection

Jens Wegner

Gemeinschaftliches Sortenamt, 3 Bd. Maréchal Foch, 49100 Angers, Frankreich

E-Mail: wegner@cpvo.europa.eu

DOI 10.5073/jka.2017.457.003



Zusammenfassung

Das 1995 gegründete Gemeinschaftliche Sortenamt (CPVO) verwaltet ein System zum Schutz des geistigen Eigentums an Pflanzensorten. Der gewerbliche Rechtsschutz für Pflanzensorten wird mit besonderen Herausforderungen konfrontiert, denen sich das UPOV-Übereinkommen (UPOV: Internationaler Verband zum Schutz von Pflanzenzüchtungen) angenommen hat. Das Sortenschutzsystem der Europäischen Union basiert auf dem UPOV-Übereinkommen in der Fassung von 1991.

Der Beitrag erklärt – auf der Grundlage der Verordnung (EG) Nr. 2100/94 des Rates über den gemeinschaftlichen Sortenschutz sowie der Durchführungsbestimmungen – Schlüsselbegriffe des Sortenschutzsystems.

Stichwörter: Mutation, Sorte, UPOV, Züchternvorbehalt

Abstract

Operating since 1995, the Community Plant Variety Office (CPVO) manages a system for the protection of the intellectual property rights on plant varieties. Plant varieties pose specific problems as regards the industrial property regime. The UPOV convention (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) deals with these challenges. The Plant variety protection system of the European Union is based upon the 1991 act of the UPOV convention.

The paper explains – on the basis of the Council Regulation (EC) 2100/94 of 27 July 1994 on Community plant variety rights and its Implementing Rules – key elements of the Community plant variety rights system.

Keywords: breeder's exemption, mutation, plant variety, UPOV

Einleitung

Die Züchtung neuer Sorten erfordert oftmals nicht nur großes Wissen, sie stellt ebenso eine beachtliche Investition dar. Züchter dürfen somit ein Entgelt für ihre Leistung und das eingegangene Risiko erwarten. Ist die neue Sorte jedoch erst einmal auf dem Markt, kann sie leicht von jedermann vermehrt werden. Ohne gewerblichen Rechtsschutz für Pflanzensorten hätte der Züchter keine Möglichkeit, einen Lohn für seinen Einsatz zu bekommen. Gleichzeitig ist die Aussicht auf Gewinn durch die Vermarktung neuer Sorten Anreiz, ständig neue Sorten zu schaffen, von denen nicht nur der Züchter, sondern die Gesellschaft insgesamt profitiert.

Der Sortenschutz ist dem Wesen nach vergleichbar mit dem gewerblichen Rechtsschutz in anderen Bereichen wie dem Urheberrecht in der Musik- oder Buchbranche oder dem Patent für industrielle Erfindungen. Da Pflanzensorten als lebendes Material zahlreiche Besonderheiten aufweisen, die sich nicht mit den Anforderungen eines Industriepatentes in Einklang bringen lassen, steht für diese ein besonderes Schutzsystem zur Verfügung. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass über den Sortenschutz unabhängig von Bestimmungen zur Sortenzulassung oder zur Saat- oder Pflanzgut-zertifizierung oder auch zum Umweltschutz (z. B. Freisetzungsbeschränkungen für gentechnisch veränderte Sorten) entschieden wird.

UPOV und das UPOV-Übereinkommen

UPOV (Union internationale pour la protection des obtentions végétales = Internationaler Verband zum Schutz von Pflanzenzüchtungen) ist eine zwischenstaatliche Organisation mit Sitz in Genf (Schweiz). UPOV, 1961 mit dem Ziel gegründet, den Rahmen für ein rechtliches System zu schaffen, dass das geistige Eigentum an Pflanzensorten schützt, hat eine koordinierende Funktion und gibt darüber hinaus Richtlinien zur einheitlichen Anwendung des UPOV-Übereinkommens heraus. UPOV bearbeitet nicht direkt Sortenschutzanträge.

UPOV zählt gegenwärtig 74 Staaten und internationale Organisationen (wie die EU) als Mitglieder, in denen Sorten auf der Grundlage des UPOV-Übereinkommens geschützt werden können. Das UPOV-Übereinkommen wurde 1972, 1978 und 1991 überarbeitet; je nachdem zu welcher Fassung dieses Übereinkommens ein Mitgliedsland beigetreten ist, können einzelne Bestimmungen in den nationalen Sortenschutzgesetzen variieren. Die für die EU geltende Sortenschutzverordnung basiert – wie in der großen Mehrzahl der Mitgliedsstaaten – auf der Fassung von 1991.

Merkmale des Sortenschutzes in der Europäischen Union

Mit Erlass der Verordnung (EG) Nr. 2100/94 des Rates vom 27. Juli 1994 über den gemeinschaftlichen Sortenschutz wurde die rechtliche Grundlage geschaffen, auf der mit einem Antrag ein Schutztitel erteilt wird, der auf dem gesamten Territorium der EU direkt und unmittelbar gültig ist. Er kann nur einheitlich erteilt, übertragen und beendet werden. Der Antrag durchläuft somit nur ein Verfahren, eine nachträgliche Validierung des Schutztitels durch die Mitgliedsstaaten ist nicht erforderlich. Es fallen ebenfalls keine nachträglichen Übersetzungskosten an. Dennoch ist zu beachten, dass in 24 der 28 EU-Mitgliedsstaaten nationale Sortenschutzsysteme parallel existieren. Der Züchter hat die Wahl zwischen nationalem Sortenschutz in einem oder mehreren Mitgliedsstaaten oder gemeinschaftlichem Sortenschutz. Bestehender nationaler Schutz kann auf gemeinschaftlichen Schutz erweitert werden; während der Dauer des gemeinschaftlichen Schutzes können nationale Rechte nicht geltend gemacht werden.

Gemeinschaftlicher Sortenschutz wird für die Dauer von 25 Jahren, für Sorten von Reben, Bäumen und Kartoffeln für 30 Jahre erteilt. Die Schutzdauer beginnt mit der Schutzerteilung.

Die Möglichkeit, gemeinschaftlichen Sortenschutz zu erhalten, existiert erst seit gut 20 Jahren. Daher ist es noch nicht möglich zu sagen, wie hoch der Anteil der Sorten ist, die tatsächlich über die maximale Dauer geschützt bleiben. Bisherige Zahlen legen nahe, dass dieser Anteil unter 20 % liegen wird. Dabei gibt es aber auffällige Unterschiede zwischen den Artengruppen: Sorten von Gehölzen und Stauden bleiben generell deutlich länger geschützt als Sorten von Schnittblumen und Beet- und Balkonpflanzen.

Während des Verfahrens genießt die Sorte vom Zeitpunkt der Veröffentlichung des Antrages provisorischen Schutz, der es dem Züchter bei Erteilung des Sortenschutzes erlaubt, eine angemessene Vergütung für Handlungen zu erlangen, die der Zustimmung des Rechteinhabers bedürfen. Während der provisorischen Schutzdauer kann er allerdings nicht die Vornahme dieser Handlungen untersagen.

Gegenstand des Sortenschutzes

Für Sorten aller Pflanzenarten und -gattungen kann gemeinschaftlicher Sortenschutz erteilt werden; Speisepilze werden in der EU in Sortenschutzfragen als Pflanzen angesehen.

Eine Sorte ist die Gesamtheit innerhalb eines botanischen Taxons der untersten bekannten Rangstufe, die – unabhängig davon, ob die Bedingungen für die Erteilung des Sortenschutzes vollständig erfüllt sind – durch die *Ausprägung der Merkmale* eines bestimmten Genotyps (oder Kombination von Genotypen) definiert ist, sich in der Ausprägung von mindestens einem Merkmal von jeder anderen pflanzlichen Gesamtheit unterscheidet und zu unveränderter Vermehrung geeignet ist. Eine einzelne Pflanze stellt somit keine Sorte dar; dagegen kann eine einzelne unerlaubt vermehrte Pflanze die Rechte an einer geschützten Sorte verletzen.

Bedingungen für die Erteilung von Sortenschutz

Nur für Sorten, die unterscheidbar, homogen, beständig und neu sind, kann gemeinschaftlicher Sortenschutz erteilt werden. Außerdem muss jede Sorte eine gebilligte Sortenbezeichnung tragen. Die der Entstehung der Sorte zugrunde liegende Methode ist ebenso unerheblich wie deren wirtschaftlicher Wert. Eine Sorte ist auch schutzfähig, wenn sie „nur“ entdeckt und entwickelt wurde (z. B. Klonen einer interessanten Einzelpflanze). Die bloße Einführung einer Sorte ist hingegen nicht schutzfähig.

1. Technische Prüfung

Ob eine Sorte die Anforderungen an die Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit erfüllt, wird durch einen Prüfanbau auf der Grundlage eines Prüfprotokolls festgestellt, dass eine Liste von Merkmalen enthält. Die im Prüfprotokoll festgeschriebenen Merkmale müssen die im UPOV-Dokument TG/1/3 (www.upov.int) genannten Voraussetzungen erfüllen, dass deren Ausprägung:

- „a) sich aus einem gegebenen Genotyp oder einer Kombination von Genotypen ergibt;*
- b) in einer bestimmten Umgebung hinreichend stabil und wiederholbar ist;*
- c) eine hinreichende Variation zwischen den Sorten aufweist, um die Unterscheidbarkeit begründen zu können;*
- d) genau beschrieben und erkannt werden kann;*
- e) es erlaubt, die Homogenitätsvoraussetzungen zu erfüllen;*
- f) es erlaubt, die Beständigkeitsvoraussetzungen zu erfüllen, d. h. nach aufeinanderfolgenden Vermehrungen oder gegebenenfalls am Ende eines jeden Vermehrungszyklus übereinstimmende Ergebnisse zu erzielen.“*

Wirtschaftlicher Wert eines Merkmals ist keine Bedingung. Die Ausprägung von Wertmerkmalen wird häufig durch die Kulturtechnik bestimmt. Wenn jedoch ein Wertmerkmal die vorgenannten Bedingungen erfüllt, kann es in die Prüfung einbezogen werden. Allerdings sind viele Wertmerkmale, die diese Voraussetzungen erfüllen, nur mit großem Aufwand zu beurteilen. Daher wird in der Praxis fast ausschließlich auf morphologische Merkmale (wie Pflanzenhöhe und Blütenfarbe) sowie einige physiologische Merkmale (wie Resistenzen gegen definierte Schaderreger oder der Zeitpunkt des Blühbeginns) zurückgegriffen. Dennoch erlaubt auch das gemeinschaftliche Sortenrecht die Berücksichtigung von Merkmalen, die nicht im Prüfprotokoll enthalten sind. Dem Antragsteller werden die für die Prüfung anfallenden Kosten auferlegt.

2. Unterscheidbarkeit

Eine Sorte muss sich deutlich in der Ausprägung von mindestens einem Merkmal von allen anderen am Antragstag allgemein bekannten Sorten unterscheiden. „Deutlich“ bedeutet dabei „deutlich“ für einen Fachmann, nicht für den Laien. Der Unterschied muss sich im Prüfanbau zeigen, nicht unbedingt am Erntegut: so werden z. B. für Schnittsorten von *Gerbera* nicht nur Blumen- sondern auch einige Blattmerkmale beurteilt. Als am Antragstag allgemein bekannte Sorten sind alle Sorten unabhängig von deren Schutzstatus oder von geographischen Grenzen zu berücksichtigen.

Die genetische Unterscheidbarkeit von Sorten wird vorausgesetzt, die Ausprägung des Merkmals wird geprüft. Dennoch stellt sich immer wieder die Frage, ob man sich zur Feststellung der Unterscheidbarkeit lediglich auf molekularbiologische Untersuchungen stützen kann.

Bei zuverlässiger Kopplung von Marker und Ausprägung des Merkmals (z. B. Resistenz gegen ein bestimmtes Herbizid: fehlend – vorhanden) ist eine molekularbiologische Merkmalerfassung möglich und wird teilweise auch tatsächlich angewandt. Die meisten Merkmale sind jedoch quantitative Merkmale (z. B. Zeitpunkt des Blühbeginns in neun Ausprägungsstufen von „sehr früh“ bis „sehr spät“) oder pseudoqualitative Merkmale (z. B. Blattform: „eiförmig“, „elliptisch“, „linear“ oder „verkehrt eiförmig“); die genetische Codierung der Ausprägung dieser Merkmale ist aber in den meisten Fällen nicht bekannt. Ein Prüfanbau ist somit weiterhin notwendig.

Eine Reihe von Forschungsvorhaben wurde mit dem Ziel durchgeführt, festzustellen, ob (auf Markerbasis) vom genetischen Abstand zweier Sorten auf deren phänotypischen Abstand geschlossen werden kann und ob somit bestimmte Sorten sicher als Vergleichssorten ausgeschlossen werden können: bisher konnte kein hinreichender Zusammenhang gefunden werden. Molekularbiologische Analysen werden allerdings genutzt, um Hinweise auf genetisch ähnliche Sorten zu bekommen oder die Identität von Vergleichsmustern zu prüfen. Nach gegenwärtigem Stand lässt sich durch molekularbiologische Untersuchungen bisweilen die Prüfdauer durch rechtzeitiges Einbeziehen genetisch ähnlicher Sorten verkürzen. Kosteneinsparungen insgesamt sind aber nicht zu

erwarten. Dennoch verfolgt das Gemeinschaftliche Sortenamts aufmerksam Entwicklungen auf diesem Gebiet und schließt die Anwendung molekularbiologischer Methoden in größerem Umfang in der Zukunft nicht aus.

3. Homogenität

Um eine Sorte definieren, beschreiben, identifizieren und von anderen Sorten unterscheiden zu können, muss diese bestimmte Homogenitätsanforderungen erfüllen. Bei der Festlegung der Homogenitätsanforderungen wird die Vermehrungsmethode der Sorte berücksichtigt: für vegetativ vermehrte Sorten, Selbstbefruchter und F_1 -Hybriden werden absolute Homogenitätsstandards festgesetzt; für Fremdbefruchter gelten relative Homogenitätsstandards nach denen neue Sorten mindestens so homogen sein müssen wie bereits bestehende Sorten.

4. Stabilität

Die *ratio legis* für die Homogenitätsanforderungen gilt auch für die der Stabilität. Eine Sorte wird als stabil angesehen, wenn die Ausprägung ihrer Merkmale nach wiederholter Vermehrung unverändert vorliegt. In der Praxis wird auf die Prüfung der Stabilität meist verzichtet; es wird vielmehr die Annahme zugrunde gelegt, dass homogene Sorten auch stabil sind.

5. Neuheit

Eine Sorte wird als neu angesehen, wenn sie am Antragstag seit höchstens einem Jahr auf dem Gebiet der EU oder höchstens vier Jahre, bei Bäumen und Reben sechs Jahre, außerhalb der EU verkauft oder zur Nutzung abgeben wurde. Wenn das Datum von Kaufvertrag, Pflanzenübergabe und Bezahlung nicht auf denselben Tag fällt, gilt regelmäßig das Datum als der Tag der ersten Abgabe, an dem der Empfänger die Verfügungsgewalt über die Sorte (oder deren Bestandteile) erstmals erlangt hat. Eine Abgabe an Dritte ausschließlich zum Bestandsaufbau (z. B. In-vitro-Labor) oder eine Abgabe an andere Unternehmen derselben Unternehmensgruppe ist nicht neuheitsschädlich.

Recht auf gemeinschaftlichen Sortenschutz

Das Recht auf gemeinschaftlichen Sortenschutz steht dem Züchter zu. Züchter ist nicht nur die Person, die die Sorte hervorgebracht oder entdeckt und entwickelt hat (Ursprungszüchter), sondern auch die Person, die die Züchtung in Auftrag gegeben hat oder der Rechtsnachfolger des Ursprungszüchters oder Auftraggebers. Ein Züchter kann somit eine natürliche oder eine juristische Person sein. Ebenso kann es für eine Sorte mehrere Züchter geben. In diesem Fall steht ihnen das Recht gemeinsam zu.

Rechte des Sortenschutzinhabers

Sortenschutz ist ein ausschließliches Nutzungsrecht. Die Zustimmung des Rechteinhabers ist erforderlich für:

1. Erzeugung und Vermehrung
2. Aufbereitung zum Zweck der Vermehrung
3. Anbieten zum Verkauf
4. Verkauf oder sonstiges Inverkehrbringen
5. Ausfuhr aus der EU
6. Einfuhr in die EU
7. Aufbewahrung für Zwecke 1 bis 6

der Sorte oder ihrer Bestandteile. Die Rechte können an Erntegut nur geltend gemacht werden, wenn der Sortenschutzinhaber keine Gelegenheit hatte, seine Rechte eher geltend zu machen.

Der Sortenschutz erstreckt sich auch auf Hybridsorten, bei denen mindestens eine Elternlinie geschützt ist, sofern diese Elternlinie für die fortlaufende Erzeugung der Hybride verwendet wird. Der Sortenschutz schließt ebenso Sorten ein, die von der geschützten Sorten nicht deutlich unter-

scheidbar sind sowie Sorten, die von der geschützten Sorte im Wesentlichen abgeleitet wurden. Im Wesentlichen abgeleitete Sorten, deren Ursprungsorte selbst eine im Wesentlichen abgeleitete Sorte ist, fallen ebenfalls in den Schutzbereich der ersten Ursprungsorte. Unbeschadet davon steht das Recht auf Sortenschutz an einer abgeleiteten Sorte deren Züchter zu (!).

Eine Sorte gilt als im Wesentlichen von der Ursprungsorte abgeleitet, wenn diese vorwiegend von der Ursprungsorte abgeleitet wurde, von dieser unterscheidbar ist und in der Ausprägung der Merkmale im Wesentlichen mit Ursprungsorte übereinstimmt.

Das UPOV-Übereinkommen in der Fassung von 1991 lässt die Möglichkeit zu, dass sich der Sortenschutz auch auf Produkte erstreckt, die aus geschützten Sorten hergestellt wurden (z. B. Marmelade aus den Früchten einer geschützten Erdbeersorte). Diese Möglichkeit wurde nicht in das gemeinschaftliche Sortenschutzrecht übernommen.

Abweichungen und Einschränkungen des Sortenschutzes

Gemeinschaftlicher Sortenschutz gilt nicht für Handlungen zu privaten und nichtgewerblichen Zwecken, Versuchszwecke und für die Züchtung neuer Sorten (Züchterprivileg). Darüber hinaus gilt ein Nachbauprivileg in Bezug auf eine begrenzte Liste landwirtschaftlicher Arten; Kleinlandwirte sind dabei noch nicht einmal zur Zahlung einer Lizenzgebühr verpflichtet.

Gebühren

Die Arbeit des gemeinschaftlichen Sortenamtes ist vollständig gebührenfinanziert. Die einzelnen Gebühren werden regelmäßig angepasst, um einerseits die laufenden Ausgaben des Amtes zu decken und andererseits zu verhindern, dass ein unangemessener Überschuss angesammelt wird. Die wichtigsten Gebühren belaufen sich z. Z. auf EUR 450 für die Antragsbearbeitung, EUR 1530 bis EUR 3350 für jedes Jahr der technischen Prüfung und EUR 330 pro Jahr für die Aufrechterhaltung des Sortenschutzes. Die Prüfgebühr entfällt, wenn das Amt einen Bericht über die technische Prüfung aus einem anderen Verfahren (z. B. vorausgegangenem nationalen Sortenschutzantrag oder – bei landwirtschaftlichen Arten – einem Sortenzulassungsverfahren) übernehmen kann. In diesem Fall wird eine Berichtsübernahmegebühr von EUR 320 erhoben.

Technische Nachprüfung

Das gemeinschaftliche Sortenamnt soll das unveränderte Fortbestehen von geschützten Sorten nachprüfen. Technische Nachprüfungen werden z. Z. nicht systematisch sondern nur anlassbegründet durchgeführt. Der Rechteinhaber hat dazu wiederum Pflanzenmaterial der geschützten Sorte zum erneuten Anbau vorzulegen. Im Rahmen dieses Verfahrens erfolgt eine Überprüfung der Homogenität und ein Abgleich mit der offiziellen Sortenbeschreibung. Bei negativem Ausgang kann der Sortenschutz aufgehoben werden. Für die technische Nachprüfung wird keine Gebühr erhoben.

Literatur

EUROPÄISCHE UNION, Verordnung (EG) Nr. 2100/94 des Rates vom 27. Juli 1994 über den gemeinschaftlichen Sortenschutz (JO L 227 01.09.94 p.1).

UPOV, Internationales Übereinkommen zum Schutz von Pflanzenzüchtungen vom 2. Dezember 1961, revidiert in Genf am 10. November 1972, am 23. Oktober 1978 und am 19. März 1991.

UPOV, 2002: Allgemeine Einführung zur Prüfung auf Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit und Erarbeitung Harmonisierter Beschreibungen von Neuen Pflanzensorten; TG/1/3; www.upov.int

Patentschutz in der (Zier-)Pflanzenzüchtung

Patent law in horticulture

Christine Godt

Carl von Ossietzky Universität, Fakultät II,
Department für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften, 26111 Oldenburg

E-Mail: christine.godt@uni-oldenburg.de

DOI 10.5073/jka.2017.004



Zusammenfassung

Der Beitrag analysiert die Konsequenzen der Mitteilung der Europäische Kommission (EU) vom 8.11.2016 für die Patentierbarkeit von (ungerichteter und gerichteter) Mutageneseverfahren. In der Mitteilung widerspricht die EU Kommission der Auslegung des Europäischen Patentamts (EPA). Die aktuelle EPA-Praxis sei nicht mit Art. 4 der Europäischen (EU) Biotechnologie-Richtlinie 98/44/EG vereinbar. Der streitige Fall betraf allein markergestützte Verfahren. Der vorliegende Beitrag überträgt die Grundlinien der Argumentation auf Mutageneseverfahren. Für ungerichtete Mutageneseverfahren (und etwaige Produktsprüche) kommt der Beitrag zum Schluss, dass diese in der Regel vom Patentausschluss erfasst sind. Demgegenüber sind gerichtete Mutageneseverfahren zwar isoliert patentfähig, aber soweit die Ansprüche via abgeleiteten oder isolierten Produktschutz auch Pflanzen erfassen, die ebenso „natürlich“ mutiert haben können oder „natürlich“ vorkommen, ist der Umfang auf das bloße Verfahren beschränkt und erfasst nicht die Produkte.

Stichwörter: absoluter Stoffschutz, Brokkoli, CRISPR/Cas9, Europäische Kommission, Europäisches Patentamt, Genom Editierung, moderne Züchtungsverfahren, Patentausschluss „im wesentlichen biologische Verfahren“, Tomate

Abstract

In November 2016, the EU Commission contradicted the European Patent Office's (EPO) interpretation of Art. 53 lit. b EPC which excludes „essentially biological“ processes from patentability. The EPO's Enlarged Board of Appeal decided in „Broccoli II/ Tomatoes II“ 2015 that product protection is not covered by the exclusion of processes. The EU Commission argues that this narrow interpretation violates the European Community's (EU) Biotechnology Directive (Biotech-Directive). In turn, the European Patent Office stayed all similar procedures (Notice of 24.11.2016). A clarifying decision of the Administrative Council of the Board of Directors European Patent Organisation is expected for summer 2017.

While the facts of the cases „Broccoli II/ Tomatoes II“ concern marker assisted breeding only, the open question is if the novel interpretation affects the qualification of mutagenesis in general and modern breeding techniques, like CRISPR/Cas9, in particular. The author argues that the current practice of the EPO of broad and indiscriminate recognition of product-by-process - (pbp) and product claims is, under the novel interpretation rules, not in line with EU law. The objective of the exclusion in the light of the deliberations of the EU Parliament requires that no product protection (be it as direct claim or via indirect protection scope) is granted to plant material which is not distinguishable from existing plants. This rationale gives effect to the ethical and economic goals of Art. 4 of the Biotech Directive. It applies both to „native traits“ as found in nature, and to potential mutants. The analysis differentiates between random mutagenesis (eventually captured by the patent exclusion) and targeted mutagenesis (patentable process claims without product protection).

Keywords: broccoli, CRISPR/Cas9, essentially biological procedures, European Commission, European Patent Office, genome editing, modern breeding techniques, product protection, tomato

Einleitung

Am 8.11.2016 widersprach die EU Kommission der Auslegung des Art. 53 lit. b Europäisches Patentübereinkommen (EPÜ) durch das Europäische Patentamt (EPA). Die Große Beschwerdekammer des Amtes (GBK-EPA) hatte 2015 im Verfahren „Brokkoli II/ Tomaten II“ die Auffassung vertreten, dass Pflanzen auch dann vom Patentschutz erfasst seien, wenn sie aus Verfahren hervorgegangen sind, die ihrerseits gemäß Art. 53 lit. b EPÜ ausgeschlossen sind. Diese Vorschrift schließt „im wesentlichen biologische Verfahren“ zur Züchtung von Pflanzen/zur Produktion von Pflanzen von der Patentierung aus. Die Kommission argumentiert, dass der Produktschutz nicht mit Art. 4 Abs. 1 lit. b der Europäischen (EU) Biotechnologie-Richtlinie 98/44/EG (Biotech-RL) vereinbar sei. Artikel 4 Abs. 1

lit. b Biotech-RL und Art. 53 lit. b EPÜ sind weitgehend wortgleich. Die Richtlinie gilt aber nur für die EU und richtet sich an die EU-Mitgliedstaaten. Das EPÜ ist in der (völkerrechtlichen) Europäischen Patentorganisation verankert, wird vom EPA administriert und ist nur über die Vertragsstaaten mit der EU verbunden. Artikel 53 lit. b EPÜ wird konkretisiert durch Regel 27 lit. b EPÜ-Ausführungsordnung, mit der der Verwaltungsrat der Europäischen Patentorganisation (EPO) die Biotech-RL in EPÜ-Recht übersetzen wollte, ohne die gesamte EU-Richtlinie übernommen zu haben. Nach der Intervention der Europäischen Kommission „stoppte“ das EPA die Prüfung aller vergleichbaren Verfahren (Mitteilung vom 24.11.2016¹). Ein klarstellender Beschluss des Verwaltungsrats der EPO ist für Sommer 2017 angekündigt.

Bei den „Brokkoli/ Tomaten“ Patenten geht es um Ansprüche auf markergestützt selektierte Pflanzen. Für Zierpflanzen gelten patentrechtlich dieselben Regeln wie für landwirtschaftlich genutzte Pflanzen. Es stellt sich die Frage, welchen Einfluss die neuen Auslegungsregeln für die Patentierung von Mutageneseverfahren und die daraus erzeugten Produkte haben wird. Im Folgenden wird kurz die Argumentation zu markergestützten Verfahren nachgezeichnet. Danach werden zuerst die klassischen Mutagenese induzierenden Verfahren auf die Frage geprüft, ob sich die Neuinterpretation auf die Patentfähigkeit auswirkt. Danach werden moderne Züchtungsverfahren behandelt. Der vorliegende Text ist eine stark gekürzte Version eines parallel entstandenen englischsprachigen Aufsatzes mit dem Arbeitstitel „Plant Patents, Native Traits and Modern Gene-Editing: The Impact of the EU Commissions Intervention in the Broccoli/Tomato case on Modern Plant Production“.

Markergestützte Verfahren

In den beiden genannten Patenten auf Brokkoli und Tomaten² geht es um markergestützt selektierte Pflanzen mit bestimmten Eigenschaften: Bei dem Brokkoli-Patent geht es um eine Pflanze mit erhöhtem Glucosinolat-Level, das sich hemmend auf das Wachstum von Krebszellen auswirken soll. Bei dem Tomatenpatent geht es um Tomaten mit einem verringerten Wassergehalt, deren Früchte am Strauch reifen und trocknen. Zu diesen zwei Patenten entschied die Große Beschwerdekammer des Europäischen Patentamts (GBK-EPA) bereits 2010, dass ein einziger technischer Verfahrensschritt, wie hier eine markergestützte Selektion, nicht ein Verfahren „technisch“ werden lässt, das *insgesamt* als „im wesentlichen biologisch“ zu qualifizieren ist. Solche Verfahren bleiben vom Patentschutz ausgeschlossen. Zu denselben Patenten entschied die GBK-EPA aber 2015, dass Produkte, die aus (nicht patentfähigen) „im wesentlichen biologischen Verfahren“ hervorgehen, durchaus patentfähig seien.³ Nach Ansicht der Europäischen Kommission verstößt diese Auslegung gegen Art. 4 Biotech-RL. Diese Vorschrift sei entgegen der Ansicht der GBK-EPA weit auszulegen und schließe auch Produkte aus solchen Verfahren ein. Damit greift die EU Kommission eine Argumentation des Europäischen Gerichtshofs der *Brüstle*-Entscheidung aus dem Jahr 2014 auf,⁴ der als „whole content approach“⁵ bezeichnet wurde. Danach müssen Ansprüche und Beschreibung zusammengelesen werden und der etwaige Schutz muss mit den Zielen des Rechtssetzers übereinstimmen. Da der Ausschluss sowohl auf ethischen als auch wettbewerblichen Ordnungszielen beruht, könne die Auslegung nicht auf eine Regel-Ausnahme-Argumentation verengt werden.⁶ Unter teleologischer Auslegung der Richtlinie sei es zwingend, auch die Produkte vom Patentschutz auszuschließen, die aus nicht-patentfähigen Verfahren hervorgehen.

Ungerichtete Mutageneseverfahren (Strahlung, Stress)

Hat diese neue Auslegung des Art. 53 lit. b EPÜ Auswirkungen auf die Patentierbarkeit von Mutageneseverfahren, mit denen Pflanzen „von außen“ anderen Bedingungen (Licht, Chemikalien, Bestrahlung) unterworfen werden und durch die eine erhöhte Anzahl von Mutanten erzeugt wird (sog.

¹ EPA-Entscheidung vom 24.11.2016 (<https://www.epo.org/news-issues/news/2016/20161212.html>).

² Brokkoli: EP 1 069 819, Tomaten: EP 1211926.

³ G 2/13 and G2/12, Entscheidungen v. 25.03.2015 – Brokkoli II, Tomaten II (download: www.epo.org).

⁴ C-34/10, EuGH v. 18.10.2011, Slg. 2011 I-9821 – *Brüstle*; dazu C. GODT, Biopatente in der Medizin, in: M. JAHN/J. H. KIM/L. KNEGENDORF/L. RICKLI/F. POLL-WOLBECK (Hrsg.), Medizinrecht, Tübingen: Mohr-Siebeck 2015, 61-81.

⁵ Zu den Vorläuferentscheidungen zum „whole content approach“ auch im EPA F. DOLDER, Die Anwendung von Patentansprüchen nach dem whole content approach, Mitteilungen der deutschen Patentanwälte 2017, 1-15 (S. 2).

⁶ Kritisch zu dieser Argumentationsfigur DOLDER (ebenda, S. 9 ff.).

‘ungerichtete’ Mutageneseverfahren)? Der Patentschutz für solche Verfahren war in den 50/60er Jahren in den Nationalstaaten umstritten,⁷ das Europäische Patentamt hat allerdings von Anfang an Patentschutz für diese Verfahren gewährt.⁸

Die ‘weite’ Auslegung des Art. 53 lit. b EPÜ wirft die Frage auf, ob „ein im wesentlichen biologisches Verfahren“ dadurch gekennzeichnet ist, dass „ein Mensch“ das Verfahren kontrolliert oder ob der biologische Prozess als solches technisch beeinflusst wird. Bislang scheint das EPA davon auszugehen, dass allein durch die Kontrolle des Menschen das gesamte Geschehen als technisch zu qualifizieren ist. Mit einer weiten Auslegung ist der Gesamtprozess aber neu zu konstruieren. Die technische Beeinflussung der Pflanze als solches ist ein technischer Verfahrensschritt. Sie verändert aber nicht den entscheidenden biologischen Prozess der Meiose. Aus dieser Perspektive stellt sich, analog zur Qualifizierung der Markernutzung bei der Selektion, auch die Veränderung der Umweltbedingungen als ein technischer Schritt dar, der im Vorfeld des eigentlichen biologischen Verfahrens liegt und der auch nicht gezielt beeinflusst wird. Als solcher wäre der Schritt zwar isoliert, „technisch“. Die Patentfähigkeit erstreckt sich aber nicht auf den Gesamtprozess. Damit wäre weder ein Verfahrenspatent möglich, das entweder abgeleiteten Patentschutz nach Art. 64 Abs. 2 EPÜ oder isolierten Produktschutz über eine *pbp*-Formulierung beanspruchen könnte, noch ein Produktschutzanspruch.

Für eine solche Auslegung spricht das Regelungsziel der Biopatent-RL. Bei Art. 4 Biotech-RL geht es weniger um die ethischen Vorbehalte, denn Art. 9 gewährt umfassenden Schutz von gentechnisch veränderten Pflanzen. Entscheidend sind die ökonomischen Konsequenzen eines Patentanspruchs, der auch Pflanzen umfassen würde, die *nicht* durch das Verfahren hergestellt sind – aber von diesen nicht unterscheidbar sind – weil diese Mutanten auch „von Natur aus“ vorkommen können. Bei abgeleitetem Produktschutz *droht* insoweit nur die Gefahr, da durch einfache Verfahrenspatente nur Pflanzen geschützt wären, die aus *demselben* Verfahren hervorgegangen sind. Aber die Belastlast wäre umgedreht: Da am Material nicht ablesbar, wäre der Anspruchsgegner beweislastpflichtet, dass er das Material nicht aus dem Verfahren gewonnen habe. Als *pbp*-Ansprüche formulierte Verfahrenspatente würden das Material, gleich aus welchem Verfahren, in vielen Jurisdiktionen direkt als Produktschutz erfassen. Damit droht ein Unterlassensanspruch auch die einfache Pflanzenproduktion schon existierender Pflanzen mit diesen Eigenschaften zu erfassen.⁹ Die Freiheit, Material zu nutzen, wäre bereits durch die drohende Gefahr empfindlich eingeschränkt. Dies aber sollte Art. 4 Biotech-RL verhindern. Deshalb sind ungerichtete Mutageneseverfahren, deren Ergebnisse auch in der Natur vorkommen können, zwar als isolierte technische Schritte patentfähig. Aber ein Anspruch auf den Gesamtprozess, der auch die Meiose umfasst und sich auf die Produkte erstreckt, ist vom Patentschutz ausgeschlossen.¹⁰

⁷ H. SCHIPPEL, Zur Patentierung landwirtschaftlicher Kulturverfahren, GRUR Int. 1958, 333.

⁸ Allerdings unter Widerspruch von Nichtregierungsorganisation, wie z.B. ‘no patents on seeds’, C. THEN, Technical Briefing: How should the exclusions in Article 53 (b) be interpreted to make them effective? Discussion Paper April 2017, <<http://www.ft.dk/samling/20161/almdele/mof/bilag/348/1736652.pdf>>, S. 3.

⁹ Das EPA erachtet *pbp*-Ansprüche als zulässig und überlässt die Interpretation des Schutzzumfangs den Vertragsstaaten. Diese weichen in der Interpretation voneinander ab. Die Reichweite geht von einfachem Verfahrensschutz bis zu isoliertem Produktschutz, einige Vertragsstaaten vertreten Mischformen, dazu D. WALTER, Klassische und markergestützte Zuchtverfahren – Noch kein Patentrezept für Tomaten und Brokkoli, GRUR Prax 2010, 329.

¹⁰ Zur Parallelüberlegung, den Umfang eines erteilten Patents zu beschränken (nicht, wie hier vorgeschlagen, den Anspruch als solchen auszuschließen), A. METZGER, Der Schutzzumfang von Patenten auf Pflanzen nach den EPA-Entscheidungen „Brokkoli II“/„Tomate II“, GRUR 2016, 549. Seine Überlegungen stammen aus dem Jahr 2016 (also zeitlich vor der Kommissions-Mitteilung). In dem Jahr nahmen erteilte Patente mit *pbp*-Ansprüchen kombiniert mit der Hinterlegung des Materials mit Deposit-Nummer zu.

Gerichtete (moderne) Mutageneseverfahren (CRISPR/Cas9 et al.)

Gelten diese Überlegungen auch für moderne Züchtungsverfahren, wie etwa CRISPR/Cas9, die als solche unstreitig patentfähig sind? Eine Vielzahl von Patenten auf genom-editierte Pflanzen und aus modernen Züchtungsverfahren hervorgegangene Pflanzen wurden bereits erteilt.¹¹ Im Unterschied zu den ungerichteten Mutageneseverfahren, greifen moderne Genom-Editierungsverfahren gezielt ('gerichtet') in das Genom ein. Kurze Sequenzabschnitte werden herausgeschnitten, Chromosomen vervielfältigt oder reduziert. Allerdings sind die erzeugten Pflanzen nicht transgen, es wird kein „fremdes“ genetisches Material eingefügt (resp. verbleibt dort nachweisbar). Im Ergebnis sind die Pflanzen, wie bei den ungerichteten Verfahren, in der Regel im Ergebnis von „natürlich mutierten“ Pflanzen nicht unterscheidbar. Insoweit liegt dieselbe Problematik vor, wie bei ungerichteten Mutageneseverfahren.

Die neue Auslegung des Art. 4 Biotech-RL zwingt auch zu Anpassungen beim Patentschutz eindeutig technischer Verfahren zur Veränderung von Pflanzen. Nach allgemeinen Regeln erstreckt sich der Schutzzumfang einfacher Verfahrensansprüche auf das *unmittelbar durch das Verfahren* erzeugte Produkt (Art. 64 Abs. 2 EPÜ). Als *pbp*-formierte Verfahrensansprüche könnten (je nach Jurisdiktion) diese auch Pflanzen mit gleichen Eigenschaften erfassen, die nicht aus dem patentierten Verfahren hervorgegangen sind (Produktschutz). Gerade dies aber soll durch Art. 4 Biotech-RL verhindert werden. Entscheidend ist also auch hier der zur Patentanmeldung gebrachte Gesamtprozess. Die Besonderheit hier liegt darin, dass – anders als bei den ungerichteten Mutageneseverfahren – die Meiose gar nicht vom Verfahrensanspruch berührt wird. Der technische Schritt liegt davor. Mit dem Argument, dass der Gesamtprozess die Meiose umfasst, sind diese Verfahren nicht vom Patentschutz ausgeschlossen. Um dem Regelungsanliegen des Art. 4 Biotech-RL zu entsprechen, ist nicht das Verfahren als solches vom Patentschutz auszuschließen, sondern der Umfang des Patents auf den bloßen Verfahrensschutz zu beschränken. Zwar gilt auch hier, dass ein Patent, das den gesamten Prozess beanspruchen würde, durch Art. 53 lit. b EPÜ vom Patentschutz ausgeschlossen wäre. Soweit aber das technische Verfahren der Genom-Editierung patentfähig ist, bleibt der Patentausschluss aus Art. 53 lit b EPÜ unberührt. Aus Gründen des Art. 4 Biotech-RL ist der Umfang dieser Verfahrensansprüche teleologisch zu begrenzen und um den Produktschutz zu kürzen.

Fazit

Artikel 53 lit. b EPÜ ist im Lichte von Art. 4 Biotechnologie-RL zu interpretieren. Dies gilt nicht allein für markergestützte Selektionsverfahren, sondern auch für ungerichtete und gerichtete Mutageneseverfahren. Bei Betrachtung des Gesamtverfahrens sind ungerichtete Mutageneseverfahren insgesamt vom Patentschutz auszuschließen, soweit sie die Meiose notwendigerweise umfassen. Moderne Verfahren zur Genom-Editierung bleiben isoliert patentfähig; ihr Patentschutz beschränkt sich im Umfang aber auf den bloßen Verfahrensschutz. In diesen Konstellationen ist ein absoluter Produktschutz mit dem Schutzanspruch des Art. 4 Biotech-RL nicht vereinbar.

¹¹ C. PARISI, *New Plant Breeding Techniques: State of the Art, Potential and Challenges* (Doctorial Thesis University of Cordoba), 2012 (pdf available via various webpages on the internet).

Das Nagoya-Protokoll – Auswirkungen auf die Pflanzenzüchtung

The Nagoya Protocol – consequences for plant breeding

Alexandra Bönsch

Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V., Kaufmannstraße 71-73, 53115 Bonn

E-Mail: alexandra.boensch@bdp-online.de

DOI 10.5073/jka.457.2017.005



Zusammenfassung

Zur Ermöglichung geregelten Zugangs von Forschern und Entwicklern zu genetischen Ressourcen und zur Eindämmung der Biopiraterie ist im Jahre 2010 das „Protokoll von Nagoya über den Zugang zu genetischen Ressourcen und die ausgewogene und gerechte Aufteilung der sich aus ihrer Nutzung ergebenden Vorteile zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt“ (Nagoya-Protokoll) verabschiedet worden. Der Beitrag soll die wesentlichen Eckpunkte in der Entstehung und Umsetzung des Nagoya-Protokolls erörtern und die Folgen für die Pflanzenzüchtung aufzeigen. Probleme resultieren insbesondere aus der Tatsache, dass alles bei der Züchtung verwendete Material bis hin zum Endprodukt als genetische Ressource anzusehen ist.

Stichwörter: Biodiversität, genetische Ressourcen, Vorteilsausgleich

Abstract

For the enablement of structured access for researchers and developers to plant genetic resources and for the containment of biopiracy in the year 2010 the “Nagoya Protocol on access to genetic resources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization to the Convention on Biological Diversity” (Nagoya Protocol) was adopted. The article shall discuss the main cornerstones in the genesis and implementation of the Nagoya Protocol and highlight the consequences for the plant breeding industry. Problems result especially from the fact, that all material which is used in plant breeding up to the final product is to be regarded as genetic resource.

Keywords: benefit sharing, biodiversity, genetic resources

Einleitung

Lange Zeit ging die Weltgemeinschaft davon aus, dass die Nutzung aller natürlichen Ressourcen der gesamten Menschheit offen steht und keine souveränen Rechte von Staaten an solchen Ressourcen bestehen. Dieser Grundsatz, der als ‚common heritage of mankind‘ bezeichnet wird, änderte sich mit der Verabschiedung der Biodiversitätskonvention (Convention on Biological Diversity – CBD) im Jahr 1992. Nachdem das Artensterben um 1990 durch die direkte Zerstörung von Lebensräumen (z. B. der Bau von Siedlungen und Infrastrukturen, Abholzung, Brandrodung, Tagebau, Entwässerung, Überfischung, industrielle Landwirtschaft) weltweit dramatische Ausmaße angenommen hatte, war man übereingekommen, dass es eines internationalen Instrumentes zur ‚In-Wert-Setzung‘ von genetischen Ressourcen bedürfe, um dieser Entwicklung entgegen zu wirken. Indem die CBD genetische Ressourcen zum Eigentum des jeweiligen Staates erklärt, auf dessen Hoheitsgebiet sie sich befinden, schafft sie ein handelbares Gut. So soll ein Anreiz zum Schutz genetischer Ressourcen und damit der gesamten Biodiversität entstehen.

Ziele der CBD sind die biologische Vielfalt zu bewahren, genetische Ressourcen nachhaltig zu nutzen und gerechten Vorteilsausgleich bei der Nutzung zu gewährleisten. Das im Oktober 2014 in Kraft getretene Nagoya-Protokoll soll das Ziel des Zugangs zu genetischen Ressourcen und die Gewährleistung von rechtem Vorteilsausgleich weiter vorantreiben, indem es die Vertragsstaaten verpflichtet Kontrollmechanismen für die rechtmäßige Nutzung von genetischen Ressourcen und damit verbundenen traditionellen Wissens zu schaffen.

In der Europäischen Union (EU) wird das Nagoya-Protokoll durch die Verordnung (EU) Nr. 511/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über Maßnahmen für die Nutzer zur Einhaltung der Vorschriften des Protokolls von Nagoya über den Zugang zu genetischen Res-

sourcen und die ausgewogene und gerechte Aufteilung der sich aus ihrer Nutzung ergebenden Vorteile in der Union (EU-Verordnung 511/14) und die Durchführungsverordnung (EU) 2015/1866 der Kommission vom 13. Oktober 2015 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EU) 511/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf das Register von Sammlungen, die Überwachung der Einhaltung der Vorschriften durch die Nutzer und bewährte Verfahren (EU-Durchführungsverordnung 2015/1866) umgesetzt. Dazu kommen nationale Umsetzungsgesetze der Mitgliedstaaten wie das deutsche Gesetz zur Umsetzung der Verpflichtungen nach dem Nagoya-Protokoll und zur Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 511/2014 (NatProtUmsG).

Rechtliche Grundlagen

Das Nagoya-Protokoll selbst verpflichtet die Vertragsstaaten unter anderem dazu Maßnahmen zu ergreifen, die sicherstellen, dass Nutzer bei Zugang zu genetischen Ressourcen die „auf Kenntnis der Sachlage gegründete, vorherige Zustimmung“ des Herkunftsstaates einholen und „einvernehmlich festgelegte Bedingungen“¹ mit dem Herkunftsstaat vereinbaren. Dazu müssen Kontrollinstrumente eingeführt sowie Vorschriften zur Ahndung von Verstößen gegen nationale Gesetzgebung von Vertragsstaaten erlassen werden.

Mit der EU-Verordnung 511/2014 kommt die Europäische Union dieser Verpflichtung nach und schafft damit im Ergebnis erhebliche administrative Hürden für „Nutzer“² von genetischen Ressourcen. „Nutzung“ ist nach der Definition der EU-Verordnung 511/2014 die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten an der genetischen und/oder biochemischen Zusammensetzung genetischer Ressourcen, einschließlich durch die Anwendung von Biotechnologie³. Da die EU-Kommission den Anwendungsbereich der EU-Verordnung 511/2014 bereits als eröffnet ansieht, wenn Forschung und/oder Entwicklung stattfindet und sich der Begriff „genetische Ressource“ auf alles genetische Material pflanzlichen, tierischen oder mikrobiellen Ursprungs bezieht, kann jede Aufnahme einer Pflanze in das Zuchtprogramm potentiell unter den Anwendungsbereich des Nagoya-Protokolls und der EU-Verordnung 511/2014 fallen.

Der Züchter ist nach der EU-Verordnung 511/2014 im Rahmen der gebotenen Sorgfalt verpflichtet sicherzustellen, dass er für Pflanzen, die unter den Anwendungsbereich des Nagoya-Protokolls fallen, die erforderliche Genehmigung des Herkunftsstaates hat, die Bedingungen der Nutzung dokumentiert und den nationalen Kontrollbehörden vorlegen kann. Er muss die Dokumente bis 20 Jahre nach Ende der Nutzung aufbewahren und die enthaltenen Informationen bei Übertragung der genetischen Ressource an nachfolgende Nutzer weitergeben.

Zunächst muss der Züchter also herausfinden, ob die Pflanze, die er für sein Zuchtprogramm verwenden will, unter den Anwendungsbereich der EU-Verordnung 511/2014 fällt. Dies ist dann der Fall, wenn er

- ab dem 12. Oktober 2014
- in einem Vertragsstaat des Nagoya-Protokolls,
- der Zugangsregelungen für solche genetischen Ressourcen erlassen hat,
- auf eine Pflanze zwecks „Nutzung“ zugreift und
- keine Sonderregelungen gelten (Anwendbarkeit des Internationalen Saatgutvertrages).

Schon bei der Feststellung des Anwendungsbereiches trifft der Züchter auf erhebliche Schwierigkeiten. Kennt er den Herkunftsstaat, kann er sich zwar an die ‚Nationale Anlaufstelle‘ im Sinne des Artikels 13 des Nagoya-Protokolls wenden, diese antwortet ihm aber möglicherweise nicht. Insofern gilt Schweigen nicht als Zustimmung zur Nutzung. Im Zweifel obliegt es der Risikoerschätzung

¹ Artikel 17 Nagoya-Protokoll.

² „Nutzer“ bedeutet gemäß der Definition in Artikel 3 Nr. 4 EU-Verordnung 511/14 „eine natürliche oder juristische Person, die genetische Ressourcen oder traditionelles Wissen, das sich auf genetische Ressourcen bezieht, nutzt.“

³ Artikel 3 Nr. 5 EU-Verordnung 511/14.

des Züchters, ob er mit dieser Pflanze züchten will. Erheblich schwieriger ist die Situation bei Handelswaren. Wie soll man feststellen, woher eine im Handel erworbene Pflanze kommt und ob dieser Herkunftsstaat Zugangsgesetzgebung erlassen hat?

Hat der Züchter festgestellt, dass eine Pflanze unter den Anwendungsbereich der EU-Verordnung 511/14 fällt, muss er sich um die entsprechende Vertragsverhandlung mit dem Herkunftsstaat bemühen. Nach Artikel 4 der EU-VO 511/2014 muss der Züchter sodann (sofern ihm kein international anerkanntes Konformitätszertifikat seitens des Herkunftsstaates ausgestellt wird) insbesondere folgende Informationen dokumentieren und an nachfolgende Nutzer weitergeben:

- Datum und Ort des Zugangs zu der genetischen Ressource
- Beschreibung der genetischen Ressource
- Bezugsquelle der genetischen Ressource
- Informationen über nachfolgende Nutzer der genetischen Ressource
- Zugangserlaubnis (Einverständnis des Herkunftsstaates)
- Informationen zum Vorhandensein rechtlicher Verpflichtungen in Bezug auf die genetische Ressource
- Einvernehmliche Zugangsbedingungen (mit Herkunftsstaat vereinbart).

Nach Artikel 7 der EU-Verordnung 511/2014 müssen Züchter zudem beim Erhalt von Forschungsgeldern und bei Inverkehrbringen eines Produktes Sorgfaltserklärungen abgeben. Die Anforderungen an diese Sorgfaltserklärung werden in Artikeln 5 und 6 der EU-Durchführungsverordnung 2015/1866 näher beschrieben. Zunächst ist festzuhalten, dass die Durchführungsverordnung nicht zwischen privater und öffentlicher Forschungsförderung unterscheidet. Insofern fallen auch Zuschüsse privater Einrichtungen (wie z. B. Stiftungen) unter die EU-Durchführungsverordnung 2015/1866. Der Empfänger von Forschungsförderung muss die Erklärung bei der nationalen Behörde abgeben, in deren Hoheitsgebiet er niedergelassen ist⁴. Nach Artikel 7 Absatz 1 der EU-Verordnung 511/2014 ist vorgesehen, dass die national zuständige Behörde Förderungsempfänger zur Abgabe der Erklärung auffordern muss. Wie genau dies geschehen soll, muss noch auf nationaler Ebene festgelegt werden. Hat der Förderungsempfänger seinen Sitz außerhalb der EU und soll die Forschung innerhalb der EU stattfinden, so muss er die Erklärung bei derjenigen nationalen Behörde abgeben, in deren Hoheitsgebiet die Forschung stattfinden soll (Art. 5 Abs. 1 EU-Durchführungsverordnung 2015/1866).

Die Sorgfaltserklärung bei Inverkehrbringen eines Produktes muss ebenfalls bei der nationalen Behörde erfolgen, in deren Hoheitsgebiet der Nutzer niedergelassen ist. Zeitpunkt für die Erklärung ist der zuerst eintretende der folgenden

- vor Marktzulassung, Genehmigung oder Anmeldung oder
- vor erstmaligem Inverkehrbringen oder
- vor Verkauf des Entwicklungsergebnisses zur Vermarktung durch einen Dritten in der EU oder
- vor Verkauf des Entwicklungsergebnisses an einen Dritten außerhalb der EU.

Die Kontrolle für die Einhaltung der Vorgaben aus der EU-Verordnung 511/2014 erfolgt in Deutschland durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) anhand eines ‚risikobasierten Kontrollplans‘⁵. Bei der Gestaltung des Vollzugs in Bezug auf genetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft und dazugehöriger Entscheidungen muss das BfN das Einvernehmen der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) einholen⁶.

⁴ Artikel 5 Absatz 1 Satz 1 EU-Durchführungsverordnung 2015/1866.

⁵ Vgl. Artikel 9 Abs. 3a) EU-Verordnung 511/2014.

⁶ § 6 Abs. 2 NatProtUmsG.

Bedeutung für die Pflanzenzüchtung

Entscheidend für das Ausmaß der Betroffenheit der Pflanzenzüchtung ist dabei die bisher ungeklärte Frage, ob kommerzialisierte Sorten, die nach dem UPOV-Übereinkommen selbst bei vorliegendem Sortenschutz von anderen Züchtern für Forschung und Entwicklung verwendet werden dürfen, unter den Anwendungsbereich des Nagoya-Protokolls fallen können. Hierbei sind insbesondere zwei Punkte von Bedeutung:

- Muss ein Züchter die Herkunft einer im Handel erworbenen Pflanze prüfen? Wenn ja, unter welchen Voraussetzungen? Welche Sorgfaltsmaßstäbe sind anzulegen?
- Muss ein Züchter, der eine unter das Nagoya-Protokoll fallende Pflanze zur Züchtung einer Sorte verwendet hat, Mitbewerbern sein Zuchtbuch offenlegen, weil die EU-Verordnung 511/2014 ihn zur Weitergabe von Informationen an den nachfolgenden Nutzer verpflichtet? Oder darf man davon ausgehen, dass nur die Weitergabe der Pflanze in ihrer Ursprungsform unter diese Vorschrift fällt?

Bisher hat die EU-Kommission in ihren unverbindlichen Leitlinien zum Anwendungsbereich⁷ lediglich klargestellt, dass Handelsware grundsätzlich vom Anwendungsbereich der EU-Verordnung 511/2014 erfasst wird. Ob dieser Grundsatz auch für den speziellen Fall kommerzialisierter Sorten Gültigkeit beansprucht, ist noch nicht geklärt. Um zu verhindern, dass die Züchtungsausnahme - wie sie im UPOV-Übereinkommen zum Schutz von Pflanzenzüchtungen niedergelegt ist - ausgehöhlt wird, muss für Produkte, die selbst eine genetische Ressource darstellen, ein Endpunkt der Verpflichtungen aus der EU-Verordnung festgelegt werden. Kommerzielle Sorten dürfen daher nicht vom Anwendungsbereich der EU-Verordnung erfasst sein.

Eine letzte Chance zur Klarstellung, dass kommerzialisierte Sorten nicht vom Anwendungsbereich erfasst werden, verbleibt der EU-Kommission bei der Darstellung in den sektorspezifischen Leitlinien zur Pflanzenzüchtung. Diese ebenfalls unverbindlichen Ansichten der EU-Kommission zur Frage wie „Nutzung“ im Bereich der Pflanzenzüchtung auszulegen ist, werden aktuell von einer Beratungsfirma in Zusammenarbeit mit einem Expertengremium erstellt. Nach der Diskussion im sogenannten ‚Konsultationsforum‘ wird ein finaler Entwurf von der Beratungsfirma erstellt, der voraussichtlich im März 2017 der EU-Kommission vorgelegt wird. Danach können die Mitgliedstaaten Änderungen anregen. Die EU-Kommission entscheidet letztendlich allein über die Inhalte.



Fazit

Die Arbeit der Pflanzenzüchter wird sich insbesondere in Bezug auf die Administration durch die EU-Verordnung 511/2014 erheblich ändern müssen. Wie stark einzelne Unternehmen von den Vorgaben betroffen sind, hängt jedoch von vielen Faktoren ab. So werden landwirtschaftliche Kulturarten, die sich im Rahmen des Internationalen Saatgutvertrages bewegen, deutlich weniger von der EU-Verordnung 511/2014 betroffen sein als Zierpflanzenzüchter. Auch werden manche Unternehmen sich züchterisch gar nicht mit Pflanzenmaterial befassen, welches unter den Anwendungsbereich der EU-Verordnung 511/2014 fällt. Jedoch obliegt es allen Unternehmen in gleicher Weise, sich mit den Vorgaben der EU-Verordnung 511/2014 auseinanderzusetzen und zu evaluieren, ob die Nutzung von Pflanzenmaterial Verpflichtungen nach der EU-Verordnung 511/2014 auslöst.

⁷ Die EU-Kommission will durch die Leitlinien sowohl Mitgliedstaaten als auch Nutzern genetischer Ressourcen Hilfestellung beim Umgang mit den Vorgaben aus der EU-Verordnung geben. Die Leitlinien sind rechtlich unverbindlich, da nur die Europäischen Gerichte über die korrekte Auslegung von Rechtstexten urteilen können. Gleichwohl haben die im Leitfaden geäußerten Ansichten der EU-Kommission starken Indizcharakter für die Handhabung durch die nationalen Kontrollbehörden. Einsehbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:C:2016:313:TOC>

2 Züchtungsmethodik

CRISPR/Cas9 und andere Genome Editing Techniken

CRISPR/Cas9 and other techniques for genome editing

Frank Hartung, Jochen Schiemann, Thorben Sprink

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen,
Institut für die Sicherheit biotechnologischer Verfahren bei Pflanzen, Erwin-Baur-Str. 27,
06484 Quedlinburg

E-mail: frank.hartung@julius-kuehn.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.006



Zusammenfassung

CRISPR/Cas9 und andere Nukleasetechniken ermöglichen es seit relativ kurzer Zeit erstmals gezielte sequenz-spezifische Veränderungen an Pflanzengenomen durchzuführen. Im Moment gibt es vier verschiedene Nukleasetechniken, die Meganukleasen, Zink Finger und TALE-gesteuerte Nukleasen, die durch ein Protein an ihre Zielsequenz dirigiert werden, sowie CRISPR/Cas9, die zu den RNA-gesteuerten Nukleasen gehört. Von diesen Nukleasen hat sich CRISPR/Cas9 auf Grund seiner einfachen Herstellung und Applikation als die effizienteste Technik durchgesetzt. In den 3-4 Jahren seit der Beschreibung der Technik für die Anwendung in Eukaryonten hat sich CRISPR/Cas9 weltweit ausgebreitet und wird in Tausenden Laboren zur Forschung sowie in der Pflanzenzüchtung und in medizinischen Anwendungen benutzt. In diesem Artikel werden die verschiedenen Nukleasen, die für das Genome Editing eingesetzt werden vorgestellt und einige der bereits erfolgreichen Anwendungen im Pflanzenbereich.

Stichwörter: Meganukleasen, TALEN, Zink Finger

Abstract

Due to the application of CRISPR/Cas9 and other nucleases it is now for the first time possible to address sequence alteration in plant genomes specifically. There are four different nuclease techniques, the meganucleases, zinc finger- and TALE-nucleases which are all protein guided nucleases as well as CRISPR/Cas9, which belongs to the RNA guided nucleases. From these four different nucleases, CRISPR/Cas9 is the easiest in construction and application and it turns out to be the most efficient one used in research. In 2012 the first application of CRISPR/Cas9 in eucaryotes was published and since then it has spread over thousands of research labs worldwide and was successfully applied in plant breeding and first medical treatments. In this article the different nucleases used for genome editing and some of their first successful application in plant breeding and research are presented.

Keywords: meganucleases, TALEN, zinc finger

Einleitung

Unter Genome Editing (GE) versteht man die Veränderung der DNA-Sequenz in einem Genom und zwar an bestimmten Orten, die man gezielt ansteuern kann. Für diese Technik kommen zwei verschiedene Methoden zum Einsatz. Die Oligonukleotid gerichtete Mutation (ODM) und die induzierte Mutation durch Erzeugung eines gezielten DNA-Bruches unter Verwendung von ortsspezifischen Nukleasen (SDN).

Bei der ODM-Technik wird ein kurzes Oligonukleotid, das aus modifizierten DNA-Basen, RNA oder aus einer Mischung von beiden bestehen kann, in die Zelle eingebracht. Dieses Oligonukleotid ist komplementär zu der vorab gewählten Zielsequenz, die verändert werden soll. Durch die Modifikationen bindet das Oligonukleotid sehr spezifisch an die Zielsequenz und verdrängt den komplementären DNA-Strang. Das Oligonukleotid ist dabei so konstruiert, dass mindestens eine der Basen (möglich sind bis zu vier Basen) nicht zu der genomischen DNA passt und sich somit eine oder mehrere Fehlpaarungen ergeben (Abb. 1).

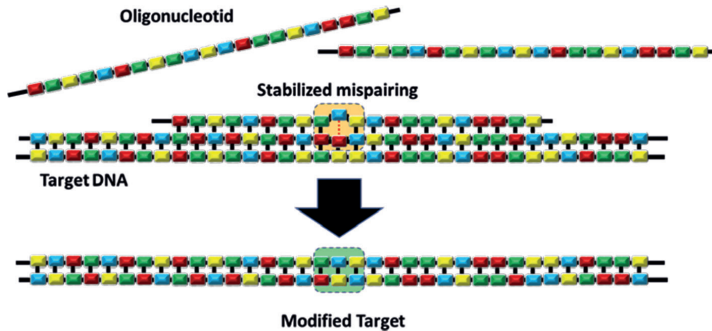


Abb. 1 Schematische Darstellung der Oligonucleotid gerichteten Mutagenese (ODM). Die farbigen Kästen symbolisieren die Basen der DNA. Durch Fehlpaarung des Oligonucleotids mit der genomischen DNA ergibt sich ein Hybrid-Template für die Fehlpaarungsreparatur, diese kann in Einzelfällen ein modifiziertes Ziel ergeben.

Fig. 1 Schematic diagram of the Oligonucleotide directed mutagenesis (ODM). The coloured boxes symbolize the bases of DNA. Imprecise pairing of the oligonucleotide with the genomic DNA results in a hybrid template during the repair process. Therefore, modified targets occur in particular cases.

Solche Fehlpaarungen werden von dem zelleigenen Fehlpaarungsreparatur-Mechanismus erkannt und repariert. Bei dieser Reparatur können Fehler auftreten, was dazu führt, dass die auf dem Oligonucleotid kodierte nicht passende Base die neue Sequenz bestimmt. Hierdurch können Punktmutationen sehr spezifisch eingebaut werden. In der Regel wird diese Technik für die Erzeugung von Herbizidresistenzen eingesetzt (SAUER et al., 2016).

Die für das GE eingesetzten Nuklease-Techniken, die in den letzten Jahren im Labor entwickelt wurden, sind im Prinzip nur weiterentwickelte Varianten von Systemen, die in der Natur vorkommen. Es gibt dafür im Moment vier Haupttechniken, die auf unterschiedlichen Nuklease-Systemen beruhen.

Meganukleasen

Die Meganukleasen (MN) sind im Prinzip Restriktionsenzyme wie sie bei Bakterien lange bekannt sind. Sie schneiden an einer spezifischen Sequenz und bestehen aus einem Protein, das DNA bindet und diese restringiert. Der Begriff Mega- bezieht sich dabei auf die lange Erkennungssequenz (15-25 Basen) dieser Enzyme, da eine kurze Basenabfolge zu oft im Genom von Eukaryonten vorkommen würde. Man findet diese Nukleasen üblicherweise in Hefe oder Algen. Durch *in vitro* Selektion ist es möglich, die Erkennungssequenz von Meganukleasen zu modifizieren und somit für neue Erkennungs-Sequenzen zu optimieren (GRIZOT et al., 2009). Dieses Verfahren ist allerdings zeit- und kostenaufwändig. Daher haben sich Meganukleasen nicht als Standard im GE durchgesetzt. Ihre hohe Genauigkeit könnte allerdings dafür sorgen, dass MN im Bereich der menschlichen Gentherapie Anwendung finden.

Zink Finger- und TALE-Nukleasen

Zink Finger- (ZFN) und TALE-Nukleasen (Transcription activator like effectors) bestehen aus zwei Protein-Komponenten, der DNA-Bindungsdomäne (ZF oder TALE) sowie einer Nuklease (meistens FokI aus dem *Flavobacterium okeanoikoites*; SANDER et al., 2011; BOCH et al., 2009). Das Prinzip der beiden Systeme ist sehr ähnlich, wobei die ZFN mit ihren einzelnen Fingern jeweils drei Basen gleichzeitig und die TALEs mit jeder Bindedomäne nur eine Base erkennen (SPRINK et al., 2014). Dadurch sind TALEN leichter an neue Erkennungssequenzen anzupassen und ermöglichen es, eine größere Anzahl an verschiedenen Stellen im Genom zu adressieren. Die häufig verwendete FokI-Nuklease ist unspezifisch und kann nur als Dimer schneiden, wodurch jeweils zwei Zink Finger bzw. TALE-Proteine binden müssen.

CRISPR/CAS9

CRISPR steht als Akronym für "clustered regularly interspaced short palindromic repeats". Diese Nuklease-Technik beruht auf einem anderem Erkennungs- und Bindsystem. Anstatt dass ein Teil des Proteins die DNA-Sequenz erkennt und bindet, macht dies in dem CRISPR/Cas9 System eine kurze RNA-Sequenz, die sogenannte single guide RNA (sgRNA). Üblicherweise ist diese sgRNA 20nt lang und bindet an die komplementären 20 Basen in der genomischen DNA (JINEK et al., 2012). Dieser Komplex wird von dem CRISPR-assoziierten Protein (Cas9) erkannt und geschnitten, sofern sich eine sogenannte Protospacer benachbarte Sequenz (PAM) direkt dahinter im Genom befindet. Die Herstellung von neuen CRISPR/Cas9-Nukleasen ist denkbar einfach und beschränkt sich darauf, jeweils eine neue sgRNA zu definieren. Diese wird dann einfach als Oligonukleotid bestellt und in den Vektor, in dem sich das Cas9-Protein befindet, kloniert. Auf Grund dieser extrem einfachen Adressierung neuer Schnittstellen in der Genomsequenz hat sich CRISPR/Cas9 in kurzer Zeit (seit 2012) durchgesetzt, so dass die meisten GE-Anwendungen heutzutage damit durchgeführt werden.

Wie bereits erwähnt sind sich die Nuklease-Systeme von der Wirkung her sehr ähnlich, sie induzieren jeweils einen Doppelstrangbruch (DSB) in der DNA, dieser wird anschließend von zelleigenen Reparatursystemen behoben, da solche Brüche für die Zellen sehr gefährlich sind. Sie behindern nicht nur das Ablesen der Gene, sondern sie verleihen der Erbsubstanz auch Instabilität. Daher haben Organismen im Laufe ihrer Evolution Reparatursysteme hervorgebracht, die solche Brüche möglichst schnell beseitigen.

In einem Pflanzen genom werden DNA-Doppelstrangbrüche fast ausschließlich durch den zelleigenen Mechanismus des „Non-homologous end joining“ (NHEJ) repariert (>99 %). Bei dieser Reparatur werden die DNA-Brüche entweder direkt durch ein Enzym (Ligase) wieder zusammengefügt oder die Bruchenden werden vor dem Zusammenfügen verkürzt. NHEJ umfasst zwei Spielarten: Das klassische NHEJ, welches fehlerfreie Reparaturen ermöglicht, und das alternative NHEJ, bei dem es zu Fehlern bei der Reparatur kommen kann (BÉTERMIER et al., 2014). Die Häufigkeit der Fehler ist schwer zu berechnen, da keine Daten darüber vorliegen, wie oft korrekt repariert wird. Nach bisher vorliegenden Erkenntnissen führen etwa 2/3 dieser Reparaturfehler zu einem funktionellen Ausschalten des betroffenen Gens. Folgende Fehler können auftreten:

- Insertion oder Deletion von einzelnen Basen,
- Insertion oder Deletion von Sequenzen unterschiedlicher Länge,
- Basen-Substitutionen,
- DNA-Inversionen (Herausbrechen, Verdrehen und Wiedereinfügen eines DNA-Stückes) und Translokationen (DNA-Segmente brechen heraus und werden an anderer Stelle wieder eingefügt).

Diese Art Fehler treten ohne weitere Einflussnahme des Menschen zufällig auf. Bietet man der Zelle jedoch Sequenzen an, die Homologie zu dem Bereich der DNA in dem der DSB stattfindet zeigen, dann kann die Reparatur in eine Richtung getrieben werden, die als „homology directed repair“ (HDR) bezeichnet wird. Bei der HDR nutzt die Zelle eine sogenannte Donor-DNA, die man als Template oder Matrize anbieten kann.

Egal welche Nukleasetechnik verwendet wird, bieten sich also mehrere Möglichkeiten, welche Veränderung der Sequenz nach der Reparatur des DSB entstehen kann. Lässt man die Nuklease ohne „Anleitung“ (d. h. ohne zugegebene Matrize) schneiden, dann repariert die Zelle per NHEJ und es können die oben erwähnten Veränderungen auftreten (Abb. 2, links). Diesen Vorgang nennt man SDN-1 für „Site Directed Nuclease 1“ (EFSA, 2012). Gibt man eine Sequenz hinzu, die als Matrize für die gezielte Veränderung benutzt werden kann, dann geht die Reparatur vermehrt in Richtung HDR und es können beabsichtigte Veränderungen der bestehenden Sequenz erzielt werden, dies nennt man SDN-2 (Abb. 2, Mitte). Gibt man eine Matrize hinzu, die an ihren beiden Enden mindestens 500bp Homologie zu der Sequenz im Bereich des DSB hat, dann nennt man dies SDN-3 und die gesamte Sequenz innerhalb der Homologiebereiche kann in den DSB hineinkopiert werden. Dieser

letzte Vorgang ist am ehesten mit der Einführung von Transgenen zu vergleichen, es können aber auch Gene aus kreuzbaren Partnern an dem homologen Locus eingebracht werden, dann nennt man das Cisgenese (Abb. 2, rechts).

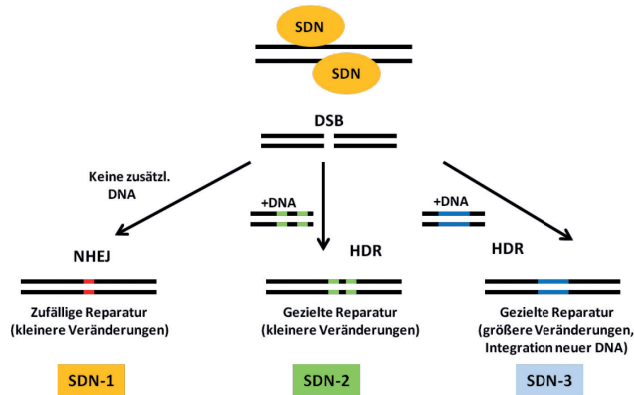


Abb. 2 Schematische Darstellung der drei SDN-Typen. Je nachdem, ob zu dem durch die „Site Directed Nuclease“ (SDN) induzierten Doppelstrangbruch (DSB) eine DNA-Matrize zugegeben wird, ergeben sich verschiedene Reparaturmöglichkeiten (NHEJ = SDN-1 oder HDR). Je nach Sequenz der DNA-Matrize kann dies zu kleineren gezielten Veränderungen führen (SDN-2) oder zur Integration längerer Sequenzen (SDN-3). Abkürzungen: NHEJ = Non Homologous End Joining; HDR = Homology Directed Repair.

Fig. 2 Schematic diagram of three SDN types. Depending on the case, if a DNA matrix is added to the double strand break induced by a „Site Directed Nuclease“ (SDN), different repair pathways (NHEJ = SDN-1 or HDR) are possible. According to the sequence of the DNA matrix this yields small directed variations (SDN-2) or the integration of longer sequences (SDN-3). Abbreviations: NHEJ = Non Homologous End Joining; HDR = Homology Directed Repair.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es mit den neuen Technologien zum Genome Editing möglich ist, an einem bekannten Genlocus in einer Pflanze nahezu jede beliebige Veränderung vorzunehmen. Hierdurch können bekannte gewünschte Eigenschaften innerhalb von Arten oder über Artgrenzen hinweg völlig neu kombiniert werden. Durch den Einsatz des sehr einfach herzustellenden und sehr effizienten CRISPR/Cas9-Systems ist es damit auch möglich, Veränderungen am Genom in Pflanzen zu erzeugen, die nicht zu den „cash crops“ gehören und dies ist zudem auch kleineren und mittelständischen Unternehmen und nicht nur den Großkonzernen möglich.

Literatur

- BOCH, J., SCHOLZE, H., SCHORNACK, S., LANDGRAF, A., HAHN, S., KAY, S., LAHAYE, T., NICKSTADT, A. UND U. BONAS, 2009: Breaking the Code of DNA binding specificity of TAL-type III effectors. *Science* **326**, 1509-1512.
- EFSA. European Food Safety Authority Panel on Genetically Modified Organisms, 2012: Scientific opinion addressing the safety assessment of plants developed using zinc finger nuclease 3 and other site-directed nucleases with similar function. *EFSA J.* **10**, 2943.
- GRIZOT, S., SMITH, J., DABOUSSI, F., PRIETO, J., RENDONDO, P., MERINO, N., VILLATE, M., THOMAS, S., LEMAIRE, L., MONTOYA, G., PLANCO, F.J., PAQUES, F. UND P. DUCHATEAU, 2009: Efficient targeting of a SCID gene by an engineered single-chain homing endonuclease. *Nucleic Acids Res* **37** (16), 5405-5419.
- JINEK, M., CHYLINSKI, K., FONFARA, I., HAUER, M., DOUDNA, J.A. UND E. CHARPENTIER, 2012: A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science* **337**, 816-821.
- SANDER, J.D., DAHLBORG, E.J., GOODWIN, M.J., CADE, L., ZHANG, F., CIFUENTES, D., CURTIN, S.J., BLACKBURN, J.S., THIBODEAU-BEGANNY, S., QI, Y., PIERICK, C.J., HOFFMAN, E., MAEDER, M.L., KHAYTER, C., REYON, D., DOBBS, D., LANGENAU, D.M., STUPAR, R.M., GIRALDEZ, A.J., VOYTAS, D.F., PETERSON, R.T., YEH, J.R. UND J.K. JOUNG, 2011: Selection-free zinc-finger-nuclease engineering by context-dependent assembly (CoDA). *Nat Methods* **8** (1), 67-69.
- SAUER, N.J., MOZORUK, J., MILLER, R.B., WARBURG, Z.J., WALKER, K.A., BEETHAM, P.R. SCHOPKE, C.R. UND G.F.W. GOCAL, 2016: Oligonucleotide-directed mutagenesis for precision gene editing. *Plant Biotech. J.*, **14**, 496-502.
- SPRINK, T., METJE, J. UND F. HARTUNG, 2014: Plant genome editing by novel tools: TALEN and other sequence specific nucleases. *Curr. Opin. Biotech.* **32**, 47-53.

Neue Strategien zur Erzeugung von haploiden Kulturpflanzen durch Verfahren der Genomeliminierung

New strategies for the development of haploid crop plants via genome elimination

Frank Dunemann

Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen,
Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg

E-Mail: frank.dunemann@julius-kuehn.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.007



Zusammenfassung

Die für eine Hybridsortenzüchtung erforderlichen genetisch homogenen Elternlinien, deren genetische Kombination die erwünschten Hybridgenotypen ergibt, werden gegenwärtig durch zeitintensive erzwungene Selbstbefruchtung (Inzucht) oder alternativ durch In-vitro-Techniken wie z. B. Mikrosporenkultur erstellt. Für die meisten Nutzpflanzen, darunter auch die Kulturmöhre (*Daucus carota*), ist eine brauchbare In-vitro-Haploidisierungstechnologie nicht vorhanden oder nur für eine begrenzte Auswahl von Genotypen nutzbar. Neuere wissenschaftliche Erkenntnisse bei der Modellpflanze Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) haben gezeigt, dass der Prozess der Chromosomeneliminierung genetisch induzier- und steuerbar ist. Hierzu wird das Histon-Protein CENH3 aus der Zentromerregion der Chromosomen genetisch so verändert, dass nach Kreuzung zweier Pflanzen der Chromosomensatz des modifizierten Elters im Verlauf der Embryonalentwicklung eliminiert wird. So genannte *Inducer*-Genotypen mit modifiziertem CENH3 werden als Kreuzungselter mit dem Ziel verwendet, den Chromosomensatz des modifizierten Elters zu eliminieren. Um diese neue Haploidentechnik der Zentromervermittelten Genomeliminierung für die Möhren-Hybridzüchtung zu entwickeln, wurden zunächst das CENH3-Gen der Möhre und einer weit entfernt verwandten Art, dem Ginseng (*Panax ginseng*) kloniert. Zur Induktion von *Knockout*-Mutationen innerhalb des Möhren-CENH3-Gens wurde die *Genome Editing*-Technologie CRISPR/Cas9 eingesetzt. Ein auf *Agrobacterium rhizogenes* basierendes Ko-Transformationsystem wird eingesetzt, um eine Komplementation des mutierten Möhren-CENH3-Gens durch das artfremde Ginseng-Gen zu erreichen. Regenerierte T0-Pflanzen werden als Kreuzungselter eingesetzt, mit dem Ziel (doppel)haploide Genotypen zu generieren. Bei der alternativen ‚Ein-Schritt‘-Methode werden mittels CRISPR/Cas9 verschiedene zielgerichtete Mutationen im nativen Möhren-CENH3-Gen induziert, die nicht letal sein dürfen, letztlich aber zu der erwünschten Eigenschaft der Haploiden-Induktion führen sollen.

Stichwörter: CENH3, *Daucus carota*, Doppel-Haploide (DH), Haploide, Möhre, Zentromer

Abstract

The generation of haploids is one of the most powerful means to accelerate the plant breeding process. In most crop species, an efficient haploid technology is not yet available or only applicable to a limited set of genotypes. Based on recent results published for *Arabidopsis thaliana*, manipulating the centromeres of the chromosomes has been proposed as universal novel method for the production of haploid plants. By this way, haploids can be generated through manual cross-fertilizations after manipulating a single centromere protein, the centromere-specific histone H3 variant CENH3, in one of the parents designated as 'haploid inducer'. Crosses with haploid inducer genotypes result in karyotypically unstable embryo cells, which have lost one of the parent-specific chromosome sets. To lay a first foundation of a putative alternative haploidization strategy based on centromere-mediated genome elimination in cultivated carrots, functional CENH3 genes of several *Daucus* species and ginseng (*Panax ginseng*) were cloned and cytogenetically analyzed. Since our aim was to knock-out and complement the endogenous carrot CENH3, a co-transformation of a CRISPR/Cas9-based carrot CENH3 knockout construct together with the ginseng CENH3 gene was performed by using a wild type *Agrobacterium rhizogenes* strain. Molecular analyses of regenerated hairy roots and carrot plants have shown that CRISPR/Cas9-based modifications within the carrot CENH3 gene have been achieved in some transgenic lines, and that the over-expressed ginseng CENH3 gene is functionally active. Additionally, 'one-step' approaches based on targeted induction of mutations within the endogenous CENH3 gene through CRISPR/Cas9 are tested for their use to develop carrot haploid inducer genotypes.

Keywords: carrot, CENH3, centromer, *Daucus carota*, double-haploids (DH), haploids

Einleitung

Die Erzeugung von Haploiden ist eine der wirksamsten Methoden, um den Züchtungsprozess zu beschleunigen. Traditionell werden die insbesondere für die F_1 -Hybridsortenzüchtung benötigten genetisch homogenen (homozygoten) Elternlinien durch Selbstbefruchtung – bei Fremdbefruchtern auch als Inzucht bekannt – erstellt. Dieser Prozess erfordert oft sechs, sieben oder sogar acht Generationen, was jedoch insbesondere bei zweijährigen Pflanzenarten wie z. B. der Möhre oder der Zuckerrübe ausgesprochen zeitaufwendig ist. Als eine Alternative zur herkömmlichen Inzuchtlinien-Herstellung wird die Erzeugung von doppelt-haploiden Pflanzen (DH-Linien) angesehen, deren Genom auf nur einem elterlichen Chromosomensatz basiert. Durch eine Verdoppelung des zunächst haploiden Genoms, welche durch eine Kolchizinbehandlung induziert werden kann, oft aber auch spontan erfolgt, können reinerbige DH-Linien hergestellt werden. Im Verlauf der letzten Jahrzehnte wurden eine Reihe von In-vitro-Techniken entwickelt und in der Pflanzenzüchtung eingesetzt, wie z. B. die Antheren- und Mikrosporenkultur oder aber die Nutzung der Entstehung Haploider aus mütterlichen Gameten durch Kultur von Samenanlagen und Eizellen. Eine Übersicht zu dieser Thematik ist z. B. bei DUNWELL et al. (2010) zu finden. Da die Möglichkeiten der Regeneration von haploiden Pflanzen sehr stark von der jeweiligen Pflanzenart und darüber hinaus auch oft vom Genotyp beeinflusst werden, sind reine In-vitro-Methoden meist nicht sehr effektiv. Eine *in situ*-Induktion von Haploiden mütterlicher Herkunft kann in manchen Fällen auch durch Bestäubung mit bestrahltem Pollen der gleichen Spezies erfolgen. MUROVEC und BOHANEK (2012) listen eine Reihe von Arten auf, darunter auch die Zierpflanzen Nelken, Rosen und Petunien, bei denen, meist unter Zuhilfenahme von in-vitro-basierten ‚embryo rescue‘-Techniken, die Erzeugung Haploider erfolgreich war. Mais (*Zea mays*) stellt insofern eine Besonderheit dar, dass hier auch intra-spezifische Kreuzungen mit speziellen Induktor-Genotypen zu maternalen Haploiden führen. Insbesondere sogenannte ‚Inducer-Linien‘, welche vom Mais-Genotyp ‚Stock 6‘ abgeleitet wurden, haben bei Mais die moderne DH-Linien-basierte Hybridzüchtung erst möglich gemacht (PRIGGE und MELCHINGER, 2012). ‚Weite Kreuzungen‘ zwischen verschiedenen Arten einer Gattung haben sich vor allem bei einigen Getreidearten als eine sehr effektive Methode der Haploidengewinnung erwiesen. Seit längerem ist bekannt, dass bei Kreuzung verwandter Arten eine spontane Eliminierung eines kompletten elterlichen Chromosomensatzes erfolgen kann. Ein Beispiel hierfür ist die Kreuzung der Kulturgerste (*Hordeum vulgare*) mit der Wildart *H. bulbosum*, die auch unter dem Namen ‚Bulbosum-Technik‘ bekannt ist. Neuere wissenschaftliche Arbeiten haben gezeigt, dass bei der Gerste die genetische Steuerung der uniparentalen Chromosomeneliminierung unter maßgeblicher Beteiligung des Histon-Proteins CENH3 aus der Zentromerregion der Chromosomen erfolgt (SANEI et al., 2011). Eine sehr ausführliche aktuelle Übersicht über die verschiedenen Möglichkeiten der Haploidentstehung als Folge von Chromosomeneliminierungen ist bei ISHII et al. (2016) zu finden.

Die Bedeutung des Zentromers für die Genomeliminierung

Das Zentromer ist ein unerlässlicher Bestandteil eines jeden eukaryotischen Chromosoms. Es handelt sich dabei um die Region eines Chromosoms, welche die Schwesterchromatiden zusammenhält und in der Meta- bzw. Anaphase der Mitose und Meiose als Ansatzpunkt für die Spindelfasern dient. Ursprünglich bezeichnete man als Zentromer den Bereich der primären Konstriktion (Einschnürungsstelle) eines Metaphase-Chromosoms. An Proteinkomplexen des Zentromers (Kinetochor) setzen die Mikrotubuli-Fasern des Spindelapparates an, die die Schwesterchromatiden zu den entgegengesetzten Zellpolen ziehen. Der Verlust des Zentromers führt in der Regel zur Inaktivierung des Chromosoms und schließlich auch zu dessen Verlust (WANG et al., 2009). Die Verpackung der DNA innerhalb eukaryotischer Zellkerne erfolgt unter Beteiligung verschiedener Histon-Proteine, darunter auch das Histon H3. Das als kanonische Histon H3 bezeichnete Protein ist als Grundbaustein der Nukleosomen ein Hauptbestandteil des Chromatins. In den Nukleosomen der Zentromerregion ist das kanonische H3 durch eine spezielle Variante, dem zentromerischen Histon H3 (engl. CENH3) ersetzt. CENH3 ist typisch für funktionale Zentromere, d. h. es ist maßgeblich am Andocken des Spindelfaserapparates an das Kinetochor beteiligt. Die hierbei ablaufenden Prozesse sind zum Teil noch unerforscht.

CENH3 ist ein universelles Protein, welches in allen Eukaryonten vorkommt. Trotz erheblicher Unterschiede in Länge und Sequenz zeigt das CENH3-Protein einen erheblichen Grad an Konservierung hinsichtlich seiner Struktur und Funktion. Insbesondere die C-terminale Histon-Faltungsdomäne (HFD) ist bei höheren Pflanzen hochgradig konserviert. Insbesondere die als CATD bezeichnete Region der HFD scheint für die Erkennungsreaktionen zwischen Kinetochor und Spindelfasern eine besondere Rolle zu spielen. Ein Ausschalten der CENH3-Expression oder auch starke Überexpression führt zu schwerwiegenden Störungen beim Andocken des Spindelfaserapparates und damit zu erheblichen Problemen bei der Zellteilung bis hin zu massiven Wuchsstörungen oder gar Letalität (WATTS et al., 2016).

Die genetische Kontrolle der CENH3-Bildung erfolgt in vielen Fällen, so z. B. bei *Arabidopsis thaliana*, Reis (*Oryza sativa*) oder Mais, aber auch in *Drosophila*, Hefe (*Saccharomyces*) und auch beim Menschen durch ein einziges (single copy) CENH3-Gen (WATTS et al., 2016). Ausnahmen sind einige Leguminosen und *Brassica*-Arten. Während der letzten zehn Jahre wurde das CENH3-Gen in etwa einem Dutzend Pflanzenarten identifiziert und kloniert, darunter auch in der Kulturmöhre (DUNEMANN et al., 2014) und der entfernt verwandten Art *Panax ginseng* (DUNEMANN, unveröff.). Ein Vergleich der CENH3-Proteinsequenzen von *Daucus carota*, drei *Daucus*-Wildarten und dem Echten Ginseng ist in Abbildung 1 dargestellt. Bei fast identischer Proteinlänge unterscheidet sich der Ginseng von der Möhre an mehr als 30 Positionen in der Aminosäuresequenz, und dies vor allem im hypervariablen N-terminalen Bereich des CENH3-Proteins.

MARTKHPAKRSSGHRSRGPPLSGTPTRRSXA	SPREADAQGGQQRKPHRFKPGTVALREI	RFKFKTWNLLI	PAAPFI	RTVR	Majority
10	20	30	40	50	60
MARTKHPAKRRTSGHRSRGPPLSGTPRRRS	TAIPREADAQGGQQRKPHRFKPGTVALREI	RFKFKTWNLLI	PAAPFI	RTVR	<i>Daucus carota</i>
MARTKHPAKRSSGHRSRGPPLSGTPR	RSTASPREADAQGGQQRKPHRFKPGTVALREI	RFKFKTWNLLI	PAAPFI	RTVR	<i>Daucus muciculus</i>
MARTKHPAKRSSGHRSRGPPLSGTPRTR	TASPREADAQGGQQRKPHRFKPGTVALREI	RFKFKTWNLLI	PAAPFI	RTVR	<i>Daucus pusillus</i>
MARTKHPAKRSSGHRSRGPPLSGTPRTR	TASPREADAQGGQQRKPHRFKPGTVALREI	RFKFKTWNLLI	PAAPFI	RTVR	<i>Daucus gluchidatus</i>
MARTKQIAKRSTGHRTAGSSSTPTKRS	GRNVVPIGEGGQTQRKAHRYRPGTVALREI	RHFQKTWNLLI	PAAPFI	RTVR	<i>Panax ginseng</i>
90	100	110	120	130	140
EISFYLA	PSITRWQAEALRAIQEAAEDFI	IHLFEDAMLC	AIHARRVTVMKKDWELARRL	GKKAQPW	Majority
EISFYLA	PSITRWQAEALRAIQEAAEDFI	IHLFEDAMLC	AIHARRVTVMKKDWELARRL	GKKAQPW	<i>Daucus carota</i>
EISFYLA	PSITRWQAEALRAIQEAAEDFI	IHLFEDAMLC	AIHARRVTVMKKDWELARRL	GKKAQPW	<i>Daucus muciculus</i>
EISFYLA	PSITRWQAEALRAIQEAAEDFI	IHLFEDAMLC	AIHARRVTVMKKDWELARRL	GKKAQPW	<i>Daucus pusillus</i>
EISFYLA	PSITRWQAEALRAIQEAAEDFI	IHLFEDAMLC	AIHARRVTVMKKDWELARRL	GKKAQPW	<i>Daucus gluchidatus</i>
EISY	LAPSVTRWQAEALVAIQEAAEDV	LVHLFEDAMLC	AIHARRVTVMKKDWELARRL	GKKGQPW	<i>Panax ginseng</i>

Abb. 1 Vergleich der CENH3-Proteinsequenzen von vier *Daucus*-Arten und Ginseng (*Panax ginseng*)

Fig. 1 Multiple sequence alignment of CENH3 proteins of four *Daucus* species and ginseng (*Panax ginseng*)

Als erste Pflanzenforscher konnten RAVI und CHAN (2010) am Modellsystem *A. thaliana* zeigen, dass gezielte genetische Veränderungen des CENH3-Gens und damit des CENH3-Proteins zur Produktion von Haploiden genutzt werden können. Zuerst wurden homozygote letale CENH3-Knockout-Mutanten hergestellt, welche anschließend mit artifizialen *Arabidopsis* CENH3-Konstrukten transformiert wurden, die u. a. mit einer zusätzlichen Green-Fluorescent-Protein-Sequenz als „tail“ versehen worden waren. Mit diesen CENH3-Konstrukten konnte nicht nur die Mutation komplementiert werden, sondern es wurden nach Kreuzung mit *A. thaliana*-Wildtypen in der F₂-Nachkommenschaft auch bis zu 30 % haploide Pflanzen aufgefunden. Etwas später konnte von der gleichen Arbeitsgruppe gezeigt werden, dass durchaus auch native artfremde CENH3-Gene mit gewisser Sequenz-Homologie für die Komplementation der Null-Mutanten und die Induktion von Haploiden verwendet werden können (MAHESHWARI et al., 2015). Interessanterweise waren es immer die Chromosomensätze des genetisch modifizierten Elters, welche eliminiert wurden, während die „Wildtyp“-Chromosomen erhalten blieben. Obwohl die genauen Mechanismen der uniparentalen Genomeliminierung bis heute nicht vollständig geklärt sind, wurde die CENH3-basierte Haploideninduktions-Methode als eine bahnbrechende biotechnologische Entdeckung mit großer Bedeutung für die Pflanzenzüchtung angesehen und als innovative Alternative zu herkömmlichen Haploiden-Verfahren propagiert (COMAI, 2014). Aufgrund des universellen CENH3-Wirkungsmechanismus wird angenommen, dass auch bei anderen (Kultur)Pflanzen über diesen Weg entsprechende Erfolge erreicht werden könnten. Ein Schema für den Ablauf der uniparentalen Genomeliminierung ist in Abbildung 2 dargestellt.

Mittlerweile konzentrieren sich die CENH3-Forschungen vor allem auf eine etwas andere Strategie, die man als „Ein-Schritt“ („One-Step“)-Methode bezeichnen könnte. Hierbei werden keine künstlichen oder artfremden CENH3-Gene für die Wiederherstellung von Mutanten eingesetzt, sondern es wird versucht, geringfügige Sequenzveränderungen im nativen CENH3-Gen zu induzieren und für den Effekt der Haploideninduktion nutzbar zu machen. Diese Mutationen dürfen nicht letal sein, sie sollen aber ausreichen, um nach Kreuzung mit Wildtypen zum erwünschten Effekt zu führen, d. h. also Haploide zu generieren. Es werden durch die CENH3-Mutationen in den Induktions-Genotypen sozusagen „schwache“ Zentromere (weak centromeres) geschaffen, die ebenfalls – womöglich aufgrund der fehlenden vollständigen Kompatibilität mit den Spindelfasern – zum Prozess der Genomeliminierung führen können. So konnte kürzlich gezeigt werden, dass einzelne Punktmutationen, die mittels der TILLING-Technik innerhalb der CATD-Region von CENH3 induziert wurden, zur Induktion von Haploiden bei *A. thaliana* führten (KARIMI-ASHTIYANI et al., 2015). Punktmutationen im zentromerischen CENH3-Gen könnten heutzutage neben der eher zufälligen Mutagenese wie z. B. der TILLING-Methode auch gezielter durch moderne Verfahren des Genome Editing erreicht werden. Auch hier würde am Ende die Kreuzung von mutierten mit nicht-mutierten Genotypen zur uniparentalen Genomeliminierung führen. Als Genome Editing-Techniken stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, die alle auf Sequenz-spezifischen Nukleasen beruhen, wie Meganukleasen, Zink-Finger-Nukleasen, Transcription-Activator-Like-Effector-Nucleases (TALENs) und ganz besonders die CRISPR/Cas9-Technologie. Eine gute Übersicht über aktuelle Genome Editing-Techniken geben PUCHTA und FAUSER (2014) oder SPRINK et al. (2015).

Stand und Perspektiven der CENH3-basierten Genomeliminierung am Beispiel Möhre

Am Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen des Julius Kühn-Instituts in Quedlinburg wird seit einiger Zeit die Frage untersucht, ob die bei der Modellpflanze *A. thaliana* entwickelte Zentromer-basierte uniparentale Genomeliminierung auch bei einer gemüsebaulichen Leitkultur wie der Möhre möglich ist. Die Möhre bietet sich für diese Forschungen aus verschiedenen Gründen an. Zum einen hat sie mit einer jährlichen Produktion von 37 Mio. t auf 1,5 Mio. ha Anbaufläche weltweit (FAOSTAT, 2015) eine große wirtschaftliche Bedeutung. Andererseits wird im kommerziellen Erwerbsanbau fast nur noch F_1 -Hybridsaatgut verwendet. Die für die Hybridsortenzüchtung erforderlichen Elternlinien werden gegenwärtig vorwiegend durch die sehr zeitintensive Inzucht oder bei großen, international tätigen Gemüsezüchtungsfirmen auch durch Mikrosporenkultur erstellt. Letztere ist bei der Möhre jedoch wenig effizient oder nur für eine begrenzte Auswahl von Genotypen nutzbar. So genannte „Inducer“-Linien mit modifiziertem CENH3 könnten als Kreuzungselter mit dem Ziel verwendet werden, den Chromosomensatz des modifizierten Elters zu eliminieren.

Um die Grundlagen für ein alternatives Verfahren zur Haploiden-Gewinnung bei Möhren durch uniparentale Genomeliminierung zu schaffen, wurden zunächst auf Basis von *Daucus*-Transkriptomdaten funktionell aktive CENH3-Gene aus Kultursorten der Möhre und drei entfernt verwandten *Daucus*-Wildarten PCR-gestützt kloniert. Vergleiche der abgeleiteten Proteinsequenzen mit CENH3-Sequenzen verschiedener anderer Pflanzenarten legten nahe, dass es sich bei den klonierten *Daucus*-Genen um authentische CENH3-Gene handelte. Zum funktionellen Nachweis wurden Chromosomen-Präparate und isolierte Zellkerne zytogenetisch mit Hilfe von polyklonalen Antikörpern für Möhren-CENH3 per Immunofluoreszenz-Färbung analysiert. Die Lokalisierung der CENH3-Proteine ausschließlich im Zentromerbereich der Chromosomen wurde bestätigt (DUNEMANN et al., 2014).

Im Folgenden wurde aus Ginseng (*Panax ginseng*), einer verwandtschaftlich weit entfernten Art aus der Familie Araliaceae (Ordnung Doldenblütlerartige – Apiales), ebenfalls das entsprechende CENH3-Gen isoliert und für Transformationsexperimente in einen binären pflanzlichen Expressionsvektor kloniert. Vor dem Hintergrund der vorgeschlagenen Strategie zur Haploiden-Induktion wurde angestrebt, eine Komplementation des nativen Möhren-CENH3-Gens durch ein artfremdes homologes Gen zu erreichen. Mit Hilfe einer auf dem *Agrobacterium rhizogenes*-Wildstamm 15834 beruhenden Ko-Transformation, bei der das Ginseng-CENH3 *PgCENH3* zusammen mit einem CRISPR/Cas9-Konstrukt für ein putatives „knockout“ des Möhren-CENH3-Gens verwendet wurde,

konnten transgene Hairy-root-Linien erzeugt werden.

Durch Sequenzierung, HRM (high resolution melting)-Schmelzkurven-Analytik und hochauflösende Polyacrylamid-Gelelektrophorese am LICOR-Sequenziergerät konnten molekulare Modifikationen (Mutationen) innerhalb der Möhren-CENH3-Sequenz nachgewiesen werden, die offensichtlich in einigen Fällen zu einem deutlich reduzierten Wurzel- und Pflanzenwachstum führten. Das mit Hilfe eines doppelten 35S-Promotors überexprimierte Ginseng-CENH3-Gen war in diesen Linien anscheinend funktionell voll aktiv.

Das verwendete Hairy-root-System hat sich für die vorliegenden Fragestellungen zur CENH3-Funktion als ein ideales Testsystem erwiesen. Bereits wenige Wochen nach Wurzelregeneration, die in der Regel an den kultivierten Möhrenexplantaten nach zwei Wochen Kulturdauer einsetzte, erfolgten erste zytogenetische Analysen der Mitosen von Wurzelspitzenzellen. Auch DNA-Isolierungen wurden zu diesem Zeitpunkt für erste PCR-Analysen und HRM-Analysen am Real-Time PCR-Gerät vorgenommen.

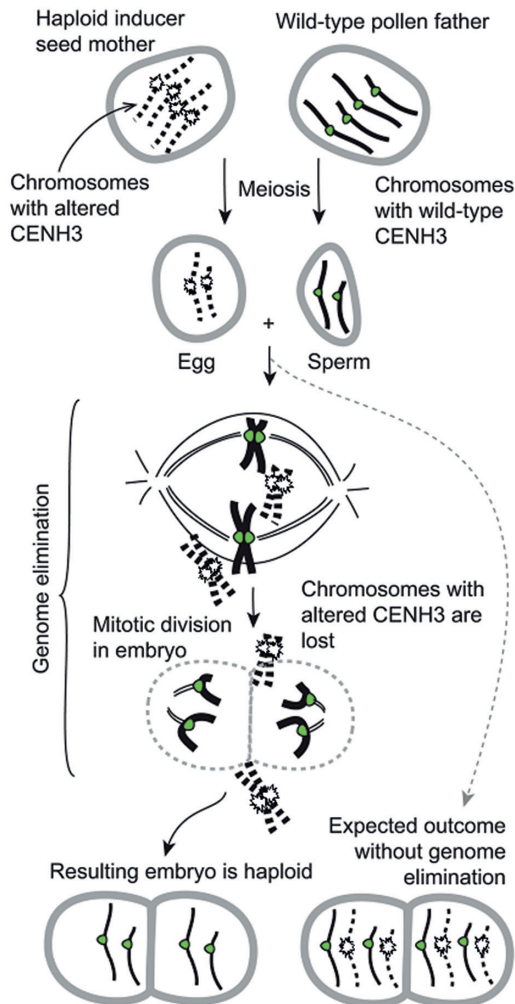


Abb. 2 Genomeliminierung infolge von genetischer Veränderung des zentromerischen Histons H3 (CENH3); COMAI (2014), modifiziert

Fig. 2 Genome elimination by genetic manipulation of centromeric histone H3 (CENH3); COMAI (2014), modified

Über eine vergleichsweise kurze Kallusphase wurden innerhalb von etwa drei Monaten somatische Embryonen und Pflanzen regeneriert. Nach erfolgter Vernalisation im Gewächshaus wurden die T0-Pflanzen für Kreuzungsexperimente zur Gewinnung von Saatgut der T1-Generation herangezogen. Die ersten T1-Sämlinge werden gegenwärtig zytogenetisch und mit Hilfe von molekularen Markern auf das Vorliegen putativ haploider bzw. doppel-haploider Sämlinge analysiert. Während zytogenetische Analysen der T0-Pflanzen mittel Doppel-Immunofluoreszenzfärbung zeigten, dass in den regenerierten Pflanzen wohl noch beide CENH3-Gene aktiv sind, ergab sich bislang bei den Pflanzen der nächsten Generation noch kein einheitliches Bild.

Parallel zu den beschriebenen Arbeiten zur Komplementation des mutierten nativen Möhren-CENH3-Gens wurden auch erste Versuche zur Etablierung einer One-Step-Methode durchgeführt. Hierzu wurde die Möhren-CENH3-Sequenz auf das Vorliegen von geeigneten CRISPR/Cas9-Target-Sites analysiert. Verschiedene putativ geeignete Targets wurden für die Klonierung entsprechender sgRNA-Konstrukte auf Basis des pDECas9 Vector-Systems (FAUSER et al., 2014) verwendet. Für die Transformationen wurde ebenfalls das Hairy-root-System genutzt. Bislang wurden drei verschiedene Targets in Einzeltransformations-Experimenten getestet. Insbesondere mit dem Konstrukt für die Targetregion 4' konnten Mutationen im CENH3-Gen induziert werden, welche sich in einigen Hairy-root-Linien signifikant negativ auf die Ausbildung von CENH3-Protein auswirkte (SPRINK, UNKEL, BUDAHN und DUNEMANN, in Vorbereitung). In diesem Jahr sollen auch bis zu drei Konstrukte für verschiedene CENH3-Targets in Ko-Transformationsexperimenten gleichzeitig eingesetzt werden.

Bei den beschriebenen Arbeiten zur Modifikation des CENH3-Gens bei Möhren wurden bislang ausschließlich gentechnische Verfahren eingesetzt. Es ist allerdings davon auszugehen, dass generativ erstellte haploide Nachkommen in den meisten Fällen kein(e) Transgen(e) mehr aufweisen. Mit Hilfe der CRISPR/Cas9-Technologie sind aber mittlerweile auch Gentechnik-freie Ansätze realisierbar. Insbesondere Protoplasten-Kulturen der Möhre sollen daher in Kürze für Versuche genutzt werden, mittels transienter Expression des Cas9-Proteins funktionell partiell aktive CENH3-Genvarianten herzustellen. Ergänzend sollen neuartige Verfahren zur vektorfreien (DNA-freien) Genmodifikation auf der Basis von Möhrenprotoplasten untersucht werden.

Literatur

- COMAI, L., 2014: Genome elimination: Translating basic research into a future tool for plant breeding. *PLOS Biology* **12** (6), e1001876.
- DUNEMANN, F., SCHRADER, O., BUDAHN, H. UND A. HOUBEN, 2014: Characterization of centromeric histone H3 (CENH3) variants in cultivated and wild carrots (*Daucus* sp.). *PLOS One* **9** (6), e98504.
- DUNWELL, J. M., 2010: Haploids in flowering plants: origins and exploitation. *Plant Biotechnology Journal* **8**, 377-424.
- FAUSER, F., SCHMIL, S. UND H. PUCHTA, 2014: Both CRISPR/Cas-based nucleases and nickases can be used efficiently for genome engineering in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Journal* **79** (2), 348-359.
- ISHII, T., KARIMI-ASHTIYANI, R. UND A. HOUBEN, 2016: Haploidization via chromosome elimination: means and mechanisms. *Annu. Rev. Plant Biol.* **76**, 421-438.
- KARIMI-ASHTIYANI, R., ISHII, T., NIESSEN, M., STEIN, N., HECKMANN, S., GURUSHIDZE, M., BANAEI-MOGHADDAM, A. M., SCHUBERT, V., KOCH, K., WEISS, O., DEMIDOV, D., SCHMIDT, K., KUMLEHN, J. UND A. HOUBEN, 2015: Point mutation impairs centromeric CENH3 loading and induces haploid plants. *Proc Natl Acad Sci USA* **112** (36), 11211-11216.
- MAHESHWARI, S., TAN, E. H., WEST, A., FRANKLIN, F. C. H., COMAI, L. UND S. W. L. CHAN, 2015: Naturally occurring differences in CENH3 affect chromosome segregation in zygotic mitosis of hybrids. *PLOS Genetics* **11** (2), e1004970.
- MUROVEC, J. UND B. BOHANEK, 2012: Haploids and Doubled Haploids in Plant Breeding. InTech, www.intechopen.com, ISBN 978-953-307-932-5, 87-106.
- PRIGGE, V. UND A. E. MELCHINGER, 2012: Production of haploids and doubled haploids in maize. *Methods Mol Biol* **877**, 161-172.
- PUCHTA, H. UND F. FAUSER, 2014: Synthetic nucleases for genome engineering in plants: prospects for a bright future. *Plant Journal* **78**, 727-741.
- RAVI, M. UND S. W. L. CHAN, 2010: Haploid plants produced by centromere-mediated genome elimination. *Nature* **464** (7288), 615-618.
- SANEI, M., PICKERING, R., KUMKE, K., NASUDA, S. UND A. HOUBEN, 2011: Loss of centromeric histone H3 (CENH3) from centromeres precedes uniparental chromosome elimination in interspecific barley hybrids. *Proc Natl Acad Sci USA* **108**, E498- E505
- SPRINK, T., METJE, J. UND F. HARTUNG, 2015: Plant genome editing by novel tools: TALEN and other sequence specific nucleases. *Curr. Opinion in Biotechnology* **32**, 47-53.
- WANG, G., ZHANG, X. UND W. JIN, 2009: An overview of plant centromeres. *J. Genet. Genomics* **36**, 529-537.
- WATTS, A., KUMAR, V. UND S. R. BHAT, 2016: Centromeric histone H3 protein: from basic study to plant breeding applications. *J. Plant Biochem. Biotechnol.* **25** (4), DOI 10.1007/s13562-016-0368-4.

Genetische Kartierung des Infloreszenztyps mittels Genotyping-by-Sequencing bei Hortensie (*Hydrangea macrophylla*)

Genotyping-by-Sequencing facilitates genetic mapping of the inflorescence type in Hydrangea

Conny Tränkner¹, Frauke Engel²

¹ Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), Institutsteil Erfurt, Kühnhäuser Straße 101, 99090 Erfurt

E-Mail: traenkner@erfurt.igzev.de

² Gartenbau Kötterheinrich Hortensienkulturen, Hohner Mark 20, 49525 Lengerich

E-Mail: F.Engel@koetterheinrich.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.008



Zusammenfassung

Hortensien (*Hydrangea macrophylla*) lassen sich durch die Anordnung und Anzahl ihrer Schaublüten in sogenannte Teller- und Ballhortensien unterscheiden. Bei Tellerhortensien besteht der Blütenstand vorwiegend aus vielen kleinen, fertilen Blüten. Diese sind von wenigen großen, sterilen Schaublüten umrandet. Dagegen weist der Blütenstand von Ballhortensien deutlich mehr Schaublüten auf. Diese sind über den gesamten Blütenstand verteilt, wodurch der ballförmige Infloreszenztyp entsteht. Die Ballform ist wegen ihres größeren Verkaufswertes züchterisch bevorzugt. Die Ballform wird monogen, rezessiv vererbt, die Tellerform dominant (MEIER, 1990; UEMACHI und OKUMURA, 2012). Kreuzt man eine Ball- mit einer Tellerhortensie, dann prägen alle Nachkommen die Tellerform aus. Erst durch Rückkreuzung mit einer weiteren Ballhortensie spaltet die nachfolgende Generation in Ball- und Tellerform auf, so dass Ballhortensien selektiert werden können. Hortensien blühen frühestens 13 Monate nach der Aussaat. Erst dann ist eine Bestimmung des Infloreszenztyps möglich. Mittels markergestützter Selektion können Allele, die die Ballform kodieren, leichter in komplexen Erbgängen nachverfolgt und Sämlinge bereits im Keimlingsstadium als Ballhortensien identifiziert werden. Um Gene zu identifizieren, die die Ausprägung des Infloreszenztyps kontrollieren, wurde eine Ball- mit einer F₁-Tellerhortensie gekreuzt, um eine Pseudo-Rückkreuzungspopulation (pBC₁) zu erzeugen. Diese Population umfasst 424 Individuen und spaltet für Teller- und Ballform im Verhältnis 3:1 ($X^2 = 0,034$, nicht-signifikant bei $\alpha = 0,05$) auf. Bei monogener Vererbung wäre jedoch ein Spaltungsverhältnis von 1:1 zu erwarten. Eine 3:1-Spaltung tritt dagegen bei einer digenen, dominant-rezessiven Vererbung auf. Deshalb nehmen wir an, dass die Ausprägung des Infloreszenztyps in unserer Population durch zwei Gene erfolgt. Für die Kartierung dieser Gene wird eine QTL-Analyse durchgeführt. Zur Erstellung der genetischen Karte wurde an 381 ausgewählten pBC₁-Pflanzen eine genomweite Markeranalyse mittels Genotyping-by-Sequencing durchgeführt. Erste Sequenzier- und Kartierungsergebnisse werden präsentiert.

Stichwörter: Ballhortensie, Tellerhortensie, *next generation sequencing*, Kartierung

Abstract

Inflorescences of *Hydrangea macrophylla* are classified as lacecap or mophead, according to the position and number of decorative flowers in the inflorescence. Lacecap inflorescences consist of many small, fertile flowers, which are surrounded by big and sterile, decorative flowers. In contrast, mophead inflorescences contain more decorative flowers that are distributed across the whole inflorescence, which give a ball-like shape. *Hydrangea* plants with mophead inflorescences are more attractive and thus preferred by consumers. The inflorescence type is inherited in a monogenic, dominant-recessive manner, in which the mophead type is recessive and the lacecap type dominant (MEIER, 1990; UEMACHI and OKUMURA, 2012). If a mophead plant is crossed with a lacecap plant, then all progenies will develop the lacecap inflorescences. After backcross with another mophead plant, the offspring will segregate for lacecap and mophead inflorescences, which allows the selection of mophead plants. However, *Hydrangea* plants need about 13 months to develop inflorescences, which delays determination of the inflorescence type considerably. Analysis of molecular markers, which are linked with the inflorescence type, will enable to follow mophead alleles in complex breeding programs. Furthermore, it will allow marker-assisted selection of mophead plants already in the seedling stage. To identify genes, which control the inflorescence type, we crossed a mophead plant with a F₁ lacecap plant and produced a pseudo-backcross population (pBC₁). This population contains 424 individuals and segregates for the lacecap and mophead inflorescence type in a ratio of 3:1 ($X^2 = 0.034$, non-significant at $\alpha = 0.05$). However, we expect a segregation ratio of 1:1 for monogenic, dominant-recessive inheritance. A 3:1 ratio suggests rather a digenic, dominant-recessive inheritance. Thus, we propose that two genes control the inflorescence type in our population. Currently, we perform a QTL analysis to map these genes. In order to produce a genetic map, we performed a genome-wide marker analysis

through applying genotyping-by-sequencing for 381 pBC₁ plants. Preliminary sequencing data and mapping results will be presented.

Keywords: genetic mapping, inflorescence, lacecap, mophead, next generation sequencing

Literatur

MEIER, F., 1990: Tellerhortensien-Züchtungen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, CH-8820 Wädenswil. Flugschrift Nr. **120**, 1-23.

UEMACHI, T. UND A. OKUMURA, 2012: The inheritance of inflorescence types in *Hydrangea macrophylla*. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science **81**, 263-268.

3 Beispiele für Züchtungsforschung an Zierpflanzen

Erarbeitung von Grundlagen für die Züchtung neuer Zierpflanzen am Beispiel der Mittagsblumen

Developing fundamentals for breeding of new ornamentals using the example of midday flowers

Traud Winkelmann, Philipp Braun

Leibniz Universität Hannover, Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme,
Abt. Gehölz- und Vermehrungsphysiologie, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover,

E-Mail: traud.winkelmann@zier.uni-hannover.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.009



Zusammenfassung

Für die Anwendung von Züchtungsmethoden, wie Art- und Gattungskreuzungen oder Polyploidisierung, für neue Zierpflanzen fehlen in vielen Fällen grundlegende Informationen über die jeweiligen Gattungen und Arten. Am Beispiel der Mittagsblumengewächse (Aizoaceae), die aufgrund ihrer intensiven, strahlenden Blütenfarben und ihrer Trockentoleranz Kandidaten für neue Zierpflanzen darstellen, werden Untersuchungen zur Blütenentwicklung, zur Bestimmung von DNA-Gehalten sowie zu Kreuzungskompatibilitäten vorgestellt. Für keinen der untersuchten Genotypen der Gattungen *Cephalophyllum*, *Lampranthus* und *Delosperma* wurde ein obligater photoperiodischer Einfluss auf die Blühinduktion festgestellt, jedoch waren unterschiedliche Reaktionen auf die Tagesmitteltemperatur für die Vertreter der drei Gattungen nachweisbar.

Kreuzungsversuche innerhalb und zwischen den Gattungen *Lampranthus* und *Delosperma* zeigten späte präzygotische Hybridisierungsbarrieren bei einigen interspezifischen und intergenerischen Kombinationen. Deutlich häufiger waren postzygotische Kreuzungsbarrieren, die sich in verzögerter und anormaler Entwicklung der zygotischen Embryonen und in Chlorophylldefekten sowie geringer Vitalität der Nachkommen äußerten. Die Überwindung der postzygotischen Barrieren durch In-vitro-Aussaats und Embryo Rescue-Ansätze resultierte in wenigen, durch AFLP-Marker nachgewiesenen intra- und intergenerischen Hybriden.

Pollenuntersuchungen mit dem Ziel der Identifikation von unreduzierten Gameten zeigten, dass durchflusszytometrische Analysen zu Fehlinterpretationen führen können, weil zusammenhängende Spermakerne und vollständige „male germ units“ (MGUs) zu Peaks an der 2C- bzw. 3C-Position führen. Pollenkerne waren aber gut zur Abschätzung der DNA-Gehalte nutzbar. Bei *Delosperma* Genotypen lagen diese zwischen 1,18 pg/2C und 3,68 pg/2C und bei *Lampranthus* Genotypen zwischen 1,6 pg/2C und 2,36 pg/2C.

Die Gewebe fast aller Pflanzenorgane wiesen Zellen mit mindestens fünf unterschiedlichen DNA-Gehalten (2C-32C) auf. Hohe Anteile endoreplizierter Zellen wurden in Keimblättern (74-87 %), Blütenblättern (56-95 %) und älteren, voll entfalteten Blättern (64-90 %) nachgewiesen, so dass Organe mit geringen Anteilen, wie Wurzeln (23-34 %), Internodien (29-45 %) und junge Blätter (17-56 %), für die In-vitro-Sprossregeneration und Polyploidisierungsansätze vermutlich geeigneter sind, da sich laut Literatur endoreplizierte Zellen nicht mehr teilen können.

Stichwörter: Blüteninduktion, Durchflusszytometrie, Embryo rescue, Endoreduplikation, Interspezifische Hybridisierung, Polyploidisierung, unreduzierte Gameten

Abstract

For most new ornamentals, fundamental knowledge on the respective species and genera is largely missing that is needed to establish breeding methods, including interspecific and intergeneric hybridization and polyploidization. Using the example of midday flowers (Aizoaceae) which are interesting candidates for new ornamentals due to their special and very intense flower colours and their drought tolerance, investigations on flower development, DNA contents, and crossing compatibility are presented. An obligate photoperiodic reaction was not detectable for any of the genotypes of the genera *Cephalophyllum*, *Lampranthus*, and *Delosperma*, whereas different reactions to daily mean temperatures were observed depending on the genus.

In cross pollination experiments within and among the genera *Lampranthus* and *Delosperma*, late acting pre-zygotic hybridization barriers were recorded in some interspecific and intergeneric combinations. However, post-zygotic barriers were observed more frequently, resulting in delayed and abnormal development of the zygotic embryo, chlorophyll deficiencies and low vigour of the offspring. By employing in vitro sowing and embryo rescue techniques, few interspecific and intergeneric hybrids were obtained, the hybrid status of which was confirmed by AFLP markers.

Aiming at the detection of unreduced gametes pollen grains were analysed. It turned out that flow cytometric analyses may lead to misinterpretation of the data, because pairs of sperm nuclei as well as complete male germ units (MGU) result in peaks at the 2C or 3C position, respectively. Pollen nuclei were useful for the estimation of DNA contents: In *Delosperma* and *Lampranthus*, the DNA contents ranged from 1.18 pg/2C to 3.68 pg/2C and from 1.6 pg/2C to 2.36 pg/2C, respectively.

The tissues of all analyzed plant organs consisted of cells with up to five different DNA amounts (2C-32C). High proportions of endoreduplicated cells were detected in cotyledons (74-87 %), petals (56-95 %) and older, fully expanded leaves (64-90 %), whereas organs with lower portions, such as roots (23-34 %), internodes (29-45 %) and young leaves (17-56 %) might be well-suited for in vitro shoot regeneration and polyploidization, since endoreduplicated cells are assumed to lose their ability for mitotic cell division.

Keywords: embryo rescue, endoreduplication, flow cytometry, flower induction, interspecific hybridization, polyploidization, unreduced gametes

Einleitung

Bereits für die gut untersuchten Zierpflanzen, wie Rosen oder Petunien, liegen im Vergleich zu landwirtschaftlichen Arten deutlich weniger Informationen zur Vererbung wichtiger Merkmale, zu Sequenzen oder zu Protokollen für biotechnologische Verfahren zur Unterstützung der Züchtung vor. Jedoch müssen für viele Arten und Gattungen, die ein Potential als neue Zierpflanzen haben, biologische, zytologische und genetische Grundlagen in der Regel erst geschaffen werden, bevor eine zielgerichtete Züchtung beginnen kann. Dass dabei unerwartete Schwierigkeiten auftreten, aber auch interessante Erkenntnisse gewonnen werden, die nicht aus der Arbeit an Modellpflanzen übertragen werden können, soll am Beispiel unserer Untersuchungen an Mittagsblumengewächsen (Aizoaceae) verdeutlicht werden. Mittagsblumen bestechen durch unter anderem auf den selbteren Betalain-Pigmenten beruhenden sehr intensiven, besonderen Blütenfarben (s. a. Abb. 1). Zudem kommen einige Vertreter aufgrund der Sukkulenz auch mit Trockenperioden zurecht. Beide Eigenschaften machen zum Beispiel Vertreter der drei Gattungen *Cephalophyllum*, *Lampranthus* und *Delosperma* zu interessanten Kandidaten für die Entwicklung neuer Zierpflanzen. Züchterisch interessant wäre die Kombination von günstigen Wuchseigenschaften (gute Verzweigung, kompakter Wuchs), Reichblütigkeit und leuchtende Blütenfarben, die bisher nur in Vertretern unterschiedlicher Gattungen zu finden sind. Interesse besteht daher an der Etablierung von Art- und Gattungskreuzungen. Methoden zur Polyploidisierung zur Erzielung von größeren Organen sowie Sterilität ist ein weiteres Zuchtinstrument, das Züchtungsfortschritt beschleunigen kann. Grundlegend für die Züchtung ebenso wie für die spätere gärtnerische Kultur sind Informationen zu Faktoren, die die Blüteninduktion bewirken bzw. verhindern. Zu diesen drei Themengebieten werden in den drei folgenden Kapiteln die Ergebnisse eines dreijährigen Forschungsprojekts zusammengefasst.



Abb. 1 Blüten von Vertretern der drei untersuchten Gattungen *Cephalophyllum* (A), *Delosperma* (B) und *Lampranthus* (C).

Fig. 1 Flowers of members of the investigated genera *Cephalophyllum* (A), *Delosperma* (B) and *Lampranthus* (C)

Untersuchungen zur Blüteninduktion

Die meisten Vertreter der Aizoaceae stammen aus Südafrika und haben dort ihr Hauptverbreitungsgebiet (VAN JAARSVELD und DE PIENAAR, 2004), wo sie aufgrund der klimatischen Gegebenheiten sehr genau synchronisiert und nur in kurzen Zeiträumen blühen (LE ROUX et al., 1989; COWLING et al., 1999). Da die Blüte unter deutschen Gewächshausbedingungen sporadisch und nicht reproduzierbar erschien, fehlten offenbar die am Naturstandort wirksamen Schlüsselreize. Aus den Ergebnissen von Versuchen zur Kultur unter Langtag- (16 h), Kurztag- (9 h) sowie Kurztagbedingungen mit Nachtunterbrechung war abzuleiten, dass keine obligate Tageslängenreaktion für die untersuchten Genotypen der Gattungen *Cephalophyllum*, *Lampranthus* und *Delosperma* festzustellen war, da unter allen Bedingungen Blüten gebildet wurden (BRAUN und WINKELMANN, 2016a). Ein ansprechender Habitus mit voller Blütengröße wurde allerdings nur unter Langtagbedingungen erzielt. Zukünftige Untersuchungen sollten auch Lichtsumme und Lichtqualität (z. B. durch Verwendung von schmalbandigen LEDs) mit einbeziehen.

Der zweite Faktor, der aufgrund der natürlichen Habitats der untersuchten Gattungen, im Hinblick auf die Blüteninduktion in einem Klimakammerversuch geprüft wurde, war die Temperatur. Dabei zeigte sich, dass die Blütenbildung bei *Lampranthus* Genotypen durch niedrige Tagesmitteltemperaturen von 14 °C gefördert wurde, während der untersuchte Genotyp von *Delosperma* mehr Blüten bei 20 °C Tagesmitteltemperatur bildete (BRAUN und WINKELMANN, 2016a). Die Herkunft der beiden Gattungen aus Winterregen- bzw. Sommerregengebieten legt nahe, dass die Wasserverfügbarkeit ein entscheidender evolutionärer Faktor für die Entstehung dieser Reaktionsmuster war. Weitere Untersuchungen, die auch kurzzeitige Einwirkungen von niedrigen Temperaturen beinhalten, sollten folgen, um die Temperaturbedürfnisse der verschiedenen Arten und der Arthybriden zu charakterisieren. Auch Wechselwirkungen zwischen Tageslänge und Temperatur sind denkbar. Die genetischen und physiologischen Grundlagen der Blütenöffnung und -schließung im Tagesverlauf sollten ebenfalls erforscht werden.

Für die Kultursteuerung von neuen Zierpflanzen sind zahlreiche und umfangreiche Klimakammerversuche notwendig, um die blühinduzierenden Faktoren zu identifizieren. Auch wenn viele Schlüsselgene und Regulationswege aus Modellpflanzen bekannt sind (z. B. SRIKANTH und SCHMID, 2011) und einige genetische Steuerungsmechanismen konserviert zu sein scheinen, sind hier klassische pflanzenphysiologisch ausgerichtete Experimente vonnöten.

Identifizierung und Lokalisierung von Barrieren nach Selbstbestäubung bzw. interspezifischen und intergenerischen Hybridisierungen

Für wenig bearbeitete Arten muss zunächst geprüft werden, ob Selbstinkompatibilität vorliegt. Dazu wurden für die beiden im Detail untersuchten Gattungen *Delosperma* und *Lampranthus* Untersuchungen zum Pollenschlauchwachstum in situ mittels Anilinblaufärbung sowie zum Samenansatz nach Selbstbestäubung durchgeführt. Es wurde dabei gezeigt, dass bei allen untersuchten Genotypen Selbstinkompatibilität nachweisbar war, jedoch in unterschiedlicher Ausprägung. Während das Pollenschlauchwachstum bei *Delosperma* Genotypen bereits auf der Narbenoberfläche gehemmt wurde, lagen bei Vertretern von *Lampranthus* spät wirkende Selbstinkompatibilitätsmechanismen vor, die zu ausbleibender Befruchtung oder einem Absterben des Embryos führten (BRAUN und WINKELMANN, 2016b). Daher scheint die Kastration von Blüten vor Kreuzungen in Züchtungsprogrammen nicht notwendig zu sein. Andererseits wird die Entwicklung von Inzuchtlinien bei diesen beiden Gattungen nicht ohne besondere Behandlungen gelingen.

Art- und Gattungskreuzungen waren an der Entwicklung vieler Zierpflanzen beteiligt und sind auch für die Züchtung etablierter und neuer Zierpflanzen von großem Interesse. Häufig führen solche interspezifischen oder intergenerischen Kreuzungen nicht zu lebensfähigen Hybriden, weil sowohl prä- als auch postzygotisch Barrieren existieren, die zum Teil mit Hilfe besonderer Behandlungen oder biotechnologischer Verfahren überwunden werden können. Für *Delosperma* und *Lampranthus* wurden deshalb umfangreiche Kreuzungsexperimente durchgeführt, in denen über die Verfolgung des Pollenschlauchwachstums und die Beobachtung der frühen Embryogenese mit Hilfe der Differenzialinterferenz-Mikroskopie Erkenntnisse über die vorliegenden Barrieren gewonnen wurden. Kreuzungen zwischen verschiedenen Genotypen von *Delosperma* wurden weitgehend als kompatibel eingestuft und führten zu lebensfähigen Hybriden. Im Gegensatz dazu blieben die meisten Kreuzungen zwischen *Lampranthus* Genotypen ohne Erfolg, weil sowohl prä- als auch postzygotische Barrieren beobachtet wurden. Die Pollenschläuche erreichten die Samenanlagen deutlich seltener als in kompatiblen Kombinationen, die Befruchtung blieb teilweise aus und die Embryogenese war stark verlangsamt. Ähnliche Beobachtungen wurden für Gattungskreuzungen gemacht. Mit Hilfe der In-vitro-Aussaat und der Embryo Rescue-Technik gelang es, Hybridpflänzchen in vitro heranzuziehen, die jedoch häufig früh abstarben oder starke Chlorophylldefekte aufwiesen, die zu hellgrünen Blättern bis hin zu vollständigem Albinismus führten. Aus diesen Untersuchungen ist abzuleiten, dass in den untersuchten Mittagsblumengattungen sowohl prä- als auch postzygotische Barrieren vorliegen.

Wie bereits zuvor für andere sukkulente Pflanzen (z. B. BARNWELL et al., 1998) beschrieben war die DNA Isolierung für die Analysen mit molekularen Markern sehr schwierig. Gängige Kits resultierten nur in sehr geringen Ausbeuten, während gängige DNA Extraktionsprotokolle zu unzureichender Qualität bzw. Integrität führten. Nur mit der aufwändigen Methode nach DOYLE und DOYLE (1987) und bei Verwendung von sehr jungem Blattmaterial gelang es, DNA in ausreichender Menge und Qualität für die AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) Analysen zu isolieren. Mithilfe dieser molekularen Marker wurde der Hybridstatus der wenigen erhaltenen Hybriden nachgewiesen. Zudem konnte gezeigt werden, dass die intergenerischen Hybriden (*Delosperma* x *Lampranthus*) sowohl anhand der Markeranalysen als auch vom Phänotyp dem mütterlichen Elter ähnlicher waren, so dass die Eliminierung väterlicher Chromosomen wahrscheinlich ist. Art- und Gattungskreuzungen sind also möglich, jedoch mit relativ geringen Erfolgsraten und großen Problemen durch Chlorophylldefekte und stark verringerte Hybridvitalität, was deren Anwendung in der Züchtung stark begrenzen wird. Die Einbeziehung weiterer Genotypen wäre empfehlenswert. Die Kombination aus Fluoreszenzmikroskopie nach Anilinblaufärbung der Kallose in den Pollenschläuchen zur Verfolgung von deren Wachstum bis zu den Mikropylen mit der Differenzialkontrastmikroskopie zur Beobachtung des Pollenschlauchwachstums in den Samenanlagen, der Befruchtung und der frühen Embryogenese ist auch für grundlegende Untersuchungen an anderen neuen Zierpflanzen aussichtsreich.

Untersuchungen zur somatischen und gametischen Polyploidisierung

Polyploidisierung ist ein wichtiger evolutionärer Prozess in der Artbildung (RAMSEY und SCHEMSKE, 1998), führt generell zu vergrößerten Organen und kann zur Erstellung steriler triploider Pflanzen genutzt werden, deren Blütenhaltbarkeit oft länger ist, ebenso wie zur Wiederherstellung der Fertilität nach Artkreuzungen. Es gibt grundsätzlich zwei Wege der Polyploidisierung: die erste Möglichkeit besteht in der Aufdopplung somatischer Zellen, die in einer identischen Verdopplung der genetischen Information resultiert. Züchterisch interessant ist der zweite Weg, die Nutzung unreduzierter Gameten, die je nach Zeitpunkt der Aufdopplung in der Meiose zu Heterozygotie und allelischer Variation in den erhaltenen polyploiden Nachkommen führen kann (BRETAGNOLLE und THOMPSON, 1995, DE STORME und GEELEN, 2013). In der Pflanzenzüchtung wird somatische Polyploidisierung durch antimitotische Agenzien, wie Kolchizin, Oryzalin oder Trifluralin induziert (DHOOGE et al., 2009). Die Bildung unreduzierter Gameten ist genetisch kontrolliert, kann aber durch extreme Temperaturen oder die Anwendung von Spindelfasergiften oder Lachgas stimuliert werden (YOUNIS et al., 2014).

Für Mittagsblumengewächse wären beide Polyploidisierungsansätze von Interesse. Zunächst wurde untersucht, ob spontan unreduzierte männliche Gameten entstehen. Dazu wurden Kerne aus in vitro gekeimten Pollen von Genotypen der beiden Gattungen *Delosperma* und *Lampranthus* durchflusszytometrisch analysiert. Zwischen 5,5 und 30,7 % der vermessenen Kerne wiesen eine Fluoreszenzintensität auf, die einem DNA-Gehalt von 2C entsprach, was auf unreduzierte Gameten hindeutete (BRAUN und WINKELMANN, 2016c). Da aber auch Kerne mit einem schwer erklärbaren DNA-Gehalt von 3C (- 6 % der analysierten Partikel) auftraten, schlossen sich detaillierte mikroskopische Untersuchungen an, die zeigten, dass die 2C- und 3C-Kerne zumindest teilweise auf zusammenhängende Spermakerne bzw. vollständige „male germ units“ (MGU, bestehend aus zwei Spermakernen und einen vegetativen Kern) zurückzuführen waren. Daher ist die Durchflusszytometrie in diesem Fall nicht geeignet zum Nachweis unreduzierter Gameten bzw. deren Häufigkeit. Da zudem keine Unregelmäßigkeiten in der Meiose nachgewiesen werden konnten, treten unreduzierte Gameten bei den untersuchten Mittagsblumengewächsen offenbar – wenn überhaupt – nur sehr selten auf und könnten über Ploidiebestimmungen in Nachkommen nachgewiesen werden. Die Pollenkerne eigneten sich gut zur Abschätzung der DNA-Gehalte, die im Vergleich zum Standard Tomate (*Solanum lycopersicum*) vorgenommen wurde. Vertreter beider Gattungen haben vergleichsweise kleine Genome: Bei *Delosperma* Genotypen lagen die DNA-Gehalte zwischen 1,18 pg/2C und 3,68 pg/2C und bei *Lampranthus* Genotypen zwischen 1,6 pg/2C und 2,36 pg/2C.

Endoreduplikation, das heißt die kontinuierliche DNA-Replikation ohne Teilung der Chromosomen bzw. ohne Zellteilung, kommt außergewöhnlich häufig in sukkulenten Pflanzenarten mit kleinen Genomen vor (DE ROCHER et al., 1990). Es wird angenommen, dass damit das Wachstum wasserspeichernder großer Zellen ermöglicht wird. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Organe von Vertretern der Aizoaceae durchflusszytometrisch charakterisiert (BRAUN und WINKELMANN, 2015, 2016c). Es stellte sich heraus, dass in allen untersuchten Geweben große Anteile von Zellen mit mindestens fünf unterschiedlichen DNA-Gehalten (2C-32C) auftraten (Tab. 1). Besonders hohe Anteile endoreplizierter Zellen wurden in Keimblättern (74-87 %), Blütenblättern (56-95 %) und älteren, voll entfaltenen Blättern (64-90 %) nachgewiesen. Im Gegensatz dazu waren in Wurzeln (23-34 %), Internodien (29-45 %) und jungen Blättern (17-56 %) relativ geringe Anteile endoreduplizierter Zellen vorhanden. Da sich endoreplizierte Zellen vermutlich nicht mehr teilen können, erscheinen für die In-vitro-Sprossregeneration und Polyploidisierungsansätze sehr junge Blätter, Internodien und ggf. Wurzeln geeigneter. Versuche zur Regeneration und zur Behandlung mit Spindelfasergiften sind notwendig, um die vermutete bevorzugte Regeneration aus 2C Zellen, ggf. eine Deduplikation sowie die Regulation der Endoreduplikation auf tetraploider Ebene zu belegen.

Tab. 1 Anteile von Zellkernen [%] unterschiedlicher DNA-Gehalte (C-Werte) von drei *Lampranthus*-Genotypen und einem *Delosperma*-Genotyp (angegeben sind die Minima und Maxima innerhalb der Gattungen)

Tab. 1 Proportion of cell nuclei [%] with different C-levels in various tissues of three *Lampranthus* genotypes and one *Delosperma* genotype (minimal and maximal values within the genus are presented)

Gattung	C-Wert	Organ					
		Laubblatt		Internodium	Wurzel	Petale	Keimblatt
		jung	alt				
<i>Lampranthus</i>	2	31-70	6-19	41-68	67-81	3-13	11-32
	4	32-59	12-60	22-33	18-29	14-52	12-24
	8	2-11	19-58	6-19	1-4	24-40	27-50
	16	0-2	2-28	1-8	0	9-40	12-34
	>16	0-0,3	0-4	0	0	5-16	0-6
<i>Delosperma</i>	2	80-85	32-45	62-77	47-80	42-47	-
	4	14-18	42-46	18-27	19-42	31-45	-
	8	1-2	12-23	4-9	1-11	10-13	-
	16	0	1-2	1-2	0-0,3	2-13	-
	>16	0	0	0	0	0-1	-

Die dargestellten Ergebnisse belegen, dass für die züchterische Arbeit mit wenig untersuchten Arten, die das Potential für neue Zierpflanzen tragen, nur begrenzt die für Modellpflanzen vorliegenden Informationen genutzt werden können. Gleichzeitig bergen diese Untersuchungsobjekte botanische, physiologische und genetische Eigenheiten, deren Aufdeckung interessante grundlegende Erkenntnisse liefern kann.

Danksagung

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die Förderung des Projekts über die AiF im Rahmen von "Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)" [KF2508005MD2] und Frau Dr. A. Dohm sowie Herrn U. Lohmüller bei der Firma Selecta One für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

- BARNWELL, P., BLANCHARD, A.N., BRYANT, J.A., SMIRNOFF, N. UND A.F. WEIR, 1998: Isolation of DNA from the highly mucilaginous succulent plant *Sedum telephium*. *Plant Molecular Biology Reporter* **16**, 133-138.
- BRAUN, P. UND T. WINKELMANN, 2015: Cytological investigations in midday flowers (Aizoaceae) reveal high DNA contents in different somatic tissues and potential occurrence of unreduced male gametes. *Acta Horticulturae* **1087**, 437-444.
- BRAUN, P. UND T. WINKELMANN, 2016a: Effect of photoperiod and temperature on flower induction in three Aizoaceae genera. *Eur J Hort Sci* **81**(4), 204-211. <http://dx.doi.org/10.17660/eJHS.2016/81.4.3>
- BRAUN, P. UND T. WINKELMANN, 2016b: Localization and overcoming of hybridization barriers in *Delosperma* and *Lampranthus* (Aizoaceae). *Euphytica* **211**, 255-275. DOI 10.1007/s10681-016-1751-x
- BRAUN, P. UND T. WINKELMANN, 2016c: Flow cytometric analyses of somatic and pollen nuclei in midday flowers (Aizoaceae). *Caryologia* **69**, 303-314. DOI: 10.1080/00087114.2016.1188359
- BRETAGNOLLE, F. UND J.D. THOMPSON, 1995: Gametes with the somatic chromosome number: mechanisms of their formation and role in the evolution of autopolyploid plants. *New Phytol* **129**, 1-22.
- COWLING, R.M., ESLER, K.J. UND P.W. RUNDEL, 1999: Namaqualand, South Africa – an overview of a unique winter-rainfall desert ecosystem. *Plant Ecology* **142**, 3-21.
- DE ROCHER, E.J., HARKINS, K.R., GALBRAITH, D.W. UND H.J. BOHNERT, 1990: Developmentally regulated systemic endopolyploidy in succulents with small genomes. *Science* **250**, 99-101.
- DE STORME, N. UND D. GELEN, 2013: Tansley review. Sexual polyploidization in plants – cytological mechanisms and molecular regulation. *New Phytologist* **198**, 670-684.
- DHOOGHE, E., DENIS, S., ECKHAUT, T., REHEUL, D. UND M.C. VAN LABEKE, 2009: In vitro induction of tetraploids in ornamental *Ranunculus*. *Euphytica* **168**, 33-40.

- DOYLE, J.J. UND J.L. DOYLE, 1987: A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* **19**, 11-15.
- LE ROUX, A., PERRY, P. UND X. KYRIACOW, 1989: South Africa. In ORSHAN, G. (Hrsg.): *Plant phenomorphological studies in mediterranean type ecosystems*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 159-346
- RAMSEY, J. UND D.W. SCHEMSKE, 1998: Pathways, mechanisms, and rates of polyploid formation in flowering plants. *Annu Rev Ecol Syst* **29**, 467-501.
- SRIKANTH, A. UND M. SCHMID, 2011: Regulation of flowering time: all roads lead to Rome. *Cell. Mol. Life Sci.* **68**, 2013-2037.
- VAN JAARSVELD, E.J. UND U. DE PIENAAR, 2004: *Aizoaceae – Die Mittagsblumen Südafrikas*. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- YOUNIS, A., HWANG, Y.-J. UND K.B. LIM, 2014: Exploitation of induced 2n-gametes for plant breeding. *Plant Cell Rep* **33**, 215-223.

Analyse wirtschaftlich wichtiger Merkmale in Zierpflanzen mit komplexen Genomen

Analyses of economically important traits in ornamentals with complex genomes

**Dietmar Schulz, Marcus Linde, Juliane Geike, Helgard Kaufmann,
Ina Menz, Thomas Debener**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Pflanzengenetik,
Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover

E-Mail: debener@genetik.uni-hannover.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.010



Zusammenfassung

Im Gegensatz zu Pflanzenarten die als Modelle für die Grundlagenforschung genutzt werden oder den wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen hat die Züchtungsforschung an Zierpflanzen mit einer Reihe von spezifischen Problemen zu kämpfen. Eines der Probleme ist die hohe Diversität an Zierpflanzenkulturen, die zur Folge hat, dass es, im Vergleich zu den landwirtschaftlichen Hauptkulturen, nur relative geringe Investitionen in Forschung und Entwicklung für die einzelne Kulturart gibt. Weitere Probleme entstehen durch Polyploidie, große Genome, lange Generationszeiten und schlechte Transformierbarkeit. Als Beispiel werden Arbeiten zur Resistenz an Rosen vorgestellt. In tetrasom spaltenden Nachkommenschaften mit Aufspaltung von Resistenz gegenüber einzelnen pathogenen Rassen eines Erregers ist die Markerentwicklung schwierig, da der Nachweis von Repulsionskopplungen sehr große Nachkommenschaften erfordert. In einem zweiten, alternativen Ansatz wurden in einem Panel von 96 überwiegend tetraploiden Rosensorten Assoziationsstudien zur Resistenz gegen verschiedene Pathogene und zu verschiedenen anderen Merkmalen durchgeführt. Als Markersysteme wurden hauptsächlich SNPs von einem Axiom SNP array sowie KASP Marker verwendet. Beispielhaft werden einzelne mit QTLs assoziierte Marker und erste Validierungsexperimente in unabhängigen Populationen sowie die Problematik der Dosisermittlung in tetraploiden Genotypen vorgestellt. Abschließend werden Ansätze und erste Ergebnisse zur Modifizierung von MLO-Genen in tetraploiden Rosen mit Hilfe von TALEN und CRISPR gezeigt.

Stichwörter: CRISPR, MLO-Gene, molekulare Marker, QTL, Resistenz, Rose, TALEN

Abstract

In contrast to model plants and major agricultural crops genetic research and breeding in ornamentals is difficult due to some problems specific to ornamentals. Due to a large variety of cultivated ornamental crops resources for research and breeding for individual crops are smaller as compared to major agricultural crops. In addition, polyploid large genomes, long generation times and recalcitrance for biotechnological approaches are also negative factors. Here, examples from our research on resistance of roses to pathogens will be presented. In tetraploid progenies with a tetrasomic mode of segregation the development of new markers linked to resistance genes is difficult due to a low sensitivity for markers linked in repulsion. An alternative approach uses linkage disequilibrium in an association set of 96 rose varieties to detect markers associated to pathogen resistance and other traits. As markers an Axiom SNP array and KASP markers were used. Examples for associated markers and their validation in independent populations as well as technical challenges of SNP calling in tetraploids will be shown. Finally first results for the RNAi and CRISPR based knock down and knock out of rose MLO genes will be presented.

Keywords: CRISPR, MLO genes, molecular markers, QTL, resistance, rose, TALEN

Die Petunie als Modell zur Züchtung Mykorrhiza-reaktionsfähiger Kulturpflanzen

Petunia as model for breeding mycorrhiza-responsive crop plants

Philipp Franken, Iris Camehl, Katharina Kallus

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), Institutsteil Erfurt,
Kühnhäuser Str. 101, 99090 Erfurt

E-Mail: franken@erfurt.igzev.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.011



Zusammenfassung

Die arbuskuläre Mykorrhiza ist eine mutualistische Symbiose zwischen Pilzen des Phylums Glomeromycota und 80 % aller Landpflanzen. Sie beruht auf wechselseitigem Austausch von mineralischen Nährstoffen gegen Kohlenhydrate. Mykorrhizierte Pflanzen können aber auch erhöhte Resistenz bzw. Toleranz gegenüber Pathogenen und abiotischen Stress zeigen. Ob eine Mykorrhiza-Symbiose sich in einer verbesserten Leistung der Wirtspflanze äußert, hängt nicht nur von den äußeren Bedingungen, sondern auch vom Genotyp der beteiligten Partner ab. Dies zeigt sich bei Kulturpflanzen in erheblichen Unterschieden zwischen einzelnen Sorten bei der Reaktion auf die Besiedlung der Wurzel mit einem Mykorrhizapilz. Wenn in zukünftigen Kulturverfahren die Mykorrhizasymbiose genutzt werden soll, um z. B. die Toleranz gegenüber kurzzeitigen Trockenstress und die Resistenz gegen Pathogene zu erhöhen, muss die Reaktionsfähigkeit der Pflanzen auf die Symbiose eines der Züchtungsziele darstellen.

Petunia hybrida wird schon seit etwa zehn Jahren als Modellpflanze in der Mykorrhizaforschung genutzt. Genkarten und Marker existieren schon seit längerer Zeit, aber die komplette Sequenzierung der Genome der beiden Wildarten *Petunia axillaris* und *Petunia inflata* eröffnen neue Wege in der Züchtungsforschung. In einem ersten Schritt wurde die Reaktion der beiden Wildarten auf die Inokulierung mit einem Mykorrhizapilz verglichen. Dabei zeigten sich Unterschiede in der Besiedlung der Wurzeln, in den Veränderungen der Biomassen und in der Mykorrhiza-induzierten Resistenz gegen einen Wurzel-pathogenen Pilz. Nun werden in weiteren Versuchen die Phänotypen von Kreuzungspopulationen analysiert, um QTLs für die unterschiedlichen Reaktionen zu kartieren. Über die Genomsequenzen können so Gene identifiziert werden, die an der Reaktion der Petunie auf die Mykorrhizasymbiose beteiligt sind. Durch die Verfügbarkeit einer Population, bei der das Petuniengenom mit Transposoninsertionen gesättigt ist, kann die Rolle dieser Gene auch relativ schnell überprüft werden. Diese Gene und ihre Orthologe können in zukünftigen Züchtungsprogrammen für die Petunie und für andere Kulturpflanzen als funktionelle Marker zur Züchtung von Mykorrhiza-reaktionsfähigen Sorten dienen.

Stichwörter: abiotischer Stress, *Petunia axillaris*, *Petunia inflata*, QTL, Resistenz, Toleranz

Abstract

The arbuscular mycorrhiza is a mutualistic symbiosis between fungi of the phylum Glomeromycota and 80 % of all land plants. It is based on the exchange of mineral nutrients against carbohydrates. Mycorrhizal plants show in addition increased resistance or tolerance against pathogens and abiotic stress. Whether a symbiotic interaction results in increased performances of the plant is not only dependent on environmental factors, but also on the genotype of both partners. This leads to considerable differences between cultivars of crop plants in the response to colonization by a mycorrhizal fungus. If mycorrhiza should be applied in future production systems for increasing e.g. the tolerance against short-termed dry out or pathogen infestation, mycorrhiza responsiveness of plants has to be a trait to breed for.

Petunia hybrida is being used since ten years as model in mycorrhiza research. Gene maps and markers exist for a long time, but sequencing of the genomes of the two wild species *Petunia axillaris* and *Petunia inflata* open up new ways in breeding research. In a first step, the response of the two wild species to inoculation with a mycorrhizal fungus was compared. Differences were revealed concerning root colonization, in biomass changes and in mycorrhiza-induced resistance against a root-pathogenic fungus. In further experiments, the phenotypes of crossing populations are analyzed in order to map QTLs for the different responses. Using the genome sequences, genes can be identified which are involved in the responses of petunia to mycorrhization. Due to the availability of a population, where the genome is saturated with transposon insertions, it is possible to confirm the role of the genes in a relative short time. These genes and their orthologs can be used in future breeding programs for petunia and for other crop plants as functional markers for achieving new mycorrhiza-responsive cultivars.

Keywords: abiotic stress, *Petunia axillaris*, *Petunia inflata*, QTL, resistance, tolerance

Metabolismus und Transkriptom von zwei Petunienarten mit kontrastierender Kühletoleranz deuten auf wichtige Funktionen der Source-Sink Beziehung und der Abscisinsäure

Metabolism and transcriptome of two petunia cultivars with contrasting chilling tolerance indicate important functions of source-sink relationships and abscisic acid

Uwe Drüge, Martin Andreas Bauerfeind, Philipp Franken

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), Institutsteil Erfurt,
Kühnhäuser Str. 101, 99090 Erfurt

E-Mail: druege@erfurt.igzev.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.012



Zusammenfassung

Der Einsatz von kühletoleranten Sorten von *Petunia hybrida* würde die Reduktion der Heiztemperaturen im Gewächshaus ermöglichen und somit zur Energieeinsparung beitragen. Im Gegensatz zur pflanzlichen Reaktion auf sehr niedrige Temperaturen nahe des Gefrierpunktes sind die genetische Kontrolle der Toleranz gegenüber einer milden Temperaturabsenkung und der damit assoziierten physiologischen Prozesse wenig erforscht. Im Rahmen eines Verbundprojektes des AgroClusters WEGA wurde die Sorte 'Ultra Blue' als kühletolerant identifiziert, die bei einer Kultivierungstemperatur von 12 °C gegenüber 16 °C eine signifikant geringere Wachstumsdepression aufweist als die sensitive Sorte 'Sweet Sunshine Williams'. Durch Analyse von Phytohormonkonzentrationen, des Kohlenhydratstoffwechsels und des Transkriptoms unter dem Einfluss der Temperatur wurde untersucht, ob sich die zwei Sorten durch spezifische metabolische und molekulare Muster auszeichnen.

Unterschiede in den Konzentrationen verschiedener Zucker und Phytohormone und den Aktivitäten Saccharose-spaltender Enzyme in den Source-Blättern und dem Sprossapex zwischen beiden Sorten sowie die Reaktion der Kühle-bedingten Wachstumsdepression auf eine chemische Manipulation des Abscisinsäure (ABA)-Gehaltes deuten darauf hin, dass ein höherer Transport und eine höhere Verwertung von Kohlenhydraten sowie höhere ABA-Gehalte in den Wachstumszentren der toleranten Sorte protektive Funktionen gegen Kühlstress haben. Die metabolischen Daten korrespondierten mit den Ergebnissen eines *Petunia*-Microarrays. Dieser zeigte eine sortenspezifische Hybridisierung von Sequenzen bestimmter Gene mit putativ steuernder Funktion für Schlüsselenzyme der Saccharosespaltung, der Glycolyse, des Citratzyklus und des der ABA-Biosynthese vorgelagerten Carotinoidstoffwechsels. Unter Nutzung der kürzlich sequenzierten Genome von zwei Petunienursprungsarten und moderner molekulargenetischer Techniken können die Rolle von neuen Kandidatengenen für die Kühletoleranz in *Petunia hybrida* aufgeklärt und die identifizierten Kontrollgene der Züchtung zugeführt werden.

Stichwörter: Enzym, Kandidatengen, Kohlenhydratstoffwechsel, Sequenzierung

Abstract

The use of chilling-tolerant cultivars of *Petunia hybrida* would allow reduction of heating temperatures in greenhouses and thereby contribute to save energy. In contrast to the plant reaction to severe cold close to freezing temperatures, the genetic control of tolerance to mild temperature reduction and of associated physiological processes are hardly known. Within the frame of the AgroCluster WEGA, the cultivar 'Ultra Blue' was identified as chilling-tolerant, showing a significantly lower growth depression by cultivation at 12 °C versus 16 °C when compared with the sensitive cultivar 'Sweet Sunshine Williams'. By analysis of plant hormone levels, carbohydrate metabolism and plant transcriptome at the two temperatures we investigated, whether the two cultivars reveal specific metabolic and molecular patterns.

Differences in sugar and plant hormone concentrations and in activities of sucrolytic enzymes in source-leaves and the shoot apex between both cultivars, together with the response of chilling-induced growth depression to chemical manipulations of abscisic acid (ABA) level, suggest that a higher transport and utilisation of carbohydrates and higher ABA levels in the growth sinks of the tolerant cultivar have protective functions against chilling. The metabolic data corresponded to the results of a *Petunia*-microarray. This showed cultivar-specific hybridisation of sequences belonging to genes putatively controlling key enzymes of sucrolysis, glycolysis, citrate cycle and the carotenoid pathway upstream of ABA biosynthesis. Further using the recently sequenced parental genomes of *Petunia hybrida* and modern tools of molecular genetic, the role of newly identified candidate genes putatively controlling chilling tolerance in petunia can be tested and identified control genes can be implemented into respective breeding programs.

Keywords: candidate gene, carbohydrate metabolism, enzyme, sequencing

4 Praktische Pflanzenzüchtung und Ausbildung des Züchternachwuchses

Trendige Zierpflanzen für begeisterte Kunden – Eine Herausforderung!

Trendy ornamentals for excited consumers – A challenge!

Hendrik Theobald

Innovaplant GmbH & Co KG, Binger Straße 31, 55457 Gensingen

E-Mail: htheobald@innovaplant.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.013



Zusammenfassung

Seit 113 Jahren ist das Jungpflanzenunternehmen Kientzler im Zierpflanzenbau zu Hause. Mittlerweile arbeiten im Familienunternehmen weltweit zur Hauptsaison über 1.000 Arbeitskräfte für die Unternehmensgruppe, zu der neben Kientzler in Gensingen auch die Tochterunternehmen Innovaplant (Deutschland) und Innovaplant de Costa Rica gehören. Das Unternehmen Inflo in Krakau wird von Iris Kientzler geführt und rundet mit der In-vitro-Massenvermehrung von Stauden das Unternehmensportfolio ab. Die Produktion der Jungpflanzen wird in Europa überwiegend von Kientzler geleistet, weltweit mit den Hauptmärkten USA und Japan erfolgt die Produktion überwiegend über Innovaplant de Costa Rica. Kientzler ist Mitglied der Proven Winners™ Gruppe, einem Netzwerk gleichgesinnter Jungpflanzenunternehmen. Die Gruppe beschäftigt sich mit der weltweiten Vermarktung innovativer Sorten und Kientzler stellt hierfür Genetik, Elite-Material und unbewurzelte Stecklinge zur Verfügung. Um sich ändernden Modetrends im Bereich der Zierpflanzen Rechnung zu tragen, werden jedes Jahr ca. 200 Sorten neu ins Sortiment aufgenommen. Dafür werden von den Züchtern der Unternehmensgruppe jährlich über 100.000 Sämlinge gesichtet von denen ca. 3.000 Sämlinge jährlich intensiv an verschiedenen Standorten geprüft werden. Durch die Anwendung innovativer Züchtungsmethoden, bei denen konventionelle Züchtungsmethoden mit biotechnologischen Methoden kombiniert werden, entstehen faszinierende Produkte, die unsere Kunden begeistern.

Stichwörter: In-vitro-Vermehrung, Proven Winners™, Züchtung

Abstract

Kientzler is a member of ornamental plant business for more than 113 years. In the meantime, about 1,000 people are employed during the main season at the family-owned enterprise and Kientzler's subsidiaries Innovaplant and Innovaplant de Costa Rica. Inflo, a tissue culture Lab located in Krakow, with its CEO Iris Kientzler is principally involved in mass propagation of perennials. In Europe, sales and distribution of young plants is mainly covered by Kientzler, whereas for the US market, plants are mostly produced from Innovaplant de Costa Rica. Kientzler is an active partner in the Proven Winners™ group, a worldwide network of likeminded companies with the idea to bring innovative products to the market around the globe. Kientzler feeds the group with genetics, elite material and URC production. To supply the rapid changing market with new and trendy products, Kientzler is introducing every year more than 200 new varieties. That means, breeders of the Kientzler group check every year more than 100,000 seedlings and 3,000 of them will be tested every year in special trials at different locations. Through the application of innovative breeding methods, often in combination with biotechnology, we create fascinating products, which excite our customers.

Keywords: breeding, in vitro propagation, Proven Winners™

Die Unternehmensgruppe Kientzler

Das Unternehmen Kientzler wurde 1904 in Bad Kreuznach gegründet und beschäftigt sich mit der Züchtung und Vermarktung von Zierpflanzen. Der Vertrieb der Pflanzen erfolgt entweder als Steckling oder als bewurzelte Jungpflanze. Im Laufe der Jahre ist aus dem Familienunternehmen eine Unternehmensgruppe entstanden, die an mehreren Standorten produziert und ihre Produkte weltweit vertreibt (Abb. 1). Der Stammbetrieb wurde in den 60er Jahren nach Gensingen verlegt und dort befindet sich auch heute noch die Firmenzentrale. Hier werden an zwei Standorten auf 60,000 m² Produktionsfläche Jungpflanzen für den europäischen Markt produziert.



Abb. 1 Das Unternehmen Kientzler in Gensingen

Fig. 1 The company Kientzler in Gensingen

Darüber hinaus befindet sich in Gensingen auch der Firmensitz des 1989 gegründeten Unternehmens Innovaplant GmbH & Co KG. Drei Züchterrinnen und Ludwig Kientzler züchten in Gensingen und in zwei gepachteten Betrieben in Heidesheim *Impatiens*, Stauden und viele andere Beet- und Balkonpflanzen. Neben der Züchtung sind die Bereiche Produktion und Vertrieb von Elitematerial, Gewebekultur und Pathogentestung sowie Produktentwicklung und Lizenzwesen dem Unternehmen Innovaplant angegliedert. Weitere Züchtungsaktivitäten werden bei der 100%igen Tochterfirma Afrinova in Südafrika durchgeführt. Schließlich bestehen noch einige Züchtungsk Kooperationen. Zur Belieferung des US-amerikanischen Marktes wurde das Unternehmen Innovaplant de Costa Rica S.A. gegründet. Hier werden auf 120.000 m² Stecklinge produziert. Neben der Stecklingsproduktion wird im Gewebekulturlabor die Massenvermehrung von Stauden durchgeführt. Das Unternehmen Inflora in Krakau wird von Iris Kientzler betrieben und beschäftigt sich ebenfalls mit der Massenvermehrung von Stauden.

Die Proven Winners™ Gruppe (PW), ein weltweites Netzwerk „gleichgesinnter“ Jungpflanzenunternehmen, hat sich zum Ziel gesetzt innovative Produkte einzuführen und weltweit zu vermarkten. Kientzler als wichtiger Partner des Netzwerkes bringt eigene Sorten mit ein (z. B. *Chamaesyce* 'Diamond Frost', die Nemesienserien *Sunsatia*™ und *Sunsatia*™ Plus, *Cleome* 'Senorita Rosalita', *Lobularia* 'Snow Princess' u. a.), stellt Elitematerial zur Verfügung und Innovaplant de Costa Rica produziert Stecklinge für den weltweiten PW Markt (Abb. 2).

Trendige Zierpflanzen – eine züchterische Herausforderung

Die Anforderungen an das Produkt sind sowohl seitens der Produzenten als auch der Kunden gewaltig. Immerhin gilt es, unterschiedlichen Märkten mit unterschiedlichen Kunden und auch unterschiedlichen klimatischen Bedingungen gerecht zu werden. Weiterhin ist die Zierpflanzenbranche natürlich Modetrends unterworfen, denen Rechnung getragen werden muss.

Um sich ständig ändernden Markttrends gerecht zu werden, nimmt Kientzler jährlich ca. 200 neue Sorten ins Programm auf. Dafür werden von den Züchtern der Unternehmensgruppe jährlich über 100.000 Sämlinge gesichtet, von denen es etwa 3.000 Sämlinge in die Sortenprüfung schaffen. Das Zusammenspiel von In-vitro-Züchtungsmethoden mit der klassischen Züchtung ist ein wichtiges Instrument um neue, bisher nicht gekannte Sorteneigenschaften hervorzubringen. Die wichtigsten bahnbrechenden Züchtungen der letzten 30 Jahre waren: *Sutera*, *Impatiens*-Neu-Guinea-Hybriden, die Markteinführung von SURFINIA, *Sunsatia*™-Nemesien, *Lobularia* 'Snow Princess', *Chamaesyce* 'Diamond Frost', Summerwings-Begonien, *Erysimum*, *Cleome* 'Senorita Rosalita' und die *Salvia* GoGo-Serie.

Damit der Kunde im „Sortendschub“ die Orientierung nicht verliert wurden Marketingkonzepte kreiert, die sich nach dem Verwendungszweck der Pflanzen richten: Frühlingsflirt™, Sommerlust™, Herbstzauber™, Winterzauber™, Kräuterlust™ und Gourmetzauber™ sind Beispiele für solche Konzepte (Abb. 3).



Abb. 2 Dreier-Kombination TrioMio™ Sunsatia™ PLUS 'Alegria' mit verschiedenen Sunsatia™ PLUS-Nemesien

Fig. 2 Triple combination TrioMio™ Sunsatia™ PLUS 'Alegria' with different Sunsatia™ PLUS Nemesia



Abb. 3 Posterbeispiel des Marketingkonzeptes Herbstzauber™

Fig. 3 Poster as an example of the marketing concept Herbstzauber™

Schnittstellen Praxis/Forschung und Nachwuchsförderung

Schnittstellen mit der Forschung ergeben sich in erster Linie in projektbezogenen Arbeiten direkt mit den Forschungseinrichtungen. Hier sind z. B. Versuche mit LEDs im Gewebekulturlabor und in den Gewächshäusern zu nennen. Weiterhin gibt es im Bereich der In-vitro-Züchtung spannende Projekte und in der Vergangenheit nahm Kientzler auch an Verbundprojekten z. B. zum Thema Trockenstresstoleranz teil. Die Nachwuchsförderung beginnt bei Kientzler mit der Ausbildung von jungen Leuten zum Gärtner. In diesem Jahr sind bei Kientzler fünf Auszubildende beschäftigt. Studierende können bei Kientzler oder Innovaplant ihr berufspraktisches Semester absolvieren. Dies wird von den Studierenden gerne in Anspruch genommen. Und schließlich fördert Innovaplant Stipendien im Rahmen des Deutschlandstipendiums – besonders begabte Studierende des Gartenbaus werden hier finanziell unterstützt.

Praktische Zierpflanzenzüchtung in einem sich verändernden Wettbewerbsumfeld

Ornamental plant breeding in a changing competitive environment

Andrea Dohm

Klemm + Sohn GmbH & Co. KG, Hanfäcker 10, 70378 Stuttgart

E-Mail: a.dohm@selecta-one.com

DOI 10.5073/jka.2017.457.014



Zusammenfassung

Die Zierpflanzenzüchter agieren in einem globalen Markt und sind gefordert, Sorten zu entwickeln, die weltweit produziert und gehandelt werden können. Die Zierpflanzenbranche insgesamt befindet sich aktuell in einer Phase der Konsolidierung. Sowohl in der Züchtung als auch in Produktion und Handel ist eine stetige Konzentration auf weniger und größere Unternehmen zu beobachten. Im Hinblick auf den Konsumenten ist in den entwickelten Märkten wie Deutschland derzeit eine Stagnation und für viele Produkte sogar ein Rückgang des Konsums zu verzeichnen. In anderen Regionen Europas, Asiens und Südamerikas entstehen wiederum neue Märkte für Zierpflanzen.

Die Zierpflanzenzüchtung muss in ihrer Zielsetzung die Anforderungen und die Interessen aller Akteure in der Wertschöpfungskette vom Produzenten über den Handel bis zum Konsumenten berücksichtigen. Zielsetzung ist vorrangig die Effizienz in der Produktion sowie die Qualitätssicherung auf dem Weg vom Produzenten zum Konsumenten. Daneben wird Nachhaltigkeit in Form von ressourcenschonender Produktion und dem verminderten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ein zunehmend wichtigeres Züchtungsziel. Vor allem im Hinblick auf den Konsumenten haben Neuheiten für die Zierpflanzenzüchtung immer eine besondere Bedeutung gehabt und können in Bezug auf die aktuell intensiv diskutierte Inwertsetzung von Zierpflanzen einen wesentlichen Beitrag leisten. Neben der Züchtung von Sorten mit neuen Merkmalen in etablierten Zierpflanzenarten hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten eine enorme Ausweitung der züchterisch bearbeiteten Arten und Gattungen stattgefunden.

Bis heute entstehen neue Zierpflanzenarten nahezu ausschließlich durch konventionelle Kreuzungszüchtung. Daneben stellt die Mutationszüchtung eine bedeutende Züchtungsmethode dar. Die gentechnische Veränderung ist bei vielen Zierpflanzenarten erfolgreich etabliert und experimentell beschrieben, aber kommerzielle Sorten wurden bisher nur für Nelken und Rosen mit veränderten Blütenfarben entwickelt. Die Selektion mit Hilfe von molekularen Markern, die in der Züchtung von landwirtschaftlichen Kulturarten eine große Bedeutung hat, findet in der Zierpflanzenzüchtung bisher nur eingeschränkt Anwendung. Eine wesentliche Ursache hierfür ist, dass die grundlegenden Informationen zur Vererbung wirtschaftlich relevanter Merkmale fehlen. Seit einigen Jahren stehen sogenannte neue Züchtungsmethoden zur Verfügung. Vor allem von den Verfahren zur präzisen Genomeditierung werden große Impulse für die Pflanzenzüchtung erwartet. Aber auch die Anwendung dieser Methode erfährt in der Zierpflanzenzüchtung eine Einschränkung dahingehend, dass Informationen über die zugrundeliegenden Gene für die zu verändernden Merkmale benötigt werden. Zudem besteht in der EU aktuell noch Rechtsunsicherheit, ob die neuen Züchtungsmethoden als gentechnische Verfahren und die hieraus hervorgehenden Produkte als GVOs bewertet werden.

In jedem Fall erfordert die Etablierung der neuen Züchtungsmethoden für Zierpflanzen noch intensive Forschungsarbeit. Trotz der aktuell stattfindenden Konsolidierung der Zierpflanzenbranche handelt es sich bei der Mehrzahl der Zierpflanzenzüchter nach wie vor um kleine und mittelständische Unternehmen, die nur begrenzte Möglichkeiten für eigene Forschung haben und somit auf Kooperationen mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen angewiesen sind. Andererseits finden Zierpflanzen in der Grundlagenforschung nur wenig Beachtung. Darüber hinaus erfordert die zunehmend professioneller werdende Züchtung sehr gut ausgebildetes Personal. Durch den Rückbau der Gartenbauwissenschaften an den deutschen Hochschulen ist jedoch zu befürchten, dass in naher Zukunft weder gut ausgebildete Züchter noch Möglichkeiten für Forschungsk Kooperationen in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Züchtung ist der Zugang zu Züchtungsmaterial. In der Zierpflanzenzüchtung finden neben eigenen Züchtungslinien und kommerziellen Sorten vermehrt auch Wildarten für die kontinuierliche Erweiterung des Genpools als Kreuzungseltern Verwendung. Einerseits können durch Kombination von etablierten Zuchtlinien mit Wildarten neue innovative Sorten entstehen, andererseits stellen Wildarten eine mögliche Ressource z. B. für Resistenzen dar. Mit Hilfe des von der EU gezeichneten Nagoya Protokolls soll der Zugang und Vorteilsausgleich für die Nutzung von genetischen Ressourcen neu geregelt werden. Für die Umsetzung des Nagoya Protokolls fehlt jedoch in der EU noch ein klares Regelwerk und in vielen Geberländern für genetische Ressourcen stehen weder Ansprechpartner noch die notwendige Infrastruktur zur Verfügung.

Deshalb ist zu erwarten, dass in Zukunft die Nutzung genetischer Ressourcen eher zurückgehen wird, wodurch einerseits die genetische Variabilität in der Züchtung beeinträchtigt wird und andererseits die beabsichtigte positive Wirkung auf den Erhalt genetischer Ressourcen ausbleiben wird. Darüber hinaus haben bisher viele Staaten das Nagoya Protokoll nicht ratifiziert, z. B. die USA oder Japan, was im internationalen Vergleich zu einer Wettbewerbsverzerrung zwischen den Zierpflanzenunternehmen führen wird.

Dem teilweise sehr großen Aufwand für die Entwicklung von neuen Sorten und vor allem von Innovationen muss ein starker Sortenschutz Rechnung tragen. Für die vegetative Zierpflanzenzüchtung haben sich das Sortenschutzsystem nach UPOV sowie die Pflanzenpatente in den USA weitgehend bewährt und zum schnellen Züchtungsfortschritt und dem hohen Qualitätsniveau moderner Sortimente beigetragen. Das sogenannte Züchterprivileg ermöglicht durch die Nutzung von geschützten Sorten für die Weiterzüchtung jedoch auch die schnelle Kopie von innovativen Neuzüchtungen. Weiterhin wird die Abgrenzung von sogenannten abgeleiteten Sorten, insbesondere von Mutationen, von der Ursprungssorte ebenso wie der Wunsch nach größeren phänotypischen Unterschieden zwischen den Sorten seit Jahren intensiv diskutiert. Ein besserer Schutz von Neuheiten, der ihre Alleinstellung für einen längeren Zeitraum gewährleistet, kann z. B. durch Markenschutz oder durch Patente gewährleistet werden.

Stichwörter: genetische Ressourcen, Nachhaltigkeit, Nagoya Protokoll, Patente, Sortenschutz, Züchterprivileg, Züchtungsmethoden

Abstract

The ornamental plant breeders operate in a global market and are required to develop varieties that can be produced and commercialized worldwide. The entire ornamental plant sector is currently in a phase of consolidation. Both in breeding as well as in production and trade a steady concentration on less but larger companies can be observed. With regard to the consumer, the ornamental plant consumption in developed markets such as Germany is currently stagnating or even declining for many products. However, in other regions of Europe, Asia and South America new markets for ornamental plants are emerging.

In its objective, ornamental plant breeding must take into account the requirements and the interests of all actors in the value chain from the producer via the retail market to the consumer. The targets are primarily efficiency in production as well as quality assurance on the way from the producer to the consumer. Sustainability in terms of resource-conserving production and reduced use of chemicals is becoming an increasingly important breeding target. Particularly with regard to the consumer, novelties have always been very important for the ornamental plant business, and they can make a significant contribution to the currently intensively discussed valorisation of ornamental plants. Along with the breeding of varieties with new traits in established ornamental plant species, over the past two decades there has been an enormous expansion of genera and species which are used in breeding.

Until now, new ornamental plant varieties are almost exclusively produced by conventional cross-breeding. In addition, mutation breeding is an important breeding method. Genetic engineering has been successfully established and experimentally described in many types of ornamental plants, but commercial varieties have so far only been developed for carnations and roses with altered flower colours. The selection with the aid of molecular markers, which is of great importance for the breeding of agricultural crops, has so far only been used to a limited extent in ornamental plant breeding. One of the main reasons for this is that basic information about the inheritance of economically relevant characteristics is missing. For some years so-called new breeding methods are available. Among these new breeding methods, a significant impact on plant breeding is mainly expected from the different techniques for precise genome editing. However, genome editing also requires knowledge about the genes underlying the traits, which the breeder wants to modify. In addition, there is currently legal uncertainty in the EU whether the new breeding methods are considered as genetic modification and the resulting products as GMOs.

In any case, the establishment of new breeding methods for ornamental plants still requires intensive research work. Despite the current consolidation of the ornamental plant sector, the majority of ornamental plant breeders are still small and medium-sized enterprises, which have only limited capacities for their own research and are therefore dependent on research projects in cooperation with universities and research institutions. In addition, ornamental plants find little attention in basic research. Furthermore, professional breeding requires very well-trained personnel. Due to the cutback of horticultural sciences at German universities, however, it is to be expected that in the near future neither well-trained breeders nor possibilities for research cooperations will be available in sufficient quantity.

A key success factor for breeding is access to breeding material. Besides own breeding lines and commercial varieties wild species are also used as breeding parents in ornamental plant breeding, mainly for the continuous expansion of the gene pool. On the one hand, new and innovative varieties can be created by combining established breeding lines with wild accessions; on the other hand, wild species may be a potential source of important traits like resistances. In 2010 the Nagoya protocol on "Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization" was adopted with the aim to contribute to the conservation and sustainable use of biodiversity. The EU has ratified the Nagoya protocol, however, its implementation still lacks a clear set of rules. Furthermore, in many donor countries for genetic resources neither contact persons nor the necessary infrastructure are available. For this reason, the use of genetic resources is expected to decline in the future, which will have a negative impact on the genetic variability in breeding. In addition, the intended positive effect on the conservation of genetic resources will be jeopardized. Besides this, many states have not ratified the Nagoya protocol, e.g. the United States of America or Japan, which will lead to a distortion of competition between the ornamental plant breeders.

Since the breeding of new varieties and, above all, the development of true innovations require enormous investments, these efforts must be covered by a strong variety protection. The variety protection system according to UPOV as well as the plant patent system in the United States of America are working well for vegetatively propagated varieties and have contributed to a rapid breeding progress and the high quality level of modern assortments. However, the so-called breeder's privilege allows the use of protected varieties for further breeding and also the fast copy of innovative new varieties. In addition, the discrimination of so-called essentially derived varieties, in particular of mutations, from their variety of origin, as well as the demand for larger phenotypic differences between varieties, are intensively discussed for years between breeders. A better protection of novelties, which ensures their unique selling point for a longer period of time, can be ensured, for example, by trademark protection or by utility patents.

Keywords: breeding methods, breeder's exemption, genetic resources, Nagoya protocol, patents, plant variety protection, sustainability

Pflanzenzüchtung im Gartenbaustudium in den Hochschulen in Deutschland

Plant breeding in studies of horticultural sciences in universities in Germany

Jürgen Grunewaldt

Leibniz Universität Hannover, Abteilung Molekulare Pflanzenzüchtung,
Herrenhäuser Straße 2, 30419 Hannover und CIOFORA Deutschland e. V.

E-Mail: juergen.grunewaldt@genetik.uni-hannover.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.015



Zusammenfassung

In Deutschland wird Gartenbau an neun Hochschulen, davon sieben für Angewandte – und zwei für Grundlagenwissenschaften, gelehrt. Innerhalb des Agrarstudienganges bieten die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn und die Universität Hohenheim neben dem Fach Pflanzenzüchtung Module aus dem Fach Gemüse- und Obstbau bzw. Obstbau an. Diese beiden Universitätsstandorte werden daher in die berichtete Analyse einbezogen.

Das Angebot im Fach Pflanzenzüchtung in den einzelnen Hochschulen kann an der erzielbaren Anzahl Leistungspunkte (LP's) bei Wahl entsprechender Module und dem Thema der B.Sc.- und M.Sc.-Arbeit erfasst und verglichen werden. Aus dem Angebot lässt sich weiter ableiten, welchen Anteil das Fach Pflanzenzüchtung an dem gesamten Fächerangebot hat. Dieses ist ein Hinweis auf die Spezialisierungsmöglichkeit im Fach Pflanzenzüchtung in der entsprechenden Hochschule.

In den B.Sc.-Studiengängen werden, außer in einer Hochschule, Module mit Pflanzenzüchtungsinhalt angeboten. Der Umfang ist mit anderen Fächern vergleichbar und erlaubt, dem klaren Ziel eines B.Sc.-Abschlusses entsprechend, eine Spezialisierung in dem Fach Pflanzenzüchtung nicht.

Im M.Sc.-Studium können grundlegende, umfassende Erkenntnisse im Fach Pflanzenzüchtung aufgrund des Angebotes nur an den genannten vier Hochschulen für Grundlagenwissenschaften erworben werden. Entscheidend ist dabei eine eigenständig vertretene Professur für Pflanzenzüchtung. Im Studienfach Gartenbau existiert diese nur in der LU Hannover. In den drei anderen Hochschulen wird das Angebot Pflanzenzüchtung aus dem Studiengang Agrarwissenschaften importiert.

Traditionell streben Pflanzenzüchter zur weiteren Ausbildung eine Promotion an. Bis die Universitäten für Angewandte Wissenschaften ein Promotionsrecht und die entsprechende Ausstattung erhalten, stehen dafür nur die „alten Universitäten“ in der Verantwortung.

Eine sehr prekäre Situation ist bereits bei der Ausbildung des Hochschullehrernachwuchses eingetreten. Aktuell ist es nahezu ausgeschlossen, geeignete Kandidaten/Kandidatinnen für das Fach Pflanzenzüchtung zu finden.

Vielfältige Anstrengungen werden von Parteien, Ländern, Hochschulen, wissenschaftlichen Gesellschaften und dem Berufsstand unternommen, um dem Abbau von Lehre und Forschung im Gartenbau und der Gartenbaulichen Pflanzenzüchtung entgegenzutreten. Die Erfolge sind sehr gering und können den sich eher beschleunigenden Abbau von Lehre und Forschung im Gartenbau nicht aufhalten.

Stichwörter: Innovation, Qualifikation, Spezialisierung, Zierpflanzen

Abstract

In Germany horticultural sciences are taught in nine universities; seven of them are universities for applied sciences and two of basic sciences. Within agricultural sciences the universities at Bonn and Hohenheim offer modules in plant breeding and vegetable and fruit production, as well. Thus these two university sites are included in the reported analysis.

The offer of plant breeding in the said universities can be recorded as number of achievable credit points (ECTS) when selecting appropriate modules and the theme of the B.Sc. or M.Sc. thesis from plant breeding, as well. This value can be put in relation to the total number of credit points necessary to enter the final B.Sc. or M.Sc. exam. The obtained quotation gives information on the degree of possible specialization in plant breeding within the corresponding university.

Within the B.Sc. courses modules with Plant Breeding are offered in all universities mentioned, except in one. The amount of modules corresponds with all other subjects and does not allow a specialization in plant breeding. This is in accordance with the aim of the B.Sc. education.

Within the M.Sc. course fundamental knowledge in Plant Breeding can only be obtained in the four universities

for basic sciences at Hanover, Munich, Bonn and Hohenheim. Crucial is the presence of a chair for plant breeding, which exists in the Horticultural Faculties only at Hannover. Within the three other universities Plant Breeding is imported from the Agricultural Faculties.

Traditionally plant breeders get further specialization preparing a PhD thesis. Until the universities for applied sciences receive promotions right and adequate equipment the "old" universities are still in charge to offer this qualification.

A very precarious situation has been already occurred in training the next generation of high school teachers. For now it is nearly impossible to find suitable candidates to represent the subject Plant Breeding, even for the remaining very rare positions.

Political parties, federal German countries, universities, scientific societies, and professional groups make great efforts to interrupt the ongoing reduction of education and research in horticulture in general and especially in horticultural Plant Breeding; although this subject is universally accepted to have a crucial position at the beginning of the value chain.

Keywords: innovation, ornamental plants, qualification, specialization

Einleitung

Unter dem Begriff Zierpflanze werden nach ihrer Nutzung so unterschiedliche Pflanzengruppen zusammengefasst wie Schnittblumen, Topf-, Beet- und Balkonpflanzen sowie Stauden und Ziergehölze. Unter die Ziergehölze fallen auch die nicht forstlich genutzten Park- und Alleebäume. Hinter der Vielfalt der Zierpflanzen stehen voneinander stark abweichende Genotypen. Für eine züchterische Bearbeitung sind daher aus dem Instrumentarium für Pflanzenzüchtung geeignete Methoden auszuwählen. Dies setzt die umfassende Kenntnis der vorhandenen Zuchtmethoden, aber auch die Verfolgung und Bewertung ihrer ständigen Weiterentwicklung voraus. Es liegt nahe, die erwartete Qualifikation von Zierpflanzenzüchtern im Gartenbaustudium zu vermitteln und zu erwerben.

Gartenbaustudium an Hochschulen in Deutschland

In Deutschland wird Gartenbau an neun Hochschulen gelehrt. Diese sind:

- Beuth Hochschule für Technik Berlin
- Humboldt-Universität zu Berlin
- Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
- Fachhochschule Erfurt
- Hochschule Geisenheim
- Leibniz Universität Hannover
- Technische Universität München
- Hochschule Osnabrück
- Hochschule für angewandte Wissenschaften Weihenstephan-Triesdorf.

Innerhalb des Agrarstudienganges bieten die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn und die Universität Hohenheim neben dem Fach Pflanzenzüchtung Module aus dem Fach Gemüse- und Obstbau bzw. Obstbau an. Die Einbeziehung dieser beider Hochschulen in die Analyse des Angebotes an Pflanzenzüchtung wirft die Frage auf, ob Kenntnisse für die züchterische Bearbeitung landwirtschaftlich genutzter Pflanzenarten für die gärtnerisch genutzter anwendbar sind; ganz vereinfacht: Unterscheiden sich beide voneinander oder nicht? In den Grundlagen der Anwendbarkeit unterscheiden sich beide nicht. In der Anwendung ergeben sich jedoch erhebliche Unterschiede. So ist zum Beispiel die Mutationszüchtung mit Nutzung von spontan auftretenden und induzierten Mutanten für die Sortenentwicklung von vegetativ vermehrten Zierpflanzen und einigen Obstarten in vielen Fällen die Methode der Wahl.

Die Integration „neuer“ Techniken ist bereits unabwiesbarer Bestandteil der Sortenentwicklung aller landwirtschaftlich genutzten Arten. Im Gegensatz dazu finden die Entwicklung und die Integration

dieser Techniken, wie der Einsatz der Gentechnik, die Marker gestützte Selektion und die Genomeditierung, bei Zierpflanzen praktisch nicht statt. Abweichend davon werden für die Züchtung einiger Sorten von Obstarten, z. B. dem Apfel und dem Pfirsich, „neue“ Techniken eingesetzt.

Der Vergleich des Lehrangebotes „Gemüsebau“ und „Obstbau“ in beiden Agrar-Studiengängen ergibt Unterschiede. Auch wenn im Kontext eines Agrarstudiums vor allem die Gemüsearten als Glieder einer landwirtschaftlichen Fruchtfolge betrachtet werden, besteht ein inhaltlicher Zusammenhang mit der Produktion im Gartenbau. Dasselbe trifft bedingt auch für den Obstbau zu.

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Ziele eines Gartenbau- und Landwirtschaftsstudiums werden die beiden Hochschulen Bonn und Hohenheim in die Betrachtung „Pflanzenzüchtung im Gartenbaustudium in den Hochschulen in Deutschland“ einbezogen.

Angebot Pflanzenzüchtung im B.Sc.-Studiengang Gartenbauwissenschaften und Agrarwissenschaften mit Spezialisierungsmöglichkeit im Gemüse- und Obstbau

Hochschulstandorte mit dem Angebot Pflanzenzüchtung im B.Sc.-Studiengang Gartenbauwissenschaften und Agrarwissenschaften mit Spezialisierungsmöglichkeit im Gemüse- und Obstbau sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1 Angebot Pflanzenzüchtung im B.Sc.-Studiengang Gartenbauwissenschaften und B.Sc.-Studiengang Agrarwissenschaften mit Wahlmöglichkeit gartenbaulicher Fächer.

Tab. 1 Offer for courses in plant breeding during the B.Sc. studies in Horticultural Sciences and in Agricultural Sciences with optional horticultural courses

Hochschule	Angebot	Professur ¹	Leistungspunkte (LP) im B.Sc.-Studium			
			Pfl. Züchtg. ²	B.Sc.-Arbeit	Gesamt	% ³
HS Beuth Berlin	-	-	-	-	-	-
HU Berlin	+	-	6	12	180	11,1
HTW Dresden	+	-	6	10	210	7,6
FH Erfurt	+	-	8	12	210	9,5
HS Geisenheim	+	-	8	15	210	10,9
LU Hannover	+	+	23	12	180	19,4
TU München	+ ⁴	+ ⁴	17	10	180	15,0
HS Osnabrück	+	-	15	30 ⁵	180	25,0
HS Weihenstephan-Tries.	+	-	5	10	210	7,1
Uni Bonn	+ ⁴	+ ⁴	18	12	180	16,7
Uni Hohenheim	+ ⁴	+ ⁴	13,5	12	180	14,2

¹ Eigenständige Professur für Pflanzenzüchtung

² Summe erzielbarer Leistungspunkte (LP) in Pflicht- und Wahlmodulen mit Pflanzenzüchtungsinhalt

³ prozentualer Anteil LP mit Pflanzenzüchtung von Gesamt

⁴ Angebot innerhalb des Agrarstudienganges

⁵ inkl. Berufspraktisches Projekt

Quelle: Prüfungsordnung der entsprechenden Hochschule und persönliche Mitteilungen

Um das Angebot quantitativ zu erfassen, wurde die Summe aller erreichbaren Leistungspunkte (LP's) für die angebotenen Pflicht- und Wahlmodule mit pflanzenzüchterischem Inhalt pro Hochschule ermittelt. Zusätzlich wurde die für die B.Sc.-Arbeit vergebene Anzahl LP's festgestellt. Dabei wird unterstellt, dass das Thema der B.Sc.-Arbeit aus dem Gebiet Pflanzenzüchtung stammt.

Die Summe aus beiden Werten wurde in Beziehung gesetzt zu der benötigten Anzahl Leistungspunkte zum Abschluss des B.Sc.-Studiums. Dieser Anteilswert gibt Aufschluss über die dem Fach Pflanzenzüchtung beigemessene Bedeutung und die Möglichkeit, das Fach Pflanzenzüchtung an dem jeweiligen Hochschulstandort vertiefend zu studieren. Gleichzeitig erlaubt dieser Wert einen Vergleich des Angebotes zwischen den Hochschulen.

Es ist festzustellen, dass außer in der Beuth Hochschule Berlin alle genannten Hochschulstandorte im B.Sc.-Studiengang Module mit pflanzenzüchterischem Inhalt anbieten. Als einzige der genannten Hochschulen verfügt die LU Hannover im Gartenbaustudium über eine eigenständige Professur für Pflanzenzüchtung (Abteilung Molekulare Pflanzenzüchtung). Diese Situation besteht ununterbrochen bereits seit dem Sommersemester 2007. Das Fach Pflanzenzüchtung wird an der TU München aus den Agrarwissenschaften importiert. Am Standort Bonn und Hohenheim vertreten eigenständige Professuren das Fach Pflanzenzüchtung.

Der prozentuale Anteil LP's aus Modulen mit pflanzenzüchterischem Inhalt plus einer B.Sc.-Arbeit mit einem pflanzenzüchterischem Thema an der Gesamtanzahl benötigter LP's zum Abschluss des B.Sc.-Studiums, ergibt nach Tabelle 1 folgende Abstufung zwischen den Hochschulen:

Der prozentuale Anteil erzielbarer LP's beträgt zwischen 7,1 % (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf) und 19,4 % (LU Hannover). Die Hochschule Osnabrück liegt wegen der zusammengefassten kumulativen Bewertung von B.Sc.-Arbeit und Projekt bei 25 %. Werden die erzielbaren LP's für die B.Sc.-Arbeit für sich betrachtet, so sind zwischen 10 und 15 LP's zu erreichen.

Die Standorte der Hochschulen für Grundlagenforschung (Berlin, Hannover, Bonn und Hohenheim) liegen bei einem Anteil zwischen 11 % und 19 % am gesamten, wählbaren Angebot mit pflanzenzüchterischem Inhalt. Mit Ausnahme der HU Berlin bieten die drei anderen Standorte den Studierenden, wenn nicht im eigenen Studiengang, so im Studiengang Agrarwissenschaften Zugang zu einer eigenständigen Professur am jeweiligen Standort.

Zusammenfassung B.Sc.-Studiengänge

Als zusammenfassendes Ergebnis kann festgestellt werden, dass in den B.Sc.-Studiengängen außer in einer Hochschule (HS Beuth) Module mit dem Fach Pflanzenzüchtung angeboten werden. Der Umfang ist mit allen anderen Fächern des Fächerkanons vergleichbar. Dem erklärten Ziel eines B.Sc.-Studiums entsprechend ist eine Spezialisierung in einzelnen Fächern, so auch dem Fach Pflanzenzüchtung, in diesem Studiengang nicht möglich.

Angebot Pflanzenzüchtung im M.Sc.-Studium Gartenbauwissenschaften und Agrarwissenschaften mit Wahlmöglichkeit gartenbaulicher Fächer

In Tabelle 2 sind die Hochschulstandorte mit dem Angebot Pflanzenzüchtung im M.Sc.-Studiengang Gartenbau- und Agrarwissenschaften mit Spezialisierungsmöglichkeit im Gemüse- und Obstbau aufgeführt. Die Erfassung und Beurteilung der mitgeteilten Daten erfolgt wie für den B.Sc.-Studiengang beschrieben.

Alle genannten Hochschulen bieten einen M.Sc.-Studiengang an. Die Wahlmöglichkeit von Modulen mit pflanzenzüchterischem Inhalt besteht jedoch in den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften nur in der FH Erfurt, dagegen in allen anderen Hochschulen. Wie im B.Sc.-Studiengang Gartenbau muss dafür jedoch an den Standorten Weihenstephan, Bonn und Hohenheim das Angebot „Pflanzenzüchtung“ der Landwirtschaftlichen Fakultät genutzt werden.

In der FH Erfurt beträgt der Anteil der mit Pflicht- und Wahlmodulen plus der M.Sc.-Arbeit mit pflanzenzüchterischem Inhalt zu erreichenden LP's an der geforderten Gesamtanzahl LP's zum Abschluss des M.Sc.-Studiums 26,7 %.

Tab. 2 Angebot Pflanzenzüchtung im M.Sc.-Studiengang Gartenbauwissenschaften und M.Sc.-Studiengang Agrarwissenschaften mit Wahlmöglichkeit gartenbaulicher Fächer

Tab. 2 Offer for courses in plant breeding during the M.Sc. studies in Horticultural Sciences and in Agricultural Sciences with optional horticultural courses

Hochschule	Angebot	Professur ¹	Leistungspunkte (LP) im M.Sc.-Studium			
			Pfl. Züchtg. ²	M.Sc.-Arbeit	Gesamt	% ³
HS Beuth Berlin	-	-	-	-	-	-
HU Berlin	+	-	6	30	120	30,0
HTW Dresden	+	-	-	-	-	-
FH Erfurt	+	-	6	18	90	26,7
HS Geisenheim	+	-	-	-	-	-
LU Hannover	+	+	48 ⁵	30	120	65,0
TU München	+ ⁴	+ ⁴	16	25	90	45,6
HS Osnabrück	+	-	-	-	-	-
HS Weihenstephan-Tries.	+	-	-	-	-	-
Uni Bonn	+ ⁴	+ ⁴	24	30	120	45,0
Uni Hohenheim	+ ⁴	+ ⁴	43,5	30	120	61,3

¹ Eigenständige Professur für Pflanzenzüchtung

² Summe erzielbarer Leistungspunkte (LP) in Pflicht- und Wahlmodulen mit Pflanzenzüchtungsinhalt

³ prozentuale Anteil LP mit Pflanzenzüchtung von Gesamt

⁴ Angebot innerhalb des Agrarstudienganges

⁵ inkl. Berufspraktisches Projekt

Quelle: Prüfungsordnung der entsprechenden Hochschule und persönliche Mitteilungen

Erwartungsgemäß liegt der wählbare Anteil der Faches Pflanzenzüchtung in den Hochschulen für Grundlagenforschung höher als in der FH Erfurt. Er beträgt zwischen 30 % (HU Berlin) und 65 % (LU Hannover). Den besonderen Verhältnissen in der HU Berlin, nämlich keinen Zugang zu einer Professur für Pflanzenzüchtung zu haben, ist es geschuldet, dass der entsprechende Anteil nur bei 30 % liegt. In den anderen Hochschulen liegt er zwischen 45 % (Uni Bonn) und 65 % (LU Hannover).

Für die M.Sc.-Arbeit als weitere Spezialisierungsmöglichkeit werden zwischen 18 LP's (FH Erfurt) und 25 bis 30 LP's (alle übrigen Hochschulen) angerechnet. Das entspricht etwa 20 % (FH Erfurt) und 28 % (TU München) der insgesamt geforderten Leistungspunkte.

Zusammenfassung M.Sc.-Studiengänge

Die Möglichkeit, grundlegende Erkenntnisse im Fach Pflanzenzüchtung zu erlangen, ist während eines M.Sc.-Studiums nur in den Hochschulen für Grundlagenforschung und nur in denen gegeben, die Zugang zu eigenständigen Professuren für Pflanzenzüchtung haben.

Promotionsstudium

Traditionell streben Pflanzenzüchter zur weiteren Qualifikation eine Promotion an. Bis die Hochschulen für Angewandte Wissenschaften ein Promotionsrecht und die entsprechende Ausstattung erhalten, stehen dafür die „alten“ Universitäten in der Verantwortung. Die Anzahl promovierender und promovierter Pflanzenzüchter mit gartenbaulichem Hintergrund ist aktuell um ein Vielfaches geringer als der Bedarf. Belastbare Daten konnten leider noch nicht ermittelt werden.

Hochschullehrernachwuchs

Trotz Einführung der Junior-Professur, die als Äquivalent für die Habilitation gelten soll, strebt der weitaus überwiegende Teil der Juniorprofessorinnen und -professoren eine Habilitation als „Zusatzqualifikation“ für die Berufung oder den Übergang in ein Hochschulamt an. Wegen der erwarteten Berufungschancen für das Fachgebiet Pflanzenzüchtung an gartenbaulichen Kulturen ist die Hochschullehrerlaufbahn jedoch zunehmend uninteressant geworden.

Aber auch in den Instituten für Pflanzenzüchtung in den Agrarstudiengängen und anderen Forschungseinrichtungen der öffentlichen Hand ist die Anzahl der Habilitierenden mit anwendungsbezogenen Themen gering. Die Streichung vorhandener und die Nichteinrichtung von Professuren für Pflanzenzüchtung werden diesen Trend noch beschleunigen.

Woher werden die zukünftigen Hochschullehrer/innen kommen?

Erhalt der Zierpflanzenzüchtung und des Gartenbaustudiums in Lehre und Forschung

Den Erhalt der Zierpflanzenzüchtung und des Gartenbaustudiums haben sich unterschiedlichste Organisationen und Gremien auf die Fahnen geschrieben. Beispiele dafür werden nachfolgend aufgeführt.

o **Aktivitäten von Parteien**

Der Deutsche Bundestag hat am 21.10.2016 den Antrag von CDU/CSU und SPD zu „Gartenbau sowie Garten- und Landschaftsbau als innovativen Wirtschaftszweig stärken und zukunftsfest machen“ diskutiert. Der Antrag wurde von allen Fraktionen vor fast leerem Auditorium einmütig zustimmend verabschiedet. Für den Bereich Pflanzenzüchtung sind darin folgende Forderungen gestellt:

- Auf europäischer Ebene:
 - Patentierung von Erzeugnissen aus konventioneller Zucht und alle im Wesentlichen biologischen Verfahren von der Patentierbarkeit auszuschließen.
 - im Recht für Pflanzen- und Tierzucht ein umfassendes Züchterprivileg anzuwenden.
- Im Bereich der Ressortforschung:
 - die Züchtungsforschung insbesondere für den ökologischen Anbau zu verstärken.

o **Das Land Niedersachsen**

Das Land Niedersachsen hat 2015 durch seine Wissenschaftliche Kommission die Agrar- und Gartenbauwissenschaften an den Niedersächsischen Hochschulen evaluieren lassen. Den Gartenbau betreffend gehören dazu die Standorte Osnabrück (Universität für Angewandte Wissenschaften) und Hannover (Universität für Grundlagenwissenschaften). Im Ergebnis wird u. a. festgestellt:

- Das gartenbauwissenschaftliche Profil sollte gepflegt werden. Dazu sollen gartenbaurelevante Kulturpflanzen als Forschungsgegenstände eingesetzt, die Systemorientierung ausgebaut und die gesellschaftliche Relevanz sowie der Anwendungsbezug hervorgehoben werden.
- Die Gartenbauwissenschaften müssen eine Strategie für die Nachwuchsförderung, insbesondere im postdoktoralen Bereich entwickeln.
- Es sollte geprüft werden, einen gemeinsamen Masterstudiengang Gartenbauwissenschaften mit der Hochschule Osnabrück zu etablieren und damit die grundlagenorientierten Inhalte um den Anwendungsbezug und um die Systemorientierung zu ergänzen.

Die Gutachter der Wissenschaftlichen Kommission haben zur Situation der Pflanzenzüchtung am Standort Hannover sinngemäß ausgeführt:

Die Pflanzenzüchtung ist in der Leibniz Universität Hannover im Institut für Pflanzengenetik mit fünf Abteilungen, jeweils ausgestattet mit einer Professur, verankert. Jedoch haben nur die Forschungsarbeiten in der Abteilung „Molekulare Pflanzenzüchtung“ einen direkten Bezug zur Pflanzenzüchtung.

○ **Aktivitäten der Leibniz Universität Hannover**

Aktuell sind am Standort Hannover die verbliebenen sechs gartenbaulich ausgerichteten Fächer als eigenständige Abteilungen im Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme zusammengefasst. Dieses Institut ist Bestandteil der Fakultät für Naturwissenschaften. Die Abteilung Biosystemtechnik ist geschlossen und in der Abteilung Phytomedizin sind die beiden Stellen der vakanten Professuren Entomologie und Phytomedizin eingezogen. Es verbleiben die Abteilungen Gehölz- und Vermehrungsphysiologie, Obstbau, Systemmodellierung / Gemüsebau und Zierpflanzenbau. Alle Bereiche stehen unter dem Diktum des Präsidenten im Gartenbau Forschung auf dem Niveau ehemaliger Fachhochschulen zu betreiben.

○ **Aktivitäten des Hans Eisenmann Zentrums in Weihenstephan**

Im Hans Eisenmann Zentrum sind alle agrarwissenschaftlichen Lehrstühle und Institutionen der TU München vernetzt. Dem Gartenbau können aktuell lediglich noch zwei Einrichtungen zugeordnet werden, nämlich der Lehrstuhl für Ökonomik des Gartenbaues und Landschaftbaus und das Fachgebiet Biotechnologie gartenbaulicher Kulturen. Zurzeit werden mit dem Präsidium der TU München Vorschläge zur Besetzung weiterer, dem Gartenbau zuzurechnender Professuren diskutiert. Das Ergebnis ist bei der Forderung, ausschließlich Exzellenzcluster zu schaffen, offen.

○ **Aktivitäten wissenschaftlicher Gesellschaften**

Am 21.11.2016 wurde eine von der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft (DGG) und dem Bundesverband der Studierenden und Absolventen des Hochschulstudiums Gartenbau und Landschaftsarchitektur (BHGL) verfasste Petition dem Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages vorgelegt. Die Petition ist das Ergebnis eines vom Zentralverband Gartenbau (ZVG) initiierten Runden Tisches, an dem der BHGL und die DGG beteiligt waren.

Der Runde Tisch schlägt u. a. vor, eine „virtuelle“ Gartenbauwissenschaftliche Fakultät zu gründen, die länderübergreifend finanziert wird und an der die Universitätsstandorte Berlin, Bonn, Hannover, Hohenheim und München-Weihenstephan beteiligt sind. Ferner wird vorgeschlagen, die drei Bundesländer der Universitäten mit Gartenbauwissenschaften, die Kultusministerkonferenz, das BMEL und das BMBF zu beteiligen. Der Petitionsausschuss hat inzwischen seine Nichtzuständigkeit dieses die Länderhoheit betreffenden Anliegens geäußert und auch das BMBF hat auf seine Nichtzuständigkeit verwiesen.

○ **Aktivitäten des Berufstandes**

Vielfältige Äußerungen des Berufstandes heben gemeinsam die unabweisbare Unterstützung der Praxis durch die Ausbildung des Nachwuchses und die Durchführung angewandter Forschungsvorhaben hervor. Bezeichnend ist die wiederkehrende Bitte, wieder umfangreiche Praktika vor und während des Studiums als Pflichtleistung in die Studiengänge zu integrieren.

Speziell wird das Fach Pflanzenzüchtung als Schlüsseltechnologie bezeichnet, die am Beginn der Wertschöpfungskette steht und die in Deutschland als Sitz weltweit führender Züchtungshäuser nicht geschmälert werden dürfe. Gerade die Anforderungen des Zierpflanzenmarktes, ständig Neuheiten und Innovationen bereitzustellen, erfordern das Schritthalten mit den aktuellsten Entwicklungen der Züchtungsforschung und deren Übersetzung in praxistaugliche Anwendungen mit dem dazu ausgebildeten Personal.

Der Standort Erfurt-Kühnhausen hat gezeigt, wie ohnmächtig der Berufsstand und die DGG sind, dessen Schließung trotz fordernder Interventionen zu verhindern. Dasselbe trifft leider auch zu für andere, mit öffentlichen Mitteln finanzierte Einrichtungen. CIOPORA Deutschland hat allerdings im Jahresgespräch mit dem BMEL bei Behandlung des Agenda-Punktes „Erfurt-Kühnhausen“ ein erfreuliches Gesprächsergebnis mitgenommen: Die Höhe des vom BMEL verwalteten Bundeszuschusses wird vor allem in den Einrichtungen der Ressortforschung des BMEL in Quedlinburg und Pillnitz verfügbar bleiben.

○ **Aktivitäten von CIOPORA Deutschland**

CIOPORA Deutschland ist, gemeinsam mit der international tätigen Organisation gleichen Namens, tätig bei den tagesaktuellen Weichenstellungen für die Entwicklung und den Schutz von Sorten, so etwa der Aktualisierung der Sortenprüfung, der Umsetzung des Nagoya Protokolles und der Patentierung von Sorten. Daneben sind der Erhalt der Hochschulausbildung von Pflanzenzüchtern und der angewandten, gartenbaulichen Forschung sowie die Förderung betrieblicher FuE-Vorhaben ein Hauptanliegen und Betätigungsfeld. Aus dieser Aufgabenbeschreibung ergibt sich die Notwendigkeit eines verlässlich gepflegten Kontaktes mit den beteiligten Hochschuleinrichtungen und den Landes- und Bundesbehörden.

Neben umfangreichen Stellungnahmen zu den genannten Aufgaben erhebt CIOPORA Deutschland bei ihren Mitgliedern den aktuellen Bedarf an Züchternachwuchs und die Erwartungen an dessen Kenntnisse, die Bereitschaft Praktikumsplätze bereitzustellen, die angebotenen Praktikumsinhalte und äußeren Umstände wie Vergütung, Unterbringung etc. belastbar darzulegen.

CIOPORA Deutschland hat ein Budget zur Förderung von Lehraufträgen für Pflanzenzüchtung aufgelegt. Dieses ermöglicht eine Überbrückung von fehlender Lehrkapazität. Wünschenswert wäre eine Stiftungsprofessur, deren Finanzierung mit etwa 100.000 € p. a. und der Bereitschaft der aufnehmenden Hochschule verbunden ist; beides sind hohe Hürden.

Aktuell keimt ein sehr kleines Pflänzchen Hoffnung, die Mitglieder des Berufsstandes individuell und ohne das Sprachrohr ihrer berufsständischen Vertretungen zur Beschreibung des Mangels an Gartenbauforschung und Lehre anzuregen. Dabei wird zutage kommen, wie groß die Not tatsächlich ist und ob Bereitschaft besteht, diese mit eigenen Mitteln unterstützend abzuwenden.

○ **FuE-Programme**

Nationale und internationale Geldgeber fördern Forschungs- und Entwicklungsprogramme für Pflanzen. Wenige dieser Programme sind jedoch für praktische Zierpflanzenzüchtungsvorhaben zugänglich, es sei denn, es handelt sich um Zierpflanzen, die als Modell für grundlegende Entwicklungen dienen können. Die dazu vorausgesetzten Vorarbeiten, etwa Genomsequenzierungen, Markerentwicklung etc., sind nur von sehr wenigen Zierpflanzen verfügbar. Damit schließt sich ein unentrinnbarer Kreis von Stagnation, der durch den anhaltenden Abbau der Hochschulausbildung im Gartenbau noch verfestigt wird.

Berufsintegrierender Bachelorstudiengang „Pflanzentechnologie in der Agrarwirtschaft“ an der Hochschule Osnabrück

In-service Bachelor program „Plant Technology of Agriculture“ at the University of Applied Sciences Osnabrück

Andreas Ulbrich, Daniela Ehrenbrink

Hochschule Osnabrück, Fakultät für Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur,
Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück

E-Mail: a.ulbrich@hs-osnabrueck.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.016



Zusammenfassung

In dem Verbundprojekt „AgriCareerNet“, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung in Berlin, entwickeln die Hochschule Osnabrück und die Universität Göttingen Weiterbildungsangebote für die Branche der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Das Besondere an diesen Weiterbildungsangeboten ist ihre **berufsbegleitende Konzeption**. Dies zeichnet auch das Studienangebot im Bereich der „Pflanzentechnologie“ (Bachelorstudiengang) aus. Der berufsintegrierende Ablauf der Weiterbildung gewährleistet ein Studium ohne die Berufstätigkeit aufgeben zu müssen. Die genauer definierte Zielgruppe sind Fach- und Führungskräfte aus den Bereichen der Landwirtschaft, des Gartenbaus oder weiterer anverwandter Fachbereiche.

Stichwörter: Blended-Learning, E-Learning, Gartenbau

Abstract

The University of Applied Sciences Osnabrück and the University Göttingen supply with the joint research project „AgriCareerNet“, funded by the Federal Ministry of Education and Research, further training within the sector of Agro and Food Business. The in-serve training of this Bachelor program in the field of ‘Plant Technology’ is special. It allows to study without quitting the job. Specialists and managers of agriculture, horticulture and other relative fields are the target group of this kind of higher education.

Keywords: Blended-Learning, E-Learning, horticulture

Einleitung

In dem Verbundprojekt „AgriCareerNet“, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung in Berlin, entwickeln die Hochschule Osnabrück und die Universität Göttingen Weiterbildungsangebote für die Branche der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Das Besondere an diesen Weiterbildungsangeboten ist ihre **berufsbegleitende Konzeption**. Dies zeichnet auch das Studienangebot im Bereich der „Pflanzentechnologie“ (Bachelorstudiengang) aus. Der berufsintegrierende Ablauf der Weiterbildung gewährleistet ein Studium ohne die Berufstätigkeit aufgeben zu müssen. Hauptaugenmerk liegt in der Vermittlung von Lehrinhalten nach dem „Blended-Learning-Konzept“. Das bedeutet eine Kombination aus Präsenzveranstaltungen in Osnabrück sowie E-Learning bzw. Online-Angeboten.

Die genauer definierte Zielgruppe sind Fach- und Führungskräfte aus den Bereichen der Landwirtschaft, des Gartenbaus oder weiterer anverwandter Fachbereiche. Als zukünftige/r Student/in sind Sie im Besitz einer Hochschulzugangsberechtigung (auch ohne Abitur!), einer abgeschlossenen Berufsausbildung, gegebenenfalls einem einschlägigen Vorpraktikum, sowie eines Nachweises des aktuellen Beschäftigungsverhältnisses.

Das berufsintegrierende Studium

Vorläufiges Curriculum

Bitte beachten Sie, bei der Entwicklung eines Curriculums wird es weiterhin sowohl inhaltliche als auch strukturelle Anpassungen geben. Um immer auf dem neuesten Stand zu sein besuchen Sie gerne unsere Homepage:

<http://www.agri-career.net/studiengaenge/b-eng-pflanzentechnologie-in-der-agrarwirtschaft/>

9. Sem	Bachelorarbeit mit Kolloquium		Ingenieurpraktikum	
8. Sem	Pflanzenbauliches Versuchswesen (Realisierung)	Qualitätsmanagement	Spezieller Pflanzenbau (GB)	
7. Sem	Controlling	Molekulartechnologie	Pflanzenbauliche Verfahrenstechnik	Projektmanagement (Konzeptionierung)
6. Sem	Gentechnologie	Marktlehre, Öffentlichkeitsarbeit	Spezielle Statistik und Versuchswesen	
5. Sem	Pflanzenschutz und Anwendungstechnik	Agrar- und Umweltpolitik	Spezieller Pflanzenbau (LWS)	International Trade, Business Communication
4. Sem	Genetik	Grundlagen Projektmanagement	Angewandte Statistik und Versuchswesen	Nährstoffe und Dünger
3. Sem	Kommunikation und Personalführung	Grundlagen der Phytomedizin (LWS, GB)	Pflanzenzüchtung und Sortenentwicklung	Grundlagen Gartenbau, Landwirtschaftliche Produktion
2. Sem	Grundlagen der Botanik	Grundlagen der Bodenkunde	Grundlagen BWL	Biochemie und Mikrobiologie
1. Sem	Chemie für Agrarwissenschaften	Mathematik und Statistik	Kommunikation und wissenschaftliches Arbeiten	Physikalisch-technische Grundlagen

Durch das Blended-Learning-Konzept werden Präsenzphasen mit Selbstlernphasen kombiniert. Die Präsenzphasen beinhalten eine Blockwoche sowie jeweils zwei Wochenendveranstaltungen (Freitagnachmittag, samstags ganztägig) je Semester an der Hochschule Osnabrück. Weitere Lehrinhalte werden über E-Learning-Materialien sowie Online-Angebote vermittelt.

Der Einstieg in das Studium

Zertifikatskurse „Projektmanagement in der Pflanzentechnologie“

Zur Erprobung des Studienmodells werden ab Februar 2017 zwei Zertifikatskurse angeboten. Die Inhalte der Kurse können Sie der unten stehenden Abbildung entnehmen.

1. „Angewandtes Versuchswesen“ Sommersemester 2017 (15 Leistungspunkte)		
Projektmanagement (Konzeptionierung)	Angewandte Statistik und Versuchswesen	Pflanzenbauliches Versuchswesen (Realisierung)
2. „Unternehmensmanagement“ Wintersemester 2017/2018 (15 Leistungspunkte)		
Kommunikation und Personalführung	Qualitätssicherung im Projektmanagement	Business Communication and International Trade

Die Zertifikatskurse dienen der Erprobung des Studienmodells. Vorteil für die Teilnehmenden ist, dass sie die Möglichkeit bekommen sich einen Einblick in den Ablauf eines sich möglicherweise anschließenden Studiums zu verschaffen. Der zeitliche und organisatorische Ablauf der Zertifikatskurse wird in dem anschließenden Studium gleich sein. Außerdem werden die Module der Zertifikatskurse auf das spätere Studium angerechnet.

Über Fragen, Anregungen und natürlich Anmeldungen zu unseren Weiterbildungsangeboten freuen wir uns sehr.



Pflanzentechnologe/-in – der neue Beruf für die Pflanzenzüchtung

Plant Technologist (m/f) – a new vocation for plant breeding

Stefan Lütke Entrup

Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e. V., Kaufmannstraße 71-73, 53115 Bonn

E-Mail: stefan.luetkeentrup@bdp-online.de

DOI 10.5073/jka.2017.457.017



Zusammenfassung

Die duale betriebliche Ausbildung ist die tragende Säule des deutschen Berufsbildungssystems. Dort werden die grundlegenden Fertigkeiten zur selbständigen, eigenverantwortlichen Ausübung von fachlichen Aufgaben vermittelt. Die Neuordnung des Berufes des/r Landwirtschaftlich-technischen Laboranten/in (LTL) wurde erforderlich, da die Ausbildungsverordnung veraltet war und bundeseinheitlich angepasst werden sollte. Ausgehend von dieser Neuordnung wurde 2013 der neue bundeseinheitliche Ausbildungsberuf „Pflanzentechnologe/-in“ eingeführt, der besonders für die Branchen Pflanzenzüchtung und -vermehrung, Pflanzenschutz und Düngung sowie die Bereiche Feldversuche und Kulturlabore entwickelt wurde. Der Beruf stellt keine Konkurrenz zu dem/der schulisch ausgebildeten landwirtschaftlich/agrar-technischen Assistenten/-in (LTA/ATA) dar, die weiterhin besonders in forschungsintensiven Sektoren wie der Pflanzenzüchtung vielfältig eingesetzt werden. Die Ausbildung in acht Einsatzbereichen ermöglicht eine breite berufliche Perspektive in der Pflanzenproduktion. Die Weichen für den beruflichen Fortbildungsabschluss zum Pflanzentechnologiemeister/-in wurden 2016 gestellt und das offizielle Verordnungsverfahren eingeleitet.

Stichwörter: Ausbildung, Forschung, Labor, Landwirtschaft, Vermehrung, Fertigkeiten

Abstract

A cornerstone of German vocational training is its twin-track structure called the “dual system”, a combination of school education and on-the-job training that allows the apprentice to acquire the essential competences he will need to handle his professional tasks with a high degree of personal responsibility and autonomy. The vocational training for an Agricultural Laboratory Technological Officer (m/f) (Landwirtschaftlich-technische/r Laborant/in (LTL)) needed revisions since the syllabus was outdated and needed to be harmonized between the German Federal States. These revisions resulted in 2013 in the creation of a new vocational training course for “Plant Technologist (m/f)” (“Pflanzentechnologe/-in”) designed with a particular view to plant breeding and seed production, plant protection and manuring as well as field trials and laboratory cultivation. This vocational course does not compete with, but complements the other vocational courses often employed in research-intensive sectors like plant breeding, namely the Agricultural Technical Assistant (m/f) or the Assistant for Agricultural Technologies (Landwirtschaftlich-technische/r Assistent/in (LTA) or Agrar-technische/r Assistent/in (ATA)). The broad syllabus comprising eight different areas opens a wide range of possible careers to Plant Technologists in all branches of plant production. In 2016, the path has been paved for a possible qualification as Master Craftsman in Plant Technology and the official process for the respective qualification regulations has been initiated.

Keywords: agriculture, education, laboratory, propagation, research, skills

Einleitung

2011 startete die Initiative zur Novellierung des Ausbildungsberufes „Landwirtschaftlich-Technische/r Laborant/in“ (LTL). Vorausgegangen war eine Diskussion auf Bundesebene über die Zukunftsperspektiven des agrarischen Ausbildungsberufes LTL, der lediglich noch in Niedersachsen auf der Grundlage einer bestehenden Landesregelung ausgebildet wurde und sowohl inhaltlich, formal als auch strukturell nicht mehr aktuellen Standards der dualen Berufsausbildung entsprach. Die Sozialpartner verständigten sich darauf, den Beruf zu novellieren und analog zu allen anderen Ausbildungsberufen eine bundeseinheitliche Ausbildungsverordnung auf Grundlage des Berufsausbildungsgesetzes (BBiG) zu schaffen.

Ziel war es, den Beruf in größerer Breite für die Pflanzenzüchtung zu verankern und auch für Untersuchungs- und Laborbetriebe sowie für Feldversuchsdienstleister attraktiv zu machen.

Die neue Berufsausbildungsverordnung trägt dem gemeinsamen Willen der Sozialpartner Rechnung, der wachsenden Bedeutung von beruflicher Qualifikation in der Agrar- und Ernährungsbranche gerecht zu werden. Eine zentrale Verantwortung liegt beim Berufsstand, dem steigenden Bedarf an qualifizierten Fach- und Führungskräften durch ein entsprechendes Angebot an Ausbildungsplätzen gerecht zu werden.

Bedarfsanalyse

Der Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V. (BDP) hat als Branchenverband eine Befragung seiner 130 Mitgliedsunternehmen durchgeführt. Etwa ein Drittel der Unternehmen signalisierte direktes Interesse an „ausgebildeten“ Pflanzentechnologen, ca. 25 % der Unternehmen konnten sich ein Ausbildungsangebot im eigenen Unternehmen vorstellen. Insgesamt wurde eine Bedarfsschätzung von etwa 60 Pflanzentechnologen/-innen über die Gesamtbranche hinweg ermittelt.

Verordnungsverfahren

Die Neuordnung von Ausbildungsberufen im dualen System erfolgt auf Grundlage des Berufsbildungsgesetzes §§ 4 und 5 und setzt einen entsprechenden Qualifikationsbedarf der Branche voraus. Das vorgegebene Verfahren ist in die drei Abschnitte Vorbereitung, Erarbeitung und Erlass strukturiert.

Zur Vorbereitung werden neben der Abschätzung der branchenweiten Nachfrage zum neuen Beruf von den Sozialpartnern erste „Eckdaten“ für die Novellierung formuliert. Dies sind Vorschläge zur Berufsbezeichnung, zur Ausbildungsdauer, zur Struktur als Monoberuf mit Einsatzgebieten sowie einen Katalog zu den zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten (Ausbildungsberufsbild) sowie zur zeitlichen Gliederung der Ausbildung und zu Prüfungen.

In einem Antragsgespräch beim zuständigen Bundesministerium wurden im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und im Konsens mit den Spitzenorganisationen der Arbeitgeber (Deutscher Bauernverband) und der Arbeitnehmer (Deutscher Gewerkschaftsbund) die berufsspezifischen Eckdaten festgelegt. Diese bilden die Grundlage für die Erarbeitung des Entwurfs der Ausbildungsordnung und deren Abstimmung mit dem Rahmenlehrplan des Sekretariats der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder (KMK).

Unter Federführung des Bundesinstitutes für Berufsbildung (BIBB) wurde die Ausbildungsordnung für den betrieblichen Teil der Ausbildung von benannten Sachverständigen der Spitzenorganisationen erarbeitet. Von den Kultusministerien der Länder benannte Sachverständige waren für die Entwicklung des Rahmenlehrplans für den schulischen Teil der Ausbildung zuständig.

Frühzeitig bestand bei den Sachverständigen und beteiligten Institutionen Konsens darüber, einen Ausbildungsberuf „ohne Spezialisierung“ aber mit Einsatzgebieten zu schaffen. Einsatzgebiete haben den Vorteil, dass sie nicht zu inhaltlich-qualitativen Differenzierungen in Ausbildungsordnungen führen. Damit werden auch die Prüfungsanforderungen und unterschiedlich nachzuweisende Qualifikationen nicht berührt.

Die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten stellen das „Ausbildungsberufsbild“ dar und beschreiben die berufliche Handlungsfähigkeit. Diese gliedert sich in die Abschnitte A und B. Der Ausbildungsrahmenplan beschreibt die zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten näher und setzt zeitliche Richtwerte in Wochen für die Vermittlung. Ferner wird der Ausbildungsinhalt der ersten oder zweiten Ausbildungshälfte zugeordnet.

Abschnitt A	Abschnitt B
Berufsprofilgebende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten:	Integrative Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten:
1. Kulturpflanzen zu Versuchs- und Vermehrungszwecken anbauen, pflegen und ernten	1. Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes
2. Versuche und Untersuchungsreihen planen, durchführen und dokumentieren	2. Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht
3. Züchtungs- und Vermehrungsverfahren anwenden	3. Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit
4. Maschinen und Geräte einsetzen, pflegen und warten, Arbeitsstoffe einsetzen	4. Umweltschutz
5. Probenahme und -analyse durchführen	5. Naturschutz, ökologische Zusammenhänge, Nachhaltigkeit
6. Vorbereiten von Arbeitsabläufen, Arbeiten im Team, Organisation	
7. Qualitätssicherungssysteme anwenden	
8. Informations- und Kommunikationstechniken anwenden	
Die Vermittlung ist prozessbezogen in mindestens zwei Einsatzgebieten durchzuführen:	
1. Feldversuchswesen	
2. Gewächshaus	
3. Kulturlabor	
4. Pflanzenschutzversuchswesen	
5. Saatgutwesen	
6. Untersuchungslabor	
7. Zuchtgarten	

Die Prüfungsbestimmungen für die Zwischen- und Abschlussprüfung sind prozessorientiert angelegt und folgen der BIBB-Hauptausschuss-Empfehlung. Die Abschlussprüfung soll feststellen, ob der Prüfling die berufliche Handlungsfähigkeit erworben hat und mit dem in der Berufsschule vermittelten Lehrstoff vertraut ist. Die Abschlussprüfung besteht aus den Prüfungsbereichen Versuchsdurchführung, Kultursteuerung, Züchtungsverfahren sowie Wirtschafts- und Sozialkunde.

Nach der formaljuristischen Prüfung durch die zuständigen Ministerien und Unterzeichnung durch die damalige Bundesministerin Ilse Aigner wurde die **„Verordnung über die Berufsausbildung zum Pflanzentechnologen und zur Pflanzentechnologin“ (Pflanzentechnologenausbildungsverordnung-PflanzTechnAusbV)** am 18. März 2013 im Bundesgesetzblatt veröffentlicht. Die Verordnung trat zum Beginn des Ausbildungsjahres zum 1. August 2013 in Kraft. Das gesamte Novellierungsverfahren hat somit zwei Jahre in Anspruch genommen.

Ausbildungsbetriebe und Berufsschule

Die fachliche Aufsicht der Ausbildungsbetriebe liegt in der Aufsicht der zuständigen Stellen in den einzelnen Bundesländern. Es wird die Eignung der Ausbildungsstätte und der Ausbilder geprüft und anerkannt. Als wesentliche Voraussetzung müssen mindestens zwei Einsatzgebiete der Ausbildungsverordnung abgedeckt werden oder über Kooperationen mit anderen Betrieben sichergestellt werden. Die Ausbilder müssen nachweisen, dass sie persönlich und fachlich geeignet sind. Dies umfasst die berufliche Qualifikation, den Nachweis von berufs- und arbeitspädagogischen Fertigkeiten und eine mindestens zweijährige praktische Berufsausübung.

Beim Beruf Pflanzentechnologe/-in werden die inhaltlichen und organisatorischen Verfahren zur Zulassung und Durchführung der Abschlussprüfung von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen als zuständige Stelle wahrgenommen. Die Beschulung als Bundesfachklasse wird zentral an der Berufsbildenden Schule Einbeck durchgeführt. Der Berufsschulunterricht ist als Blockunterricht in jeweils drei Blöcken mit insgesamt elf Wochen pro Schuljahr organisiert. Der Unterricht ist dabei sehr praxisorientiert konzipiert und bindet besonders bei den pflanzenbaulichen Lehrinhalten Exkursionen und praktische Unterrichtseinheiten im Feld ein.

Erste Erfahrungen

Seit Einführung des Berufes Pflanzentechnologen/-in im August 2013 hat sich die Zahl der Auszubildenden, aber auch die der Ausbildungsbetriebe kontinuierlich auf aktuell 37 Auszubildende in 24 Ausbildungsbetrieben erhöht. Der Beruf ist in der Praxis angekommen, der erste Ausbildungsjahr-gang hat im Sommer 2016 erfolgreich die Abschlussprüfung abgelegt.

Die Abbildungen zeigen die Entwicklung der Ausbildungszahlen (Abb. 1), den Zuwachs der Ausbildungsbetriebe (Abb. 2) und die regionale Verteilung (Abb. 3). Besonders erfreulich ist die Zunahme des Ausbildungsangebotes in öffentlichen Einrichtungen des Bundes und der Länder.

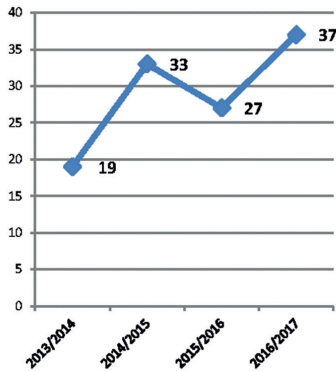


Abb. 1 Entwicklung der Auszubildendenzahlen

Fig. 1 Development of the amount of the apprentice

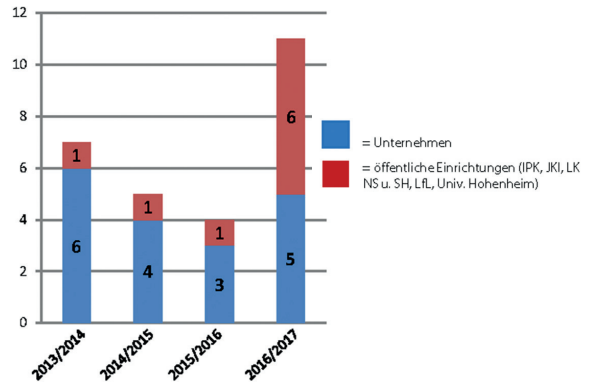


Abb. 2 Zuwachs an neuen Ausbildungsbetrieben

Fig. 2 Increase of new apprenticeship companies

Nach dem zweiten Ausbildungsjahr haben sich Ausbilder, Vertreter der Berufsschule und die zuständige Stelle im Juni 2015 getroffen, um erste Erfahrungen auszutauschen und an zukünftige Ausbildungsbetriebe weiter zu geben. Es zeigte sich, dass praktische Fragen zur Form von Berichts-heften und zu den betrieblichen Ausbildungsplänen sowie Details zu Zwischen- und Abschlussprü-fungen im Fokus stehen. Die steigende Zahl von Prüflingen führt auch dazu, dass dringend weitere Ausbilder für die Mitwirkung in Prüfungsausschüssen erforderlich sind. Diese Treffen sollen in regel-mäßigen Abständen wiederholt werden. Dringend benötigt werden weitere Ausbildungsbetriebe im Süden und Westen Deutschlands, um die Nachfrage in diesen bevölkerungsstarken Regionen zu befriedigen.



Abb. 3 Regionale Verteilung der Ausbildungsbetriebe

Fig. 3 Spreading of apprenticeship companies by regions

Weiter großer Zuspruch bei der ATA/LTA-Ausbildung

Die Ausbildungswege landwirtschaftlich-technische/r Assistenten/in (LTA) bzw. agrarwirtschaftlich-technische/r Assistenten/in (ATA) werden von Jugendlichen unvermindert nachgefragt. Die anhaltend hohen Ausbildungszahlen in verschiedenen Bundesländern belegen dies. Gerade forschungsintensive Branchen wie die Forschungseinrichtungen und die Züchtungsunternehmen sind auf gut ausgebildete Assistenten angewiesen, um die technologischen Herausforderungen einer wissenschaftlich orientierten Züchtung auch in Zukunft bewältigen zu können.

Tab. 1 Ausbildungszahlen Pflanzentechnologen und LTA/ATA

Tab. 1 Amount of Plant Technologists and LTA/ATA in apprenticeship

Ausbildungsjahr	Pflanzentechnologe/-in	LTA/ATA
2013	19	108
2014	33	111
2015	27	106
2016	37	-

(Quelle: LK-NS August 2016, BDP-Erhebung März 2016)

Vor diesem Hintergrund ist die Entscheidung des Landes Nordrhein-Westfalen, die Ausbildung zum/zur LTA zum Januar 2017 einzustellen, nicht nachvollziehbar und widerspricht der Bedeutung dieses Berufes in der Pflanzenzüchtung und im gesamten Landwirtschaftssektor. Auch zukünftig werden LTA und ATA neben den Pflanzentechnologen/-innen zentrale Fachkräfte in der Pflanzenzüchtung bleiben.

Berufliche Weiterbildung

Die beruflichen Weiterqualifikationen von Pflanzentechnologen, LTA/ATA und weiteren Fachkräften ist ein zentrales Thema der Branche. Ein wichtiger Meilenstein wird die Qualifikation zum/zur Pflanzentechnologiemeister/-in sein. Das Verordnungsverfahren beim BMEL wurde 2016 gestartet, die Sachverständigen der Sozialpartner haben Anfang 2017 ihre Arbeit aufgenommen. Mit dem Inkrafttreten wird in der zweiten Jahreshälfte 2017 gerechnet.

Der Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e. V. wird die Trägerschaft und Organisation eines Vorbereitungskurses am Kompetenzzentrum für Pflanzenbiotechnologie am Standort Gatersleben in Sachsen-Anhalt übernehmen.

Literatur

BUNDESGESETZBLATT JAHRGANG 2013 TEIL I NR. 13: Verordnung über die Berufsausbildung zum Pflanzentechnologen und zur Pflanzentechnologin* (Pflanzentechnologenausbildungsverordnung - PflanzTechnAusbV vom 12. März 2013).

BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG, BIBB 2013: <https://www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/290312>

5 Förderung von FuE-Vorhaben

Konzeption und Förderung von FuE-Vorhaben mit Gartenbaubezug

Conception and promotion of R & D projects in horticulture

Christopher Straeter, Sabine Ludwig-Ohm

WeGa – Kompetenznetz Gartenbau e. V.

E-Mail: christopher.straeter@wega-ev.net

DOI 10.5073/jka.2017.457.018



Zusammenfassung

Um den deutschen Gartenbau langfristig wettbewerbsfähig zu gestalten, sind Innovationen für die Lösung von Problemen in der gärtnerischen Erzeugung von zentraler Bedeutung. Der partizipative Ansatz des Projekts wurde von Beginn an konsequent umgesetzt. HortInnova startete mit einem Themenworkshop, in dem interessierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Gartenbauwissenschaften, Expertinnen und Experten der Gartenbaupraxis und Stakeholder der vor- und nachgelagerten Industrie gemeinsam fünf strategische Forschungsfelder definierten. Die einzelnen Forschungsfelder werden in weiteren, themenorientierten HortInnova-Expertenworkshops inhaltlich geschärft und präzisiert.

Darüber hinaus wirken Akteure aus Gartenbauwissenschaft und gärtnerischen Verbänden als Mitglieder im HortInnova-Begleitausschuss mit. Er begleitet das Projekt kritisch, indem er die Ergebnisse der Expertenworkshops hinterfragt und kurze Stellungnahmen dazu verfasst. Die Workshopergebnisse werden durch Gespräche mit in- und ausländischen Expertinnen und Experten aus Forschung und Praxis ergänzt, um den Informationsstand zu erweitern und die gewonnenen Erkenntnisse zu reflektieren. Die Ergebnisdokumentationen finden Sie auf der WeGa-homepage: <http://wega-ev.net/wega-news.html>

Stichwörter: Experte, Forschung, Innovation, Praxis

Abstract

Long-term competitiveness of German horticulture can only be ensured with innovations that address current problems and increase efficiency in horticultural production. A participatory approach was implemented consistently from the very beginning of the project. HortInnova started with a workshop for setting the main themes with broad participation of the sector stakeholders. Scientists, experts of horticultural enterprises and stakeholders of upstream and downstream industries jointly defined five strategic research fields. Subsequently, each of these are elaborated and specified in focused thematic expert workshops.

In addition, the HortInnova monitoring committee with stakeholders from horticultural sciences and professional horticultural organizations accompanies the project by critically questioning and discussing the workshop results and commenting on them. Complementary interviews with national and international experts from research, production and industry are conducted to enhance the level of information and to critically reflect the workshop results. The results can be found on the WeGa homepage: <http://wega-ev.net/wega-news.html>

Keywords: expert, innovation, practice, research

Autorenverzeichnis

Index of Authors

B		R	
Backhaus, Georg F.	7	Radermacher, Luise.....	18
Bauerfeind, Martin Andreas.....	57	S	
Bönsch, Alexandra	32	Sander, Ulrich.....	13
Braun, Philipp.....	48	Schiemann, Jochen.....	36
Bulich, Carl	11	Schulz, Dietmar	55
C		Spellerberg, Burkhard.....	15
Camehl, Iris	56	Sprink, Thorben.....	36
D		Straeter, Christopher	79
Debener, Thomas.....	55	T	
Dohm, Andrea	61	Theobald, Hendrik.....	58
Drüge, Uwe.....	57	Tränkner, Conny	46
Dunemann, Frank.....	40	U	
E		Ulbrich, Andreas	72
Ehrenbrink, Daniela.....	72	W	
Engel, Frauke.....	46	Wegner, Jens	23
F		Winkelmann, Traud.....	48
Franken, Philipp	56, 57		
G			
Geike, Juliane	55		
Godt, Christine	28		
Grieger, Patrick	18		
Grunewaldt, Jürgen.....	64		
H			
Hartung, Frank.....	36		
K			
Kallus, Katharina	56		
Kaufmann, Helgard.....	55		
L			
Linde, Marcus.....	55		
Ludwig-Ohm, Sabine	79		
Lütke Entrup, Stefan	74		
M			
Menz, Ina	55		
Mertz, Jürgen	10		
P			
Plaschil, Sylvia.....	6		

Veröffentlichungen des JKI

Das **Julius-Kühn-Archiv** setzt die seit 1906 erschienenen Mitteilungshefte, eine Reihe von Monographien unterschiedlichster Themen von Forschungsarbeiten bis zu gesetzlichen Aufgaben fort. Alle bisher erschienenen Ausgaben sind OPEN ACCESS kostenfrei im Internet (<http://pub.jki.bund.de>) zu lesen.

Öffentlichkeit und Fachwelt versorgen wir zusätzlich mit verschiedenen Informationsangeboten über alle Aspekte rund um die Kulturpflanzen. Hierfür stehen Broschüren, Faltblätter, Fachzeitschriften und Monographien, Datenbanken und Themenportale im Internet zur Verfügung.

Seit 2009 wird vom Julius Kühn-Institut als wissenschaftliches Fachorgan das **Journal für Kulturpflanzen – Journal of Cultivated Plants** (vormals Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes) monatlich herausgegeben (<http://www.journal-kulturpflanzen.de>).

Weiterführende Informationen über uns finden Sie auf der Homepage des Julius Kühn-Instituts unter <http://www.julius-kuehn.de>.

Spezielle Anfragen wird Ihnen unsere Pressestelle (pressestelle@julius-kuehn.de) gern beantworten.

Anschrift für **Tauschsendungen**:

Please address **exchanges** to:

Adressez **échanges**, s'il vous plait:

Para el **canje** dirigirse por favor a:

Informationszentrum und Bibliothek
Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Königin-Luise-Straße 19
D-14195 Berlin, Germany
E-Mail: ib@julius-kuehn.de

Mitveranstalter:



Zentralverband
Gartenbau e. V. (ZVG)

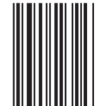
CIOPORA Deutschland e. V.
Gemeinschaft der Züchter
vegetativ vermehrbare Zier- und Obstpflanzen



ISBN 978-3-95547-050-0



01295



9 783955 470500 >