

## Anhang B Kurzbeschreibungen der Arbeitspakete

---

Inhalt	Seite
AP1.1 Schorfresistenz im Standardsortiment bei <i>Malus</i> .....	B.1
AP1.2 Schorfresistenz durch markergestützte Vf-Resistenz bei <i>Malus</i> .....	B.2
AP1.3 Schorfresistenz, Allergenpotential und Fruchtqualität bei <i>Malus</i> .....	B.3
AP1.4 Mehltairesistenz mit Hilfe „Reverse-Genetics“ bei <i>Rosa</i> .....	B.4
AP1.5 Schaderregerdetektion mit Sensortechnologien bei <i>Brassica</i> .....	B.5
AP1.6 Schaderregerprognose mit Vorhersagemodellen bei <i>Brassica</i> .....	B.6
AP1.7 Schaderregerprävention durch funktionale Biodiversität bei <i>Brassica</i> .....	B.7
AP1.8 Schaderregerreduktion durch Pflanze-Nützlich-Schädling-Interaktion bei <i>Brassica</i> .....	B.8
AP2.1 Prävention von Berostungen und Schalenflecken – Ursachen bei <i>Malus</i> .....	B.9
AP2.2 Prävention von Schalenflecken und Berostungen – Maßnahmen bei <i>Malus</i> .....	B.10
AP2.3 Ursachen und Prävention von Strahlungsschäden bei <i>Malus</i> .....	B.11
AP2.4 Prävention von Latenzschäden ( <i>Phytophthora</i> ) - Ursachen bei Rhododendron .....	B.12
AP2.5 Prävention von Latenzschäden ( <i>Phytophthora</i> ) - Maßnahmen bei Rhododendron.....	B.13
AP3.1 Mikrobiologischer Nachweis relevanter Phytopathogene .....	B.14
AP3.2 Cytometrischer Nachweis relevanter Humanpathogene.....	B.15
AP3.3 Biologischer Nachweis relevanter Substratpathogene .....	B.16
AP3.4 Photo-elektronische Produktsiegel - technische Parameter .....	B.17
AP3.5 Photo-elektronische Produktsiegel - pflanzenbauliche Umsetzung.....	B.18
AP3.6 Photo-elektronische Produktsiegel – Rückverfolgbarkeit und Bewertung .....	B.19
AP3.7 Bewertung von Zertifizierungssystemen auf Produktebene bei <i>Rosa</i> .....	B.20
AP3.8 Bewertung von Zertifizierungssystemen auf Verbraucherebene bei <i>Rosa</i> .....	B.21
AP3.9 Bewertung von Zertifizierungssystemen auf Betriebs- und Handelsebene bei <i>Rosa</i> .....	B.22
AP4.1 Vernalisationseffekte - Alleldiversität bei <i>Brassica</i> .....	B.23
AP4.2 Vernalisationseffekte - QTL-Modelle zur Produktentwicklung bei <i>Brassica</i> .....	B.24
AP4.3 Ertragsmodelle zur Terminproduktion bei <i>Brassica</i> .....	B.25
AP4.4 Terminproduktion - Pflanzenschutzstrategien bei <i>Brassica</i> .....	B.26
AP4.5 Terminproduktion - Qualitätsparameter und Inhaltsstoffe bei <i>Brassica</i> .....	B.27
AP4.6 Terminproduktion – Nachweisverfahren zur Prozesskontrolle bei <i>Brassica</i> .....	B.28
AP4.7 Terminproduktion - Daten- und Prozessmanagement bei <i>Brassica</i> .....	B.29
AP4.8 Terminproduktion im Freiland - Produktionscontrolling bei <i>Brassica</i> .....	B.30
AP5.1 Sortenscreening zur Kühletoleranz bei <i>Petunia</i> u.a.....	B.31
AP5.2 Molekularphysiologie der Kühletoleranz bei <i>Petunia</i> u.a. ....	B.32
AP5.3 Entwicklung transgener kühletoleranter Sorten bei <i>Petunia</i> .....	B.33
AP5.4 Mykorrhiza zur Kühletoleranzsteigerung bei <i>Petunia</i> .....	B.34
AP5.5 Minibioreaktor zur Vermehrung von <i>Cyclamen</i> .....	B.35
AP5.6 Proteomanalysen zur Prozessoptimierung bei <i>Cyclamen</i> .....	B.36
AP5.7 Transkriptionsanalysen zur Prozessoptimierung bei <i>Cyclamen</i> .....	B.37

AP6.1	Betriebsorientierte Bewertung - Adoptionspotentiale .....	B.38
AP6.2	Standortorientierte Bewertung - Anpassungsreaktionen .....	B.39
AP6.3	Produktorientierte Bewertung - Erstellung von Carbon Footprints .....	B.40
AP6.4	Verbraucherorientierte Bewertung - Effizienz und Akzeptanz von Carbon Footprints.....	B.41
AP7.1	Standortübergreifendes E-Learning - Realisierung und Akkreditierung FHWst .....	B.42
AP7.2	Standortübergreifende Studentenversuche - Realisierung u. Akkreditierung FHOs .....	B.43
AP7.3	Standortübergreifende Praktika - Realisierung und Akkreditierung LUH.....	B.44
AP8	Standortübergreifende Doktorandenausbildung - Seminare, Workshops, Übungen.....	B.44
AP9.1	PHortus: Wissenstransfer zwischen Forschung, Praxis, Industrie und Verbraucher.....	B.45
AP9.2	Effiziente Wissenssysteme zur Förderung neuer Technologien im Gartenbau.....	B.46
AP9.3	www-Wissensmanagementsystem zur Produktsicherheit im Gartenbau .....	B.47
AP10.1	Nachwuchsforscherguppe "Produktqualität und Sicherheit in der Nacherntekette" .....	B.48
AP10.2	Forschungskooperation und -koordination im WeGa-Netzwerk .....	B.48
AP11	WeGa-Netzwerk Organisation.....	B.48

## **AP1.1 Schorfresistenz im Standardsortiment bei *Malus***

Antragsteller: Dr. Ulrich Mayr (KOB)

Wirtschaftspartner: Züchtungsinitiative Niederelbe GmbH & Co. KG

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Der Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) ist weltweit der wirtschaftlich bedeutsamste, pilzliche Krankheitserreger im Apfelanbau. Verschiedene *Malus*-Wildarten aber auch Sorten weisen eine Schorfresistenz auf. Wenige schorfresistente Wildarten wurden bereits vor Jahrzehnten in Züchtungsprogrammen genutzt, um Schorfresistenz in den domestizierten Apfel zu übertragen. Bis heute wurden zahlreiche schorfresistente Kultursorten gezüchtet, die sich aber in der Regel aufgrund von Mängeln in der Fruchtqualität oder in den Anbaueigenschaften nicht durchsetzen konnten. Es gilt zu prüfen, ob es bei Kreuzungen mit schorfresistenten Sorten grundsätzliche Unterschiede hinsichtlich der Fruchtqualität bei den resistenten und nicht resistenten Nachkommen gibt.

### *Realisierung*

Angestrebt werden einerseits eine oder mehrere schorfresistente Apfelsorten, die auch bei einem stark reduzierten Fungizideinsatz gute Fruchtqualitäten (z.B. Geschmack, Fruchtgröße, Gesundheit) erbringen, ein hohes Ertragspotenzial aufweisen und für eine kombinierte Heißwasser-/Calciumchloridbehandlung geeignet sind. Diese Eigenschaften werden zunächst zu einer großen Akzeptanz im Anbau führen, d.h. die Sorten werden einen entsprechenden Anbauumfang einnehmen. Weiterhin wird die Sicherheit des Produktes Apfel für die Verbraucher deutlich erhöht, da ein stark reduzierter Fungizideinsatz das Vorhandensein von fungiziden Pflanzenschutzmittelrückständen minimiert. In der Sortenprüfung am Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee (KOB) werden die Eigenschaften einer Apfelsorte nach einem standardisierten Bewertungsschema in Anlehnung an die Richtlinien der obstbaulichen Leistungsprüfung umfassend beurteilt. Vegetative und generative Merkmale sowie Fruchtmerkmale vor und nach der Ernte fließen in die Beurteilung ein. Der Schwerpunkt der Prüfungen basiert auf der Anfälligkeit gegenüber Schaderregern sowie Anbau- und Marktwert neuer Apfelsorten. Ein wichtiger Bestandteil der Sortenprüfung ist auch die Einschätzung und Beurteilung der Apfel- und Birnensorten durch den Verbraucher. In einem Verbrauchertest werden nach der Ernte in regelmäßigen Abständen 120 Haushalte mit den neuesten Apfelsorten beliefert und nach ihren Eindrücken befragt.

## **AP1.2 Schorfresistenz durch markergestützte Vf-Resistenz bei *Malus***

Antragsteller: Dr. Andreas Peil (JKI)

Wirtschaftspartner: Züchtungsinitiative Niederelbe GmbH & Co. KG (ZIN)

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Bislang werden fast ausschließlich schorfanfällige Apfelsorten angebaut. Die meisten dieser Sorten enthalten das Vf-Gen, das auf die Abstammung 821 der Wildart *Malus x floribunda* (Mf821) zurückgeht. Die Vf-Resistenz aus Mf821 wurde in den letzten Jahren durch das Auftreten virulenter Pathogenstämme durchbrochen und ist daher nicht mehr stabil an Orten, an denen die neuen Schorffrassen vorkommen. Daher gilt es festzustellen, welche der ausgewählten 50 Tafelapfel- und 15 Zierapfelklone des Züchtungsprogramms der ZIN eine Vf-Schorfresistenz aufweisen. Außerdem sind eventuelle Unterschiede bei Kreuzungen mit schorfresistenten Sorten hinsichtlich der Fruchtqualität bei resistenten und nicht resistenten Nachkommen zu belegen.

### *Realisierung*

Die Identifizierung des Vf-Gens sowie die Größe des Genomanteils von Mf821 um Vf kann zuverlässig mit molekularen Markern erfolgen, während die Translation des Gens mittels Real time-PCR bestimmt wird. Am Institut für Züchtungsforschung an gartenbaulichen Kulturen und Obst Dresden (ZGOD) wird die DNA aus den getrockneten Blättern der praktischen Apfelzüchtung isoliert. Für den Test der Klone auf das Vorhandensein des Resistenzgens Vf aus Mf821 werden die beiden molekularen Marker AL07 und ChVF1, die an Vf gekoppelt sind, benutzt. Dazu werden PCRs (Polymerasekettenreaktionen) an den DNAs der Klone als Template mit den molekularen Markern als Primern durchgeführt. Die amplifizierten Fragmente werden je nach Marker auf einem Agarosegel (Horizontalgelelektrophorese) oder auf einem Polyacrylamidgel (Vertikalgelelektrophorese) in einem DNA-Sequencer aufgetrennt. Die enthaltenen Größenfragmente geben Aufschluss darüber, ob das Vf-Resistenzgen vorhanden ist. Bei den Klonen, die das Resistenzgen enthalten, wird die Transkription des Gens mittels Real-time-PCR bestimmt. Dazu wird RNA der Klone isoliert und anschließend genspezifische Primer für die Real-time-PCR benutzt.

### **AP1.3 Schorfresistenz, Allergenpotential und Fruchtqualität bei *Malus***

Antragsteller: Prof. Dr. Werner Dierend (FHOs)

Wirtschaftspartner: Züchtungsinitiative Niederelbe GmbH & Co. KG (ZIN)

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Eine Erhöhung der Produktsicherheit von Apfelsorten lässt sich u.a. durch eine Verringerung des Risikos von Pflanzenschutzmittelrückständen auf bzw. in den Früchten und ein geringeres Allergenpotential erreichen. Die Apfelallergie ist eine der häufigsten Nahrungsmittelallergien. Bislang sind für den Apfel (*Malus x domestica*) die vier allergenen Proteine *Mal d 1*, *Mal d 2*, *Mal d 3* und *Mal d 4* bekannt. Die allergenen Proteine *Mal d 1* bis *Mal d 3* gehören zu den "pathogenesis-related proteins" (PR-Proteine). In Mittel- und Nordeuropa ist *Mal d 1* das Hauptallergen. Apfelsorten weisen offensichtlich ein unterschiedliches Allergenpotential auf. Eine Gruppenbildung in Sorten mit hohem, mittlerem oder niedrigem Allergenpotential erscheint möglich. Ziel ist es, herauszufinden, ob einerseits ein Unterschied im Allergenpotential zwischen nicht schorfresistenten und schorfresistenten Apfelsorten oder/und ob andererseits ein Zusammenhang zwischen dem Allergenpotential der Elternsorte und deren Nachkommen besteht. Ferner ist zu prüfen, wie sich schorfresistente Sorten hinsichtlich der Fruchtqualität verhalten.

#### *Realisierung*

Das Allergenpotential von Apfelsorten wird in Züchtungsprogrammen bislang noch wenig berücksichtigt. Es ist jedoch sinnvoll, zukünftig Apfelsorten auf den Markt zu bringen, die ein möglichst geringes Allergenpotential aufweisen. Im Rahmen dieser Studie wird ausschließlich *Mal d 1.02* untersucht. Die Reverse-Transkriptase Real-time-PCR wird zur Quantifizierung der exprimierten mRNA für das jeweilige *Mal d* Gen eingesetzt. Das allergene Potential von Äpfeln wird so über die Transkriptommenge der entsprechenden mRNA für das Protein verglichen. Für die Ermittlung des Allergenpotentials mit den beschriebenen Methoden werden grundsätzlich Früchte mit vergleichbarem Reifestadium verwendet. Zum Nachweis der exprimierten mRNA werden die gesamten Äpfel ausschließlich dem Kerngehäuse verwendet, um die häufigste Verzehrweise anzunähern und einen Einfluss der Probenentnahme auszuschließen.

Neben den Arbeiten zum Allergengehalt werden Gewicht, Fleischfestigkeit, Zuckergehalt, Säure und Saftigkeit (Saft zu Trockensubstanzgehalt-Verhältnis) für die Nachkommen an mindestens zehn Früchten je Klon ermittelt und das Aromaprofil der Eltern und der Nachkommen mittels Gaschromatographie-Analyse (GC) bestimmt. Um den Reifeprozess während der Lagerung zu dokumentieren, werden die Qualitätsparameter zu unterschiedlichen Zeiten während der Lagerung determiniert. Abschließend erfolgen die Zusammenführung und die Analyse der Ergebnisse.

#### **AP1.4 Mehltaresistenz mit Hilfe „Reverse-Genetics“ bei Rosa**

Antragsteller: Prof. Dr. Thomas Debener (LUH)

Wirtschaftspartner: W. Kordes' Söhne Rosenschulen GmbH & Co. KG

##### *Problemstellung und Zielsetzung*

Rosen gehören zu den wichtigsten Zierpflanzen weltweit. Der Echte Mehltau ist eine der wichtigsten Pilzkrankheiten im Unterglasanbau von Rosen. Die Bekämpfung des Echten Mehltaus z.B. mit synthetischen Pflanzenschutzmitteln ist in den vergangenen Jahrzehnten durch ein zunehmend restriktives Pflanzenschutzmittelrecht, steigende Kosten für Pflanzenschutzmittel sowie ein steigendes Umweltbewusstsein des Verbrauchers schwierig geworden. Daher sollen für Rosen analog zu bereits gut untersuchten Systemen in Gerste und *Arabidopsis* mlo basierte Resistenzgene identifiziert werden, um diese der Resistenzzüchtung langfristig verfügbar zu machen. Ein molekularbiologischer Ansatz wird dazu mit einem Screening künstlich erzeugter Mutanten sowie natürlich vorkommender genetischer Varianten im Rahmen eines so genannten Tilling bzw. Ökotilling kombiniert.

##### *Realisierung*

Eine wirkungsvolle Bekämpfungsalternative für Echten Mehltau liegt in der Identifizierung natürlicher oder durch Mutationsinduktion entstandener Resistenzquellen. Mehrere Untersuchungen der letzten Jahre haben das Vorkommen von Rassen des Erregers ähnlich der Situation bei anderen Mehltauerregern zeigen können. Zusammen mit der Identifizierung von rassen-spezifisch wirkenden, monogen dominanten Resistenzgenen liegt daher das Vorhandensein einer so genannten Gen-für-Gen Wechselwirkung mit zahlreichen monogen dominant wirkenden Resistenzgenen nahe. Gemäß dem oben genannten Ziel sollen mit Hilfe molekularer Methoden mlo Orthologe aus Rosen isoliert und charakterisiert werden. Daraufhin werden Defektmutanten unter einer größeren Zahl von Genotypen gesucht und ebenfalls molekular charakterisiert. Anschließend erfolgt mittels EMS-Mutagenese von Rosensaatgut eine zusätzliche Sammlung von Rosenproben für das Tilling. Mit Tilling bzw. Ökotilling wird die Suche nach mlo Mutanten fortgesetzt. Nach einer molekularen Charakterisierung der Mutanten sowie der Isolierung homozygoter Mutanten steht entsprechendes Material für die Weiterzüchtung bereit.

## **AP1.5 Schaderregerdetektion mit Sensortechnologien bei *Brassica***

Antragsteller: Prof. Dr. Arno Ruckelshausen (FHOs)

Wirtschaftspartner: Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Hasbergen

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Für die Kontrolle biotischer Stressoren, insbesondere von tierischen Schädlingen, bieten Verfahren des biologischen und biotechnischen Pflanzenschutzes grundsätzlich ein erhebliches, bisher allerdings weitgehend brachliegendes Potential, den Einsatz synthetisch-chemischer Pflanzenschutzmittel zu ersetzen. Dafür ist jedoch folgender Paradigmenwechsel erforderlich: Von der kurativen, kurzfristig effizienten Pflanzenschutzmittelapplikation („task force“) hin zu einer vorsorgenden, auf biotischen Interaktionen beruhenden Beeinflussung der Befallsdynamik von Schaderregern. Für eine Prognose der Befallsdynamik muss frühzeitig der Schädling selber und dessen Häufigkeit ermittelt werden. Ziel des Arbeitspaketes ist es daher, ein verbessertes Verfahren (Sensor) für die frühzeitige Bewertung des Befallspotentials von Schädlingen und des Vorkommens von natürlichen Gegenspielern zu entwickeln.

### *Realisierung*

Das rechtzeitige und sichere Erkennen eines Befalls durch Schädlinge sowie derer natürlichen Gegenspieler sind wichtige Bausteine in einem integrierten Pflanzenschutzsystem. Viele der aktuellen Warndiensthinweise basieren auf visuellen Befallsbonituren der Pflanzenbestände in einzelnen Regionen. Das Arbeitspaket sieht dazu den Einsatz innovativer bildgebender Sensorsysteme mit intelligenten Lichtgittern und 3D-Kameras vor. Der Einsatz solcher Technologien im Bereich Pflanzenschutz ist neu. Die Entwicklung der Sensortechnologie zur automatischen Messung der Befallsmuster einiger Schädlinge und deren Gegenspieler steht im Kern des Vorhabens. Anhand von Beispielen werden die unterschiedlichen Signaturen mit den bildgebenden Systemen Lichtgitter, Farbkamera und 3D-Kamera aufgenommen. Aus den Rohdaten werden durch Anwendung von Bildverarbeitungsalgorithmen reduzierte Sensordaten ermittelt, woraus eine Sensor-Befallsmuster-Matrix generiert wird, die die Grundlage zur Bewertung von Erkennungswahrscheinlichkeiten und letztlich der Sensortechnologien darstellt. Der Erfolg bildgebender Verfahren hängt maßgeblich von der Störgrößenreduktion ab (z.B. Staub, Insekten, Sonnenlicht, Feuchtigkeit), weshalb Untersuchungen hierzu einen wichtigen Anteil des Arbeitspaketes darstellen. Letztlich soll im Speziellen der Nachweis der Mehligen Kohlblattlaus sowie der Kohlmottenschildlaus über Farbkameras erfolgen.

## **AP1.6 Schaderregerprognose mit Vorhersagemodellen bei *Brassica***

Antragsteller: Dr. Martin Hommes (JKI)

Wirtschaftspartner: e-nema Gesellschaft für Biotechnologie und biologischen Pflanzenschutz mbH, Schwentinental; Katz-Biotech AG, Baruth

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Für die Kontrolle biotischer Stressoren, insbesondere von tierischen Schädlingen, bieten Verfahren des biologischen und biotechnischen Pflanzenschutzes grundsätzlich ein erhebliches, bisher allerdings weitgehend brachliegendes Potential, den Einsatz synthetisch-chemischer Pflanzenschutzmittel zu ersetzen. Dafür ist jedoch folgender Paradigmenwechsel erforderlich: Von der kurativen, kurzfristig effizienten Pflanzenschutzmittelapplikation („task force“) hin zu einer vorsorgenden, auf biotischen Interaktionen beruhenden Beeinflussung der Befallsdynamik von Schaderregern. Dazu sind Prognosesysteme notwendig, wie sie für den Freilandgemüsebereich bislang nur spärlich zur Verfügung stehen. Daher liegt das Ziel dieses Arbeitspaketes in der Erstellung von verbesserten Modellen für die frühe Bewertung des Befallspotentials von Schädlingen und des Vorkommens von natürlichen Gegenspielern unter Berücksichtigung der räumlichen Primärstrukturen.

### *Realisierung*

Für eine Reihe von Krankheiten und Schädlingen, insbesondere für bedeutende Ackerbau- und Obstbaukulturen, liegen entsprechende Simulations- bzw. Prognosemodelle vor, die nach Ermittlung des Erstauftretens des Erregers den weiteren Befalls- bzw. Epidemiieverlauf anhand von aktuellen bzw. prognostizierten Wetterdaten vorhersagen bzw. simulieren. Für den Bereich Freilandgemüse stehen in Deutschland zurzeit nur einige wenige Prognosesysteme und Simulationsmodelle zur Verfügung. Diese erlauben es zwar anhand von Wetterdaten den möglichen zeitlichen Befallszeitraum vorherzusagen bzw. zu simulieren, erlauben jedoch keine Aussagen zum Ausmaß des tatsächlichen Befalls auf dem Feld. Daher sind oftmals zeitaufwendige Befallsbonituren vor Ort erforderlich. Dieses Arbeitspaket beinhaltet deshalb als zentrale Säule die Weiterentwicklung von Entscheidungshilfen zur präzisen Vorhersage des Gefährdungs- und Nutzpentials auf Basis einer automatisierten Erfassung, Erkennung und Übermittlung der Daten. Je nach Schädlings- und Nützlingsaufkommen (Vorhersage) müssen direkte Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden.

## **AP1.7 Schaderregerprävention durch funktionale Biodiversität bei *Brassica***

Antragsteller: Dr. Rainer Meyhöfer (JKI)

Wirtschaftspartner: e-nema Gesellschaft für Biotechnologie und biologischen Pflanzenschutz mbH, Schwentinental; Katz-Biotech AG, Baruth

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Für die Kontrolle biotischer Stressoren, insbesondere von tierischen Schädlingen, bieten Verfahren des biologischen und biotechnischen Pflanzenschutzes grundsätzlich ein erhebliches, bisher allerdings weitgehend brachliegendes Potential, den Einsatz synthetisch-chemischer Pflanzenschutzmittel zu ersetzen. Allein die Erhöhung der allgemeinen Biodiversität ist hinsichtlich multifunktionaler Aspekte der Kulturlandschaft (z.B. Arten- und Biotopschutzes, Erholungswert) zwar durchweg positiv zu bewerten, hinsichtlich Pflanzenschutzzielen aber oft zu breit aufgestellt. Schlichte Erhöhungen von Artenzahlen von Nützlingen können beispielsweise aufgrund interspezifischer Interaktionen die Effektivität natürlicher Gegenspieler sogar einschränken. Daher soll im Sinne des Pflanzenschutzes die Ausgestaltung einer funktional effektiven Biodiversität entwickelt werden.

### *Realisierung*

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass eine hohe Biodiversität auf Ebene der Landschaftsstrukturen auch natürliche Gegenspieler und natürliche Regulationsprozesse auf der Kulturlandschaft begünstigt. In vielen Fällen scheinen die Maßnahmen aber zu unspezifisch zu sein, um den Pflanzenschutz gezielt und nachhaltig zu unterstützen. Eine höhere Biodiversität per se wird nur in Ausnahmefällen dazu führen, dass natürliche Regulationsprozesse im Pflanzenschutz an Bedeutung gewinnen. Um den vorbeugenden Pflanzenschutz in der Agrarlandschaft zu optimieren, scheint es daher unabdingbar, die spezifischen Wechselbeziehungen zwischen Kultur- und Naturflächen für einzelne Problemschädlinge genauer zu charakterisieren. Nur so wird es möglich sein, das Risiko eines Befalls und das Potential von natürlichen Gegenspielern zu prognostizieren und in den systemorientierten Pflanzenschutz zu integrieren. Dieses Arbeitspaket beschäftigt sich daher mit längerfristigen Maßnahmen, d.h. der Bedeutung von Landschaftsstrukturen als Quell- und Rückzugshabitate für Schädlinge und Nützlinge im Agrarökosystem. Im Vordergrund steht die Optimierung des Flächenmanagements auf Betriebsebene und die Nutzung des natürlichen Regulationspotentials im Agrarökosystem, d.h. die Förderung der funktionalen Biodiversität.

## **AP1.8 Schaderregerreduktion durch Pflanze-Nützling-Schädling-Interaktion bei *Brassica***

Antragsteller: Prof. Dr. Hans-Michael Poehling (LUH)

Wirtschaftspartner: e-nema Gesellschaft für Biotechnologie und biologischen Pflanzenschutz mbH, Schwentental; Katz-Biotech AG, Baruth

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Für die Kontrolle biotischer Stressoren, insbesondere von tierischen Schädlingen, bieten Verfahren des biologischen und biotechnischen Pflanzenschutzes grundsätzlich ein erhebliches, bisher allerdings weitgehend brachliegendes Potential, den Einsatz synthetisch-chemischer Pflanzenschutzmittel zu ersetzen. Die Intervention mittels natürlicher Gegenspieler ist prinzipiell möglich, jedoch ist die Auswahl und/oder Verknüpfung geeigneter Interventionsverfahren wichtig. Ziel ist es daher, Nützlingspopulationen durch gezielte Ausbringungen zu stärken, deren Bestände durch Verbesserung der Nahrungsgrundlage oder anlockende Semiochemikalien zu stabilisieren sowie eine Dämpfung der Schädlingsdynamik durch spezifische Repellent/Attractant Eingriffe zu erreichen.

### *Realisierung*

Die Individualität von Kulturen mit ihren eigenen Schädlingskomplexen und der durchaus unterschiedlichen Effizienz von natürlichen Gegenspielern soll stärker als bisher Rechnung getragen werden. Es ist deshalb geplant, biologische Pflanzenschutzverfahren zur gezielten Kontrolle von Problemschädlingen im Kohl weiterzuentwickeln. Der Schwerpunkt liegt primär auf der Abschreckung von Schaderregern und dem Einsatz von Nützlingen im Überschwemmungsverfahren, d.h. Massenausbringung. Es soll aber auch die Anlockung und Fokussierung natürlich vorkommender Gegenspieler verbessert werden. Soweit möglich werden zudem innovative Ansätze zur Verhaltensmanipulation (Duftstoffe, visuelle Reize, essentielle Nahrungsressourcen) genutzt, um einerseits Schädlingsdichten zu minimieren und andererseits die Nützlingseffizienz auf die Zielkultur zu konzentrieren, d.h. Migrations- und Dispersionsprozesse zu minimieren. Interventionen zur Optimierung der biologischen Kontrolle von ausgewählten Schädlingen am Kohl werden sich im Forschungsvorhaben auf die Säulen Freilassung (und Anlockung) von leistungsfähigen natürlichen Gegenspielern, Förderung von Prädations- und Parasitierungsintensität durch Fokussierung und Erhöhung der Fitness im Bestand sowie Abschreckung der Schädlinge stützen.

## **AP2.1 Prävention von Berostungen und Schalenflecken - Ursachen bei *Malus***

Antragsteller: Prof. Dr. Moritz Knoche (LUH)

Wirtschaftspartner: Obstbauunternehmen Altes Land / OVB Jork, Jork

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Fruchtschalendefekte spielen im Apfelanbau eine überragende Rolle. Ökonomisch relevant sind Berostungen bei zahlreichen Apfelsorten sowie Schalenflecken bei der in Deutschland wichtigsten Apfelsorte Elstar. Für beide Defekte ist sonnenarme und feuchte Witterung befallsfördernd. Während Berostungen bereits in der Vegetationsperiode sichtbar sind, treten Schalenflecken erst bei der Lagerung und Auslagerung auf. Über die Entstehung dieser Defekte gibt es nur lückenhafte Befunde. Ausgangspunkt sind mikroskopische Risse in der Kutikula, die bei Berostungen verkorken bzw. bei Schalenflecken zu Verbräunungen von Zellen führen. Ziel des Projektes ist es, die Ursache der Entstehung dieser Defekte aufzuklären. Mit den gewonnenen Erkenntnissen werden Strategien entwickelt, die die Verluste durch Berostungen und Schalenflecken verringern und die Erzeugung qualitativ hochwertiger Äpfel nachhaltig sichern.

### *Realisierung*

Zunächst wird die Entstehung von Mikrorissen in der Kutikula untersucht. Zu klären ist, ob die Kutikulaneubildung während des Fruchtwachstums mit der Vergrößerung der Fruchtoberfläche bei berostungsgefährdeten und schalenfleckenanfälligen Sorten ebenso Schritt hält wie bei nichtanfälligen Sorten. Die Rolle von Oberflächenfeuchtigkeit bei der Entstehung beider Schalendefekte ist unter Freiland und Laborbedingungen nachzuweisen und mit standardisierten Zugversuchen an trockenen und hydratisierten Kutikulas zu dokumentieren. Selektive enzymatische und chemische Isolationen und Extraktionen der Kutikula und anschließende mechanische Prüfungen klären die stoffliche Grundlage der rheologischen Eigenschaften der Kutikula. Um die Ursache der bei Berostungen flächigen, bei Schalenflecken aber punktförmigen Ausbreitung der Defekte zu untersuchen, werden berostete und mit Schalenfleckensymptomen befallene Partien der Fruchtoberfläche isoliert und mechanischen Tests unterzogen. Mit diesen Experimenten werden die mechanistischen Zusammenhänge bei der Entstehung beider Defekte geklärt, um im Folgeschritt Vermeidungsstrategien abzuleiten bzw. die saisonale Anfälligkeit der Sorten vorherzusagen.

## **AP2.2 Prävention von Schalenflecken und Berostungen - Maßnahmen bei *Malus***

Antragsteller: Dr. Dirk Köpcke (LWKNds)

Wirtschaftspartner: Obstbauunternehmen Altes Land / OVB Jork, Jork

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Im Apfelanbau sind Fruchtschalendefekte möglichst zu vermeiden. Ein ökonomisch relevantes Beispiel sind Schalenflecken bei der in Deutschland wichtigsten Apfelsorte Elstar. Für diesen Defekt ist sonnenarme und feuchte Witterung befallsfördernd. Schalenflecken treten erst während der Lagerung bzw. nach der Auslagerung auf. Zur Entstehung dieses Oberflächen-defektes sind bislang nur lückenhafte empirische Befunde belegt. Ausgangspunkt sind offensichtlich mikroskopisch kleine Risse in der Fruchtkutikula, die im Fall von Schalenflecken zu Verbräunungen von Zellen der Fruchtschale führen. Daher zielt dieses Arbeitspaket darauf ab, die Ursachen von Schalenflecken zu identifizieren, unter deren Berücksichtigung Strategien zur nachhaltigen Lagerung qualitativ hochwertiger und gesunder Äpfel zu entwickeln sowie diese unter Praxisbedingungen zu prüfen.

### *Realisierung*

Die Untersuchungen fokussieren, ob Verbräunungen des Fruchtgewebes (Schalenflecken) in der Nähe von Mikrorissen durch folgende Ursachen entstehen: (a) Oxidation phenolischer Substanzen, (b) sekundäre Besiedlung mit Mikroorganismen und/oder (c) flüchtige Stoffe, die sich in der Lageratmosphäre unter controlled atmosphere (CA)-Bedingungen anreichern. Die Modifizierung eines Lagerungsverfahrens ermöglicht es, das Auftreten von Schalenflecken im Lager zu reduzieren. Im einfachsten Fall wird lediglich die O<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-Konzentration angepasst. Deutlich aufwendiger ist eine Regulierung der Lagerluft durch technische Maßnahmen bezüglich des Auftretens flüchtiger Stoffe. Dazu ist jedoch eine genaue Analyse möglicher Ursachen für die Verbräunung im Lager durchzuführen. Dazu gehören die Prüfung bei Applikation von Antioxidantien, die Analyse des Befalls mit Mikroorganismen sowie die Analyse von flüchtigen Substanzen in der Lageratmosphäre. Nach der Ermittlung der wesentlichen Verursachung wird die Entwicklung entsprechender Vermeidungsstrategien angestrebt. Dazu gehören einerseits Versuche im Lager mit der Applikation von Gibberellinen und Kalziumpräparaten sowie andererseits Maßnahmen im Feldversuch zur Kronengestaltung durch variierende Schnitte. Gemäß den Ergebnissen dieser Versuche wird ein Risiko-Prognosemodell für den Schalenfleckenbefall entwickelt, welches eine Beratung bereits vor der Ernte, spätestens aber zum Zeitpunkt der Einlagerung, auf Basis regional ermittelter Witterungsdaten erlaubt. Es ist somit möglich, gefährdete Partien vor dem sichtbaren Auftreten der Mängel zu vermarkten oder unter modifizierten Bedingungen zu lagern.

### **AP2.3 Ursachen und Prävention von Strahlungsschäden bei *Malus***

Antragsteller: Prof. Dr. Jens-Norbert Wünsche (UHoh)

Wirtschaftspartner: BASF SE, Ludwigshafen

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Ohne ausreichenden Beleg wird bislang nur vermutet, dass eine starke Sonneneinstrahlung verbunden mit Hitzeeinwirkung zur Ausbildung von Sonnenbrand bei Apfelfrüchten führt. Äußerlich sichtbar wird dies in Form von Verbräunungen und Nekrosen, wobei in manchen Fällen auch das obere Fruchtfleischgewebe bräunlich verfärbt sein kann. Auf zellulärem Niveau kommt es zur Auflösung der Membranen und einem Austritt von Ionen und Nährstoffen mit der Konsequenz des Zelltodes. Sonnenbrandschäden können im Apfelanbau zu beträchtlichen Ernteverlusten und somit zu erheblich geringeren Kapitalrückflüssen führen. Die Ziele dieses Arbeitspaketes sind somit, erstens die spezifischen Umwelteinflüsse, welche den Sonnenbrand am Apfel verursachen zu ergründen, zweitens die zugrunde liegenden pflanzenphysiologischen und molekularbiologischen Prozesse zu charakterisieren, drittens den Sonnenbrand präsymptomal und nicht-invasiv zu erfassen und viertens basierend auf den neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen, praxiswirksame Anbau- und Kontrollmaßnahmen zu entwickeln.

#### *Realisierung*

Zwischen den verschiedenen Apfelsorten existieren ausgeprägte Unterschiede in der Sonnenbrandempfindlichkeit. Die Widerstandsfähigkeit der Früchte gegenüber hohen tages- und jahreszeitlichen Strahlungs- und Temperatureinwirkungen hängt sowohl von der Intensität als auch von der Einwirkungsdauer ab. Die genauen Ursachen und pflanzenphysiologischen Hintergründe für das Auftreten von Sonnenbrandschäden sind bislang ungeklärt. Basierend auf Literaturergebnissen und den eigenen Vorarbeiten werden spezifische Arbeiten zur Ursachenermittlung, fruchtphysiologischen Auswirkung und möglicher Präventionsmaßnahmen bei Sonnenbrand am Apfel durchgeführt. Zunächst werden die morphologischen Eigenschaften der Fruchtschale (Kutikula, epicutikuläre Wachsschicht, Epidermis, hypodermale Zellschichten) von sonnenbrandtoleranten und anfälligen Sorten im saisonalen Verlauf und in Abhängigkeit von Stressoren (Temperatur, UV-B, Trockenheit) in Labor- und Feldversuchen charakterisiert. Durch eine nichtinvasive Erfassung des Stressverlaufes bei Sonnenbrand wird eine charakteristische Signatur erarbeitet, um schnelle und präzise Aussagen zum Stresszustand der Früchte zu erhalten und präsymptomale Präventivmaßnahmen einleiten zu können.

## **AP2.4 Prävention von Latenzschäden (*Phytophthora*) - Ursachen bei Rhododendron**

Antragsteller: Dr. Sabine Werres (JKI)

Wirtschaftspartner: Baumschule 1 (anonymisiert), Baumschule 2 (anonymisiert)

### *Problemstellung und Zielstellung*

Der pilzliche Schaderreger *Phytophthora ramorum* ist ein für Baumschulen existenzbedrohender Quarantäneschadorganismus, insbesondere für Rhododendren-Produzenten. Im internationalen Handel leitete sich daraus die zwingende Forderung ab, ein Zertifizierungssystem für *P. ramorum* freie Ware aufzubauen, um die Verbreitung der Erkrankung zu unterbinden. Bisherige Routineverfahren sind nicht in der Lage, latente Infektionen, die sich nur verzögert und deutlich nach dem Verkauf der Produkte zeigen, sowie Kontaminationen in Topfsubstrat und Boden nachzuweisen. Das Forschungsvorhaben verfolgt daher die Etablierung eines adäquaten Zertifizierungssystems, um die Produktsicherheit verkaufsfertiger Ware maßgeblich zu erhöhen.

### *Realisierung*

Den Schwächen der aktuellen Routinen wird mit einer Sammlung von epidemiologischen Daten in Labor- und Praxisversuchen begegnet. Die Erzeugung vergleichbarer Proben dient einerseits der Standardisierung vorhandener Nachweisverfahren sowie andererseits der Prüfung der Latenzphase an Rhododendron mittels Confocal Laser Scanning Mikroskop. Dies wird mit Untersuchungen zur Epidemiologie von *P. ramorum* in Baumschulen, die eine Risikoanalyse fokussieren, gestützt. Die Betriebsinhaber steuern Protokollbögen zur Kulturführung und Witterung bei. Danach werden die Betriebsflächen begründet mittels umfangreicher Analysen in Risikoflächen eingeteilt. Die Vielzahl der gesammelten Daten ermöglicht die Zusammenfassung zu einem Ansatz eines Zertifizierungssystems.

## **AP2.5 Prävention von Latenzschäden (*Phytophthora*) - Maßnahmen bei Rhododendron**

Antragsteller: Dr. Gerlinde Michaelis (LWKNDs)

Wirtschaftspartner: Baumschule 1 (anonymisiert), Baumschule 2 (anonymisiert)

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Der pilzliche Schaderreger *Phytophthora ramorum* ist ein für Baumschulen existenzbedrohender Quarantäneschadorganismus, insbesondere für Rhododendren-Produzenten. Im internationalen Handel leitete sich daraus die zwingende Forderung ab, ein Zertifizierungssystem für *P. ramorum* freie Ware aufzubauen, um die Verbreitung der Erkrankung zu unterbinden. Bisherige Routineverfahren sind nicht in der Lage, latente Infektionen, die sich nur verzögert und deutlich nach dem Verkauf der Produkte zeigen, sowie Kontaminationen in Topfsubstrat und Boden nachzuweisen. Das Arbeitspaket bildet daher gängige Verfahren bei der Produktion von Rhododendron bezüglich der Infektionsgefahr mit *P. ramorum* ab. Um die marktwirtschaftliche Bedeutung zu schützen, sind Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen erforderlich, die ein möglichst breites Spektrum der Einflussgrößen berücksichtigen.

### *Realisierung*

Die Anfälligkeit gegenüber *P. ramorum* in Abhängigkeit von der Jahreszeit wird an einer anfälligen und einer widerstandsfähigen Rhododendron-Sorte im Freilandversuch untersucht. Neben Pflanzen, bei denen die Symptome offensichtlich werden, werden mit Verlauf der drei Vegetationsperioden sowie damit verbundener Vermehrungszyklen auch die äußerlich nicht kranken Pflanzen auf einen latenten Befall untersucht. Anschließend werden die Versuche auf zehn weitere, marktwirtschaftlich bedeutende Rhododendren ausgeweitet. Während im Freiland nur ein Isolat verwendet wird, kommen in einer Quarantänekammer verschiedene Isolate und so genannte *mating types* zum Einsatz. Darüber hinaus werden Maßnahmen des Integrierten Pflanzenschutzes, insbesondere die Desinfektion mittels Kupfer-Behandlung des Gießwassers (Aqua-Hort Geräte bzw. Cu-Einspeisung aus Kupfersulfat), sowie der Kulturführung untersucht. Dazu gehören der Düngestatus (Herbst- oder Frühjahrsdüngung), die praxisübliche Behandlung mit Hemmstoffen sowie die Bewässerungsmethode (Düsenstrang über Kopf, Tropf- oder Mattenbewässerung). Das Forschungsvorhaben ermöglicht es somit, eine Sortenempfehlung zu widerstandsfähigen Rhododendren bzw. bei aufgetretenem Befall, Empfehlungen für eine gezielte, integrierte Bekämpfung auszusprechen.

### **AP3.1 Mikrobiologischer Nachweis relevanter Phytopathogene**

Antragsteller: Prof. Dr. Edgar Maiß (LUH)

Wirtschaftspartner: Loewe Biochemica GmbH, Sauerlach

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Der Nachweis der Pathogenfreiheit ist wesentliches Merkmal der Produktsicherheit gartenbaulicher Erzeugnisse. Zum Einsatz kommen serologische Verfahren, bei denen Antigen-Antikörper-Reaktionen das Vorhandensein eines Schaderregers (Virus, Bakterium, Pilz) nachweisen. Diese Verfahren basieren jedoch auf endlichen Ressourcen, da die notwendigen Antikörper immer wieder neu nachproduziert und dementsprechend die Testverfahren neu kalibriert werden müssen. Dies ist kosten- und zeitintensiv. Daher wird ein alternatives Diagnoseverfahren entwickelt, bei dem phagenbasierte Moleküle an Viren, Bakterien sowie Pilzteilen binden und somit ein Nachweis möglich wird. Nach der Selektion geeigneter Phagen-Peptide werden vergleichende Tests mit den Standardverfahren in ELISA Untersuchungen angestrebt.

#### *Realisierung*

Als Lieferant der Nachweismoleküle werden Phagen eingesetzt, die Peptide an ihrer Hülle tragen (Monobodies bzw. Oligopeptide), welche selektiv an Zielproteine von Pathogenen binden. Im Zielspektrum stehen Gurkenmosaikvirus (CMV), Kartoffel-Y-Virus (PVY), Tabakmosaikvirus (TMV), Tomatenbronzefleckenvirus (TSWV), Scharkavirus der Pflaume (PPV) sowie phytopathogene Pilze (*Verticillium spec.*) und Bakterien (*Pseudomonas spec.*). Wesentlich ist, dass Proteine zum Pathogennachweis ohne Versuchstiere erzeugt werden (unbegrenzte Quelle). Die Projektdurchführung sieht vier aufeinander folgende Abschnitte vor. Nach dem Aufbau von Phagenbibliotheken, in denen Hüllproteine für das Screening bereitgestellt werden, sind Vergleiche mittels ELISA hinsichtlich Sensitivität und Spezifität im Virusnachweis vorgesehen. Dabei werden gerade die bei gesunden Pflanzen nicht bindenden Phagen isoliert. Darauf wird die Anwendung auf Pilze und Bakterien getestet, wodurch letztlich ein gleichzeitiger multipler Nachweis aller Pathogene in einer Probe mittels Mikrotiterplatten-Array Analyse angestrebt wird.

### **AP3.2 Cytometrischer Nachweis relevanter Humanpathogene**

Antragsteller: Dr.-Ing. Oliver Schlüter (ATB)

Wirtschaftspartner: Biotronix GmbH, Hennigsdorf

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Gartenbauliche Produkte wie Obst und Gemüse sind nach der Ernte zum Teil stark durch anhaftende Partikel (Erde, Sand, Blätter) verunreinigt. Abhängig von der Art und dem Ausmaß der Verunreinigung können sich hohe Konzentrationen an potentiell human- und phytopathogenen Mikroorganismen ergeben, die eine essentielle Anwendung besonderer Reinigungsschritte, meistens Waschschriffe, erfordern. Das Projekt verfolgt die Entwicklung alternativer Methoden zur spezifischen und quantitativen Detektion mikrobieller Verderborganismen in der Primärproduktion von Obst und Gemüse sowie der Aufbereitung, um die Produktsicherheit deutlich zu erhöhen.

#### *Realisierung*

Wesentlich ist die Bereitstellung von durchflusszytometrischen Verfahren in Kombination mit Fluoreszenzmethoden zur Detektion spezifischer Schadorganismen und einer damit verbundenen Steigerung des Hygienegrades in der Nachernte gartenbaulicher Produkte. Zudem können Haltbarmachungsverfahren bei physiologisch aktiven gartenbaulichen Produkten überprüft werden, um eine kontaminationsgesteuerte Prozessführung abzuleiten. Die Untersuchungen werden exemplarisch an leichtverderblichen Frischeprodukten (Kirschen, Salat) und lagerfähigen Produkten (Möhre, Apfel, Nüsse) durchgeführt. Dazu sind fünf Projektabschnitte vorgesehen. Nach der Analyse der mikrobiellen Kontamination bei den verschiedenen Aufarbeitungsschritten des Ernteguts mit klassischen Methoden erfolgt die Etablierung der Durchflusszytometrie zum Nachweis von Verderborganismen (*Listeria* spp., *Salmonella* spp., *Clostridium* spp., *Escherichia coli* spp.). Im Detail erfolgt der Nachweis mittels fluoreszenzmarkierten Oligonukleotid-Sonden, die an spezifischen Bakterienzellen binden und diese dadurch anhand des Streuungsgrades eines quer zum Probenwaschwasserfluss geführten Laserstrahls sichtbar machen. Im Vordergrund steht eine standardisierte Probenvorbereitung im Sinne einer automatisierten Erfassung der Kontamination, was in der Herstellung eines so genannten Gebrauchsmusters mündet. Die entwickelte Applikation wird anschließend bei innovativen chemischen, biologischen und physikalischen Hygienisierungsmaßnahmen (Ozon-, Bakteriozin- und Plasmabehandlung) überprüft. Abschließend lassen sich damit Strategien für eine automatisierte Anwendung in der Obst- und Gemüseproduktion ableiten.

### **AP3.3 Biologischer Nachweis relevanter Substratpathogene**

Antragsteller: Prof. Dr. Elke Meinken (FHWst)

Wirtschaftspartner: Substrat-Konsortium (Einheitserde und Humuswerke Gebr. Patzer GmbH & Co. KG, Floragard Vertriebs GmbH für Gartenbau, Gebr. Brill Substrate GmbH & Co. KG, Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V., Hawita Gruppe GmbH, Ökohum GmbH, Stender AG)

#### *Problemstellung und Zielstellung*

Die Verpilzung von gärtnerischen Kultursubstraten während Lagerung und Pflanzenanzucht ist gegenwärtig ein bedeutendes Problem. Ursachen und geeignete Maßnahmen sind bislang unbekannt. Zudem ist ungeklärt, welche Auswirkung die Verpilzung auf die Pflanzenentwicklung hat und ob ein Allergenpotential für den Menschen besteht. Darüber hinaus fehlen Methoden zur präventiven Erkennung der Verpilzung vor Einsatz der Substrate. Daher gilt, die qualitativ hochwertigen Substrate durch regelmäßige Qualitätsüberwachungen zu schützen. Dabei ist neben der Ermittlung der pflanzenbaulichen Relevanz von Substratverpilzungen sowie der Erarbeitung von Strategien zur gezielten Vermeidung von Verpilzungen nach taxonomischer Bestimmung der enthaltenen Pilze besonders die Entwicklung eines standardisierten Test- und Zertifizierungsverfahrens zur Prognose des Verpilzungspotentials erforderlich.

#### *Realisierung*

Durch eine Ergänzung der RAL-Gütesicherungen im Bereich Kultursubstrate und Substrat- Ausgangsstoffe wird die Produktsicherheit für gartenbauliche Betriebe wesentlich erhöht. Der Einsatz der Substrate wird wesentlich sicherer. Da bislang im Wesentlichen nur chemische und physikalische Parameter der Überwachung unterliegen, wird das Messspektrum auf mikrobiologische Kenngrößen ausgeweitet. Dabei kommen mit der Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) und der Thermogravimetrie-Analyse (TGA) innovative Verfahren zum Einsatz. Zunächst ist die Vorgehensweise bei NIRS und TGA festzulegen, was die Probenvorbereitung, die Probenpräsentation (NIRS) und die Heizrate (TGA) betrifft. Gleichzeitig sind Standardbedingungen für Inkubationsversuche der unterschiedlichen Substratmaterialien sowie die Quantifizierung und Taxonomisierung der pilzlichen Biomasse zu entwickeln. Dabei sind kausale Zusammenhänge zu auftretenden Verpilzungen aus der Herkunft der Substrate abzuleiten und mit Keimtests zu belegen. NIRS und TGA werden am Inkubationsende aufgenommen und multivariat ausgewertet. Abschließend erfolgt eine Methodvalidierung mit Hilfe eines unabhängigen Probensets. Hierzu werden Substrate gezielt mit Substratpilzen inokuliert, Inkubationsversuchen unterzogen sowie mit NIRS und TGA untersucht.

### **AP3.4 Photo-elektronische Produktsiegel - technische Parameter**

Antragsteller: Dr.-Ing. Dirk Herzog (Laser Zentrum Hannover e.V.)

Wirtschaftspartner: Hubert Brandkamp Jungpflanzen-Gärtnerei, Isselburg; Gerhard Schulz Gartenbau KG, Papenburg

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Die Rückverfolgbarkeit regional sowie global erzeugter gartenbaulicher Produkte ist bedeutsam von der innerbetrieblichen Logistik bis zum internationalen Handel. Ein nachvollziehbarer Herkunftsnachweis der Waren ist für viele Betriebe zwingend notwendig, um sich am Markt zu positionieren (Sorten, Zertifizierungen). Bisher existiert kein System, welches eine direkte, fälschungssichere Markierung von Einzelprodukten ermöglicht. Dieses erste von drei Arbeitspaketen verfolgt daher vordergründig die Anbringung individueller Lasermarkierungen zur eindeutigen Produktidentifikation direkt auf der Oberfläche gartenbaulicher Produkte. Durch die Zusammenarbeit mit den Wirtschaftspartnern wird die Praxistauglichkeit überprüft.

#### *Realisierung*

Zunächst wird die Machbarkeit der Lasermarkierungen untersucht. Neben technischen und laserspezifischen Aspekten, wie der Positionierung des Pflanzenmaterials und der Evaluierung der Einflussgrößen Laserwellenlänge und Strahlenergie, sind auch biologische und wirtschaftliche Aspekte von Bedeutung (Vernetzung mit AP3.5 und AP3.6). Außerdem sind robuste bildverarbeitende Verfahren zu entwickeln, die die aufgetragenen codierten Informationen auch bei schwierigen Umgebungsbedingungen lesbar machen. Als ideal wird dabei die gängige Verwendung von Barcode-Lesegeräten angesehen. Einschränkungen werden bezüglich des Kontrastverhältnisses der zweidimensionalen Miniatur-Datacodes ( $< 20 \text{ mm}^2$ ) sowie der nicht-standardisierbaren Oberflächen erwartet. Im Laser Zentrum Hannover e.V. werden die entsprechenden lasertechnischen Anlagen und Parameterstudien erstellt. Nach der Identifikation wesentlicher Einflussgrößen wird ein Modell zur Beschreibung der Wechselwirkungen entwickelt, welches mit Versuchen beim Projektpartner überprüft wird. Das Forschungsvorhaben stellt somit ein vollkommen neues Verfahren zur Produktmarkierung und -identifikation bereit. Die Technologie ist sehr flexibel und daher auf das gesamte Spektrum gartenbaulicher Produkte anwendbar. Die Produktsicherheit wird wesentlich verbessert, da die Lieferkette vom Erzeuger zum Verbraucher transparenter und verlässlicher wird.

### **AP3.5 Photo-elektronische Produktsiegel - pflanzenbauliche Umsetzung**

Antragsteller: Prof. Dr. Thomas Rath (LUH)

Wirtschaftspartner: Hubert Brandkamp Jungpflanzen-Gärtnerei, Isselburg; Gerhard Schulz Gartenbau KG, Papenburg

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Der Anteil importierter Waren ist auch im Gartenbausektor auf konstant hohem Niveau. Neben dem nationalen Zukauf von bekannten Produzenten wird auch Importware von weit entfernten, teilweise unbekanntem Lieferanten bezogen. Die Rückverfolgbarkeit dieser global erzeugten Produkte ist dabei jedoch nicht immer möglich. Als ersten Schritt im Umgang mit dieser Problematik wird das nachvollziehbare Kennzeichnen eingehender Waren in der innerbetrieblichen Logistik angesehen. Bislang sind eindeutigen Identifikationsmöglichkeiten jedoch Grenzen gesetzt. Dieses Arbeitspaket verfolgt daher einerseits den Einsatz moderner RFID-Technologie zur eindeutigen Produktidentifikation sowie andererseits die Betreuung der pflanzenbaulichen Versuche aus AP3.4 (siehe oben). Bezüglich der RFIDs wird das zu entwickelnde System unter Praxisbedingungen beim Projektpartner erprobt und gemäß den Anforderungen (umfangreiches Sortiment, mehrere Produktträger auf einem Etagenwagen, Einzelpositionen) verbessert werden. Bezüglich der pflanzenbaulichen Betreuung zu AP3.4 wird eruiert, welches Ausmaß die Laser-Oberflächenschädigungen erreichen und ob die Lebensfähigkeit bzw. Qualität der Produkte darunter leidet. Dazu sind Langzeittests vorgesehen.

#### *Realisierung*

In enger Relation mit Arbeitspaket 3.4 werden zunächst geeignete Pflanzen und Transportbehältnisse ausgewählt. Darauf wird die Anzucht und Kultivierung der Pflanzen verfolgt und entsprechendes Pflanzenmaterial bereitgestellt. Zudem wird auf den laufenden Produktionsbetrieb bei den Praxispartnern zurückgegriffen, der seine Anlagen und Pflanzen für die Untersuchungen zur Verfügung stellt. In Versuchen wird der Einsatz von RFID-Chips sowie die Robustheit der Auslesealgorithmen bei variierenden Warenstromdichten, Produktspektren und räumlichen Gegebenheiten untersucht. Idealerweise ergeben sich daraus Hinweise, die interne Betriebslogistik mithilfe der neuen Technologien zu optimieren. Diese Informationen werden an AP3.6 (Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau (ZBG)) übergeben. Das Forschungsvorhaben stellt somit vollkommen neue Verfahren zur Produktmarkierung sowie -identifikation bereit. Auch wenn die Technologie sehr flexibel ist, erstreckt sich das Anwendungsspektrum zunächst auf den Zierpflanzenbereich, da einer der Projektpartner in dieser Branche tätig und auf die Umsetzung der Technologie angewiesen ist. Die Produktsicherheit wird wesentlich verbessert, da die Lieferkette vom Erzeuger zum Verbraucher transparenter und verlässlicher wird.

### **AP3.6 Photo-elektronische Produktsiegel - Rückverfolgbarkeit und Bewertung**

Antragsteller: Dr. Doris Lange (ZBG)

Wirtschaftspartner: Gartenbauzentrale Papenburg (GBZ), Papenburg

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Die Implementierung von betriebswirtschaftlichen Planungs- und Kontrollsystemen in Gartenbauunternehmen ist schon seit einigen Jahren fester Bestandteil der Gartenbauökonomie. Am Zentrum für Betriebswirtschaft (ZBG) wird der derzeitige Stand des Einsatzes von Controlling-Instrumenten in der Gartenbaupraxis untersucht. Aufbauend auf den grundlegenden Einsatzmöglichkeiten von Lasermarkierung und RFID wird untersucht, inwieweit diese Technologien den Betriebsablauf sinnvoll, d.h. ökonomisch, unterstützen können. Gerade bei der RFID-Technologie müssen Risiken und Nutzen sehr genau abgewogen werden, da beim RFID-Einsatz die gesamte betriebliche Infrastruktur angepasst werden muss. Mithilfe der Analyse der bisher durch Marktaktionen und Handelsmaßnahmen verzerrten bis unmöglichen Rückverfolgbarkeit muss die Erfolgsaussicht der beiden neuen Markierungssysteme abgeschätzt werden.

#### *Realisierung*

Im Einzelnen bestehen Aufgaben in der Dokumentation der Warenströme und Kulturmaßnahmen im Betrieb, der Dokumentation der durch fehlende Zertifizierungen verursachten Verluste, der Kalkulation des Ausfallrisikos der neuen Technologien sowie einer betriebswirtschaftlichen Bewertung des Einsatzes für die Jungpflanzenbranche. Darin enthalten ist neben der möglichen Optimierung der Betriebslogistik eine Analyse des Markt- und Verwertungspotentials der entwickelten Technologie durch Abbildung der aktuellen Rückverfolgbarkeitssituation in unterschiedlichen gartenbaulichen Bereichen. Dahingehend wird untersucht, wie sich die eindeutigen Produktidentifikationen in die betriebswirtschaftliche Software und somit in das Produktions- bzw. Handelssystem des Betriebes integrieren lassen. Die Möglichkeit einer größtenteils automatisierten Warensteuerung mit einer effizienten Rückverfolgbarkeit von Einzelprodukten erhöht die Produktsicherheit maßgeblich.

### **AP3.7 Bewertung von Zertifizierungsmaßnahmen auf Produktebene bei Rosa**

Antragsteller: Prof. Dr. Henning Schacht (FHOs)

Wirtschaftspartner: W. Kordes' Söhne Rosenschulen GmbH & Co. KG

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

In der dreijährigen ADR-Rosenprüfung (Allgemeine Deutsche Rosenneuheitenprüfung) für Freilandrosen auf elf Standorten wird das Qualitätsmerkmal Blattgesundheit lediglich im Rahmen von Blattbonituren festgestellt. Auftretende Schadpilze sowie die Infektionsbedingungen werden nicht differenziert. Zudem haben sich die Bewertungsschlüssel gemäß veränderter Qualitätsansprüche angepasst. Das Arbeitspaket erfasst daher das Auftreten von Blatterkrankungen im aktuellen Freilandrosen-Sortiment und differenziert Schaderreger. Sorten mit ADR-Siegel werden vergleichend auf Robustheit und Resistenz gegenüber Blatterkrankungen (Echter Mehltau) getestet und der Gesundheitswert ermittelt. Dabei wird überprüft, ob Unterschiede zwischen neuen und alten Sorten bzw. Container- und Freilandkulturen bestehen.

#### *Realisierung*

Zunächst werden je 10 Rosensorten aus den Teilsortimenten ADR-Rosen neu/alt sowie Sorten ohne ADR-Kennzeichnung neu/alt auf Befehl mit Echter Mehltau, Falscher Mehltau, Rost und Sternrußtau an zwei Standorten getestet. In Anlehnung an die Vorgehensweise bei der Pflanzenschutzmittelzulassungsprüfung wird das Auftreten der Blatterkrankungen an 40 Testpflanzen je Sorte ermittelt. Darauf wird ein Vergleich zwischen den Anzuchtssystemen Freiland und Containeranzucht mit unterschiedlichen Bewässerungsarten (Kapillarbewässerung und Überkronenberegnung) vorgenommen. Insgesamt lässt sich so die Bedeutung des Echten Mehltaus als Blatterkrankung bei Freilandrosen mit und ohne ADR-Gütezeichen beschreiben und der Züchtungsfortschritt bei der Mehltau-Toleranz skizzieren. Zudem werden Hinweise zur Optimierung des Produktionsverfahrens hinsichtlich einer Steigerung der Blattgesundheit von Freilandrosen ausgearbeitet. Die Differenzierung und Quantifizierung des Echten Mehltaus und weiterer Blatterkrankungen an Teilsortimenten der Rose ermöglicht zudem eine Überprüfung und Anpassung von Zuchtzielen. Daraus leiten sich eine Optimierung der ADR-Prüfung sowie eine Betonung des ADR-Gütesiegels ab.

### **AP3.8 Bewertung von Zertifizierungsmaßnahmen auf Verbraucherebene bei Rosa**

Antragsteller: Prof. Dr. Ulrich Enneking (FHOs)

Wirtschaftspartner: Max Bahr Holzhandlung GmbH & Co. KG, Hamburg

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Zum Einkaufszeitpunkt können Konsumenten die Produkteigenschaften von Freilandrosen, wie Pflanzengesundheit und Blütenmerkmale, nur eingeschränkt beurteilen. Das ADR-Gütesiegel (Allgemeine Deutsche Rosenneuheitenprüfung) weist eine gewisse Robustheit der Rosensorte nach, es kommt jedoch kaum beim Kauf zur Geltung und ist deswegen dem Konsumenten meist unbekannt. Das Arbeitspaket bildet daher die Effekte ab, die durch eine größere Bekanntheit des ADR-Gütezeichens erzielt werden können. Darüber hinaus wird untersucht, wie Konsumenten Rosenneuheiten beurteilen, die zwar eine hohe Pflanzengesundheit aber Schwächen in den Blüteneigenschaften aufweisen. Letztlich lassen sich Empfehlungen für die Rosenzüchtung und -vermarktung ableiten gemäß dem Einfluss von Qualitätsabweichungen auf das Verbraucherverhalten.

#### *Realisierung*

Im vorliegenden Arbeitspaket wird mit Hilfe von Produkteinkäufen und Auspflanzversuchen die reale Bandbreite der Produktmerkmale Pflanzengesundheit und Blütenqualität erfasst, dokumentiert und den Konsumenten zur Beurteilung vorgelegt. Mit einer umfangreichen Verbrauchererhebung in verschiedenen Einkaufsstätten für Rosen wird die Toleranz der Konsumenten im Hinblick auf Merkmalsabweichungen im Vergleich zur Verpackungsinformation ermittelt. Zudem wird untersucht, welchen Einfluss die Befragungs- und Einkaufsumgebung, ein ADR-Gütezeichen sowie einige soziodemographische und psychographische Faktoren auf die Präferenzbildung der Konsumenten haben. Im Speziellen wird die aus der Konsumpsychologie bekannte These geprüft, wonach das Kosten-Nutzen-Verhältnis aus Informationssuche und Risikoreduktion kaufbeeinflussend ist. Hiernach ist zu erwarten, dass Konsumenten eine vermehrte Informationssuche bei Anbietern zeigen, die als risikoreicher empfunden werden. Dies wird am Beispiel eines Baumarktes untersucht. Aus den Erkenntnissen werden abschließend Marketingempfehlungen für unterschiedliche Rosenanbieter (Baumarkt, Gartencenter, Endverkaufs-Baumschule) abgeleitet. Das Forschungsvorhaben ermittelt somit Eichreihen zur Beschreibung von Konsumententoleranzen, welche ein Maß für die geforderte Produktsicherheit darstellen.

### **AP3.9 Bewertung von Zertifizierungsmaßnahmen auf Betriebs- und Handelsebene bei Rosa**

Antragsteller: Prof. Dr. Ulrike Grote (LUH)

Wirtschaftspartner: GlobalG.A.P. c/o FoodPLUS GmbH, Köln

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Importware spielt im gartenbaulichen Sektor eine zunehmend wichtige Rolle. Besonders im Schnittblumenbereich aber auch im Obstbereich werden umfassend Waren aus Afrika und Südamerika importiert (bei Schnittblumen oder saisonalen Obstarten beträgt der Importanteil zum Teil 80 %). Bei nahezu allen gartenbaulichen Produkten treten daher zurzeit unterschiedliche Produktionsregionen in Konkurrenz, wodurch maßgeblich die Produkt- und Produktionssicherheit beeinflusst wird. Dabei steigt die Bedeutung von Zertifizierungen (z.B. GlobalGAP) nach bestimmten Produktstandards (z.B. QS-Audit). Bislang ist jedoch unbekannt, inwieweit sich eine Zertifizierung real auf die jeweilige Produkt- und Produktionssicherheit und die Einkommenssituation auswirkt. Ziel dieses Arbeitspaketes ist es daher, eine Wertschöpfungskette von zertifizierten gegenüber nicht zertifizierten Gartenbauprodukten (Rosen) von der Produktion in einem Entwicklungsland bis hin zum Konsum in Deutschland genauer zu beleuchten und mit der Wertschöpfungskette regional erzeugter Produkte aus Deutschland zu vergleichen. Dabei sind einerseits Einkommenseffekte der Zertifizierung, andererseits der Einfluss auf die Produktqualität auf allen Stufen der beteiligten Wertschöpfungskette (Ausland und Deutschland) von Interesse.

#### *Realisierung*

Es werden repräsentative Befragungen ausgewählter Akteure der Wertschöpfungskette bezüglich Kosten und Nutzen von Zertifizierungen durchgeführt. Die Daten werden anschließend mit Hilfe ökonomischer Methoden (Regressionsanalysen, logit/probit) analysiert. Die quantitativen Ergebnisse werden durch qualitative Informationen aus Expertenbefragungen ergänzt und erweitert. Dies gilt insbesondere für die Ebene der Ex- und Importeure sowie des Groß- und Einzelhandels. Als Kontrollgruppen dienen äquivalente Akteure der Wertschöpfungskette, die mit nicht zertifizierten, vergleichbaren Produkten handeln. Die Ergebnisse geben Aufschluss über mögliche Handlungsalternativen für die beteiligten Agenten aber auch für die Verbraucher in Deutschland. Ferner kann gefolgert werden, in welcher Form eine effiziente Produkt- und Produktionssicherheit für gartenbauliche Produkte unter internationalen Konkurrenzsituationen in Deutschland erzielt werden kann.

#### **AP4.1 Vernalisationseffekte - Alleldiversität bei *Brassica***

Antragsteller: Dr. Frank Ordon (JKI)

Wirtschaftspartner: Syngenta Seeds, B.V., Kleve

##### *Problemstellung und Zielsetzung*

Die Blühinduktion wird maßgeblich durch die Umweltfaktoren Tageslänge und Temperatur kontrolliert. Die wichtigsten genetischen Regulatoren für den Blühzeitpunkt wurden anhand der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* identifiziert. Zur Vorhersage von Umwelteffekten auf Pflanzen mit unterschiedlichen Allelkombinationen sowie zur besseren Identifikation von genetischen Faktoren, die komplexen, umweltabhängigen Merkmalen unterliegen, werden Ansätze verfolgt, diese Merkmale in physiologische Prozesse zu zerlegen bzw. ökophysiologisch oder phänologisch zu modellieren. Ziel ist es, die allelische Diversität von fünf Blühinduktionsgenen in einem aus 120 Blumenkohl Akzessionen bestehenden Diversitätsset zu untersuchen. Es sollen einerseits Erkenntnisse über die allelische Diversität in diesen Genen gewonnen und andererseits Einzelnukleotid-Polymorphismen (SNPs) bzw. Haplotypen identifiziert werden, welche das bearbeitete Merkmal positiv beeinflussen.

##### *Realisierung*

Auf Basis der detektierten *Quantitative Trait Loci* (QTL) für Vernalisationseffekte (vgl. AP4.2) werden zehn Kandidatengene selektiert. Die Kandidaten werden zunächst in den Eltern der Kreuzungspopulation kloniert und sequenziert sowie mittels Reverser Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion (RT-PCR) deren Expressionslevel bestimmt. Sofern sich in den Sequenzdaten relevante Polymorphismen zwischen den Eltern der Kartierungspopulation zeigen, werden hieraus Marker abgeleitet und in die genetische Karte der Doppelt-Haploiden-Population (DH) integriert. Die wichtigsten, mit den Vernalisations-QTL co-segregierenden Kandidatengene (maximal fünf) werden zur Ermittlung der allelischen Diversität innerhalb der 120 Blumenkohlakzessionen herangezogen. Die allelische Diversität wird nach Amplifikation der Kandidatengene und deren TA-Klonierung durch vergleichende Sequenzierung der klonierten Fragmente bestimmt. Auf Basis der Sequenzdaten werden SNPs und Haplotypen identifiziert. Diese können zur Entwicklung einfach zu handhabender molekularer Marker genutzt werden, welche eine allelspezifische Selektion ermöglichen. Somit ist die Entwicklung von Sorten möglich, bei denen unter hohen Außentemperaturen nur geringe Ernteverzögerungen bei gleich bleibendem Ertrag und gleichbleibender Qualität zu erwarten sind.

## **AP4.2 Vernalisationseffekte - QTL-Modelle zur Produktentwicklung bei *Brassica***

Antragsteller: Prof. Dr. Ralf Uptmoor (LUH)

Wirtschaftspartner: Syngenta Seeds, B.V., Kleve

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Bei hohen Außentemperaturen unterbleibt bei vielen Blumenkohlsorten die Vernalisation, was zu verzögertem Erntebeginn und langen Ernteperioden führt. Daraus leiten sich letztlich stark schwankende Erzeugerpreise für Blumenkohl ab. Sorten, die trotz hoher Außentemperaturen vergleichsweise früh geerntet werden können, neigen häufig stark zu Griesigkeit, Durchwuchs und Vorblühen. Ziel des Arbeitspaketes ist es daher, die molekulare Charakterisierung des Erntezeitpunktes und der genannten Qualitätsparameter zu erforschen sowie die Entwicklung genetisch-phänologischer Modelle und molekularer Marker als Werkzeuge zur Erstellung verbesserter Genotypen hinsichtlich der genannten Merkmale voranzubringen.

### *Realisierung*

Die Kombination aus phänologischer und Quantitative Trait Locus (QTL)-Modellierung soll die Vorhersage u.a. des Erntezeitpunktes auf der Basis genotypspezifischer QTL-Allelkombinationen ermöglichen. Die erwartete Existenz einer genetischen Variabilität hinsichtlich der Kombination aus Vernalisationsbedürftigkeit und Neigung zu Vorblühen, Durchwuchs und Griesigkeit soll die Erstellung von Genotypen mit guter Anpassung an extreme Temperatursituationen erleichtern. Dazu wird zunächst eine aus 400 Linien bestehende Doppelt-Haploide-Population (DH) erstellt und mit ca. 300 polymorphen Markern molekular charakterisiert. Die Eltern der Kreuzungspopulation werden in Vorversuchen bei Temperaturen zwischen 5 °C und über 30 °C kultiviert. Die Anzahl der Blätter wird erfasst und der Vegetationskegel mikroskopisch untersucht. Aus den Daten wird eine Regression zur nicht-destruktiven Ermittlung des Zeitpunktes der Blühinduktion auf Basis der Anzahl sichtbarer Blätter zu Beginn der Kopfbildung erstellt. Auftretende Vorblüher werden erfasst und die Qualitätsmerkmale Durchwuchs und Griesigkeit bonitiert. Anhand der Daten werden zum einen direkt QTL- und Assoziationsstudien für die genannten Merkmale durchgeführt, zudem werden genotypspezifische Temperatursummen für die Zeitspanne von der Blühinduktion bis zum Beginn des Kopfwachstums sowie für die Kopfwachstumsphase berechnet. Diese dienen der Erweiterung des QTL basierten Modells.

### **AP4.3 Ertragsmodelle zur Terminproduktion bei *Brassica***

Antragsteller: Prof. Dr. Hartmut Stützel (LUH)

Wirtschaftspartner: Behr AG, Seevetal

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Blumenkohl und Brokkoli stellen die Produzenten vor besondere Schwierigkeiten, da durch die Vernalisationsbedürftigkeit und die Heterogenität innerhalb der Bestände Erntevorhersagen und Prognosen über die genauen Anlieferungsmengen schwierig sind. Eine Folge dieser Heterogenität ist weiterhin die Notwendigkeit mehrerer Erntegänge für den einzelnen Satz mit entsprechend erhöhten Erntekosten. Neben dem Aspekt der Terminalsicherheit sind zunehmend Qualitätsaspekte von Bedeutung. Der Lebensmitteleinzelhandel stellt bei Pflanzenschutzmittelrückständen weit über die Gesetzgebung hinausgehende Anforderungen. Hier müssen neue Pflanzenschutzstrategien entwickelt werden, die wiederum mögliche Erntetermine beeinflussen und daher in die Erntevorhersagemodelle einfließen müssen.

#### *Realisierung*

Zur Verbesserung der Prognose der Kopfwachstumsphase und der Variabilität innerhalb des Bestandes werden als neue Modellinput-Parameter Düngungs- und Pflanzenschutzstrategien implementiert. Als neue Modell-Output-Parameter werden die Gehalte wertgebender Inhaltsstoffe definiert. Für die Kultur Blumenkohl wird zusätzlich das Vernalisationsverhalten verbesserter Sorten quantifiziert. Dazu werden Feldversuche mit Blumenkohl und Brokkoli durchgeführt, in denen neben den Wachstumsraten der Einzelorgane Detailuntersuchungen zu Streuungsursachen der Bestände verfolgt werden (z.B. Bodenvariabilität, Jungpflanzenqualität, Pflanztechnik, Düngung, Bewässerung). Zu Beginn des Projektes erfolgt ergänzend eine Sichtung des Datenpools beim Wirtschaftspartner Behr AG, Seevetal (z.B. Satzfolgen, Ernteraten, Klimawerte, Kulturmaßnahmen). Somit lassen sich Modellentwicklung, Simulationsrechnungen und Modellvalidierung ausweiten.

#### **AP4.4 Terminproduktion - Pflanzenschutzstrategien bei *Brassica***

Antragsteller: Dr. Ellen Richter (GKZ)

Wirtschaftspartner: Behr AG, Seevetal

##### *Problemstellung und Zielsetzung*

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei Gemüse wird aktuell und auch zukünftig durch viele Faktoren begrenzt. Dazu gehören nationale Reduktionsprogramme, die geplante neue EU-Pflanzenschutzgesetzgebung und, derzeit besonders drastisch, die Forderungen des Lebensmitteleinzelhandels (LEH). Die vom LEH vorgegebenen Grenzwerte für Rückstände von Pflanzenschutzmitteln liegen teilweise weit unter den gesetzlich festgelegten Höchstmengen. Mit den im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln angegebenen Wartezeiten können diese Anforderungen jedoch nicht immer erfüllt werden. Für den Produzenten von Gemüse steht folglich neben der Sicherstellung des Ertrages, verbunden mit einer hohen Produktqualität, die Gewährleistung von Pflanzenschutzmittelrückständen unterhalb der individuell vom LEH geforderten Grenzwerte im Vordergrund. Die Anforderungen des LEH verlangen somit neue Strategien für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Dieses Arbeitspaket analysiert daher vorhandene Pflanzenschutzstrategien am Beispiel verschiedener *Brassica*-Arten. Diese sollen unter Sicherstellung von Ertrag und Qualität im Hinblick auf eine Minimierung der Rückstandsbelastung mit Pflanzenschutzmitteln (Erfüllung der Kriterien des LEH) in Abhängigkeit von Kultur und Anbauzeitpunkt optimiert werden.

##### *Realisierung*

Nach der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln kann es zu Rückständen im Produkt kommen. Je nach Vermarkter unterscheiden sich die Grenzwerte für diese Rückstände sehr, wobei keine Informationen vorliegen, wie diese Grenzwerte vom Produzenten eingehalten werden können. Konkrete Informationen lassen sich daher nur über Versuche ermitteln. Dazu werden kritische Pflanzenschutzmittel für Rückstandsversuche und Abbaureihen nach bestimmten Kriterien ausgewählt. Mit diesen werden sowohl Versuche unter kontrollierten Bedingungen in Klimakammern mit verschiedenen Klimaregimen als auch unter Feldbedingungen durchgeführt. Mit den Daten und Literaturergebnissen werden Strategien erarbeitet, die in angegliederten Arbeitspaketen in der Praxis überprüft werden.

#### **AP4.5 Terminproduktion - Qualitätsparameter und Inhaltsstoffe bei *Brassica***

Antragsteller: Prof. Dr. Monika Schreiner, Dr. Matthias Fink (IGZ)

Wirtschaftspartner: Behr AG, Seevetal; REWE-Zentral-Aktiengesellschaft, Köln

##### *Problemstellung und Zielsetzung*

Bei der Kaufentscheidung zu Gemüseprodukten steigt die Bedeutung gesundheitlicher Aspekte. Humanstudien belegen, dass erst mit einer erhöhten Verzehrmenge von bspw. glucosinolat- oder flavonoidreichem Gemüse gesundheitsfördernde Wirkungen auftreten. Da diese Mengen an bioaktiven Substanzen in der Regel nicht täglich aufgenommen werden, wird u.a. ein Verzehr von Frischgemüse mit erhöhten Gehalten an gesundheitsfördernden Pflanzenstoffen empfohlen. Dieses Arbeitspaket soll dazu beitragen, im Bereich Gemüsefrischprodukte entsprechend der Verbraucherpräferenz terminorientiert Lebensmittel mit einem optimalen Inhaltsstoffgehalt zu entwickeln. Da die Auswirkungen von Witterung, Nährstoff- und Wasserversorgung auf den Glucosinolatgehalt noch nicht gut verstanden sind, verfolgt dieses Arbeitspaket Untersuchungen zu diesem Themenkomplex.

##### *Realisierung*

Glucosinolate und Flavonoide sind sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die in Gemüse weit verbreitet sind und die zu den bioaktiven Substanzen gezählt werden. Unter Aufklärung ablaufender biochemischer, molekularbiologischer und pflanzenphysiologischer Prozesse wird die Ausbildung und Sicherung der Glucosinolate und Flavonoide von ökophysiologischen Einflussgrößen (Kultivierungs- und Lagerungsbedingungen) sowie technologischen Maßnahmen (u.a. Mulchverfahren, Verpackungs- und Vermarktungsformen) untersucht. Eine Erhöhung der Gehalte wird einerseits mittels Anbau mit verschiedenen farbigen Mulchvliesen und somit unterschiedlich reflektierten Wellenlängenspektren bei Blumenkohl- und Brokkoliköpfen bei verschiedenen, vermarktungsfähigen Entwicklungsstadien vermutet. Andererseits werden Witterungseinflüsse (insbesondere bezüglich dem Faktor Wasser) analysiert, um insbesondere die Terminierung besser gestalten zu können. Da Inhaltsstoffe auch in der Nacherntephase beeinflusst werden können, beschäftigt sich innerhalb des Arbeitspaketes ein spezieller Teil mit Nachernteprozessen. Es wird der Einfluss von verschiedenen Strahlungsquellen im Lager getestet. Dazu werden unterschiedliche Applikationsexpositionen, Applikationsdosen und Adaptionszeiten kombiniert. Die Ergebnisse fließen in die Modellierungen zur Terminsteuerung ein und führen letztendlich zur termingerechten Produktion qualitativ hochwertigen Gemüses.

#### **AP4.6 Terminproduktion - Nachweisverfahren zur Prozesskontrolle bei *Brassica***

Antragsteller: Dr. Werner B. Herppich (ATB)

Wirtschaftspartner: Behr AG, Seevetal; ESE GmbH, Stockach

##### *Problemstellung und Zielsetzung*

Die Produktion von Nutzpflanzen im Freiland wird maßgeblich durch diverse Umweltfaktoren beeinflusst, was sich auf den Ertrag und die Qualität der Produkte auswirkt. Eine Steuerung besonders im Freiland setzt funktionierende, effiziente und belastbare Sensorik- und Steuerungssysteme voraus. Bislang besteht jedoch keine Technologie zur zeitnahen, zerstörungsfreien Kontrolle des Pflanzenstatus, um die Kultursteuerung in Echtzeit an veränderte Bedingungen anzupassen. Dieses Arbeitspaket verfolgt daher die Entwicklung eines hocheffizienten optischen Sensorsystems zur Echtzeitkontrolle der Nutzpflanzeneffizienz durch Fusion von Chlorophyllfluoreszenzanalyse und Reflexionsspektroskopie. Dadurch werden eine optimierte Klima- und Bewässerungssteuerung sowie eine terminorientierte Freilandproduktion ermöglicht.

##### *Realisierung*

Zunächst werden vergleichende Messungen an Referenzprodukten vorgenommen, um eine Auswahl geeigneter Messparameter für die Fluoreszenz- und Spektralanalysen festzulegen. Einen Maßstab bilden hierbei kommerzielle Messsysteme. Die erarbeiteten Grundlagen werden gemäß der Detektion spezieller Pigmente validiert. Daraus leiten sich wesentliche Anforderungen für die Gestaltung des Sensors, der beide Verfahren kombiniert, sowie der Peripherie (Beleuchtung, Datenerfassung) ab. Hierbei greift der Praxispartner Fa. ESE unterstützend ein, wodurch die Bereitstellung eines Sensorsystemprototyps beschleunigt und in praktischen Tests das Gesamtkonzept überprüft wird. Die Kombination bestehender Technologien bietet weit reichende Vorteile für die zerstörungsfreie Überwachung von Kulturbeständen im Intensivanbau, wodurch eine Anpassung der Kulturverfahren möglich wird.

Die Erfassung der Daten mit dem neuartigen Messsystem wird in die anderen Arbeitspakete des Verbundprojektes einfließen. Insbesondere werden sie einzelne, direkte Inputgrößen der Ertragsmodelle (siehe Arbeitspaket AP4.3) darstellen. Da die Arbeitspakete relativ zeitnah durchgeführt werden, wird zu Beginn auf zu erwartende Daten (Simulation) zurückgegriffen werden müssen, die dann nach und nach durch validierte Daten der Online-Messungen ersetzt werden.

#### **AP4.7 Terminproduktion - Daten- und Prozessmanagement bei *Brassica***

Antragsteller: Dr. Janina Wulf (ATB)

Wirtschaftspartner: Behr AG, Seevetal; ESE GmbH, Stockach

##### *Problemstellung und Zielsetzung*

Terminproduktion von Gemüse im Freiland setzt eine Erfassung von Daten in der Anzucht, der Produktion und in der Nachernte voraus. Derzeit besteht das Problem, dass die Anwender durch Sensoren zu viele und teilweise unwichtige Informationen erhalten, die kurzfristig aufgrund fehlendem, aber dafür notwendigem Spezialwissen nicht interpretiert und gewertet werden können. Darüber hinaus werden relevante Informationen häufig nicht erfasst. Es ist einerseits erforderlich, für die Produktion bzw. für die Nacherntekette eine größere Anzahl relevanter Daten mit einer Kombination von Sensoren zu erfassen. Andererseits müssen diese der Betriebsleitung in einer Form zur Verfügung gestellt werden, die direkte und schnelle Entscheidungen tatsächlich ermöglicht. Ziel dieses Arbeitspaketes ist es daher, mit einer Kombination von neuen und etablierten Sensoren gleichzeitig relevante Parameter zu erfassen, diese mit anderen online messbaren Daten direkt zu verknüpfen und auf Grundlage wissensbasierter Datenverknüpfungsmodelle neue Ansätze für Steuerungssysteme in den verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette zu entwickeln. Als Beispielsensor wird eine Fusion von Chlorophyllfluoreszenzanalyse und Reflexionsspektroskopie betrachtet (siehe AP4.6).

##### *Realisierung*

Zunächst wird der Aufbau einer Datenbank zur Ablage der im Laufe der Vegetationsperiode, Ernte und Nachernte erfassten relevanten Daten verfolgt. Die Feldmessungen werden für die *Brassica*-Arten beispielhaft an Brokkoli, Blumenkohl und Kopfkohl durchgeführt. Hierfür werden zerstörungsfreie Messungen an den einzelnen Pflanzen vor Ort auf dem Feld vorgenommen und mit den Referenzuntersuchungen auf der Basis nasschemischer Methoden im Labor korreliert. Auf der Grundlage der Auswertung der gesammelten Daten im Rahmen des ersten Projektjahres wird über die Relevanz und den weiteren Einsatz der einzelnen Messverfahren entschieden. Die Kombination bestehender Technologien bietet weitreichende Vorteile für die zerstörungsfreie Überwachung von Kulturbeständen im Intensivanbau. Hierdurch können modellgestützte kontinuierliche Produktionsprozesse im Freiland realisiert werden. Darüber hinaus sind wissensbasierte Datenverknüpfungsmodelle hilfreich, um Prozesse online zu überwachen bzw. zu steuern.

#### **AP4.8 Terminproduktion im Freiland - Produktionscontrolling bei *Brassica***

Antragsteller: Prof. Dr. Wolfgang Lentz (HTWD)

Wirtschaftspartner: Behr AG, Seevetal; REWE-Zentral-Aktiengesellschaft, Köln

##### *Problemstellung und Zielsetzung*

Externe Anforderungen wie z.B. eine Vielzahl von Zertifizierungssystemen als auch zusätzliche vertragliche Forderungen des Handels hinsichtlich Produktsicherheit, Qualitätsstandards, Lieferbereitschaft, termingenaue Produktverfügbarkeit und Rückverfolgbarkeit zwingen die Gemüsebauunternehmen zu einer Intensivierung von Planung, Kontrolle und Dokumentation in der Produktion. Eine zu beobachtende verstärkte horizontale Kooperation von Produktionsbetrieben erhöht zudem die Notwendigkeit von Koordinationsinstrumenten sowie einem zentralem bzw. dezentralem Controlling. Ziel dieses Arbeitspakets ist es daher, exemplarisch darzustellen, welche Möglichkeiten zur Integration der verschiedenen Daten- und Informationsquellen der Produktion bestehen, wie das Informationsmanagement und die Unternehmensorganisation aufeinander abzustimmen sind und welche Kenngrößen eine besondere Rolle bei der Steuerung der Produktion spielen, insbesondere wenn eine termingesteuerte kontinuierliche Produktion vorliegt.

##### *Realisierung*

Zunächst ist zu berücksichtigen, welche Informationen dem einzelnen Unternehmen vorbehalten bleiben und welche Informationen aus dem Produktionsprozess (z.B. qualitätsbeschreibende Daten sowie Daten zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Produktion) innerhalb der Produktionskette weitergegeben werden. Darauf aufbauend werden die Anforderungen und Erfahrungen in kleinen und mittleren Unternehmen zum Thema Produktionscontrolling zusammengetragen. Daraus leitet sich die Identifizierung der Informationsanforderungen an ein Controllingsystem im Gemüsebau ab. Aus diesem ermittelten Informationsbedarf lässt sich bestimmen, welche Daten während des Produktionsprozesses zu erheben sind. Um die Kosten der Datenerhebung möglichst gering und die Validität der Daten möglichst hoch zu halten, wird eine weitgehend automatisierte Datenerfassung angestrebt. Zunächst werden leitfadengestützte Interviews in einigen Gemüsebauunternehmen und auf Handelsebene durchgeführt, welche die derzeitige Situation analysieren und Hinweise auf zukünftig zu erwartende Forderungen bieten. Zudem wird der Einfluss der Unternehmensorganisation auf die Ausgestaltung des Produktionscontrollings untersucht. Mit Hilfe einer anschließenden Datenmodellierung wird die Entwicklung eines auf die Gemüseproduktion angepassten Konzeptes zum Produktionscontrolling vorangetrieben.

## **AP5.1 Sortenscreening zur Kühletoleranz bei *Petunia* u.a.**

Antragsteller: Dr. Susanne Amberger-Ochsenbauer (FHWst)

Wirtschaftspartner: Tobias Dümmlen Jungpflanzen GmbH & Co. KG, Rheinberg

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Die Prozesssteuerung intensiv produzierender Zierpflanzenbaubetriebe betrifft hinsichtlich der Produktionssicherheit sowohl technische, pflanzenbauliche als auch das Sortiment betreffende Ansätze. Durch eine Aufstellung physiologischer Frühselektionskriterien für die Züchtung kühletoleranter Genotypen bei *Impatiens* Neu-Guinea-Gruppe, *Phalaenopsis*-Hybriden und *Petunia* kann die Produktionssicherheit deutlich gesteigert werden. In die Untersuchungen werden existierende Sortimente sowie Wildarten einbezogen, mit denen Methoden zur Früherkennung toleranter Typen entwickelt werden.

### *Realisierung*

Zunächst werden die Wildarten und Sorten (*Impatiens*, *Phalaenopsis*, *Petunia*) auf Unterschiede in der Kühletoleranz einerseits unter moderatem (10 bis 20 °C) andererseits unter kurzfristig starkem Kühlestress (0 bis 10 °C) untersucht. Die Selektionskriterien für kühletolerante Genotypen können anhand des Nährstoffaneignungsvermögens (vorrangig Stickstoff), dem CO<sub>2</sub>-Gaswechsel sowie der Entwicklung von Ethylen und Ethan bei niedrigen Temperaturen als Reaktion auf die Stresssituation bestimmt werden. Bei der Messung des Stickstoffgehaltes wird die zerstörungsfreie Nahinfrarotspektroskopie angewendet, welche mit einer herkömmlichen Messung des Gesamtstickstoffgehaltes der Pflanzen kalibriert und validiert wird. Die Entwicklung von Ethylen und Ethan wird gaschromatographisch nach Lagerung von Blättern in Acrylglasküvetten bestimmt. Der CO<sub>2</sub>-Gaswechsel wird mit einer Labor-Gaswechsellmessanlage inklusive Ganzpflanzenküvette, Infrarotgasanalysator und Bypassfeuchtesystem genutzt. Gleichzeitig kann somit das Adaptionsvermögen hinsichtlich des Temperaturoptimums der Nettphotosyntheserate untersucht werden. Speziell bei Jungpflanzen ist eine Verschiebung zu niedrigen Temperaturen hilfreich. Insbesondere die Anwendung von zerstörungsfreien (Nahinfrarotspektroskopie) sowie physiologischen Messmethoden mit einer Eignung zu Schnelltestverfahren, die die Korrelation zur Kühleverträglichkeit aufzeigen, erlaubt eine Reduzierung der zeit- und materialintensiven Testung unter Gewächshausbedingungen. Die Züchtung kühletoleranter Genotypen der wärmeliebenden Zierpflanzenarten wird dadurch intensiviert und energetisch effizienter.

## **AP5.2 Molekularphysiologie der Kühletoleranz bei *Petunia* u.a.**

Antragsteller: Dr. Uwe Drüge (IGZ)

Wirtschaftspartner: Ornamental Bioscience GmbH, Stuttgart

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Neben neuen Ansätzen und Technologien zur energiesparenden Gewächshausklimatisierung bestehen Potentiale bei der Ausschöpfung biologischer Regulationsmechanismen hinsichtlich der Anpassung an niedrige Temperaturen. Die molekulargenetischen Hintergründe einer solchen Anpassung sind bislang jedoch nicht erfasst. Dieses Arbeitspaket soll daher die temperatursensitiven Bereiche des Kohlenhydrat- und Phytohormonhaushaltes sowie kühleresponsive Gene bei *Petunia* und *E. pulcherima* identifizieren und darauf aufbauend die mit unterschiedlichen Toleranzeigenschaften korrelierenden Reaktionsmuster charakterisieren. Die über das pflanzliche Genom regulierte Toleranz steht im Fokus.

### *Realisierung*

Nach einem eingehenden Sortenscreening und der Auswahl unterschiedlich kühletoleranter Genotypen erfolgt eine Charakterisierung des Pflanzenmaterials hinsichtlich Metabolit- und Transkriptebene als Reaktion auf Kühle. Darüber hinaus werden transformierte Linien und unterschiedlich effektive Mykorrhizapilze (AP5.4) einbezogen. Bei moderat empfindlichen Sorten werden kühleresponsive Bereiche erstens der Gen-Transkription mittels Analyse des Transkriptoms (Microarray, Real Time PCR, Northern Blot), zweitens des Kohlenhydratstoffwechsels mittels enzymatischer Bestimmung der Gehalte in Blatt/Spross und des CO<sub>2</sub>-Gaswechsels im Blatt sowie drittens des Phytohormonhaushaltes mittels gaschromatographischer Bestimmung der Hormonkonzentrationen (IAA, ABA und JA) in unterschiedlichen Pflanzenteilen identifiziert. Die gesammelten Daten dienen letztlich der Abbildung des Gesamtreaktionsmusters auf Kühle, wodurch eine gezielte Genexpression zur Kühletoleranz ermöglicht wird. Aus der Identifikation kühletoleranter Sorten von Petunie und Poinsettie sowie Erkenntnissen über den Einfluss der Kühle auf Kohlenhydrat- und Phytohormonhaushalt lassen sich Korrelationen ableiten, die Kandidatengene für Kühletoleranz aufzeigen. Darauf aufbauend sind gentechnologische Ansätze denkbar, die die Produktionssicherheit hinsichtlich veränderter Rahmenbedingungen garantieren.

### **AP5.3 Entwicklung transgener kühletoleranter Sorten bei *Petunia***

Antragsteller: Dr. Heiko Mibus-Schoppe (LUH)

Wirtschaftspartner: Ornamental Bioscience GmbH, Stuttgart

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Der abiotische Stress (z.B. Kühlestress) führt bei der Produktion von Zierpflanzen häufig zu Qualitätseinbußen, zu einer Verlängerung der Kulturzeit und/oder zu hohen Ausfallquoten. Die bei Einwirken niedriger Temperaturen über längere Zeiträume induzierte Kühlestresstoleranz als artenspezifische adaptive Reaktion der Pflanzen ist bei *Petunia* bislang nicht detailliert untersucht. In diesem Arbeitspaket werden daher mittels moderner molekulargenetischer Verfahren kühletolerante Petunien-Genotypen aufgespürt, indem an *Petunia* die *AP2/ERF* Transkriptionsfaktoren unter Einfluss von niedrigen Temperaturen untersucht und anschließend die Expression von selektierten Kandidatengen durch eine Transformation verstärkt oder ausgeschaltet werden.

#### *Realisierung*

Nach Selektion der *AP2/ERF* homologen Transkriptionsfaktoren, d.h. der für die Kühletoleranz entscheidenden Genbereiche, mittels Computeranalysen in bestehenden Datenbanken werden diese mit Hilfe von PCR kloniert und sequenziert. Aus der Kultivierung verschiedener Genotypen unter kühlen Nachttemperaturen lässt sich nach RNA-Isolierung mit verschiedenen Methoden das Expressionsprofil der klonierten *AP2/ERF* homologen Gene bestimmen. Mit Hilfe von Virus Induced Gene Silencing (VIGS) lässt sich in Klimakammerversuchen an Einzelpflanzen überprüfen, ob die identifizierten Genabschnitte tatsächlich mit der Kühletoleranz korrelieren. Dabei werden die transgenen Pflanzen mittels molekulargenetischen Analysen erneut untersucht, um sowohl die Stabilität der vermittelten Transformation (*Agrobacterium*) als auch die Überexpression der Kandidatengene nachzuweisen. Neben transgenen Petunien mit variabler Kühletoleranz sollen insbesondere jene mit erhöhter Kühletoleranz identifiziert und für Zuchtprogramme selektiert werden. Die Kenntnis des Einflusses der untersuchten Transkriptionsfaktoren auf die Kühleadaption ist hilfreich, da *Petunia* zur Familie der Nachtschattengewächse gehört und sich die Erkenntnisse daher auf andere Modellpflanzen (Tabak, Tomate, Kartoffel) übertragen lassen. Die Erstellung transgener Petunien ermöglicht eine direkte Integration in bestehende Züchtungsprogramme, was die Produktionssicherheit erhöht. Die intensiven, molekulargenetischen Untersuchungen eröffnen detaillierte Kenntnisse für diverse Folgeprojekte.

#### **AP5.4 Mykorrhiza zur Kühletoleranzsteigerung bei *Petunia***

Antragsteller: Dr. Henning von Alten (LUH)

Wirtschaftspartner: Inoq GmbH, Schnega

##### *Problemstellung und Zielsetzung*

Die Kühletoleranz von Zierpflanzen ist im Sinne einer Anpassung der Produktionskette hinsichtlich des notwendigen Energieeinsatzes von gesteigener Bedeutung. Weitgehend nicht belegt ist jedoch, ob Kühletoleranz selektiv durch wurzelsymbiontische Pilze induziert werden kann. In diesem Arbeitspaket soll daher die Kühletoleranz von Poinsettien und Petunien durch die Verwendung von Symbionten (arbuskuläre Mykorrhizapilze, AMP) erfolgen, die die Wurzeln besiedeln. Um ungewollte Interaktionen zwischen Wirt und Symbiont auszuschließen, muss mit besonders reinen Isolaten gearbeitet werden. An eine erfolgreiche Besiedelung bei niedrigen Temperaturen schließt die Überprüfung der induzierten Kühletoleranz am Photosyntheseparat, am Transkriptom mittels Microarrays und an Kühlestress beeinflusster metabolischer Schritte an.

##### *Realisierung*

Zunächst werden vorhandene AMP-Isolate einem Screening auf Besiedlungsfähigkeit unter Kühlebedingungen an Standardsorten beider Kulturen unterzogen. Nach erfolgreicher Besiedelung der Wirtspflanzen (Petunien und Poinsettien) wird unter Verwendung von Chlorophyllfluoreszenz-Messungen (JIP-Test) der Pflanzenstatus unter Stressbedingungen kontinuierlich überprüft und somit ggf. die Fähigkeit zur Stresstoleranzinduktion bei verschiedenem genetischem Material nachgewiesen. Dabei ist die Gleichzeitigkeit von Toleranzinduktion und Besiedlungsfähigkeit unter Kühlebedingungen entscheidend. Anschließend werden an mykorrhizierten und nicht-mykorrhizierten Pflanzen mit und ohne Kühlestress Transkriptomuntersuchungen (Microarrays) durchgeführt. Parallel dazu sind vergleichende phytopathologische Untersuchungen bzgl. Befall, Krankheitsintensität und Schaden erforderlich, um den Grad der Schwächung (vermindertes Wachstum und Vitalität) der kühletoleranten Sorten nachzuweisen. Für Testzwecke werden ein Sprosspathogen und ein bodenbürtiger Erreger eingesetzt. Abschließend wird der Effekt von AMP auf kühletoleranz-relevante Stoffwechselschritte mittels Überprüfung des Kohlenhydrathaushaltes der Pflanzen untersucht. Das Forschungsfeld einer durch Symbionten induzierten Toleranz wird somit auf den Bereich Kühletoleranz ausgeweitet. Eine phytopathologische Begleituntersuchung erfasst zudem die Grenzen einer Kulturführung mit niedrigen Temperaturen hinsichtlich der notwendigen Toleranz.

## **AP5.5 Minibioreaktor zur Vermehrung von *Cyclamen***

Antragsteller: Prof. Dr.-Ing. Clemens Posten (UKa)

Wirtschaftspartner: Hark Orchideen GmbH & Co. KG, Lippstadt; Steva GmbH, Rhede

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Eine wesentliche Problematik der In-vitro-Produktion von Jungpflanzen ist die teilweise schlechte Reproduzierbarkeit der in vitro kontrollierten pflanzlichen Entwicklungs- bzw. Wachstumsprozesse und somit eine geringe Homogenität der produzierten Jungpflanzen. Dies ist vermutlich mit einer unzureichenden Kontrolle sämtlicher für die pflanzliche Entwicklung wichtigen Umweltfaktoren begründet, da konventionelle In-vitro-Kultur-Gefäße ebenso wie neuere Entwicklungen, z.B. im Bereich der temporären Immersionskultur, eine solch umfassende Steuerung nicht zulassen. Konventionelle, für die Kultur von Mikroorganismen entwickelte Bioreaktoren sind für die Kultur pflanzlicher Vermehrungseinheiten aufgrund der Größe der Gefäße und der erforderlichen Submerskultur wenig geeignet.

Im vorliegenden Arbeitspaket sollen daher spezielle, an die Kultur von Pflanzenzellen bzw. -organen angepasste Kulturgefäße mit möglichst geringem Volumen und umfassenden Steuerungsmöglichkeiten entwickelt werden. Basis dieser Entwicklung bildet die Kultur auf Filtereinheiten im Nährlösungsnebel.

### *Realisierung*

Ziel ist die Entwicklung, Validierung und Bereitstellung von Minibioreaktoren für die multivariate und sichere Steuerung der Pflanzenentwicklung in vitro. Um Versuche mit identischem pflanzlichem Ausgangsmaterial durchführen zu können, sollen in einer Anlage acht kleine Bioreaktoren parallel betrieben werden. Die Kultur der Pflanzen erfolgt auf Siebböden und im Nährlösungsnebel. Die Parameter Luftfeuchte, Temperatur, pH-Wert,  $O_2$ -,  $CO_2$ - und Ethylen-Partialdruck sowie Lichtintensität werden regelbar sein. Zusätzlich sollen Osmolarität und Leitfähigkeit gemessen werden. Außerdem ist die Möglichkeit vorgesehen, das Medium zu rezirkulieren oder auch abzuführen. Die Entwicklung der Bioreaktoren wird in enger Abstimmung mit den gartenbaulichen Kooperationspartnern erfolgen, um die Eignung für die Pflanzenvermehrung zu gewährleisten. Basis der technischen Entwicklung sind Bioreaktoren bzw. Mess- und Regeltechnologien aus der Mikrobiologie bzw. der Medizintechnik. Die Konstruktion der beschriebenen Minibioreaktoren stellt eine Neuentwicklung dar, die im übergeordneten Verbundprojekt wie auch in zukünftigen Projekten zur Entwicklung von In-vitro-Vermehrungsverfahren die Möglichkeit bietet, multivariat und exakt eine Vielzahl von Umweltparametern zu messen bzw. zu steuern.

## **AP5.6 Proteomanalysen zur Prozessoptimierung bei *Cyclamen***

Antragsteller: Prof. Dr. Traud Winkelmann (LUH)

Wirtschaftspartner: Hark Orchideen GmbH & Co. KG, Lippstadt; Steva GmbH, Rhede

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Ziel der beiden Arbeitspakete AP5.6 und AP5.7, die sehr stark parallel arbeiten werden, ist die molekularphysiologisch basierte Verbesserung der Vermehrung von *Cyclamen* mittels somatischer Embryogenese. Hierdurch wird eine In-vitro-Kultur von *Cyclamen* möglich, da die Homogenität der vermehrten Pflanzen und die Pflanzenqualität gesteigert wird. Eine permanente Produktion wird ermöglicht. Beide Arbeitspakete werden dasselbe Pflanzenmaterial und möglichst identische Kulturbedingungen verwenden, um die Erkenntnisse auf Proteomebene mit denen auf Transkriptomebene zu verzahnen und ein physiologisches Verständnis des Prozesses der somatischen Embryogenese zu erlangen. Darauf gilt es, diesen für die praktische Pflanzenvermehrung zu optimieren. Als technische Basis dient die im AP5.5 konstruierte Minibioreaktoranlage. Die somatische Embryogenese von *Cyclamen* ist ein komplexes In-vitro-Verfahrensverfahren, wobei allein aufwendige Expressionsanalysen in der Lage sind, die Vorgänge abzubilden. Es zeigt sich bereits, dass hohe Anforderungen an die Kulturführung gestellt werden, um eine Feinkontrolle der somatischen Embryogenese zu ermöglichen. Dies ist mit konventioneller Technik bislang nicht möglich. Dieses Arbeitspaket verfolgt daher eine molekularphysiologisch-basierte Entwicklung und Verbesserung der Vermehrungsprotokolle für In-vitro-Verfahren durch den Einsatz von Proteomanalysen, die den Einfluss von Kulturmaßnahmen auf die somatische Embryogenese abbilden. Somit lässt sich das physiologische Verständnis dieses Prozesses schärfen.

### *Realisierung*

Bereits etablierte Proteom-Referenz-Karten bilden die Basis der molekularphysiologischen Analysen. Zu bestimmten Zeitpunkten im laufenden Versuchsbetrieb wird zur Differenzierung von somatischen Embryonen das Proteommuster charakterisiert. Dabei sind Einflussfaktoren wie die Medienkontaktzeit und die Variation der Atmosphärenzusammensetzung in der Nebelkammer von Interesse. Als Vorbild wird hierbei das Proteom zygotischer Embryonen genutzt. Die abgeleitete Kenntnis über die Entwicklungsphysiologie wird verwendet, um die Kulturparameter gezielt anzupassen. Vergleichend wird ein herkömmliches Kulturverfahren untersucht und die Vorteile der neuen Technologie für die Jungpflanzenanzucht herausgestellt. Insbesondere die Trocknung der somatischen Embryonen stellt dabei eine Herausforderung dar. Durch die Untersuchung der somatischen Embryogenese auf Proteomebene entstehen bisher nicht erzielbare Erkenntnisse zur Entwicklungsphysiologie.

## **AP5.7 Transkriptionsanalysen zur Prozessoptimierung bei *Cyclamen***

Antragsteller: Dr. Annette Hohe (IGZ)

Wirtschaftspartner: Hark Orchideen GmbH & Co. KG, Lippstadt; Steva GmbH, Rhede

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Das Arbeitspaket AP5.7 wird in enger Verzahnung mit AP5.6 durchgeführt. Es liegen die gleichen Zielstellungen zugrunde, jedoch wird methodisch der Fokus auf die Transkriptionsebene gelegt. Dieses Arbeitspaket verfolgt daher eine molekularphysiologisch-basierte Entwicklung und Verbesserung der Vermehrungsprotokolle für In-vitro-Verfahren durch den Einsatz von Transkriptomanalysen, die den Einfluss von Kulturmaßnahmen auf die somatische Embryogenese abbilden. Hierdurch lässt sich – wie auch in AP5.6 das physiologische Verständnis für den Vermehrungs- und Entwicklungsprozess verbessern. Fein-Steuerungsmöglichkeiten der In-vitro-Kultur werden ermöglicht, Pflanzenqualität- und Homogenität werden optimiert.

### *Realisierung*

Methodische Basis der molekularphysiologischen Analysen sind zum einen die derzeit im Rahmen eines DFG-Projektes (Hohe/Rensing) etablierten Expressionsanalysen mit Hilfe von cDNA-Arrays sowie Real-Time quantitative PCR und die in diesem Projekt identifizierten differentiell exprimierten Gene (z. B. Argonaute, Xyloglucanendotransglycosylase oder Glutathion-S-Transferase). Die Durchführung der Versuche erfolgt analog zu den Versuchen in AP5.6.

Die Ergebnisse der Arbeitspakete 5.5 bis 5.7 werden zusammenfließen und in ein reproduzierbares Protokoll zur vegetativen Vermehrung von *Cyclamen* über somatische Embryogenese münden. Zudem werden Aussagen über die Nutzbarkeit neuer Bioreaktorsysteme in der pflanzlichen In-vitro-Kultur getroffen und die Möglichkeit der Nutzung molekularphysiologischer Ansätze zur Entwicklung neuer Kulturverfahren mit dem Ziel homogener, d.h. sicherer Produkte, in diesem Fall Jungpflanzen, beurteilt.

Die Übertragung des erarbeiteten Wissens in die Praxis soll erfolgen, indem je ein Labor des Arbeitskreises deutsche In-vitro-Kulturen (ADIVK) in die Nutzung der entwickelten Geräte und Protokolle eingewiesen wird. In diesen Praxislaboren wird das System an mindestens einer anderen Pflanzenart getestet, um weitere Aussagen zur Handhabbarkeit zu erhalten. Die zu erstellenden Bioreaktoranlagen können somit im Anschluss an die Projektlaufzeit der Optimierung weiterer In-vitro-Kulturverfahren bei anderen Pflanzen dienen, sofern die Versuche bei der Firma Hark Orchideen vielversprechend enden.

## **AP6.1 Betriebsorientierte Bewertung - Adoptionspotentiale**

Antragsteller: Dr. Walter Dirksmeyer (vTI)

Wirtschaftspartner: Elektro- und Automatisierungsanlagen Pierre Ambrozy (ELAU), Gatersleben

### *Problemstellung und Zielsetzung*

In der wissenschaftlichen Forschung werden zukunftsorientierte, technologische Ansätze verfolgt, um sowohl die Produkt- als auch die Produktionssicherheit im Gartenbau zu erhöhen. Dabei stellt sich jedoch die Frage, ob die Technologien Eingang in die gartenbaulichen Betriebe finden, da Neuerungen nur dann eingeführt werden, wenn gegenüber einem betriebswirtschaftlichen Risiko die Rentabilität nachgewiesen werden kann. Dieses Arbeitspaket untersucht daher die Rentabilität und das Risiko von Investitionen für eine Produktion mit ausgewählten technologischen Neuentwicklungen hinsichtlich der Bereiche Terminsteuerung und Energieeinsatz in der Gemüse- und Zierpflanzenproduktion.

### *Realisierung*

Für die Analyse wird ein stochastisches Simulationsmodell entwickelt, das auf das Monte-Carlo-Verfahren aufbaut. Das Modell erlaubt es, die Rentabilität von Investitionen, anhand von Verteilungen für deren wichtigsten Parameter zu ermitteln. Das betriebswirtschaftliche Risiko der Investitionen wird über stochastische Simulationsrechnungen explizit berücksichtigt. Als Benchmark werden die Produktion mit der aktuell in Deutschland eingesetzten Technologie und die Produktion in relevanten, klimatisch begünstigten Ländern herangezogen, mit der die deutsche Produktion im Wettbewerb steht. Zur Beschaffung einer validen Datengrundlage für die Untersuchung wird ein Mix aus verschiedenen Methoden eingesetzt: 1. Betriebserhebungen im In- und Ausland erlauben die Analyse bereits bestehender Produktionsverfahren. 2. Zur Analyse der neuen Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz wird primär auf Versuche der WeGa-Partner zurückgegriffen. 3. Ergänzend werden Expertenbefragungen durchgeführt. 4. Im Rahmen von Workshops sollen die derartig abgeleiteten Annahmen für die Simulationsrechnungen mit Experten diskutiert und bei Bedarf angepasst werden, um sie zu validieren. Die Wahl der Kulturen erfolgt unter Berücksichtigung der in WeGa enthaltenen Projekte. Als Ergebnis der Analyse werden die Rentabilität und das betriebswirtschaftliche Risiko der untersuchten Technologien transparent gemacht. Durch die Evaluierung effizienter Technologien sowie deren realistischer Chancen für die gartenbauliche Praxis in Deutschland wird die Produktionssicherheit weitgehend abgesichert.

## **AP6.2 Standortorientierte Bewertung - Anpassungsreaktionen**

Antragsteller: Prof. Dr. Hermann Waibel (LUH)

Wirtschaftspartner: International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE), Nairobi,  
Kenia

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Gartenbauprodukte werden zunehmend in „emerging market economies“ und auch in ärmeren Entwicklungsländern produziert. Aufgrund abweichender Technologie-, Umwelt-, Qualitäts- und Sozialstandards sind neben der Belastung der Umwelt, der Arbeiter vor Ort auch die Prozessabläufe betroffen. Steigende Anforderungen der Verbraucher der entwickelten Länder erfordern diesbezügliche Verbesserungen, welche teilweise konträr zu den günstigen Produktionsfaktoren Klima und geringe Arbeitskraftkosten stehen. Es ist nicht bekannt, wie sich zukünftig die Produktions- und Handelssysteme im internationalen Gartenbau gemäß geforderter Standards und eines Managements natürlicher Ressourcen im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsweise verändern. Dieses Arbeitspaket verfolgt daher den Einfluss von Globalisierungsfaktoren auf die Produktions- und Handelssysteme im internationalen Gartenbau anhand des Beispiellandes Kenia, um umwelt- und wirtschaftspolitischen Entscheidungsträgern entsprechende Empfehlungen zu liefern. Im Vordergrund steht dabei die ressourcen- und umweltökonomische Bewertung von gartenbaulichen Produktionsstandorten einerseits und der Handelsströme mit Gartenbauprodukten andererseits.

### *Realisierung*

Die theoretischen Grundlagen bilden zunächst verschiedene Sektor- und Handelsmodelle. Es liegt ein interregionales Angebotsmodell für den Gemüsesektor vor. Das Modell beruht auf dem Ansatz des *Positive Mathematical Programming* und soll für die Fragestellung erweitert werden. Ergänzende empirische Analysen basieren auf Primär- und Sekundärdaten, die mit Hilfe statistisch-ökonomischer Verfahren analysiert werden. Zudem werden Kosten-Nutzen- und Wertschöpfungsketten-Analysen durchgeführt sowie Methoden zur Bewertung z.B. von Gesundheitskosten verwendet und weiterentwickelt. Primärdaten aus Kenia werden in Kooperation mit den Projektpartnern vor Ort erhoben. Die ermittelten Daten geben u.a. wichtige Informationen, inwieweit zukünftig Ware, die in klimatisch günstigen Regionen (Temperatur) produziert wird, heimische Produkte substituiert. Handels- und Produktionssysteme werden sich entsprechend anpassen.

### **AP6.3 Produktorientierte Bewertung – Erstellung von Carbon Footprints**

Antragsteller: Prof. Dr. Martin Faulstich (TUM)

Wirtschaftspartner: Interessenvertretung der dt. Industrie für den Gartenbau (INDEGA),  
Wachtberg; Landgard Obst & Gemüse GmbH & Co. KG, Straelen

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Eine Bewertung von Produktionsprozessen kann heute nur erfolgen, wenn neben ökonomischen Kennzahlen auch Kennzahlen über die Umweltwirkung der entsprechenden Prozesse, Wertschöpfungsketten und Produktionsverfahren ermittelt werden. Aufgrund der dramatischen Situation des u.a. CO<sub>2</sub>-bedingten Klimawandels ist die Analyse der den Produktionsprozessen zugrunde liegenden Kennzahlen über die Verschiebung von fossilem zu atmosphärischem CO<sub>2</sub> zwingend. Genau hier setzen Carbon-Footprint-Analysen an, indem sie diesen C-Verschiebungseffekt für die Produkte erfassen und dokumentieren. Ziel des vorliegenden Arbeitspaketes ist, für charakteristische Kulturen und Prozesswege gartenbaulicher Produktion Carbon-Footprints zu erstellen. Dabei wird der Fokus besonders auf den Vergleich zwischen regionaler Kultur in Gewächshäusern (oder In-vitro-Kultur) und konkurrierender Produktion in anderen Klima- und Produktionsregionen der Erde gelegt. Neben den Kulturen und Produktionstechnologien, die im Projektcluster 2 Einsatz finden, werden auch weitere gartenbaulich wichtige Kulturen betrachtet.

#### *Realisierung*

Die Analysen werden für gartenbaulich wichtige und innerhalb des Netzwerkes relevante Kulturen ermittelt (Kohl, Rose, Erdbeere, Weihnachtsstern etc.). Die beteiligten Wirtschaftspartner Landgard und Indega sind die wichtigen Schnittstellen zur Wertschöpfungskette, um notwendige Produktions- und Wareninformationen zu erhalten. Die Bilanzierung der Produktionspfade beinhaltet die Analyse der Wertschöpfungskette und erfolgt für die Module Anbau, Logistik/Transport und Verbrauch auf der Basis von international standardisierten oder in Entwicklung befindlichen Methoden für die jeweiligen Module mit Hilfe verschiedener Softwaretools (z.B. GaBi für die gesamtheitliche Bilanzierung). Verschiedene Tools mit integrierten Modellen zur Berechnung von Treibhausgasen (THG) insbesondere von CO<sub>2</sub>-Emissionen der verschiedenen Module werden zu Vergleichs- und Verifikationszwecken herangezogen (z.B. REPRO, SALCA, etc. für das Modul „Anbau verschiedener Kulturarten“, „Kohlenstoff-Bilanz-Methodik“ von ADEME für die THG-Berechnung von Betrieben, oder CO<sub>2</sub>-Rechner für Verbraucher, z.B. des Bayerischen Landesamtes für Umwelt). Zudem wird die internationale Entwicklung der Harmonisierung der Product-Carbon-Footprint-Berechnung verfolgt und die aktuellen Entwicklungen während der Projektlaufzeit integriert.

## **AP6.4 Verbraucherorientierte Bewertung - Effizienz und Akzeptanz von Carbon Footprints**

Antragsteller: Prof. Dr. Klaus Menrad (FHWst)

Wirtschaftspartner: Landgard Obst & Gemüse GmbH & Co. KG, Straelen

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Heutzutage gewinnen Umweltbilanzierungen in der globalisierten Welt zunehmend an Bedeutung. Im Fokus aktueller Debatten zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emission spielt neben der Ermittlung verlässlicher Daten und Simulationsszenarien auch der Verbraucher eine zunehmend bedeutende Rolle. Bislang ist jedoch unbekannt, inwieweit der Konsument sich in Bezug auf CO<sub>2</sub>-Emissions-Analysen und dementsprechende Kennzeichnungen der Produkte beim Einkauf verhält. Vielmehr ist nicht bekannt, ob er an Informationen Carbon Footprints und deren Relevanz interessiert ist. Dieses Arbeitspaket sieht daher die empirische Erfassung des Verbraucherverhaltens beim Einkauf von gärtnerischen Produkten vor. Zudem wird daraus der Einfluss auf den Energieinput in die Wertschöpfungskette abgeleitet. Bezüglich entsprechender Informationsübermittlung werden Möglichkeiten der Ausgestaltung erarbeitet. Somit lässt sich die Berechnung von Product-Carbon-Footprints verbraucherintegriert und wirkungsgewichtet erweitern.

### *Realisierung*

Die Basis des Vorhabens bildet die empirische Erfassung des Verbraucherverhaltens bei Einkauf und Verbrauch mittels eines Verbraucherpanels mit etwa 500 Konsumenten, die über drei Monate hinweg ihr Einkaufs- und Verwendungsverhalten aufzeichnen. Dabei stehen Fragen im Mittelpunkt, inwiefern die Konsumenten mit dem PKW zum Einkaufen fahren, wie Produkte im Haushalt gelagert werden (Energiebedarf von Kühlschrank etc.) oder ob die genutzte Nettomenge aufgrund Verderb reduziert ist. Dabei sind saisonale Bedingungen sowie verschiedene Szenarien zu berücksichtigen. Letztlich werden mittels Clusteranalyse Verbrauchergruppen identifiziert, welche wiederum zur Feinjustierung der Szenarien genutzt werden. Die Wege der Informationsübermittlung an den Verbraucher werden mit einer geschichteten Verbraucherbefragung von ca. 300-400 Personen abgebildet. Es wird getestet, ob CO<sub>2</sub>-Labels in der Verbraucherkommunikation eingesetzt werden können. Abschließend werden die Erkenntnisse für methodische Weiterentwicklungen genutzt, indem die Product Carbon Footprint Berechnung gesellschaftsrelevant ergänzt wird. Das Projekt rüstet den Verbraucher mit einer Entscheider-Funktion aus, wodurch die Carbon Footprint Bilanzierung wesentlich ergänzt wird. Im Rückschluss lässt sich somit jedes Produkt gemäß Umweltkonsequenzen bewerten.

## **AP7.1 Standortübergreifendes E-Learning - Realisierung und Akkreditierung FHWst**

Antragsteller: Prof. Dr. Georg Ohmayer (FHWst)

Allgemeine Informationen hierzu finden sich auch im Abschnitt 6.2, Beschreibung Arbeitsbereich 1 (WeGa-Student).

### *Spezielle Problemstellung und Zielsetzung FHWst*

Standortübergreifende Lehre wird zu einem großen Teil auf elektronische Medien zurückgreifen müssen. Diese Art des Lernens entspricht dabei den Zukunftsanforderungen, die an zukünftige Wissenschaftler, Ingenieure und Manager gestellt werden. Insofern beinhaltet dieses Arbeitspaket neben den inhaltlichen Notwendigkeiten von E-learning-Konzepten auch einen deutlichen methodischen Lehrcharakter (wahrscheinlich auch bei den beteiligten Dozenten). Ziel des vorliegenden Arbeitspaketes ist es, das Wissen, welches im Netzwerk bezüglich Produktsicherheit im Gartenbau vorhanden ist und erzeugt wird, unmittelbar während und nach dessen Generierung in unterschiedlichen Medien aufzubereiten und den Gartenbau-Studierenden zur Verwendung als Lernmaterial anzubieten. Durch die Akkreditierung des gemeinsamen Lehrmoduls am Standort Weihenstephan findet eine verstetigte Lehrvernetzung statt.

### *Realisierung*

In der ersten Projektlaufzeit werden die technischen und organisatorischen Voraussetzungen erarbeitet, sodass für alle Studierenden an den drei Hochschulstandorten FH Osnabrück, FH Weihenstephan und Leibniz Universität Hannover gemeinsam ein Lehrmodul "Produktsicherheit im Gartenbau" angeboten werden kann. Dabei finden unterschiedliche Formen der Lehre Anwendung (Präsenzveranstaltungen mit Liveübertragung zu den entfernten Standorten, Selbststudium mit Hilfe eines umfangreichen Wissenspools, Unterricht im virtuellen Klassenzimmer, Chat mit den jeweiligen Experten, Erstellung von Projektarbeiten in Gruppen, etc.). Evaluierungen und Nachbesserungen werden laufend während der gesamten Projektlaufzeit als Feed-Back-Verfahren eingekoppelt. Sie etablieren das Modul als Bestandteil im Lehrangebot. Für die Studenten sind dabei ein Lern- und Informationsteil (Online- und Präsenzlehre), eine zweitägige Exkursion sowie eine Projektarbeit in Kleingruppen vorgesehen. Insgesamt beträgt die Arbeitsbelastung ca. 150 Stunden. Auch die Prüfung wird in wesentlichen Teilen internetbasiert erfolgen, wofür die notwendigen Voraussetzungen (E-Learning-Management-system, Tele-Teaching-Room) zu schaffen sind. Die angestrebte Verankerung des E-Learning-Lehrmoduls „Produktsicherheit im Gartenbau“ vernetzt erstmals aktuelle Forschung mit nachhaltiger Nachwuchsförderung auf nationaler Ebene. Dies ergänzt die Qualität der Lehre maßgeblich.

## **AP7.2 Standortübergreifende Studentenversuche - Realisierung und Akkreditierung FHOs**

Antragsteller: Prof. Dr. Andreas Bettin (FHOs)

Allgemeine Informationen hierzu finden sich auch im Abschnitt 6.2, Beschreibung Arbeitsbereich 1 (WeGa-Student).

### *Spezielle Problemstellung und Zielsetzung FHOs*

Standortübergreifende Lehrmodule sind nur dann zu realisieren, wenn den Studenten interessante Themen mit hohem Praxisbezug geboten werden. Das vorliegende Arbeitspaket soll diesen Aspekt verwirklichen, indem standortübergreifend Versuche zu produktsicherheitsrelevanten Fragestellungen durchgeführt werden. Da die Versuche jeweils vor Ort umgesetzt werden müssen, bedeutet dies, dass einerseits Standortspezifika berücksichtigt andererseits der standortübergreifende, synergetische Charakter des Moduls erhalten bleiben muss. Durch die Akkreditierung des gemeinsamen Lehrmoduls am Standort Osnabrück findet eine verstetigte Lehrvernetzung statt.

### *Realisierung*

Zur Lösung des Zielkonfliktes zwischen standortnahen Versuchen und standortübergreifendem Modul wurden Versuche in Gewächshäuser ausgewählt, da alle drei beteiligten Standorte ähnliche Voraussetzungen haben und eine vernetzte Versuchsdurchführung daher möglich erscheint. Online-Datenerfassung- und Interpretation können gemeinsam durchgeführt werden. Der inhaltliche Schwerpunkt der Versuche liegt im Themenbereich des Einflusses von Luftfeuchte, Licht und Temperatur in Gewächshäusern auf Produkteigenschaften. In diesem Themenbereich sind viele Umweltwechselwirkungen exemplarisch erlernbar, pflanzenphysiologisch darstellbar und der Bezug zum Moduloberthema „Produktsicherheit“ direkt und unmittelbar gegeben. Zu Beginn des Moduls werden die beteiligten Studenten im Rahmen einer Einführungsveranstaltung von den jeweiligen Betreuern vor Ort in die Versuchsfragen eingearbeitet. Die Versuchsdurchführung vor Ort findet in enger Zusammenarbeit mit der Arbeitspaketleitung in Osnabrück statt. Zur Auswertung der an den Standorten durchgeführten Versuche wird ein gemeinsames Workshop-Wochenende durchgeführt. An diesem Termin erfolgt auch die Notenvergabe.

Neben diesem stark auf Modulebene fixierten Lehransatz werden in Osnabrück gleichzeitig auch B.Sc.-Arbeiten auf dem Themengebiet angeboten. Hannoveraner Studenten können ohne Probleme eine B.Sc.-Arbeit in Osnabrück durchführen, da die Fahrtkosten in Niedersachsen immer mit dem Studentenausweis abgegolten sind (Semesterticket).

### **AP7.3 Standortübergreifende Praktika - Realisierung und Akkreditierung LUH**

Antragsteller: Prof. Dr. Thomas Rath (LUH)

Allgemeine Informationen hierzu finden sich im Abschnitt 6.2, Beschreibung Arbeitsbereich 1 (WeGa-Student).

#### *Spezielle Problemstellung und Zielsetzung LUH*

Das Gartenbau-Studium in Deutschland wird derzeit an drei Universitäts- und sechs Fachhochschulstandorten angeboten. Ein Austausch von Lehrleistungen zwischen den Standorten findet kaum, ein Angebot gemeinsamer Lehrveranstaltungen bisher nicht statt. Dieses Arbeitspaket ist vollständig mit den AP7.1 und AP7.2 verzahnt. Der Schwerpunkt des Hannoveraner Projektteils wird die Integration von Praktika in das gemeinsame Modul sein. Weiterhin soll das entwickelte Lehrmodul am Standort Hannover akkreditiert werden. Diese Akkreditierung ist eine große Herausforderung, da es eine gemeinsame Anerkennung über FH-, Uni- und Ländergrenzen hinweg bedeutet.

#### *Realisierung*

Die Realisierung des Arbeitspaketes erfolgt in der Form, dass zum übergeordneten Thema „Produktsicherheit im Gartenbau“ eine Praktikumseinheit entwickelt wird, welche zwischen den Standorten Osnabrück, Weihenstephan und Hannover standortübergreifend angeboten wird. Hierbei wird im Wesentlichen auf bestehende Praktika in den Bereichen Physiologie, Messtechnik und Analyse zurückgegriffen. Es wird einen biologischen, biochemischen und messtechnik-analytischen Teil beinhalten. An der Leibniz Universität Hannover dozierende Professoren der Leibniz-Institute werden eingebunden, damit auch die übrigen Netzwerkpartner integriert sind. Im Idealfall wird das Praktikum als Blockveranstaltung angeboten, bei dem auch Studenten aus Weihenstephan und Osnabrück in Hannover teilnehmen. Während es für Studenten aus Osnabrück kein Problem darstellt, mit dem Semesterticket nach Hannover zu fahren, ist davon auszugehen, dass es für die Studenten aus Weihenstephan nur schwer zu realisieren sein wird, an dem Blockpraktikum teilzunehmen. Wahrscheinlich wird daher eine zusätzliche Präsenzveranstaltung in Weihenstephan auf der Basis gemeinsamer Praktikumsausarbeitungen, Aufgabenstellungen und Bewertungen stattfinden. Dieses Blockpraktikum kann von einem Kollegen aus Hannover oder aus Weihenstephan geleitet werden.

### **AP8 Standortübergreifende Doktorandenausbildung - Seminare, Workshops, Übungen**

Antragsteller: Prof. Dr. Traud Winkelmann (LUH)

Das Querschnittsarbeitspaket AP8 wird in Abschnitt 6.3, Beschreibung Arbeitsbereich 2 (WeGa-PhD) ausführlich erläutert.

## **AP9.1 PHortus: Wissenstransfer zwischen Forschung, Praxis, Industrie und Verbraucher**

Antragsteller: Prof. Dr. Bernhard Beßler (LWKNDs)

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Zwischen Praxis und Forschung sind die Transferwege nur schlecht ausgebaut. Zum einen ist die Ermittlung von Fragestellungen und Forschungsthemen, die aktuell und zukünftig für die Praxis entscheidend sind, nicht etabliert. Zum anderen erfolgt bislang keine Übersetzung von Forschungsergebnissen in konkrete Handlungsanweisungen, wobei auch Grundlagenforschung nicht auf mögliche Relevanz überprüft wird. Bislang bestehen zwar Plattformen, wie z.B. Hortigate, Fachtagungen, BVZ-Initiative, etc. aber keine nachhaltigen Strukturen. Bisherige Anstrengungen (z.B. Grünberger Forschungstage) waren nicht erfolgreich. Dieses Arbeitspaket bringt unter dem Konzept „PHortus“ Anbieter von Forschung (Institute) und Nachfrager von Wissen (Firmen) zusammen. Daraus sind Kooperationspartner und -anträge zu entwickeln, wobei die Transferstelle PHortus Fördermöglichkeiten vermittelt. Auf diese Weise lassen sich Forschungsergebnisse interdisziplinär und zeitnah umsetzen. Über die Einbindung aller Technologiekontaktstellen der in WeGa enthaltenen Projekte sowie einer optimierten Vermittlung mit Übersetzerfunktion wirkt die Transferstelle als neuer Anlaufpunkt. Von deren Akzeptanz in Wissen- und Wirtschaft hängt der nachhaltige Erfolg bezüglich Verstetigung ab.

### *Realisierung*

Mit einer Anschubfinanzierung werden drei Stellen geschaffen. Ein/e ausgewiesene/r Wissenschaftler/in prüft Forschungsergebnisse und stellt deren Relevanz heraus. Ein/e Berater/in mit Kenntnissen des etablierten Beraternetzwerkes eruiert Fragestellungen aus der Praxis und vermittelt entsprechende Projekte. Ein/e Verwaltungsangestellte/r bereitet Kleingruppentreffen, Manuskripte und Präsentationen zusammenfassend vor. Es können bestehende Strukturen genutzt werden (LVG Ahlem). Durch Abstraktion der Forschungsergebnisse wird versucht, verschiedene Anwendungsfelder zu erschließen und die für „Produktklubs“ relevanten Themen aufzuarbeiten. Langfristig wird so das Vertrauen zwischen Forschung und Praxis und somit der deutsche Gartenbau gestärkt. Bestehende Strukturen werden sinnvoll genutzt, um durch neue Übersetzerfunktionen an Schlüsselpositionen wesentliche Vorteile für die gartenbauliche Wissenschaft und Praxis zu erarbeiten. Diese zentrale Servicedienstleistung gab es bislang nicht.

siehe auch: Eine detaillierte Beschreibung der Umsetzung des Querschnittsarbeitsbereichs 3 (WeGa-Transfer) befindet sich im Hauptantrag.

## **AP9.2 Effiziente Wissenssysteme zur Förderung neuer Technologien im Gartenbau**

Antragsteller: Prof. Dr. Wolfgang Bokelmann (HUB)

### *Problemstellung und Zielsetzung*

Wissen und Innovationen spielen heute mehr denn je für die Wettbewerbsfähigkeit des Gartenbau Sektors eine herausragende Rolle. Im Kontrast dazu sind in den vergangenen Jahren - einem weltweiten Trend folgend - die öffentlichen Ausgaben für das Wissenssystem des Gartenbaus reduziert worden. Damit stellt sich die Frage, ob das in Deutschland derzeit existierende Wissenserzeugungs- und Verbreitungssystem tatsächlich noch den Anforderungen globaler Märkte und den sich rasch erschließenden, technischen Möglichkeiten entspricht. Ziel dieses Arbeitspakets ist es daher, die Wissenstransferleistung des Systems anhand von Erfolgsfaktoren zu beurteilen sowie die Interaktionen zwischen Wissensproduzenten, Promotoren und Anwendern zu beobachten und zu bewerten.

### *Realisierung*

In Hochlohnländern stellt Wissen eine wichtige Ressource für den internationalen Wettbewerb dar. Ein Beleg für die wachsende Aufmerksamkeit sind die vielen Veröffentlichungen und Seminarveranstaltungen zum Thema Wissensmanagement. Die Anforderungen an die Wissensbasis kleiner und mittlerer Unternehmen sind bedingt durch die gestiegenen Anforderungen der Abnehmer, Konsumenten und der Gesellschaft deutlich gewachsen. Gerade für diese Unternehmen, die in aller Regel keine eigenen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten organisieren können, erwachsen erhebliche Herausforderungen. Im ersten Projektabschnitt erfolgt eine rückblickende, beispielhafte Ermittlung von Erfolgsfaktoren gelungener Transfers wissenschaftlicher Ergebnisse in die betriebliche Praxis. Im Anschluss wird eine Analyse des derzeit vorhandenen gartenbaulichen Wissenssystems und der darin üblichen Wege und Abschnitte des Wissenstransfers vorgenommen. Bereits laufende Transferprozesse werden insbesondere in Hinblick auf die Erfassung der sich dabei vollziehenden Interaktionen zwischen Wissensproduzenten, Promotoren und Anwendern unter Einbeziehung dieser Akteure beobachtet und bewertet. Daraus können in einem dritten Schritt Aussagen über die Gestaltung von Wissenstransferprozessen und der dafür notwendigen Strukturen und Interaktionen abgeleitet werden. Erste Maßnahmen können im Rahmen des Kompetenznetzwerkes initiiert und gegebenenfalls dort bereits umgesetzt werden.

siehe auch: Eine detaillierte Beschreibung der Umsetzung des Querschnittsarbeitsbereichs 3 (WeGa-Transfer) befindet sich im Hauptantrag.

### **AP9.3 www-Wissensmanagementsystem zur Produktsicherheit im Gartenbau**

Antragsteller: Werner Riedel (DLR)

#### *Problemstellung und Zielsetzung*

Die Wissensbasis (Daten, Fakten, Informationen und betriebsinterne Fähigkeiten) der „kleinen und mittleren Unternehmen“ (KMU) des Sektors Gartenbau beruht zu einem großen Teil auf einer außerbetrieblichen Erkenntnisgewinnung. Die wesentliche Grundlage dafür ist, dass in diesen KMU aufgrund ihrer Größe und wirtschaftlichen Position keine eigenen Kapazitäten für Entwicklungen und Forschung vorgehalten werden können. Wissen ist für diese Unternehmen zu einem wesentlichen Produktionsfaktor geworden, der zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen beiträgt. Für die zunehmend spezialisierten Betriebe wird das Wissensmanagement unter anderem durch das bereits sehr große und stetig weiter wachsende Angebot an Informationen im Internet immer schwieriger. Ziel dieses Arbeitspaketes ist es daher, eine internetgestützte Clustersuche zu entwickeln, die es ermöglicht, der Branche Gartenbau, verwandten Disziplinen, Funktionsträgern in Politik und Verwaltung sowie einer interessierten Öffentlichkeit einen gemeinsamen Informationspool kostenlos zur Verfügung zu stellen. Es sollen zum Suchbegriff relevante Ergebnisse strukturiert gebündelt und übersichtlich präsentiert werden.

#### *Realisierung*

Gartenbauliches Fachwissen wird in einer Vielzahl von Datenbanken erfasst und unterschiedlichen Nutzerkreisen zur Verfügung gestellt. Eine gemeinsame und breite Nutzung bzw. Kenntnis darüber, welches Wissen potentiell verfügbar ist, fehlt vollständig. Die Gründe dafür sind vielfältig und reichen von tatsächlicher oder vermeintlich notwendiger Selbstdarstellung einzelner Organisationseinheiten über organisationsinternem Wissen, das Wettbewerbsvorteile sichert, bis hin zu „Herrschaftswissen“ von Einzelpersonen. Die Vielfältigkeit der gesamten Wissensstruktur zu erfassen und einem möglicherweise allgemeinen kostenlosen Erkenntnispool zuzuführen, ist eine wesentliche Kernaufgabe des Arbeitspaketes. Dazu werden Analysen von bestehenden, relevanten Informationsquellen und -netzwerken im Gartenbau durchgeführt und mit Recherchen und Bewertungen zu bestehenden Wissensnetzwerken ergänzt. Letztlich wird die Entwicklung eines Konzeptes für die Grundstruktur einer gartenbaulichen Clustersuche angestrebt, die in einer abschließenden Evaluierung sowie der Vorstellung des Systems an eine breite Öffentlichkeit mündet.

siehe auch: Eine detaillierte Beschreibung der Umsetzung des Querschnittsarbeitsbereichs 3 (WeGa-Transfer) befindet sich im Hauptantrag.

### **AP10.1 Nachwuchsforschungsgruppe - "Produktqualität und Sicherheit in der Nachernte"**

Antragsteller: Dr. Martin Geyer (ATB)

Das Querschnittsarbeitspaket AP10.1 wird im Abschnitt 6.5, Beschreibung Arbeitsbereich 4 (WeGa-Research) ausführlich erläutert.

### **AP10.2 Forschungsk Kooperation und –koordination im WeGa-Netzwerk**

Antragsteller: Prof. Dr. Hans-Michael Poehling (LUH)

Das Querschnittsarbeitspaket AP10.2 wird im Abschnitt 6.5, Beschreibung Arbeitsbereich 4 (WeGa-Research) ausführlich erläutert.

### **AP11 Organisation von Forschung und Ausbildung im WeGa-Netzwerk**

Antragsteller: Prof. Dr. Thomas Rath (LUH)

Das Querschnittsarbeitspaket AP11 wird im Abschnitt 6.6, Beschreibung Arbeitsbereich 5 (WeGa-Network) ausführlich erläutert.