



Innovationsforum Pflanze:

Petersberger Thesen

zur Zukunft der
Pflanzenforschung



Petersberger Thesen zur Zukunft der Pflanzenforschung

PRÄAMBEL:

Pflanzen sind die Basis allen Lebens und der Schlüssel zur Lösung vieler globaler Herausforderungen. Die Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung bei steigender Nachfrage und veränderten Ernährungsgewohnheiten muss sichergestellt werden. Regenerative Energien und nachwachsende Rohstoffe sollen Grundlagen für eine nachhaltige industrielle Produktion bilden. Diese Ziele müssen auch angesichts sich abzeichnender Konsequenzen des Klimawandels verfolgt werden. In jedem Fall muss die landwirtschaftliche Erzeugung nachhaltig und umweltverträglich sein, damit die Lebensgrundlagen für künftige Generationen erhalten bleiben.

Zur effizienten Nutzung der Potentiale der Pflanzen haben die Lebenswissenschaften in den vergangenen Jahren wesentlich beigetragen und sich dabei von einer vorwiegend beschreibenden (deskriptiven) zu einer vorhersagenden (prädiktiven) Disziplin gewandelt. Das hat auch gesellschaftlich größte Bedeutung, weil damit Pflanzen zur tragenden Säule der Wissensbasierten Bioökonomie (KBBE „Knowledge-Based Bio Economy“) werden. Der damit verbundene Technologiesprung wird Innovationen in allen Wirtschafts- und Wissenschaftsbereichen auslösen.

Die Hightech-Strategie der Bundesregierung muss konsequent weiterentwickelt und daraufhin in ihren Forschungsprogrammen strategisch ausgerichtet werden.

THESEN:

1. Deutschland nimmt in den Pflanzenwissenschaften international eine Spitzenposition ein. Um diese zu erhalten und auszubauen, müssen die **Pflanzenwissenschaften auf allen Ebenen** - auch in der interdisziplinären Kooperation mit angrenzenden Bereichen - weiter **gestärkt** werden.
2. Die Genomforschung bildet die wesentliche wissenschaftliche Grundlage zur Aufklärung der genetischen und damit biologischen Vielfalt aller Arten. Sie muss weiter vorangetrieben werden, um so auch die **genetische Vielfalt** innerhalb der Kulturarten für deren gezielte pflanzenzüchterische Verbesserung nutzbar zu machen (*De novo*- und Re-Sequenzierung; umfassende molekulare Profilanalysen).
3. Neue Konzepte und Technologien werden benötigt, um die systematische und präzise Analyse **pflanzlicher Strukturen und Funktionen** in ihrer Wechselwirkung mit der sich dynamisch ändernden **Umwelt** zu ermöglichen (Phänotypisierung). Diese Untersuchungen müssen auf allen relevanten Ebenen - von der molekularen Ebene bis hin zu Feldbeständen - durchgeführt werden können. Dabei steht die Ausrichtung

auf konkrete biologische Fragestellungen im Vordergrund. Insgesamt ist hierzu die Entwicklung und Integration interdisziplinärer wissenschaftlicher Expertise notwendig.

4. Genomforschung und Phänotypisierung erzeugen immense Datenmengen. Um diese dauerhaft zugänglich und nutzbar zu machen, muss eine angewandte und anwenderfreundliche **Bio- und Züchtungsinformatik** im Sinne einer Ingenieurwissenschaft aufgebaut werden. Darüber hinaus bedarf es breit verankerter, neuer **biostatistischer Verfahren und Methoden**. Nur so können die Daten effizient in Forschung und Anwendung genutzt werden.
5. Die **Systemforschung** (Systembiologie/Modellbildung) wird die Erkenntnisse aus Genomforschung, Phänotypisierung und integrativer Bio- und Züchtungsinformatik bezogen auf konkrete biologische Fragestellungen zusammenführen. Das biologische System Pflanze kann somit insgesamt besser verstanden werden. Dies ist die Grundlage für eine gezielte, wissensbasierte und **vorhersagende Pflanzenzüchtung** (Prädiktive Pflanzenzüchtung).
6. Zur Erschließung dieser neuen Technologiefelder ist eine exzellente **Ausbildung** des wissenschaftlichen Nachwuchses unabdingbar. Experten müssen **interdisziplinär** ausgebildet werden.
7. Die Wissenschaft bekennt sich dazu, neue Erkenntnisse in **Kooperationen** mit der Wirtschaft zu generieren und einzubringen, um **Brücken für die Anwendung** mit zu bauen.
8. Die Wirtschaft bekennt sich dazu, die Prinzipien der „Public Private Partnership“ zu stärken, eigene finanzielle und inhaltliche Beiträge zu leisten und diese in Kooperationen mit der Wissenschaft einzubringen. Sie wird neue, **innovative Produkte** entwickeln und damit **Wertschöpfung** für die gesamte Gesellschaft generieren.
9. Durchgängige **Wissenstransferketten**, die bis zur praktischen Anwendung führen, müssen etabliert und dafür notwendige Strukturen insbesondere im Hinblick auf interdisziplinäre Anforderungen ausgebaut werden. Hiermit können neue Werteschöpfungsketten erschlossen werden.
10. Zur Ausschöpfung der Potentiale der Pflanzenforschung müssen für Wissenschaft und Wirtschaft **verlässliche - auch rechtliche - Rahmenbedingungen** geschaffen werden. Von der öffentlichen Seite ist zudem eine adäquate **finanzielle Förderung** mit der notwendigen zeitlichen Perspektive erforderlich.
11. Der Aufbau der **KBBE** erfordert ein Zusammenwirken der Pflanzenforschung mit allen Wirtschaftsbereichen, die Pflanzen zur Weiterverarbeitung bzw. als Rohstoffe einsetzen. Diese wissensbasierte Bioökonomie wird die Agrarwirtschaft global wettbewerbsfähiger machen, die Rohstoffbasis für die Industrie zukunftssicherer gestalten und die **Innovationskraft** Deutschlands langfristig sichern.
12. Die deutsche Pflanzenforschung und -züchtung wird die **internationale Vernetzung** vorantreiben. Sie wird sich zudem der **globalen Verantwortung** stellen, damit diese Spitzentechnologie auch in Entwicklungs- und Schwellenländern in die praktische Anwendung überführt wird.

Innovationsforum Pflanze:

Prof. Dr. Thomas Altmann

Leibniz-Institut für Pflanzengenetik
und Kulturpflanzenforschung (IPK)

Prof. Dr. Dieter Berg

Consultant, 53505 Kreuzberg

Dr. Reinhard von Broock

KWS LOCHOW GmbH

Dr. Carl Bulich

Gemeinschaft zur Förderung der privaten
deutschen Pflanzenzüchtung e. V. (GFP)

Prof. Dr. Rainer Fischer

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie

Dr. Martin Frauen

Norddeutsche Pflanzenzucht
Hans-Georg Lembke KG

Prof. Dr. Wolfgang Friedt

Justus-Liebig-Universität Gießen

Prof. Dr. Andreas Graner

Leibniz-Institut für Pflanzengenetik
und Kulturpflanzenforschung (IPK)

Prof. Dr. Wilhelm Gruissem

ETH Zürich

Dr. Petra Jorasch

Gesellschaft für Erwerb und Verwertung
von Schutzrechten – GVS mbH

Dr. Kartz von Kameke

SaKa Pflanzenzucht GbR

Dr. Gunhild Leckband

Norddeutsche Pflanzenzucht
Hans-Georg Lembke KG

Dr. Jens Lübeck

SaKa Pflanzenzucht GbR

Dr. Michael Metzlauff

Bayer CropScience S. A.

Prof. Dr. Bernd Müller-Röber

Universität Potsdam

PD Dr. Frank Ordon

Julius Kühn-Institut (JKI)

Prof. Dr. Karl Schmid

Universität Hohenheim

Dr. Ferdinand Schmitz

Bundesverband Deutscher
Pflanzenzüchter e. V. (BDP)

Dr. Werner Schultz

KWS SAAT AG

Prof. Dr. Ulrich Schurr

Forschungszentrum Jülich GmbH

Dr. Nils Stein

Leibniz-Institut für Pflanzengenetik
und Kulturpflanzenforschung (IPK)

Dr. Dieter Stelling

Deutsche Saatveredelung AG

Prof. Dr. Mark Stitt

Max-Planck-Institut für Molekulare
Pflanzenphysiologie

Dr. Stefan Streng

Saatzucht Streng GmbH & Co. KG

Dr. Günter Strittmatter

KWS SAAT AG

Dr. Jens Weyen

Saaten-Union Resistenzlabor GmbH

Dr. Frank P. Wolter

Gesellschaft für Erwerb und Verwertung
von Schutzrechten – GVS mbH

THESE 1:

Deutschland nimmt in den Pflanzenwissenschaften international eine Spitzenposition ein. Um diese zu erhalten und auszubauen, müssen die **Pflanzenwissenschaften auf allen Ebenen** - auch in der interdisziplinären Kooperation mit angrenzenden Bereichen - weiter **gestärkt** werden. Die Gesamtheit der Biomasse basiert auf dem Prozess der Photosynthese und damit auf Pflanzen. Die Optimierung dieser pflanzlichen Produktion kann wesentlich zur **Lösung wichtiger globaler Probleme** beitragen. Hierzu ist die Pflanzenforschung zu intensivieren.

Dabei wird es verstärkt darauf ankommen, die verschiedenen beteiligten Forschungsdisziplinen miteinander zu verknüpfen. Dies muss sowohl vertikal von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung als auch horizontal zwischen benachbarten Bereichen mit synergeträchtigem Überlappungspotential in den naturwissenschaftlichen Kernbereichen ebenso wie in agrar- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen erfolgen. Dabei müssen Fächer mit zum Teil unterschiedlichen Denkwelten lernen, miteinander zu kommunizieren und zu kooperieren, wie es z. B. in GABI (Genomanalyse im Biologischen System Pflanze) bereits gelungen ist.

Auf einer derartigen Basis können leistungsfähige **Innovationsketten** errichtet werden. Vorrangig ist dabei, die Einbindung von und die Ausrichtung auf die jeweiligen Endabnehmer zu beachten. Dazu zählen Land- und Ernährungswirtschaft, verarbeitende Industrie, Energiewirtschaft, chemische Industrie und vor allem auch der **Verbraucher**, der von Anfang an einzubeziehen ist, um seine Wünsche vorrangig zu berücksichtigen und gemeinsam mit ihm Nutzen und Notwendigkeit derartiger Innovationen aufzuzeigen.

Die dabei verfolgten Ziele müssen sich an den für die Vorsorge wichtigen Themen ausrichten: Klimawandel, Endlichkeit fossiler Rohstoffe, Erhalt der Fruchtbarkeit unserer Böden und steigende Weltbevölkerung.

Pflanzenbasierte Ansätze verfügen per se über das Potential, klimaneutral, regenerativ und nachhaltig zu sein. Das muss konsequent genutzt werden, um eine völlig neue Art des Produzierens und Wirtschaftens aufzubauen im Sinne einer **wissensbasierten Bioökonomie**.

THESE 2:

Die Genomforschung bildet die wesentliche wissenschaftliche Grundlage zur Aufklärung der genetischen und damit biologischen Vielfalt aller Arten. Sie muss weiter vorangetrieben werden, um so auch die **genetische Vielfalt** innerhalb der Kulturarten für deren gezielte pflanzenzüchterische Verbesserung nutzbar zu machen (*De novo*- und Re-Sequenzierung; umfassende molekulare Profilanalysen).

Grundsätzlich besitzen zwei Individuen einer Art (Spezies) die gleiche genetische Ausstattung. Unterschiede in der Basenabfolge der DNA als Träger der Erbinformation sind die wichtigste Quellen für die Ausprägung von Merkmalsunterschieden zwischen zwei Individuen einer Art. Der Zugang zur Basenabfolge der gesamten Erbinformation eines Organismus stellt somit den direkten Weg dar, um die Ursachen für Merkmalsunterschiede aufklären zu können. Dies ist von erheblicher diagnostischer und somit wirtschaftlicher Bedeutung. Die Vielfalt so genannter genetischer Ressourcen, die in Form von Saatgutmustern sehr verschiedener Vertreter einer Art in Genbanken gelagert werden, kann durch den Zugang zur Gesamtgenomsequenz systematisch erfasst und nutzbar gemacht werden.

Neben der Entschlüsselung der Genfunktionen („funktionale Genomforschung“) ist die Entschlüsselung (Sequenzierung) der **vollständigen Erbinformation eines Organismus** („Strukturelle Genomforschung“) die Grundvoraussetzung, um einen Organismus nicht nur in seinen Einzelkomponenten, sondern auch, um ihn als ein funktionierendes, ineinander greifendes **System** von Einzelkomponenten erfassen und verstehen zu lernen.

Im Zuge eines im medizinischen Bereich ausgelösten erheblichen technischen Fortschrittes im Bereich der DNA-Sequenzierung rückt die routinemäßige Entschlüsselung des Genoms von einzelnen Menschen/Patienten („persönliches Genom“) als wichtiges medizinisches Diagnosewerkzeug in den Bereich der realistischen Möglichkeiten für das kommende Jahrzehnt. Aber auch in der modernen Pflanzenzüchtung wird die genomweite Erfassung von Sequenzunterschieden zur gezielten Kombination gewünschter Eigenschaften („Breeding by Design“) oder die Erfassung von Variabilität in genetischen Ressourcen („Allele Mining“) zukünftig möglich. Die Möglichkeiten müssen wir auch in Europa für die Entschlüsselung der hiesigen wichtigen Kulturpflanzen nutzen. Beginnen wir also auch bei uns mit der **systematischen Genomsequenzierung!**

THESE 3:

Neue Konzepte und Technologien werden benötigt, um die systematische und präzise Analyse **pflanzlicher Strukturen und Funktionen** in ihrer Wechselwirkung mit der sich dynamisch ändernden **Umwelt** zu ermöglichen (Phänotypisierung). Diese Untersuchungen müssen auf allen relevanten Ebenen - von der molekularen Ebene bis hin zu Feldbeständen - durchgeführt werden können. Dabei steht die Ausrichtung auf konkrete biologische Fragestellungen im Vordergrund. Insgesamt ist hierzu die Entwicklung und Integration interdisziplinärer wissenschaftlicher Expertise notwendig.

Phänotypisierung ist die Voraussetzung zur Identifizierung der Funktion von Genen, zur Selektion von Eigenschaften von Pflanzen aber auch ein wesentliches Hilfsmittel bei der Steuerung des Pflanzenmanagements auf dem Feld und in Produktionsgewächshäusern. Die Weiterentwicklung von Methoden und Konzepten zur quantitativen Analyse **pflanzlicher Reaktion und Anpassung unter dem Einfluss der Umwelt** („Phänotypisierung“) hat mit der rasanten Entwicklung der genetischen und molekularen Grundlagen in den vergangenen Jahrzehnten jedoch nicht Schritt gehalten. Die Folge ist, dass (i) der potentiell mögliche Erkenntnisgewinn zu langsam oder aber gar nicht erzielt wird, (ii) sich dadurch die Umsetzung der Erkenntnisse in die züchterische Praxis verzögert und sogar (iii) die Pflanzenwissenschaften und der Züchtungsfortschritt durch Limitierung traditioneller Techniken und Konzepte gebremst werden.

Zunehmend werden jetzt aber Methoden der Phänotypisierung für die Pflanzenforschung und Züchtung verfügbar, die erweiterte und sogar völlig neuartige Erkenntnisse über die Dynamik von pflanzlichen Strukturen und Funktionen gewinnen lassen. Die Pflanzenforschung steht hierbei an einer Zeitenwende analog zur Einführung nicht-invasiver Methoden in der Medizin. Die Innovation geht dabei aber weit über den Transfer von **nicht-invasiven Methoden** aus anderen Forschungsfeldern in die Pflanzenforschung hinaus, da wesentliche Rahmenbedingungen in der Pflanzenforschung anders als z. B. in der Medizin sind: Individuen von Pflanzen sind in der Regel nur von untergeordneter Bedeutung, vielmehr steht das Verhalten im Bestand bzw. das Verhalten von Populationen im Vordergrund. Auch führt die sessile Lebensweise von Pflanzen dazu, dass Umweltfaktoren und deren Verlauf während der Pflanzenentwicklung die Entwicklung, Leistungshöhe und Leistungsstabilität entscheidend beeinflussen.

Deutschland nimmt in der Pflanzenphänotypisierung eine führende Position in Europa und weltweit ein. Diese muss durch geeignete Maßnahmen gesichert und intensiviert werden.

Bereitstellung und Betrieb **innovativer Infrastrukturen**, die mittelfristig gesichert sind, akademischen und industriellen Nutzern zur Verfügung stehen und als breit angelegte Wissens- und Technologieplattform auch die gezielte Entwicklung neuer Merkmalseigenschaften für spezielle Nutzer (z. B. in der kommerziellen Züchtung und Industrie) ermöglichen.

Entwicklung von integrierten Konzepten zur Phänotypisierung, die mit neuartigen, vor allem nicht-invasiven Verfahren zu einer quantitativen Beschreibung der Strukturen und Funktionen von genetisch definiertem Pflanzenmaterial in verschiedenen simulierten Umweltszenarien dienen. Hierdurch wird die Transfereffizienz von Phänotypisierungsergebnissen aus Gewächshaus und Klimakammer in das Freiland und damit in die Praxis signifikant erhöht. Und damit die Etablierung eines **Deutschen Pflanzen Phänotypisierungs Netzwerks** (DPPN) als Kristallisationskern für die Phänotypisierung physiologischer Funktionen und pflanzlicher Strukturen.

THESE 4:

Genomforschung und Phänotypisierung erzeugen immense Datenmengen. Um diese dauerhaft zugänglich und nutzbar zu machen, muss eine angewandte und anwenderfreundliche **Bio- und Züchtungsinformatik** im Sinne einer Ingenieurwissenschaft aufgebaut werden. Darüber hinaus bedarf es breit verankerter, neuer **biostatistischer Verfahren und Methoden**. Nur so können die Daten effizient in Forschung und Anwendung genutzt werden.

Die Pflanzengenomforschung hat in den vergangenen Jahren völlig neue Wege in der Züchtung von Kulturpflanzen eröffnet. Stand bis vor wenigen Jahren die Auswertung der „klassischen“ Feldversuche im Vordergrund, so gewinnt die Analyse genomischer Daten bzw. deren Assoziation mit phänotypischen Informationen künftig immer mehr an Bedeutung, um den Zuchtfortschritt zu beschleunigen. In naher Zukunft werden dank moderner Hochdurchsatz-Sequenziermethoden Daten zur Genomstruktur aller Hauptkulturarten in großer Menge zur Verfügung stehen können. Komplette Genome lassen sich bald sehr kostengünstig sequenzieren, und man wird die zugrunde liegenden physiologischen Prozesse mit hoher Genauigkeit charakterisieren können. Flankierend etablieren sich zunehmend Hochdurchsatz-Methoden zur Merkmalsbestimmung im Feldversuch (Phänotypisierung). Diese Entwicklung geht einher mit dem Bedarf an immer leistungsfähigeren Systemen für die Ablage, Auswertung und Visualisierung der Informationen. Analog zur Hochdurchsatz-Sequenzierung gilt es nun, praktikable Methoden zur **Hochdurchsatz-Datenanalyse** zu entwickeln.

Die deutsche Züchtungsforschung konnte im vergangenen Jahrzehnt in einzelnen Gebieten eine starke Stellung im internationalen Umfeld erreichen, weil verschiedene Initiativen im Bereich der **Pflanzenbioinformatik und Züchtungsinformatik** öffentlich gefördert wurden. Auch in Zukunft sind solche Maßnahmen notwendig, um die bestehenden **Stärken weiter auszubauen** und neue Methoden zu nutzen und zu entwickeln. Darüber hinaus müssen Strukturen in Ausbildung und Forschung geschaffen werden, um im internationalen Wettbewerb langfristig kompetitiv agieren zu können. Vor allem müssen Forschung und technische Entwicklung in der Züchtungsinformatik im Sinne einer klassischen Ingenieurwissenschaft noch mehr an der praktischen Anwendung ausgerichtet werden. Denn entscheidender Erfolgsfaktor wird der **Transfer der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die züchterische Praxis** sein.

Neben der Entwicklung von **Analyse- und Visualisierungsmethoden** muss dem „Pre-Processing“ der Daten in Forschung und Entwicklung ein höherer Stellenwert eingeräumt werden. Mangels durchgehender Standards ist der Aufwand für die Aufbereitung der auszuwertenden Daten noch viel zu hoch, um Hochdurchsatz-Analysen in der Praxis zu etablieren.

Die konsequente Förderung von Initiativen zur internationalen Festlegung und Nutzung **offener Standards** der Datenspeicherung und Datenanalyse soll hier Abhilfe schaffen. Für kleinere Züchterfirmen wird eine eigene moderne IT-Infrastruktur und qualifiziertes Personal zu teuer werden. Um sie dennoch an der Entwicklung partizipieren zu lassen, was unverzichtbar für ein breites Know-how in der Pflanzenzüchtung ist, sollten mehr Projekte zur Bereitstellung kostenloser, öffentlicher Systeme („**Open Source**“) gefördert werden.

Schließlich aber bedarf es auch künftig der gezielten Förderung interdisziplinärer Projekte und intensiver Kooperation zwischen Wirtschaft und Forschung.

THESE 5:

Die **Systemforschung** (Systembiologie/Modellbildung) wird die Erkenntnisse aus Genomforschung, Phänotypisierung und integrativer Bio- und Züchtungsinformatik bezogen auf konkrete biologische Fragestellungen zusammenführen. Das biologische System Pflanze kann somit insgesamt besser verstanden werden. Dies ist die Grundlage für eine gezielte, wissensbasierte und **vorhersagende Pflanzenzüchtung** (Prädiktive Pflanzenzüchtung).

Jüngste, zunächst an Modellpflanzen gewonnene Ergebnisse zeigen, dass Vorhersagen zur Ausprägung von komplexen Merkmalen auch auf der Basis anderer molekularbiologischer und biochemischer Analysen mit der Erfassung von hunderten oder tausenden von Messwerten erstellt werden können. Interessanterweise scheinen sich auf verschiedenen Ebenen erfasste Informationen (z. B. Genotypdaten, Metabolitprofildaten und phänotypische Daten) gegenseitig zu ergänzen und in kombinierter Weise die höchste Vorhersagekraft zu liefern. Damit erweitert sich das Repertoire der Verfahren, die es ermöglichen, Merkmale und Reaktionen von Pflanzen unter bestimmten Umwelten vorherzusagen/vorherzuschätzen, auf diejenigen der Systembiologie: Daten werden auf vielfältigen Ebenen der molekularen Analytik möglichst vollständig erfasst (Genomics, Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics usw.). Diese werden durch integrierende sowie modellierende Bioinformatikverfahren zu Modellen verarbeitet, um Informationen mit Vorhersagekraft zu liefern. Die Erstellung von **Prognosen über die Eigenschaften** von Individuen bzw. Linien mit bestimmten (neuartigen) Erbgutkombinationen kann daher über die Genom-weite Genotypisierung (‘genomic selection’) hinaus auf molekularen Profildaten in Kombination mit Phänotypinformationen (erfasst durch neuartige nicht-invasive und automatisierte Phänotypisierungsverfahren) basieren. Für die Entwicklung dieses viel versprechenden Konzeptes ist es neben der Etablierung neuer bzw. weiterer Messverfahren unverzichtbar, neue Bioinformatikmethoden zu entwickeln, die es erlauben, die Fülle von Daten zu bündeln, gemeinsam zu verrechnen und die Ergebnisse leicht erfassbar zu visualisieren.

Die Entwicklung und Nutzung einer **Genomics-basierten Prädiktiven Pflanzenzüchtung**, die ein hohes wirtschaftliches Innovationspotenzial besitzt, bedarf einer sehr engen, interdisziplinären und akademisch-industriellen Zusammenarbeit zwischen Agrar-, Züchtungs- und Biotechnologieforschung, Merkmals-orientierter Pflanzenforschung, Pflanzengenomforschung und molekularer, System-orientierter Pflanzenforschung, integrativer Bioinformatik und Genomics-basierter Züchtungsforschung, die in einem schrittweisen, iterativen Prozess Informationen aus Labor-, Gewächshaus- und Feldexperimenten generiert, aufeinander abstimmt und zur Erstellung und Anwendung **optimierter Vorhersagemodelle** heranzieht. Nur durch ein enges Zusammenspiel aller genannten Disziplinen ist eine Entwicklung und Validierung dieser Modelle möglich, die die akademische und industrielle Pflanzenforschungsgemeinschaft vor neuartige Herausforderungen in den Bereichen Versuchswesen, Datenerfassung und Datenanalyse stellt.

THESE 6:

Zur Erschließung dieser neuen Technologiefelder ist eine exzellente **Ausbildung** des wissenschaftlichen Nachwuchses unabdingbar. Experten müssen **interdisziplinär** ausgebildet werden.

Die Beherrschung der neuen Technologien setzt zunächst eine breite naturwissenschaftliche **Ausbildung** voraus. Darüber hinaus ist eine **Vertiefung in Schlüsseldisziplinen** wie Molekularbiologie, Genetik, Pflanzenphysiologie und Bioinformatik notwendig. Zudem erfordert die erfolgreiche Anwendung dieser Technologien in der anwendungsorientierten Pflanzenzüchtung ein profundes Wissen und experimentelle Fertigkeiten in Feldern wie Pflanzenbiotechnologie, Molekulare Pflanzenzüchtung und Züchtungsmethodik. Für die Phänotypisierung wird wegen des notwendigen hohen Automatisierungsgrades auch ein enger Schulterschluss mit den Ingenieurwissenschaften von großem Wert sein. Wegen der Vielfalt und Komplexität der zukunftsorientierten Themen ist allein die **interdisziplinäre Bearbeitung** im Team Erfolg versprechend. Schließlich ist als Voraussetzung für das notwendige gegenseitige Verständnis und ein erfolgreiches Teamwork auf höherer Ebene der Ausbildung eine interdisziplinäre Herangehensweise und Zusammenarbeit unabdingbar. Neben dem Nachwuchs wird zukünftig auch die **Fort- und Weiterbildung** von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Pflanzenzüchtern neue Potentiale für die Pflanzenforschung erschließen.

THESE 7:

Die Wissenschaft bekennt sich dazu, neue Erkenntnisse in **Kooperationen** mit der Wirtschaft zu generieren und einzubringen, um **Brücken für die Anwendung** mit zu bauen.

Die deutsche Pflanzenforschung ist von hohem internationalem Rang. Im vergangenen Jahrzehnt wurden herausragende Ergebnisse, insbesondere auf den Gebieten der Biodiversitätsforschung, der Evolutions- und Entwicklungsgenetik, der Molekularen Physiologie und Phytopathologie und der Pflanzenbiochemie, erzielt. Diese basieren in starkem Maße auf genomorientierten Ansätzen an der Modellpflanze Arabidopsis. Wichtige zu bearbeitende Fragestellungen betreffen die Pflanzenentwicklung und Akkumulation von Biomasse, die Bildung und Funktion spezieller Speicherorgane, die Toleranz gegen abiotischen (z. B. Wassermangel) und biotischen Stress (Viren, Pilze, tierische Schaderreger), die Nährstoffaufnahme und -verwertung sowie die Verbesserung von Produkt- und Verarbeitungsqualitäten. Hinzu kommen unmittelbar züchtungsmethodische Forschungen.

Um diese Aufgabenfelder erfolgreich zu bearbeiten, bedarf es einer engen Kooperation von universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit der Wirtschaft. Diese **Partnerschaft zwischen Forschung und Wirtschaft** garantiert vor allem in der Grundlagenforschung eine starke Sensibilität für praktische Herausforderungen und schafft die Voraussetzung für den Aufbau einer Innovationskette von der erkenntnisorientierten Grundlagenforschung bis hin zur Entwicklung marktreifer Produkte.

Eine **organisierte Partnerschaft zwischen Wissenschaft und Wirtschaft** erlaubt den engen Informationsaustausch zwischen Forschungseinrichtungen, wissenschaftlichen Dachverbänden wie EPSO (European Plant Science Organisation) und Wirtschaftsverbänden wie der GFP (Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e. V.) und dem WPG (Wirtschaftsverbund Pflanzengenomforschung GABI e. V.) beginnend bei der Ermittlung des zukünftigen Forschungsbedarfs bis hin zur Durchführung gemeinsamer Forschungsvorhaben. Anwendungsorientierte Pflanzenforschung, insbesondere im Bereich der Grünen Biotechnologie, benötigt klare, an wissenschaftlichen Erkenntnissen und sachlichen Notwendigkeiten ausgerichtete **gesetzliche Rahmenbedingungen**.

EU-Forschungsprogramme bieten einen guten Rahmen für die Bearbeitung einzelner Großprojekte, reichen jedoch weder im Hinblick auf die finanzielle Ausstattung noch in Bezug auf die ausgeschriebenen Themen aus, um den FuE Bedarf auf nationaler Ebene in der erforderlichen Breite abzudecken. Daher ist die Konzeption ausreichend ausgestatteter **staatlicher Programme zur Förderung der Pflanzenforschung** im Rahmen von Public Private Partnerships erforderlich, die auf aktuelle Fragestellungen abzielen. Eine Kofinanzierung durch den privaten Sektor in Abhängigkeit der Anwendungsnähe der Fragestellung sichert den Technologietransfer.

Eine entscheidende Schnittstelle für die zukünftige Anwendung von Forschungsergebnissen liegt in der Förderung von Unternehmensausgründungen und der Verwertung von Erfindungen, die im Rahmen von FuE Projekten entstanden sind. Ein **reibungsloser Technologietransfer** wird durch die frühzeitige Heranführung junger Wissenschaftler an den privaten Sektor begünstigt. Hierfür ist die Entwicklung neuer Modelle für die Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft erforderlich. Bereits während des Promotionsstudiums sollte eine intensivere Vernetzung der wissenschaftlichen Ebene mit betrieblichen und produktionstechnischen Abläufen erfolgen.

THESE 8:

Die Wirtschaft bekennt sich dazu, die Prinzipien der „Public Private Partnership“ zu stärken, eigene finanzielle und inhaltliche Beiträge zu leisten und diese in Kooperationen mit der Wissenschaft einzubringen. Sie wird neue, **innovative Produkte** entwickeln und damit **Wertschöpfung** für die gesamte Gesellschaft generieren.

Unter **Public-Private-Partnership** (PPP) wird eine meist langfristig vertraglich geregelte Zusammenarbeit zwischen Öffentlicher Hand und Privatwirtschaft verstanden, bei der die erforderlichen Ressourcen (z. B. Know-how, Betriebsmittel, Kapital, Personal etc.) von den Partnern zum gegenseitigen Nutzen in einen gemeinsamen Organisationszusammenhang gestellt und vorhandene Projektrisiken entsprechend der Risikomanagementkompetenz der Projektpartner optimal verteilt werden.

Übertragen auf die Forschung beinhaltet das Konzept der PPP eine Partnerschaft zwischen öffentlichen und privatwirtschaftlichen Einrichtungen, welche durch die Zusammenführung der unterschiedlichen Sichtweisen, Kompetenzen und des unterschiedlichen Know-hows der Partner **Synergieeffekte** schafft und damit eine Win-Win-Situation für alle Beteiligten generiert. In den Förderphasen von GABI (Genomanalyse im biologischen System Pflanze) ist es beispielhaft gelungen, Forschungsbemühungen von Wissenschaftlern in öffentlichen und privaten Forschungseinrichtungen in Deutschland aber auch europaweit zu bündeln und zu vernetzen. Der Brückenschlag zwischen öffentlichen und privatwirtschaftlichen Aktivitäten im Sinne einer konzertierten funktionalen Genomforschung an Modell- und Nutzpflanzen zielt dabei auf die Sicherung des Transfers von Technologie und Know-how in die Praxis ab. Das Konzept der PPP spiegelt sich auch auf der Ebene der **Forschungsfinanzierung** wider. GABI wird gemeinsam vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und privatwirtschaftlichen im Wirtschaftsverbund WPG zusammengeschlossenen Unternehmen unterstützt.

PPP bieten für die beteiligten öffentlichen und privatwirtschaftlichen Einrichtungen unterschiedliche Vorteile. Für **öffentliche Institute** schafft diese Form der Kooperationen zum einen Zugang zu weiteren **Forschungsgeldern** für die Schaffung von Grundlagenwissen, zum anderen wird der **Bezug zur Anwendung**, d. h. der Transfer der eigenen Forschungsergebnisse in die Praxis, frühzeitig gefördert. Ziel der **Privatwirtschaft** ist es, das durch die öffentlichen Forschungseinrichtungen generierte Grundlagenwissen frühzeitig zu sichten und den Bezug zu eigenen Entwicklungszielen zu verstehen und dann in Routineprozesse der Praxis zu integrieren. Durch Fragen der Anwendung werden dabei zum Teil erst Ideen von den Forschern generiert, ein **Mehrwert geschaffen** und neue **innovative Produktideen entwickelt**. Zudem erhofft sich die Privatwirtschaft durch das Konzept der PPP Zugang zu den akademischen Ideenschmiedern und Teilhabe an den Visionen der Forscher. Die Unternehmen sind bestrebt, frühzeitig Kenntnis von und den **Zugang zu neuen Technologien** aber auch **wissenschaftlichen Nachwuchskräften** zu haben. Es ist dabei Aufgabe der Privatwirtschaft, den Wissenschaftlern die Marktbedürfnisse zu vermitteln.

Der Erfolg des Konzeptes ist abhängig von dem Commitment der beteiligten Personen und dem herrschenden Vertrauen zwischen den einzelnen Partnern. Foren für den wissenschaftlichen Austausch, zum gegenseitigen Kennenlernen, zum Ermitteln und Abklären der unterschiedlichen Interessenslagen, bilden die Grundlage für erfolgreiche PPP. Daneben sollten die Programme langfristig angelegt sein, so dass **Vertrauen nachhaltig aufgebaut** und ein Mehrwert generiert werden kann. Der Erfolg ist aber auch abhängig von den rechtlichen Rahmenbedingungen. Die **rechtlichen Rahmenbedingungen** sollten Produktinnovationen und letzten Endes den **Marktzugang** der Produkte ermöglichen.

THESE 9:

Durchgängige **Wissenstransferketten**, die bis zur praktischen Anwendung führen, müssen etabliert und dafür notwendige Strukturen insbesondere im Hinblick auf interdisziplinäre Anforderungen ausgebaut werden. Hiermit können neue Wertschöpfungsketten erschlossen werden.

Deutschland zählt in vielen Bereichen der Grundlagenforschung zur Weltspitze - so auch in den Pflanzenwissenschaften. Bei der Verwertung - der Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse und Fähigkeiten in **Produkte und Dienstleistungen** - fällt Deutschland dagegen im internationalen Vergleich zurück. Diese Lücke gilt es zu schließen. Dies kann durch gemeinsame Projekte zwischen Wissenschaft und Wirtschaft („Public Private Partnership“: PPP) erfolgen oder auch durch Auslizenzierung oder Ausgründung. In allen Fällen ist ein **effizienter Wissens- und Know-how-Transfer** ein wesentlicher Erfolgsfaktor.

Daher brauchen wir:

- die Bereitschaft zu gemeinsamen Projekten in Form der PPP,
- Verwertungsanreize,
- die Bereitschaft der Wirtschaft, vorwettbewerbliche Forschung gemeinschaftlich zu betreiben,
- die richtige Balance zwischen nachfrageorientierten (vom Anwender vorgegebenen) und angebotsgetriebenen (grundlegend innovativen) Ansätzen,
- Plattformen zur Vermittlung kompetenter Partner mit komplementärer Expertise,
- Infrastruktur zur Unterstützung von Projektmanagement und Verwertung.

Das Ziel ist der Aufbau von entsprechenden Communities aus Wissenschaft und Wirtschaft zum vertieften interdisziplinären Diskurs. Diese dienen zur Anbahnung neuer Kooperationen mit Transparenz und Offenheit für die Integration zusätzlicher Partner.

Dabei soll einerseits auf bestehende Strukturen und Erfahrung (wie etwa aus GABI) aufgebaut werden, andererseits sollen und müssen aber **alle auf Pflanzen basierenden und alle pflanzliche Rohstoffe nutzenden Bereiche** angesprochen und überzeugt werden, dass ein Engagement zur Optimierung der Rohstoffbasis Pflanze für ihre Bereiche hohes Innovationspotential besitzt und neue zukunftssträchtige **Marktchancen** eröffnet. Das betrifft die Pflanzenzüchtung mit Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft, die Ernährungs- und Futtermittelindustrie, die Rohstoffindustrie und die Energiewirtschaft.

Die Strukturen und Regeln zur Verwertung müssen hinreichend attraktiv sein - für die Wirtschaft zur direkten, inhaltlichen wie finanziellen Beteiligung an Gemeinschaftsprojekten - und für die akademische Seite, um bestmögliche Forschung auf höchstem Niveau betreiben zu können. Zudem ist auf faire Teilhabe an erzieltm oder erzielbarem **Mehrwert** für alle Beitragenden mit entsprechender Berücksichtigung des eingebrachten geistigen Eigentums einerseits und der Risiken und Zeithorizonte bis zur Realisierung eines Mehrwerts andererseits zu achten. Mit diesem Ansatz können bestehende **Verwertungsketten** bis zu den Endverbrauchern verlängert und neue Wertschöpfungsketten mit hohem Innovationspotential aufgebaut werden. Dabei ist auf Erfahrung und Strukturen aus GABI zurückzugreifen, wobei insbesondere die Wirtschaft in erheblichem Maße zum Aufbau und Erhalt von Strukturen zum Know-how-Transfer beiträgt und sich immer offen gezeigt hat für Erweiterungen: thematisch aber auch durch Einbeziehung europäischer Partner auch und gerade aus der Wirtschaft.

THESE 10:

Zur Ausschöpfung der Potentiale der Pflanzenforschung müssen für Wissenschaft und Wirtschaft **verlässliche - auch rechtliche - Rahmenbedingungen** geschaffen werden. Von der öffentlichen Seite ist zudem eine adäquate **finanzielle Förderung** mit der notwendigen zeitlichen Perspektive erforderlich.

Eine erfolgreiche und innovative Pflanzenforschung wird letztlich daran gemessen werden, ob diese Innovationen auch in Produkte – sprich bessere Pflanzen und daraus erzeugte Produkte – münden. Dieser Technologietransfer und damit der volkswirtschaftliche Nutzen, den es aus der Forschung zu ziehen gilt, hängt aber wesentlich von den forschungspolitischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

Innovationszyklen in der Pflanzenzüchtung – von der Grundlagenforschung bis zur neuen Pflanzensorte – sind langwierig und können bis zu 30 Jahren in Anspruch nehmen. Die Sortenentwicklung ist dabei die Schlüsselstelle für die Umsetzung der Ergebnisse in das Produkt Pflanze, welches dann in den verschiedenen Verarbeitungsgebieten genutzt wird. Bezüglich der **forschungspolitischen Rahmenbedingungen** ist eine adäquate und mit ausreichender zeitlicher Perspektive ausgestattete Forschungsförderung auf allen Ebenen dieses Innovationszyklus notwendig, um Innovationen in der Wissenschaft zu ermöglichen und den Transfer in innovative Produkte zu unterstützen. Mit der Pflanzengenomforschung (GABI) und den Fördermaßnahmen im Rahmen der Hightech-Strategie sind gute Grundlagen geschaffen worden. Diese müssen nun konsequent weiterentwickelt und mit entsprechenden neuen Forschungsinitiativen gefüllt werden.

Für den Transfer von Ergebnissen aus der Forschung in innovative Produkte sind entsprechende **rechtliche Rahmenbedingungen** notwendig, die die Anwendung moderner Technologien einschließlich der Gentechnik in Wissenschaft und Wirtschaft ermöglichen. Diese müssen so ausgestaltet sein, dass sie auf einer wissenschaftlichen Basis beruhen und von allen Beteiligten – Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft – akzeptiert sind. Die rechtlichen Rahmenbedingungen müssen für kleine und mittlere Unternehmen handhabbar sein, um auch dort den Zugang zu modernen Technologien zu ermöglichen und den Wirtschaftsstandort Deutschland zu fördern. Die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Schutz geistigen Eigentums müssen so ausgestaltet sein, dass sie zum einen den Zugang zu Innovationen für darauf basierende Weiterentwicklungen ermöglichen und zum anderen einen effektiven Schutz gewährleisten. Damit werden Investitionen in neue Technologien und Entwicklungen attraktiv. Im Bereich der Pflanzenforschung und Züchtung gehören dazu sowohl der **Patent- als auch der Sortenschutz**.

Produktzulassungen müssen auf wissenschaftlicher und gesetzlicher Basis erfolgen. Sie müssen beschleunigt werden, um den Unternehmen ein schnelles „Return on Investments“ zu ermöglichen und für Landwirtschaft und Verbraucher innovative Produkte zur Verfügung stellen zu können. Dazu zählt auch die Festlegung **praktikabler Saatgutsschwellenwerte** für das unbeabsichtigte Vorhandensein von GVOs in Saatgut.

Die Rahmenbedingungen müssen so ausgestaltet sein, dass sie die deutsche Pflanzenforschung, Züchtung, Landwirtschaft und verarbeitende Industrie im internationalen Umfeld nicht benachteiligen. Das 21. Jahrhundert ist das Jahrhundert der Biowissenschaften. Die Pflanze als Lebensbasis nimmt dabei eine zentrale Rolle ein. Deutschland ist als rohstoffarmes Land auf Technologieentwicklung und Innovation angewiesen, um die Herausforderungen der Zukunft zu meistern. Die Politik ist gefordert, ein **forschungs- und innovationsfreundliches gesellschaftliches Umfeld** zu fördern, indem Verbraucher sachlich aufgeklärt und Ängste abgebaut werden.

THESE 11:

Der Aufbau der **KBBE** erfordert ein Zusammenwirken der Pflanzenforschung mit allen Wirtschaftsbereichen, die Pflanzen zur Weiterverarbeitung bzw. als Rohstoffe einsetzen. Diese wissensbasierte Bioökonomie wird die Agrarwirtschaft global wettbewerbsfähiger machen, die Rohstoffbasis für die Industrie zukunftssicherer gestalten und die **Innovationskraft** Deutschlands langfristig sichern.

Die **wissensbasierte Bioökonomie** („Knowledge-Based Bio Economy“, KBBE) umfasst alle industriellen und wirtschaftlichen Sektoren und ihre dazugehörigen Dienstleistungen, die biologische Ressourcen produzieren, verarbeiten und bearbeiten oder in irgendeiner Form nutzen.

Da die gesamte Biomasse als Grundlage einer Bioökonomie Produkt der Photosynthese ist und aus Pflanzen stammt, bilden **Pflanzen**, pflanzliche Ernteprodukte oder generell die pflanzenbasierte Biomasse die Basis der KBBE.

Die Begrenztheit nicht-regenerativer Ressourcen einerseits und die steigende Nachfrage einer wachsenden und sich entwickelnden Weltbevölkerung andererseits machen einen raschen Aufbau der KBBE notwendig.

Hierzu hat die Bundesregierung einen **Rat für Bioökonomie** etabliert, der zunächst die Forschungspotentiale und wissenschaftsstrategischen **Zielsetzungen** auf allen Ebenen analysieren und Vorschläge zur systemischen Vernetzung entwickeln soll. Daraus sollen zukünftiger **Forschungsbedarf** und perspektivische **Handlungsoptionen** abgeleitet werden.

Auf diese Weise muss es gelingen, die pflanzenspezifischen Forschungsfelder mit den nachgelagerten Bereichen, die sich mit Weiterverarbeitung und Umwandlung von Biomasse befassen, eng zu vernetzen, um zu der erforderlichen Durchgängigkeit und Vollständigkeit der neuen **Innovationsketten** zu gelangen.

Durch Einbeziehung des Optimierungs- und Anpassungspotentials der pflanzlichen Biomasse wird die Innovationskraft und damit auch die **Wettbewerbsfähigkeit** der Bioökonomie entscheidend gestärkt.

THESE 12:

Die deutsche Pflanzenforschung und -züchtung wird die **internationale Vernetzung** vorantreiben. Sie wird sich zudem der **globalen Verantwortung** stellen, damit diese Spitzentechnologie auch in Entwicklungs- und Schwellenländer in die praktische Anwendung überführt wird.

Die Pflanzenforschung hat sich in den letzten 10 - 15 Jahren zunehmend internationalisiert. Vernetzungen in bi- und trinationalen Verbänden sind bereits im Forschungsverbund GABI realisiert. Für kommende Phasen können und sollten die Verbände auf noch breitere Grundlagen gestellt werden, auch über Europa hinaus mit z. B. China und Indien.

Züchtung und Züchtungsforschung nehmen in der Wirtschaftswelt insofern eine besondere Rolle ein, als der Schutz des geistigen Eigentums in dieser Branche mit dem Sortenschutz zusätzlich zum Patentrecht geregelt ist: Nach **UPOV** (Internationales Abkommen zum Schutz von Sorten) geschützte **Sorten** dürfen von jedermann zur weiteren Züchtung verwendet werden. Der rasante Zuchtfortschritt, insbesondere bei den großen Kulturpflanzenarten, basiert in Europa auf diesem Open Source System.

Wenn also Entwicklungen ohnehin im Moment der Marktreife allen zur Verfügung stehen, kann man daraus folgern, dass langwierige und risikobehaftete Forschungen auch gemeinsam anstatt im Wettbewerb vorangebracht werden können. Durch **Bündelung der Kräfte** in internationaler Vernetzung sollten Erfolge auch leichter und rascher zu erzielen sein und Ergebnisse unverzüglich und zielgerichtet einsetzbar werden.

Entwicklungen und Technologien sollen Schutz erhalten, ohne den Zugang zu genetischem Material für die züchterische Nutzung einzuschränken. Dennoch soll der europäischen Industrie und Forschung eine starke und unabhängige Stellung für **Technologieaustausch und Kooperationen** mit amerikanischen Firmen und Forschungseinrichtungen geschaffen werden.

Neue Technologien sind weltweit und artübergreifend zur Züchtung (auch von Kulturen mit nur regionaler Bedeutung) zu verwenden. Forscher und Züchter wollen sich dafür einsetzen, dass hier entwickelte Verfahren auch in **Entwicklungsländern** einsetzbar werden. Einerseits kann so der von den USA ausgehenden umfassenden Patentierung auch von Sorten (und damit dem Versuch der Aushebelung des Züchtungsvorbehaltes) die geübte **europäische Sortenschutzpraxis** entgegen gesetzt werden. Zum anderen können die großen kommenden Herausforderungen (Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung und Klimawandel) nur weltweit bestanden werden.

Sie sollen über **Kooperationsprojekte** zu Capacity Building, Ausbildung, Know-how-Transfer und über Hilfen beim Aufbau von Sorten- und Saatgut-Systemen z. B. im System der technischen Zusammenarbeit von Züchtern einsetzbar werden.

Zusammenfassung:

Pflanzen sind die Basis des Lebens und bilden die Grundlage zum Aufbau einer **wissensbasierten Bioökonomie** (KBBE). Diese wird nicht nur den gesamten Agrar- und Ernährungsbereich, sondern auch weite Teile der chemischen und verarbeitenden Industrie und der Energiewirtschaft erneuern.

Pflanzen sollen daher intensiv erforscht, erheblich verbessert und umfassend genutzt werden, um dringende **nationale wie globale Probleme** einer Lösung näher zu bringen. Für Deutschland wird damit auf Dauer eine **führende Rolle** in diesem Zukunftsbereich gesichert.

Bestehende und neue Ansätze und Technologien der Pflanzenforschung sollen ausgebaut und miteinander vernetzt werden, um höhere **Ernteerträge** zu sichern, neuartige **pflanzenbasierte Produkte** zu erzeugen und **nachhaltige Anbaumethoden** zu entwickeln.

Die notwendigen gemeinsamen Anstrengungen von Wissenschaft und Wirtschaft in den Pflanzenwissenschaften sollen durch angemessene öffentliche **Förderprogramme** und **innovationsfreundliche Rahmenbedingungen** unterstützt werden.
