



JAHRESBERICHT

2004

IPB

Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie

Weinberg 3
06120 Halle (Saale)

Tel.: (03 45) 55 82 11 10
Fax: (03 45) 55 82 11 09

E-Mail: spieplow@ipb-halle.de
www.ipb-halle.de



Inhaltsverzeichnis

Grußwort der Geschäftsführenden Direktorin	4
Forschungsprofil des IPB	6
Organe des Institutes	8
<i>Direktorium, Stiftungsrat, Wissenschaftlicher Beirat</i>	
<i>Wissenschaftlicher Institutsrat, Mitarbeiter in speziellen Funktionen, Personalrat</i>	9
Organigramm des Institutes	10
Abteilung Naturstoff-Biotechnologie	11
<i>Professor Toni M. Kutchan</i>	
AG Alkaloidbiosynthese	12
<i>Toni M. Kutchan</i>	
AG Schlafmohn-Biotechnologie	13
<i>Susanne Frick</i>	
AG Jasmonatwirkungsweise	14
<i>Claus Wasternack & Otto Miersch</i>	
AG Papaver Genexpressionsanalyse	15
<i>Jörg Ziegler</i>	
Publikationen 2004	16
Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie	17
<i>Professor Ludger Wessjohann</i>	
AG Pflanzen- und Pilzinhaltsstoffe	18
<i>Norbert Arnold & Jürgen Schmidt</i>	
AG Strukturanalytik & Computerchemie	19
<i>Wolfgang Brandt & Andrea Porzel</i>	
AG Isoprenoide	20
<i>Ludger Wessjohann</i>	
AG Synthese & Methodenentwicklung	21
<i>Ludger Wessjohann & Bernhard Westermann</i>	
Publikationen 2004	22
Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie	24
<i>Professor Dierk Scheel</i>	
AG Molekulare Kommunikation in Pflanze-Pathogen-Interaktionen	25
<i>Wolfgang Knogge</i>	
AG Zelluläre Signaltransduktion	26
<i>Dierk Scheel & Justin Lee</i>	
AG Induzierte Pathogenabwehr	27
<i>Sabine Rosahl & Dierk Scheel</i>	
AG Metallhomöostase	28
<i>Stephan Clemens</i>	
<i>Metabolite Profiling in Arabidopsis und Nutzpflanzen, GABI</i>	29
<i>Stephan Clemens, Jürgen Schmidt, Ludger Wessjohann & Dierk Scheel</i>	
Publikationen 2004	30



Abteilung Sekundärstoffwechsel	31
<i>Professor Dieter Strack</i>	
AG Molekulare Physiologie der Mykorrhiza	32
<i>Michael H. Walter</i>	
AG Zellbiologie der Mykorrhiza	33
<i>Bettina Hause</i>	
AG Biochemie der Mykorrhiza	34
<i>Willibald Schliemann</i>	
AG Glycosyl- und Methyltransferasen	35
<i>Thomas Vogt</i>	
AG Hydroxycimtsäuren	36
<i>Dieter Strack</i>	
Publikationen 2004	37
Administration, Zentrale Dienste & Technik	38
<i>Lothar Franzen</i>	
Haushalts- und Drittmittel	39
Stellenplan	40
Drittmiteleinsatz	41
Finanzierungsübersicht	44
Mitwirkung an Forschungsnetzwerken	44
Gastwissenschaftler	45
Seminare und Kolloquien 2004	46
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	48
<i>Sylvia Pieplow</i>	
Veröffentlichungen	50
Anfahrt und Impressum	52



Grußwort der Geschäftsführenden Direktorin

Das Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB) ist ein Forschungszentrum mit langer Tradition. Gegründet 1958 von Kurt Mothes als Institut für Biochemie der Pflanzen, war das ehemalige Institut der Akademie der Wissenschaften der DDR in seiner Ausrichtung - einer multidisziplinären Betrachtungsweise der Analyse pflanzlicher Naturstoffe und hormonregulierter Prozesse - einzigartig. Wissenschaftler der ganzen Welt wurden regelmäßig zu Vorträgen und Forschungsaufenthalten geladen; das Institut genoss internationales Ansehen. Das IPB, wie wir es heute kennen, entwickelte sich seit seiner Neugründung 1992 zu einem florierenden Zentrum der modernen Pflanzenforschung. Der von Kurt Mothes eingeführte Ansatz der multidisziplinären Forschung wurde fortgesetzt und ausgebaut. In vier wissenschaftlichen Abteilungen leisten mehr als 170 Mitarbeiter, Doktoranden, Diplomanden und Gäste aus aller Welt ihren Beitrag zu einem regen Forschungsleben mit modernsten technischen Mitteln.

Die grundlegenden Forschungsprogramme des IPB basieren im weitesten Sinne auf der Erforschung von Naturstoffen und molekularen Interaktionen. Beginnend bei der Isolation und Strukturermittlung über die Aufklärung der Biosynthese und Regulation, werden neue, biologisch aktive Substanzen gesucht, deren Produktion durch chemische Synthese und Gentechnologie optimiert werden soll. Mit Hilfe von *Computer Modelling* und einer Reihe von biochemischen und genetischen Techniken werden durch molekulare Interaktionen regulierte zelluläre Funktionen auf der Ebene von Rezeptor-Liganden-, Enzym-Substrat- und Protein-Protein-Interaktionen untersucht. Das Jahr 2004 war ein sehr produktives Jahr für uns; viele faszinierende neue Ergebnisse aus unseren Abteilungen sind in diesem Jahresbericht dokumentiert.

Wissenschaftler des IPB wirken zunehmend in lokalen, nationalen und internationalen Forschungsnetzwerken mit. So wurde ein neues Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG, SPP 1152, *Evolution Metabolischer Diversität*) initiiert, das von unseren Mitarbeitern koordiniert wird. Ebenso erfolgreich war im letzten Jahr die Beteiligung unserer Wissenschaftler an dem DFG-Antrag für die Etablierung eines neuen Sonderforschungsbereiches (SFB 648, *Molekulare Mechanismen der Informationsverarbeitung in Pflanzen*) an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Während der letzten zwei Jahre haben wir weiter an der Verbesserung unserer Räumlichkeiten und Forschungsbedingungen gearbeitet. Im Frühjahr 2004 eröffnete das Institut ein neues Funktionalgebäude mit etwa 500 Quadratmetern Nutzfläche. Die Räumlichkeiten bieten Platz für vielfältige Speziallabore, z.B. für die Massenspektrometrie, DNA-Sequenzanalyse, Fermentation und für die organische Synthese. Auch unsere Gewächshausfläche wird sich vergrößern; im November 2004 begann die Konstruktion von neuen Gewächshäusern mit 346 Quadratmetern Nutzfläche. Damit kann das IPB in Zukunft den erhöhten Ansprüchen an Gewächshausfläche der Forschungsprogramme mit transgenen Pflanzen gerecht werden. Die neuen Stätten der Pflanzenzucht werden im Frühjahr 2005 in Betrieb genommen.



Wir hoffen, dass wir mit diesem Jahresbericht unsere Begeisterung für die Pflanzenbiochemie und ihre vielfältigen Anwendungen zum Ausdruck bringen und mit Ihnen teilen können. Wir sind stolz darauf, wie sich das Institut über die Jahre hinweg entwickelt hat. Wenn Sie einmal in Halle sein sollten, scheuen Sie sich nicht, unser Institut zu besuchen, um uns näher kennen zu lernen.

Toni M. Kutchan
Geschäftsführende Direktorin



Forschungsprofil des IPB

Vier thematisch, methodisch und organisatorisch vernetzte Schwerpunkte bilden die Grundlage des Forschungskonzepts des Instituts für Pflanzenbiochemie: pflanzliche Naturstoffe, molekulare Interaktionen, Informatik und *Metabolic Engineering*.

Die große Vielfalt pflanzlicher Organismen findet einen Ausdruck in der enormen Diversität ihrer Naturstoffe. Diese erhält eine zusätzliche Dimension durch die Veränderung des Musters der Naturstoffe im Laufe der pflanzlichen Entwicklung sowie während der Anpassung an Umwelt- und Standortbedingungen. Die Kenntnis von Struktur und Funktion der Naturstoffe ist Voraussetzung für das Verständnis pflanzlicher Diversität sowie von Entwicklungs- und Adaptationsprozessen und eröffnet neue Ressourcen für eine innovative Nutzung in Pflanzenproduktion, Pflanzenschutz, Biotechnologie und Wirkstoffentwicklung. Mit der fortschreitenden Aufklärung von Genomsequenzen und der zunehmenden Zahl bekannter Transkriptsequenzen (*Expressed Sequence Tags*) erhalten diese Erkenntnisse eine fundamentale Bedeutung bei der funktionalen Genomanalyse.

Die umfassende Analyse pflanzlicher und pilzlicher **Naturstoffe** ist ein Schwerpunkt im Forschungskonzept des Instituts für Pflanzenbiochemie. Die Struktur- aufklärung, Synthese und Derivatisierung der Naturstoffe liefert einen wichtigen Beitrag zur Aufklärung ihrer Funktion und zur Erhöhung ihrer Diversität. Dies bildet die Grundlage zur Untersuchung ihrer Biosynthese und der Entdeckung neuer Wirkstoffe. Zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Naturstoffen im biologischen Material werden analytische Verfahren entwickelt. Die Identifizierung und Isolierung von Enzymen erlaubt den Zugang zu den entsprechenden Genen und damit zum Studium der Regulation der Biosynthesewege und der Organisation ihrer Komponenten. Der Einsatz von Mutanten und transgenen Pflanzen ermöglicht die Analyse der biologischen Funktion und die Erzeugung von Pflanzen mit verändertem Naturstoffprofil.

Molekulare Interaktionen bilden die Grundlage aller zellulären Funktionen. Ihre interdisziplinäre Analyse ist deshalb von zentraler Bedeutung im Forschungskonzept des Instituts für Pflanzenbiochemie. Die optimale Adaptation von Pflanzen an die jeweiligen Umwelt- und Standortbedingungen beruht auf rezeptorvermittelter Perzeption biotischer und abiotischer Umweltparameter. Über zelluläre und systemische Signaltransduktions-Netzwerke werden die Eingangssignale evaluiert, abgeglichen und mittels veränderter Genexpressionsmuster in entsprechende physiologische Reaktionen umgewandelt. Rezeptor-Ligand-, Enzym-Substrat- und Protein-Protein-Interaktionen bilden die molekulare Grundlage für diese Prozesse und deren Anwendung in der Wirkstoffforschung. Unter diesem Aspekt werden die Mechanismen interorganismischer Kommunikation zwischen Pflanzen und Symbionten sowie Pathogenen untersucht und die Organisation von Biosynthesewegen und Signaltransduktionsketten analysiert. Die chemische Struktur miteinander in Wechselwirkung tretender Moleküle soll durch gentechnische Verfahren, gerichtete Evolution und chemische Derivatisierung modifiziert werden, sodass die



Effekte der Veränderung an geeigneten Modellen oder in Screeningverfahren untersucht werden können und schließlich Moleküle mit den gewünschten Eigenschaften (z. B. Wirkstoffe, Signalsubstanzen, Enzyme) selektiert werden. Die Grundlage dafür bildet die Entwicklung neuer Synthese- und Selektionsprozesse sowie geeigneter Assay- und Analytikverfahren unterstützt durch die Visualisierung der Wechselwirkung mittels *Modelling*.

Die Speicherung, Auswertung und Verknüpfung der in den beiden Schwerpunkten Naturstoffe und molekulare Interaktionen generierten Daten ist nur mittels Bio- und Chemoinformatik möglich. Insbesondere die im Hochdurchsatzverfahren betriebenen Metabolom- und Proteomanalysen und die kombinatorischen Bibliotheken erfordern dringend die Entwicklung neuer Methoden der Datenauswertung, -verarbeitung und -verknüpfung. Am Institut für Pflanzenbiochemie wird deshalb eine Nachwuchsgruppe Bioinformatik etabliert, die sich im wesentlichen dieser Problematik widmen wird. Zusammen mit der im Aufbau befindlichen Gruppe Chemoinformatik und *Modelling* entsteht damit ein neuer Forschungsschwerpunkt **Informatik**.

Die im Rahmen der Grundlagenforschung der drei Schwerpunkte Naturstoffe, molekulare Interaktionen und Informatik gewonnenen Ergebnisse und Materialien werden im Forschungsschwerpunkt **Metabolic Engineering** zur Erzeugung von Modellpflanzen eingesetzt, die in verschiedensten Anwendungsbereichen von Nutzen sein könnten. Aufgrund der thematischen Orientierung der Forschung wird es sich dabei um Designerpflanzen mit verändertem Naturstoffprofil, neuen gesundheitsrelevanten Inhaltsstoffen oder verbesserter Anpassung an bestimmte Standorte und Umweltsituationen handeln. Solche Pflanzen dürften für die nachhaltige Produktion wertvoller Substanzen und Biokatalysatoren, als biologische Testsysteme und für die Züchtung von Bedeutung sein.

In vier Abteilungen mit unterschiedlicher, sich ideal ergänzender fachlicher Ausrichtung und apparativer Ausstattung ergeben sich im Institut für Pflanzenbiochemie hervorragende Voraussetzungen, diese Schwerpunkte im Rahmen einer multidisziplinären Forschungsstrategie mit chemischen, physiologischen, zellbiologischen, biochemischen, molekularbiologischen und genetischen Methoden zu bearbeiten. Die Analyse solcher zentraler Themen der modernen Pflanzenbiologie und -chemie mit dieser methodischen Vielfalt ermöglicht die Aufklärung komplexer Zusammenhänge der pflanzlichen Entwicklung und Diversität, die mit fachspezifisch begrenzter Betrachtungsweise nicht erhalten werden können. Die Übertragung der Ergebnisse in anwendungsorientierte Zusammenhänge macht sie zudem einer ökologisch verträglichen biotechnologischen Nutzung zugänglich.



Organe des Institutes

Direktorium, Stiftungsrat, Wissenschaftlicher Beirat

Direktorium

Prof. Dierk Scheel	Geschäftsführender Direktor bis 31.10.2004 Leiter der Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie
Lothar Franzen	Leiter der Abteilung Administration, Zentrale Dienste und Technik
Prof. Toni M. Kutchan	Geschäftsführende Direktorin ab 01.11.2004 Leiterin der Abteilung Naturstoff-Biotechnologie
Prof. Dieter Strack	Leiter der Abteilung Sekundärstoffwechsel
Prof. Ludger Wessjohann	Leiter der Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie

Stiftungsrat

Ministerialrat Thomas Reitmann	Vorsitzender des Stiftungsrates Kultusministerium des Landes Sachsen - Anhalt
Ministerialrat Dr. Jürgen Roemer - Mähler	Stellvertretender Vorsitzender Bundesministerium für Bildung und Forschung
Prof. Wilhelm Boland	Max-Planck-Institut für Chemische Ökologie Jena Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates
Prof. Alfons Gierl	Technische Universität München Stellvertretender Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates
Prof. Reinhard Neubert	Prorektor für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Prof. Jörg Stetter	Bayer AG Leverkusen

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Wilhelm Boland	Vorsitzender Max-Planck-Institut für Chemische Ökologie Jena
Prof. Alfons Gierl	Stellvertretender Vorsitzender Technische Universität München
Prof. Raoul J. Bino	Universität Wageningen Labor für Pflanzenphysiologie
Prof. Thomas Boller	Universität Basel Botanisches Institut
Prof. Horst Kunz	Universität Mainz Institut für Organische Chemie
Prof. Birger Lindberg Møller	Universität Kopenhagen Lehrstuhl für Biologie der Pflanzen
PD Dr. habil. Günter Strittmatter	KWS SAAT AG Einbeck
Prof. Lutz F. Tietze	Universität Göttingen Institut für Organische Chemie
Prof. Lothar Willmitzer	Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie Potsdam-Golm
Prof. Ulrich Wobus	Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben



Organe des Institutes

Wissenschaftlicher Institutsrat, Mitarbeiter in speziellen Funktionen, Personalrat

Wissenschaftlicher Institutsrat

Der Wissenschaftliche Institutsrat setzt sich aus allen Arbeitsgruppenleitern des Institutes zusammen.

Mitarbeiter in speziellen Funktionen

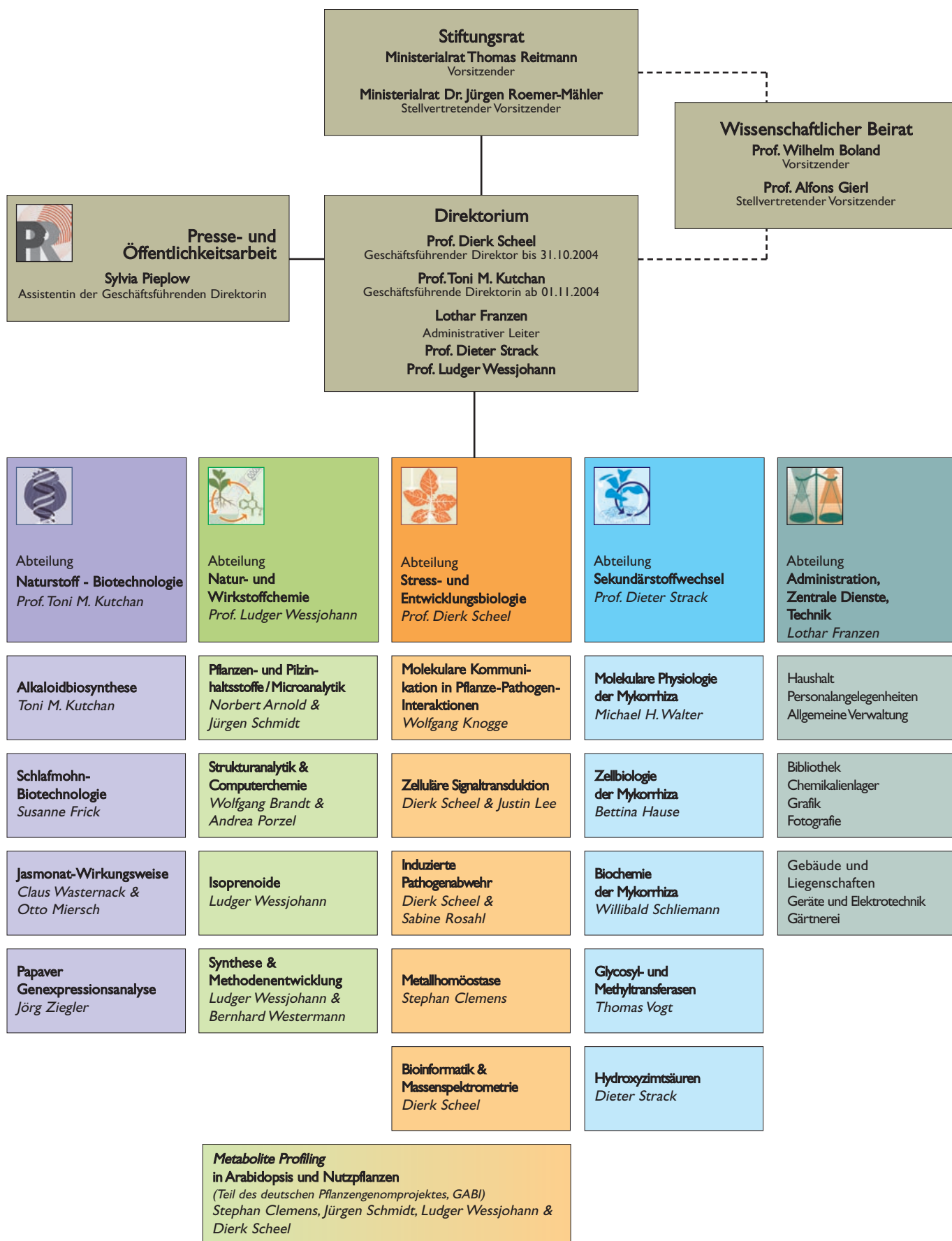
Dr. Gabriele Herrmann	Schwerbehindertenbeauftragte
Hans-Günter König	Energie
Dr. Robert Kramell, Dr. Thorsten Nürnberger	Strahlenschutz
Kerstin Manke	Gleichstellungsbeauftragte
Sylvia Pieplow	Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Dr. Sabine Rosahl	Biologische Sicherheit
Prof. Dierk Scheel, Prof. Claus Wasternack	Projektleiter nach dem Gentechnikgesetz
Dr. Willibald Schliemann	Datenschutz
Dr. Hans-Jürgen Steudte Sicherheitsingenieur Eberhard Warkus	Arbeitssicherheit

Personalrat

Andrea Piskol	Vorsitzende
Peter Schneider	Stellvertretender Vorsitzender
Dr. Susanne Frick, Martina Lerbs, Angelika Weinl	Weitere Mitglieder



Organigramm des Institutes





Abt. Naturstoff-Biotechnologie

Leiterin: Professor Toni M. Kutchan

Sekretärin: Christine Dietel

In der Geschichte der Menschheit wurden Pflanzenextrakte schon immer als Zutaten für Tränke und Gifte genutzt. So kann man die Verwendung von Milchsaft aus dem Schlafmohn (*Papaver somniferum*) im östlichen Mittelmeerraum bis ins 14. Jahrhundert vor Christus zurückverfolgen. Alte Völker nutzten Arzneipflanzen sowohl als Abführ-, Husten- und Beruhigungsmittel als auch zur Behandlung vieler weiterer Krankheiten, von Fieber bis zum Schlangenbiss. Der Gebrauch dieser Heilpflanzen verbreitete sich dann westwärts durch ganz Europa. Eines der wichtigsten Heilmittel über Jahrhunderte war Opium. Die Analyse der einzelnen Opiumkomponenten führte zur Entdeckung des Morphins. Nach der Isolation von Morphin im Jahre 1806 durch den deutschen Pharmazeuten Friedrich Sertürner war der Weg frei für die weitere Erforschung der Alkaloide. Die Bezeichnung "Alkaloid" wurde 1819 von dem Hallenser Pharmazeuten Carl Meissner geprägt. Nach seiner Definition verstand man unter Alkaloiden pharmazeutisch aktive, stickstoffhaltige Grundsubstanzen pflanzlichen Ursprungs. Alkaloidhaltige Pflanzen waren die *Materia medica* der Menschheit. Viele Alkaloide werden noch heute rezeptpflichtig verschrieben; eines der bekanntesten und viel genutzten ist das Hustenmittel Codein aus dem Schlafmohn. Nach 198 Jahren Alkaloidforschung hat diese Klasse der Naturprodukte seinen Stellenwert in der Medizin, bei der Behandlung vieler Krankheiten, von Krebs bis Malaria, erfolgreich behauptet.

Die Mitarbeiter der Abteilung Naturstoff-Biotechnologie beschäftigen sich mit der Bildung pflanzlicher Naturstoffe auf molekulargenetischer Ebene. Unsere Forschung konzentriert sich auf die Ausbildung ausgesuchter Naturstoffe und die Erweiterung dieses Wissens mit gentechnischen Methoden. Wir stehen erst am Anfang des *Metabolic Engineering* des Alkaloidstoffwechsels in Pflanzen und in *in vitro*-Kulturen. Für die Konzeption sinnvoller *Metabolic Engineering*-Experimente muss sowohl die multizelluläre Kompartimentierung der Alkaloid-Stoffwechselwege als auch der Transport der Zwischenprodukte berücksichtigt werden. Ebenso wichtig ist die Analyse und Nutzung geeigneter Promotoren, die die Genexpression und damit die Biosynthese bestimmter Produkte in den korrekten Zelltypen steuern. Die Regulation dieser Stoffwechselwege auf Gen- und Enzymebene ist komplex. Da wir uns systematisch mit der Suppression und Überexpression relevanter Biosynthesegene beschäftigen, gibt es für uns auch über den natürlichen Gehalt an Metaboliten und die Quervernetzung einzelner Stoffwechselwege noch viele offene Fragen. Zur Zeit gleicht die gezielte Beeinflussung des pflanzlichen Metabolismus einem Spiel mit dem Zufall. Eine Störung der Zellphysiologie kann unvorhersehbare Effekte auf das Gleichgewicht sowie die intra- und interzelluläre Verteilung der einzelnen Metaboliten hervorrufen. Ein anderer wichtiger Aspekt ist die Entwicklung effizienter Transformations- und Regenerationsprotokolle für Alkaloid produzierende Pflanzen außerhalb der Solanaceae. Kurz: Auf diesem Forschungsgebiet gibt es noch viele offene Fragen.



AG Alkaloidbiosynthese

Leiterin: Toni M. Kutchan

Mitarbeiter

Maria Luisa Diaz Chavez

Doktorandin

Nils Günnewich

Doktorand

Aphacha Jindaprasert

Doktorand

Robert Kramell

Postdoktorand

Monika Krohn

Technische Assistentin

Tobias Kurz

Doktorand

Alfonso Lara

Doktorand

Natsajee Nualkev

Doktorand

Christin Richter

Doktorandin

Khaled Sabarna

Doktorand

Karin Springob

Postdoktorandin

Marion Weid

Doktorandin

Der Schlafmohn, *Papaver somniferum*, ist eine der ältesten Medizinpflanzen der Menschheit. Heute wird die Pflanze vor allem zur kommerziellen Gewinnung der Beruhigungsmittel Morphin und Codein verwendet. Insgesamt produziert Schlafmohn ungefähr 80 Alkaloide, die zu den Tetrahydrobenzylisochinolin-Derivaten gehören. Seit über hundert Jahren ist bekannt, dass Morphinan-Alkaloide, wie Morphin und Codein, sich im Milchsaft (Latex) der Pflanze anreichern. Die biochemischen Daten zeigen, dass die Synthese der Alkaloide wahrscheinlich in unterschiedlichen Zelltypen stattfindet. Bisher konnte Morphin nur aus Gewebekulturen von *P. somniferum* mit intakten Latexzellen, nicht aber aus undifferenzierten Zellkulturen (ohne Latexzellen) gewonnen werden. Man vermutet daher, dass die Zelldifferenzierung bei der Akkumulation von Morphin eine große Rolle spielt. In dem Zusammenhang untersuchen wir sowohl die zellspezifische Lokalisation der beteiligten Enzyme als auch den Ort der Gentranskriptakkumulation. Für die folgenden Enzyme der Alkaloidbildung haben wir Immunlokalisationen durchgeführt:

- die (*R,S*)-3'-Hydroxy-*N*-Methylcoclaurin 4'-*O*-Methyltransferase (4'OMT), das zentrale Enzym für die Biosynthese der Alkaloide,
- das Berberinbrückenenzym (BBE) des Sanguinarin-Weges
- die (*R,S*)-Retikulin 7-*O*-Methyltransferase (7OMT) zur Bildung von Laudanosin,
- die Salutaridinol 7-*O*-Azetyltransferase (saIAT) und
- die Codeinonreduktase (COR), beide führen zu Morphin.

Die Latexzellen sind als spezialisierte sekretorische Zellen in den oberirdischen Pflanzenteilen stark miteinander vernetzt. Assoziiert mit den Leitbündeln kommen sie in allen Pflanzenteilen vor. Die Morphinanalkaloide Morphin, Codein und Thebain reichern sich besonders in den Vesikeln der Latexzellen an - und zwar sowohl in den Wurzeln als auch in den oberirdischen Pflanzenarealen. Das Benzo[c]Phenanthridin-Alkaloid Sanguinarin wurde hingegen nur im Wurzelgewebe gefunden.

Für die obengenannten Enzyme (4'OMT, 7OMT, BBE, SaIAT und COR) wurde die immunzytologische Lokalisierung in *P. somniferum* an Gewebeschnitten von Kapsel, Stamm und Wurzeln durchgeführt. Auf diese Weise konnten wir die räumliche Verteilung der Enzyme vor und nach einem zentralen Verzweigungspunkt der Synthese bestimmen. Zur Korrelation zwischen dem Ort der Gentranskription und der Enzymakkumulation erfolgte zusätzlich eine *in situ*-Lokalisierung für *7omt* und *cor1*. Demnach werden beide *O*-Methyltransferasen und die *O*-Azetyltransferase in der Kapsel und im

Stamm vorwiegend in den Parenchymzellen der Leitbündel gebildet. Die Codeinonreduktase ist in den Latexzellen lokalisiert. In wachsenden Wurzelspitzen befinden sich die *O*-Methyltransferasen, die *O*-Azetyltransferase im Perizykel der Leitbündel. Das Berberinbrückenenzym wird in den Parenchymzellen der Wurzelrinde gebildet. Latexzellen wurden in wachsenden Wurzelspitzen nicht gefunden und damit auch keine Codeinonreduktase. Die Ergebnisse vermitteln ein kohärentes Bild über eine zellspezifische und räumlich verteilte Regulation der Alkaloidbiosynthese in Schlafmohn.

Die Biosynthese der verschiedenen Alkaloidgruppen in *P. somniferum* findet demnach in zwei Zelltypen statt: im frühen Stadium im Parenchym der Leitbündel und später, auf der Stufe von Salutaridinol-7-*O*-Azetat oder von Thebaine, in den Latexzellen. Sowohl der interzelluläre Transport der Intermediate als auch der intrazelluläre Transport der Endprodukte in die Vesikel könnten eine zusätzliche Rolle bei der Regulation der Morphinbiosynthese spielen, die es noch zu erforschen gilt.



AG Schlafmohn-Biotechnologie

Leiterin: Susanne Frick

Der Schlafmohn (*Papaver somniferum* L.) ist eine der ältesten kultivierten Arzneipflanzen und enthält über 80 verschiedene Tetrahydrobenzylisochinolin-Alkaloide. Viele Schlafmohn-Alkaloide sind von medizinischer Relevanz. Zu diesen zählen das analgetisch und narkotisch wirksame Morphin, das Antitussivum Codein, das Muskelrelaxans Papaverin, das Antitumormittel Noscapin und das antimikrobiell wirksame Sanguinarin. Nach der Entwicklung eines Transformationssystems wollen wir die Regulation und ökologische Funktion der Alkaloide in Schlafmohn aufklären. Für die Pharmaindustrie versuchen wir durch *Metabolic Engineering* den Gehalt an therapeutisch wichtigen Alkaloiden gezielt zu steigern. Alkaloidfreie Mohnsorten können von der Nahrungsmittelindustrie zur Produktion von Mohnsamenöl verwendet werden.

Um das Alkaloidprofil von Schlafmohn zu verändern, haben wir verschiedene cDNAs aus *Papaver somniferum* L. mit Hilfe von Agrobakterien als *sense*-, *antisense*- oder RNAinterferenz-Konstrukte in Explants transformiert. Diese cDNAs kodieren für Enzyme aus der Retikulin-, Morphin- und Sanguinarinbiosynthese. Nach der Regeneration von Pflanzen werden die Alkaloide im Milchsaft, in Blättern und in Wurzeln mittels HPLC und LC-MS qualitativ und quantitativ verifiziert. Anschließend wird die Vererbbarkeit des ermittelten Alkaloidprofils überprüft.

Im letzten Jahr konnten mit der *antisense*-Expression der cDNA des Berberinbrückenzyklus (BBE) erstmals transgene Mohnpflanzen mit einem veränderten Alkaloidprofil erzeugt werden. Das Muster dieses Alkaloidprofils wurde an die T₂-Nachkommen vererbt. Die Überexpression bzw. die *antisense*-Expression der cDNA der (*S*)-*N*-Methylcoclaurin-3'-Hydroxylase (CYP80B1) in Mohn führte zu Pflanzen mit veränderten Alkaloidkonzentrationen.

Die Erhöhung bzw. Verringerung der Alkaloidkonzentration war in diesen Zelllinien bis in die F₃-Generation nachweisbar. Im Gegensatz dazu führte die Überexpression der cDNA der NADPH-Cytochrom-P450-Oxidoreduktase (CPR) in Schlafmohn zu keiner vererbaren Erhöhung der Alkaloidkonzentration. Momentan erfolgt die molekularbiologische Analyse der CYP80B1- bzw. CPR-Pflanzen. Da mit den *antisense*-Konstrukten keine vollständige Suppression der Alkaloide erzielt werden konnte, haben wir im letzten Jahr begonnen, Schlafmohn mit RNAi-Konstrukten zu transformieren. Wir konnten für verschiedene Konstrukte T₀-Pflanzen regenerieren. Diese werden gegenwärtig analysiert.

Parallel wurde mit der Isolation von endogenen Promotoren der Benzylisochinolinbiosynthese-Gene begonnen. Promotor/Reporter-Konstrukte sollen unsere Kenntnisse über die zell- und gewebespezifische Expression der Benzylisochinolinbiosynthese-Gene erweitern.

Mitarbeiter

Kathleen Gutezeit
Technische Assistentin

Stefanie Haase
Doktorandin

Elke Hillert
Technische Assistentin

Katja Kempe
Doktorandin

Heike Riegler
Diplomandin



AG Jasmonatwirkungsweise

Leiter: Claus Wasternack & Otto Miersch

Mitarbeiter

Carolin Delker
Doktorandin

Conrad Dorer
Diplomand

Yvonne Freyer
Diplomandin

Jana Neumerkel
Doktorandin

Birgit Ortel
Technische Assistentin

Silke Pienkny
Diplomandin

Kathrin Rehagel
Diplomandin

Irene Stenzel
Postdoktorandin

Carola Uhlig
Technische Assistentin

Sabine Vorkefeld
Technische Assistentin

Jasmonate (JA) sind Phytohormone, die für viele Pflanzen als Signal der Abwehr von biotischem und abiotischem Stress bekannt wurden. Die Analyse der Jasmonatwirkungsweise konzentriert sich mittels transgener Ansätze auf die Ausschaltung und Anschaltung der Jasmonatbiosynthese. Diese Jasmonatmodulation *in planta* wird konstitutiv, induziert und gewebsspezifisch durchgeführt. Objekte sind Tomate und Arabidopsis. Es wird eine mechanistische Analyse der Wirkungsweise von Jasmonat als Signal in pflanzlichen Abwehrreaktionen und Entwicklungsprozessen angestrebt. Dabei ist die Rolle von Jasmonaten in der Blütenentwicklung einschließlich dem Blühzeitpunkt in den Vordergrund gerückt.

Die Rolle der Jasmonat-Biosynthese, insbesondere der Allenoxydyclase (AOC), in der Wundsignaltransduktion wurde in transgenen Tomatenpflanzen mit erhöhter und verminderter Jasmonatbildung sowie in Mutanten der Jasmonatbildung und Signaltransduktion untersucht. Dabei konnte das Konzept der Amplifikation in der Wundsignaltransduktion durch AOC und JA vertieft und auf lokale und systemische Reaktionen der Pflanze übertragen werden. Durch transgene Pflanzen mit dem AOC-Promoter vor einem Reportergen konnten Aussagen zur zell- und gewebsspezifischen Aktivierung der JA-Biosynthese in verschiedenen Entwicklungsstadien getroffen werden. Es wurden neue Zusammenhänge zwischen JA und der Keimlingsentwicklung aufgezeigt. Dabei wurde eine differenzierte JA-Funktion in Arabidopsis und Tomate deutlich. In der Tomatenblüte konnten wir ein organspezifisches JA- und Oxylinprofil (Kooperation mit Ivo Feussner, Universität Göttingen) nachweisen, dessen Zusammenhang zum Genexpressionsmuster untersucht wird. Mit der Analyse von Vorwissen und Wirkungsweise eines JA-Metaboliten, 12-Hydroxyjasmonat, wurde gezeigt, dass diese Verbindung ein Signal der Blütenentwicklung tagneutraler Pflanzen und des Blühzeitpunktes photoperiodisch abhängiger Pflanzen sein kann (Kooperation mit Luc Varin, Concordia Universität, Montreal, Kanada).

In Arabidopsis wird die AOC durch vier Gene kodiert, so dass die Frage besteht,

ob die vier AOCs spezifische Funktionen haben oder redundant wirksam sind. Durch Knockout-Mutanten, RNAi-Ansätze und Analyse von AOC-Promotor-Reporter-Linien für alle vier AOCs konnte die nichtredundante Funktion gezeigt und neue Eigenschaften zur Rolle von Jasmonaten in der Entwicklung wahrscheinlich gemacht werden. So spricht die gewebsspezifische Promotoraktivität in der Blütenentwicklung für eine räumlich und zeitlich regulierte Bereitstellung des Signals und dokumentiert mit weiteren Untersuchungen die hohe Plastizität der Pflanzen in der Bildung und Nutzung des Stress- und Entwicklungssignals Jasmonat.

In einem Projekt mit der Probiodrug GmbH sind pflanzliche Homologe der Glutaminylcyclase gefunden worden. Dieses Enzym bildet in Peptiden und Proteinen N-terminales Pyroglutamat und trägt so in tierischen Systemen zur Funktionalisierung von Hormonen bei.

In den Arbeitsfeldern *Tomate* und *Arabidopsis* gibt es nationale und internationale Kooperationen. Das langjährige Know-how der Arbeitsgruppe JA-Analytik ist dabei gefragt. Hierzu wird die Analytik der Jasmonate durch chemisch-synthetische Arbeiten vorangetrieben. Die Kombination molekularbiologischer Funktionsanalyse mit JA-Analytik ist ein Charakteristikum der Arbeitsgruppe.



AG Papaver Genexpressionsanalyse

Leiter: Jörg Ziegler

Die Benzylisochinolin-Alkaloide weisen mit circa 2.500 bekannten Strukturen eine große strukturelle Diversität auf, wie z.B. das Betäubungsmittel Morphin oder das antibakteriell wirksame Sanguinarin. Die Benzylisochinoline kommen art- und varietätsspezifisch hauptsächlich in der Familie der Papaveraceen vor. Die Biosynthese verläuft bis zum zentralen Intermediat (*S*)-Retikulin für alle monomeren Benzylisochinoline gleich und ist auf enzymatischer und molekularbiologischer Ebene zum großen Teil bekannt. Im Gegensatz dazu weiß man über alle nachfolgenden Syntheseschritte, die zu der charakteristischen Diversität der Wirkstoffe führen, noch recht wenig. Über die Korrelation von Genexpressionmustern mit art- und varietätsspezifisch auftretenden Alkaloidprofilen innerhalb der Papaveroidae sollen weitere cDNAs erhalten werden, denen eine Rolle im Benzylisochinolinstoffwechselweg zugewiesen werden kann.

Zur Untersuchung der Genexpression einzelner Mohnpflanzen wurde die Mikroarraytechnik etabliert. Zur Herstellung der Arrays werden cDNAs verwendet, die aus EST-Sequenzierprojekten stammen. Mit der Sequenzierung von ca. 3.700 cDNA-Klonen einer cDNA-Bibliothek aus dem Stängel und den Sämlingen des Schlafmohns erhielten wir 2.000 verschiedene Sequenzen. 50 Prozent dieser Sequenzen konnte über Datenbankvergleich keine Funktion zugeordnet werden; sechs der untersuchten Sequenzen wiesen jedoch Funktionen im Benzylisochinolinstoffwechsel auf. Durch Genexpressionsanalysen aller EST's und deren Korrelation mit den Alkaloidprofilen von bislang neun Mohnarten bzw. Varietäten, konnte die Anzahl der cDNA's, die an der Ausprägung des für Schlafmohn typischen Alkaloidprofils beteiligt sein könnten, auf elf reduziert werden. Einer dieser cDNAs konnte nach Überexpression und Funktionsanalyse eine Rolle im Benzylisochinolinstoffwechsel zugeordnet werden. Die Aufklärung der Funktion der anderen cDNAs ist derzeit in Bearbeitung.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Untersuchung der Funktion von cDNAs, die aufgrund ihrer Sequenzhomologie am Benzylisochinolinstoffwechsel beteiligt sein könnten. Eine der wichtigsten Reaktionen in der Benzylisochinolinbiosynthese ist die P-450 abhängige Hydroxylierung des Benzylisochinolingrundgerüsts, die zu der großen strukturellen Vielfalt dieser Substanzgruppe führt. Es liegen mehrere Vollängklone für P450-Monooxygenasen vor, die auf ihre Substratspezifität untersucht werden.

Aus jüngsten Untersuchungen ist bekannt, dass die Benzylisochinoline zwischen verschiedenen Zelltypen transportiert werden müssen. Die Proteinfamilie der ABC-Transporter ist an diesen Transportprozessen beteiligt. Aus den EST-Projekten erhielten wir zehn Sequenzen, die für diese Proteine kodieren. Einzelne dieser ABC-Transporter werden zur Zeit in ihrer vollen Länge isoliert und nachfolgend auf ihre Transporteigenschaften untersucht.

Mitarbeiter

Andreas Gesell
Doktorand

Susan Voigtländer
Diplomandin

Silvia Wegener
Technische Assistentin



Publikationen

Bücking, H., Förster, H., Stenzel, I., Miersch O., & Hause, B. Applied jasmonates accumulate extracellularly in tomato, but intracellularly in barley. *FEBS Lett.* **562**, 45-50.

Frick, S., Chitty, J. A., Kramell, R., Schmidt, J., Allen, R. S., Larkin, P. J. & Kutchan, T. M. Trans-formation of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) with antisense berberine bridge enzyme 1 (*anti-bbe1*) via somatic embryogenesis results in an altered ratio of alkaloids in latex but not in roots. *Transgenic Res.* **13** (6), 607-613.

Groß, N., Wasternack, C. & Köck, M. Wound induced *RNaseLE* expression is jasmonate and systemin independent and occurs only locally in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Lukullus). *Phytochemistry*, **65**, 1343-1350.

Halitschke, R., Ziegler, J., Keinänen, M. & Baldwin, I. T. Silencing of hydroperoxide lyase and allene oxide synthase reveals substrate and defense signaling crosstalk in *Nicotiana attenuata*. *Plant J.* **40**, 35-46.

Köck, M., Groß, N., Stenzel, I., & Hause, G. Phloem-specific expression of the wound-inducible ribonuclease LE from tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Lukullus). *Planta*. **219**, 233-242.

Ma, X.-Y., Koepke, J., Fritzsche, G., Diem, R., Kutchan, T. M., Michel, H. & Stöckigt, I. Crystallization and preliminary X-ray crystallographic analysis of strictosidine synthase from *Rauwolfia* - the first member of a novel enzyme family. *Biochim. Biophys. Acta* **1702**, 121-124.

Maucher, H., Stenzel, I., Miersch, O., Stein, N., Prasad, M., Zierold, U., Schweizer, P., Dorer, C., Hause, B. & Wasternack, C. The allene oxide cyclase of barley (*Hordeum vulgare* L.) - cloning and organ-specific expression. *Phytochemistry* **65**, 801-811.

Miersch, O., Weichert, H., Stenzel, I., Hause, B., Maucher, H., Feussner, I. & Wasternack, C. Constitutive overexpression of allene oxide cyclase in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Lukullus) elevates levels of jasmonates and octadecanoids in flower organs but not in leaves. *Phytochemistry* **65**, 847-856.

Millgate, A. G., Pogson, B. J., Wilson, I. W., Kutchan, T. M., Zenk, M. H., Gerlach, W. L., Fist, A. J. & Larkin, P. J. Morphine pathway block in top1 poppies. *Nature* **431**, 413-414.

Page, J. E., Hause, G., Raschke, M., Gao, W., Schmidt, J., Zenk, M. H. & Kutchan, T. M. Functional analysis of the final steps of the 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate (DXP) pathway to isoprenoids in plant using virus-induced gene silencing. *Plant Physiol.* **134**, 1401-1413.

Schüler, G., Mithöfer, A., Baldwin, I. T., Berger, S., Ebel, S., Santos, J. G., Herrmann, G., Hölscher, D., Kramell, R., Kutchan, T. M., Maucher, H., Schneider, B., Stenzel, I., Wasternack, C., & Boland, W. Coronalon: a powerful tool in plant stress physiology. *FEBS Lett.* **563**, 17-22.

Weid, M., Ziegler, J. & Kutchan, T. M. The roles of latex and the vascular bundle in morphine biosynthesis in the opium poppy, *Papaver somniferum*. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, **101**, 13957-13962.

Publikationen im Druck

Frick, S., Kramell, R., Larkin, P. J. & Kutchan, T. M. Studying morphine biosynthesis using transgenic opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Acta Hort.*

Frick, S., Kramell, R., Schmidt, J., Fist, A. J. & Kutchan, T. M. Comparative qualitative and quantitative determination of alkaloids in narcotic and condiment *Papaver somniferum* cultivars. *J. Nat. Prod.*

Gerhard, B., Fischer, K., Balkenhohl, T. J., Pohnert, G., Kühn, H., Wasternack, C. & Feussner, I. Lipoygenase-mediated metabolism of storage lipids in germinating sunflower cotyledons and beta-oxidation of (9Z, 11E, 13S)-13-hydroxy-octadeca-9, 11-dienoic acid by the cotyledonary glyoxysomes. *Planta*.

Kutchan, T. M. A role for intra and intercellular translocation in natural product biosynthesis. *Curr. Opin. Plant Biol.*

Kutchan, T. M. Predictive plant metabolic engineering - still full of surprises. *Trend Biotechnol.*

Ounaroon, A., Frick, S. & Kutchan T. M. Molecular genetic analysis of an O-methyltransferase of the opium poppy *Papaver somniferum*. *Acta Horticulturae*.

Rudus, I., Kepczynska, E. Kepczynski J., Wasternack C. & Miersch, O. Distinct changes in jasmonate and 12-oxophytodienoic acid content of *Medicago sativa* L. during somatic embryogenesis. *Acta Physiol. Plant.*

Wasternack, C. Jasmonates - Overview on biosynthesis and diversity in actions. In: *Jasmonates, Special Issue of J. Plant Growth Regulation* (Wasternack, C., ed.).

Ziegler, J., Diaz-Chávez, M. L., Kramell, R., Ammer, C., & Kutchan, T. M. Comparative macroarray analysis of morphine containing *Papaver somniferum* and eight morphine free *Papaver* species identifies an O-methyltransferase involved in benzylisoquinoline biosynthesis. *Planta*.

Ziegler, J. & Kutchan, T. M. Differential gene expression in *Papaver* species in comparison with alkaloid profiles. *Acta Horticulturae*.

Bücher und Buchkapitel

Wasternack, C. Jasmonates - Biosynthesis and role in stress responses and developmental processes. In *Programmed Cell Death and Related Processes in Plants*. (Nooden, L. D., ed.) Academic Press, New York, pp. 143-154.

Bücher und Buchkapitel im Druck

Kutchan, T. M., Frick, S. & Weid, M. Engineering plant alkaloid biosynthetic pathways - Progress and prospects. In: *Advances in Plant Biochemistry and Molecular Biology* (Lewis, N. & Nes, D. W., eds.) **Vol. I**, Bioengineering and Molecular Biology of Plant Pathways (Bohnert, H. J. & Nguyen, H. T., eds.) Elsevier Science Ltd., Oxford.

Wasternack, C. & Abel, S. Plant hormones. In: *Molecular Plant Physiology*. **Chapter 15**, (Sharma, R., ed.) Harward Press, Binghamton.



Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie

Leiter: Professor Ludger Wessjohann

Sekretärin: Elisabeth Kaydamov

Pflanzen und höhere Pilze sind ergiebige Quellen für Naturstoffe und Enzyme. Die Abteilung konzentriert sich auf die Isolierung, Charakterisierung, Modifizierung und Synthese dieser Inhaltsstoffe, um ihre Funktionen im natürlichen System zu verstehen und ihre Anwendung in anderen Bereichen zu erschließen. Die gewonnenen Erkenntnisse tragen beispielsweise dazu bei, Naturstoffe als Leitstrukturen für die Entwicklung neuer Wirkstoffe zu nutzen. Enzyme dienen als Katalysatoren für chemische Reaktionen oder sind Ziele für die Wirkstoffentwicklung. Ergänzt werden diese Projekte durch neue Methoden und *de novo*-Synthesen sowie kombinatorisch-chemische Arbeiten, die zu einer erhöhten strukturellen Variationsbreite chemischer Substanzen führen und so den Weg zur Anwendung in Medikamenten, Kosmetika, Chromatographie oder Pflanzenschutz bereiten. Die chemoinformatische Verarbeitung und das *Modelling* komplettieren die Untersuchungen, indem sie zum theoretischen Verständnis der untersuchten Substanzen und Phänomene beitragen.

Im Jahr 2004 konnten wir u. a. neue Erkenntnisse zur Funktion der wichtigen Aminosäure Selenocystein in Proteinen beisteuern. Dabei wurde eine neue katalytische Triade für eine bedeutende Enzymgruppe (Thioredoxin-Reduktase) identifiziert. Ferner konnte erstmals ein kombinatorischer Zugang zu Selenopeptoiden erschlossen werden. Macrocyclen gewannen weiter an Bedeutung. Natürliche macrocyclische Antibiotika komplexer Struktur konnten ohne Veränderung an die feste Phase gebunden, modifiziert und freigesetzt werden. Im Bereich der diversitätsorientierten Synthese gelang es, definierte Macrocyclen mit Molekulargewichten über 2000 g mol^{-1} mit bis zu 16 Bindungsverknüpfungen aus zwölf Bausteinen im Eintopfverfahren herzustellen. Dies ermöglicht zukünftig die schnelle Synthese von spezifischen Bindemolekülen für Erkennungsprozesse, die bei vielen Anwendungen wichtig sind. Im Bereich der Naturstoffisolierung gelang - neben vielen weiteren Entdeckungen - ein Einblick in die Evolution von Blütenölen, welche von einigen Pflanzen den Bestäubern statt Nektar oder Pollen angeboten werden. Einzelheiten finden sich in den Berichten der Arbeitsgruppen.

Großen Einfluß hatte 2004 die Einstellung von Professor Bernhard Westermann als zusätzlichen Arbeitsgruppenleiter Synthese (Nachfolge Brunhilde Voigt). Professor Westermanns Expertise überlappt sich in vielen Bereichen mit den bisherigen Themen der Arbeitsgruppe und bringt ergänzende Erfahrung im Bereich der Zuckerchemie ein. Mit der feierlichen Inbetriebnahme von Haus R gehören Zwischenlösungen, wie Arbeiten in Kellerlaboratorien und Serverräumen, und die beengte Situation der Arbeitsgruppe Isoprenoide der Vergangenheit an. Ebenso gelang es, die verbleibende zusätzliche Kapazität dank ausreichender Drittmittel und neuer Mitarbeiter umgehend zu füllen. Bei den Doktoranden gab es 2004 einen großen Umbruch. Mehrere Promotionen, wie zum Beispiel die Arbeit von Lars Seipold zum Thema Blütenöle, wurden abgeschlossen. Die "Umzugsdoktoranden" wichen der ersten reinen Hallenser Generation. Die Eingliederung der Paderborner Doktoranden und die erstmalige Aufnahme von zwei Auszubildenden für den Laborantenberuf erweiterten die Ausbildungsleistung der Abteilung erheblich.



Professor Bernhard Westermann
Neuer Leiter der Arbeitsgruppe
Synthese & Methodenentwicklung



AG Pflanzen- und Pilzinhaltsstoffe

Leiter: Norbert Arnold & Jürgen Schmidt

Mitarbeiter

Sanela Bacinovic

Diplomandin

Kanchana Dumri

Doktorandin

Katrin Franke

Postdoktorandin

Christine Kuhnt

Technische Assistentin

Monika Kummer

Technische Assistentin

Martina Lerbs

Technische Assistentin

Tilo Lübken

Doktorand

Khine Myint Myint

Doktorandin

Lars Seipold

Doktorand

Axel Teichert

Diplomand

Alexander Voss

Diplomand

Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit der Isolierung und Charakterisierung von Sekundärmetaboliten aus Pflanzen und Höheren Pilzen mit Hilfe moderner spektroskopischer Methoden, insbesondere der Massenspektrometrie. Die Stärken von Naturstoffen liegen in ihrer Wirksamkeit verbunden mit ihrer Umweltverträglichkeit. Über hunderttausende von Jahren hat die Evolution diese Substanzen optimiert. Dadurch eignen sie sich in besonderer Weise für eine Nutzbarmachung durch den Menschen in Medizin oder Landwirtschaft.

Blütenöle - Evolution, Analyse und biologische Bedeutung

Ziel des Projektes ist das bessere Verständnis von chemischer Zusammensetzung, Bildung und Entwicklung von Blütenölen. Mit Hilfe einer speziell entwickelten mikroanalytischen Methodik, die verschiedene massenspektrometrische Techniken [GC/EL-TOFMS und ESI-MS(MS)] einschließt, wurden Blütenöle aus sechs verschiedenen Pflanzenfamilien (Orchidaceae, Malpighiaceae, Krameriaceae, Iridaceae, Scrophulariaceae und Solanaceae) analysiert. Sowohl die Aspekte einer unabhängig voneinander erfolgten Entstehung von Ölblumen als auch ein möglicher Zusammenhang mit der Biosynthese von Pflanzenwachsen wurden aufgezeigt.

Sekundärmetaboliten aus Höheren Pilzen

Aus Pilzfruchtkörpern der Arten *Hygrosporus latitabundus*, *H. olivaceoalbus*, *H. personii* und *H. pustulatus* konnten 20 5-(Hydroxyalkyl)-2-cyclopentenon-Derivate (Hygrophorone) isoliert werden. Diese zeigten eine bemerkenswerte fungizide und bakterizide Wirkung. Aus *Hygrosporus eburneus* isolierten wir gleichfalls bioaktive Verbindungen. Es handelt sich dabei um Fettsäuren, die eine 4-Oxocrotonat-Teilstruktur aufweisen.

Die Pilzfruchtkörper von *Cortinarius bolaris* färben sich bei Berührung gelb. Hierfür verantwortlich ist wahrscheinlich ein neues Benzofuranglykosid, das aus gefriergetrockneten Proben isoliert werden konnte, wohingegen frische Fruchtkörper von *C. bolaris* eine neuartige gelbe Phthalimidverbindung enthalten.

HEATOS

HEATOS ist ein Arzneimittel zur Behandlung von Opiatentzugsproblemen und beruht auf der traditionellen vietnamesischen Medizin. In Zusammenarbeit mit unseren vietnamesischen Partnern wurden bis jetzt ca. 180 Substanzen aus acht Komponenten charakterisiert.

Inhaltsstoffe traditioneller Heilpflanzen Myanmars

Das Ziel dieses Projektes ist Aufklärung der wirksamen Inhaltsstoffe von traditionellen Heilpflanzen Myanmars. Aus *Streptocaulon tomentosum* sind z.T. neuartige Triterpenoide, Cardenolide und oleanartige Saponine isoliert worden. Manche Cardenolide zeigen eine bemerkenswerte antiproliferative Wirkung. Die unpolaren Extrakte von *Vitis repens* weisen eine fungizide Wirkung auf.

Mikroanalytik

In Zusammenarbeit mit der Universität Halle, dem Biozentrum und der Abteilung Naturstoffbiotechnologie des IPB wurden extensive massenspektrometrische Untersuchungen mittels LC-Electrospray-MS/MS und hochauflösender FT-ICR-MS von Alkaloiden des Morphinan- und Benzylisochinolintyps einschließlich ¹³C-markierter Derivate durchgeführt.

Tandem-massenspektrometrische Methoden und hochauflösende ESI-FT-ICR-MS wurden auch zu Strukturuntersuchungen von neuen Aminocumarin-Antibiotika (Kooperation mit der Universität Tübingen), Rifamycinderivaten und Polyketiden sowie für Profiling-Experimente eingesetzt.



AG Strukturanalytik & Computerchemie

Leiter: Wolfgang Brandt & Andrea Porzel

In der Arbeitsgruppe Strukturanalytik und Computerchemie werden strukturelle und mechanistische Aspekte der Natur- und Wirkstoffchemie mittels *Molecular Modelling*, Chemoinformatik, Optischer und NMR-Spektroskopie bearbeitet.

Optische Spektroskopie und NMR-Messungen wurden zur Unterstützung der chemisch-synthetisch und naturstoff-analytisch orientierten Arbeiten unserer und anderer Abteilungen des IPB eingesetzt. Insgesamt wurden circa 4500 Spektren aufgenommen.

Die cheminformatischen Arbeiten an einer Datenbank für zweidimensionale NMR-Spektren und an der hauseigenen substanzbasierten phytochemischen Datenbank "Phytobase" als Grundlage unserer Naturstoffisolierungsarbeiten wurden fortgesetzt. Die in Kooperation mit dem Institut für Informatik der Universität Halle entwickelte 2D-NMR-Datenbank konnten wir durch Werkzeuge zur Analyse von Mischungen vervollständigen. Die Naturstoffdatenbank *Phytobase* wurde mit mehreren Hundert chemischer Formeln von Naturstoffen ergänzt und bildet zunehmend die Grundlage eigener Daten. In enger Überlappung mit der Arbeitsgruppe Isoprenoide setzten wir die bioinformatischen Arbeiten und das *Homologie-Modelling* von Prenyltransferasen fort (Siehe auch Arbeitsgruppe *Isoprenoide*).

Analyse der funktionellen Rolle von Selenocystein-Thioredoxinreduktasen Auf Basis einer Röntgenstruktur von Ratten-Thioredoxinreduktase wurden Homologienmodelle menschlicher Thioredoxinreduktasen mit gedocktem Substrat Thioredoxin entwickelt. Anhand dieser Modelle postulierten wir die Ausbildung eines neuen Typs einer katalytischen Triade, bestehend aus Selenocystein (Sec), Histidin und Glutamat. Mittels DFT Berechnungen konnte gezeigt werden, dass die Ausbildung dieser Triade die Protonenübertragung vom Selenol auf ein Histidin

begünstigt und ein Selenolatanion stabilisiert, welches besonders effizient das Disulfid von Thioredoxin reduziert (**Abb.**). Diese Ergebnisse geben neue Einblicke in den Katalysemechanismus und erklären zum erstem Mal den Vorteil des Einbaus eines Selenocysteins statt eines Cysteins in das Protein.

Chemoinformatische Analysen von Makrocyclen in Naturstoffen.

Es wurde eine Datenbank von mehr als 120.000 Naturstoffen erstellt und analysiert. Zugleich erfolgte eine Klassifizierung aller Makrocyclen (mehr als 13 unverbrückte Ringatome) enthaltenden Verbindungen nach der Ringgröße, dem Molekulargewicht und der Häufigkeit gemeinsamer struktureller Motive.

Homologie-Modelling einer UDP-Glucose abhängigen Betanidin 5-O-glucosyltransferase von *Dorotheanthus bellidiformis* und Analyse des Katalysemechanismus.

Es wurde ein dreidimensionales Modell dieser Glucosyltransferase entwickelt und das katalytisch aktive Zentrum identifiziert. Das Modell wird durch eine Reihe von ortsspezifischen Mutationen, die in der Abteilung Sekundärstoffwechsel durchgeführt wurden, unterstützt. Semiempirische Berechnungen führen zu einer neuartigen Erklärung (S_N1 statt S_N2 -Reaktion) der beobachteten Inversion der Konfiguration des Zuckers während der Katalyse.

Mitarbeiter

Susanne Aust

Gastwissenschaftlerin

Monika Bögel

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Lars Bräuer

Doktorand

Frank Broda

Systemadministrator

Stephanie Gulde

Diplomandin

Annett Siebenhüner

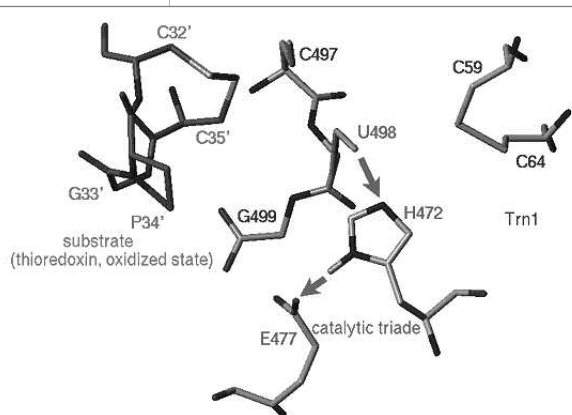
Diplomandin

Maritta Süße

Technische Assistentin

Bianca Wachsmuth

Diplomandin



Das katalytisch aktive Zentrum der humanen Thioredoxinreduktase im Komplex mit dem Substrat Thioredoxin. Die Pfeile zeigen die Protonenübertragungen innerhalb der katalytischen Triade (U = Selenocystein).



AG Isoprenoide

Leiter: Ludger Wessjohann

Mitarbeiter

Michael Fulhorst

Doktorand

Gudrun Hahn

Technische Assistentin

Heike Wilhelm

Postdoktorandin

Svetlana Zakharova

Postdoktorandin

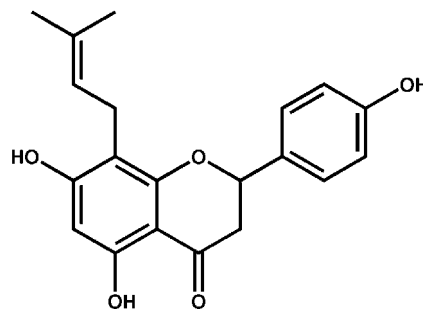
Die Arbeitsgruppe Isoprenoide beschäftigt sich mit der Synthese und Biosynthese von Substanzen mit Prenyleinheiten, also neben linearen Isoprenoiden auch mit Terpenoiden, Steroiden und Konjugaten die isoprenoide Strukturelemente enthalten. Ein besonderer Schwerpunkt gilt den Enzymen, die isoprenoide Bausteine verarbeiten. Die enzymatischen Untersuchungen erfordern die Synthese von Substraten, Markern und Inhibitoren und, zum Verständnis der Proteinfunktionen, *Modelling* und Bioinformatik. Im Bereich der Synthese stellen die vielen säurelabilen Gruppen isoprenoider Verbindungen eine besondere Herausforderung dar.

Die ubiA-Prenyltransferase (aus *E. coli*) ist ein Schlüsselenzym der Ubichinonbiosynthese und damit der aeroben Energieversorgung der Zelle. Es ist membrangebunden und erwies sich als schwer zugänglich für Mutagenesestudien. Dagegen gelang es erstmals, geeignete Inhibitoren durch Diphosphatmimetika zu erzeugen. Es wurde dabei der seltsame Effekt einer initialen Aktivierung gefunden, dem erst nachgeschaltet eine Inhibitorwirkung entgegensteht. Dieser Effekt beruht auf einem komplexen Gleichgewicht zwischen den Substraten, Magnesiumionen, der Membran und dem Enzym. Modelluntersuchungen und quantenmechanische Be-

rechnungen an ubiA-Prenyltransferase wurden abgeschlossen. Es wurde mit der Modellierung einer Reihe weiterer Prenyltransferasen begonnen, wobei sich herausstellte, dass diese teilweise (einer) anderen Klasse(n) angehören.

In Kooperation gelang es, das Muster der Tocotrienolsynthese in mehreren Pflanzen zu erkunden, insbesondere in Weinsamen.

Im Bereich der Hopfeninhaltsstoffe gelang es, aus industriell zugänglichen, günstigen Chalkonen selektiv hochwertige Flavonoide zu erzeugen, die als Phytoöstrogene für die Medizinalchemie bedeutend sind.



8-Prenylnaringenin (8-PN)

Prenylnaringenin (8 PN) ist ein starkes Phytoöstrogen aus Hopfen.



AG Synthese & Methodenentwicklung

Leiter: Ludger Wessjohann & Bernhard Westermann

Um die Vielzahl biologischer Interaktionen zu steuern, bedient sich die Natur einer Fülle niedermolekularer Substanzen. Die dabei auftretende Komplexität ist unübertroffen, eine direkte Nutzung scheitert aber oft an der Verfügbarkeit. Die Synthese von Naturstoffen, naturstoffähnlichen Molekülen und artifiziellen Variationen eröffnet den Zugang zu ausreichenden Substanzmengen und Derivaten zum Erproben von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen. Dieser target-orientierte Ansatz wird in jüngster Zeit zunehmend durch einen diversitäts-orientierten Ansatz ergänzt, der die Abdeckung des chemischen Raumes durch eine große Zahl strukturell verschiedener Verbindungen zum Ziel hat. Dazu sind Reaktionen erforderlich, die rasch zur Erhöhung der molekularen Komplexität führen, und die durch gezielte Methodenentwicklung für diese Zwecke zu optimieren sind. Früher wurden überwiegend kleine "flache" Ringe für diesen Ansatz gewählt, oft mit limitierten Erfolgen. In letzter Zeit werden dagegen zunehmend makrocyclische Substanzen für die Evaluierung biologischer Fragestellungen wichtig, da sie es erlauben, das Wechselspiel zwischen Rigidität und Flexibilität, Hydrophilie und Lipophilie zu beherrschen.

Target-orientierte Synthese:

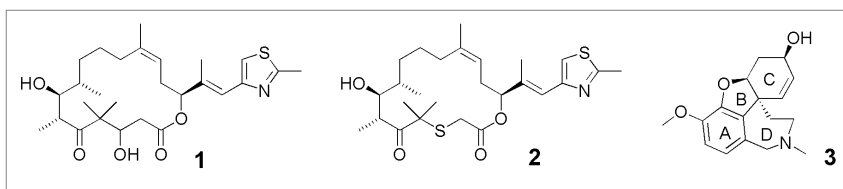
Bei der target-orientierten Synthese stehen weiterhin Epothilonderivate (1) und zusätzlich Galanthamin (2) im Fokus. Epothilone zeigen sehr verheißungsvolle Aktivitäten gegen Tumorzellen, auch gegen bereits multiresistente Zelllinien. Ein Derivat befindet sich bereits in der klinischen Phase III. In Kooperation mit der Abteilung Sekundärstoffwechsel konnte die Wirkung der Epothilone auf Pflanzenzellen untersucht werden. Gezielte Diversifikationen durch Einbringen von Heteroatomen (hier Schwefel) im Makrocyclus (3) zeigen sehr deutlich, dass sich die Eigenschaften des Naturstoffes nachhaltig verbessern lassen. Um die erfolgreiche Realisierung der Synthese zu bewerkstelligen waren intelligente Methodenentwicklungen notwendig.

Galanthamin stammt aus dem kaukasischen Schneeglöckchen und wird als Therapeutikum gegen die Alzheimer'sche Demenz eingesetzt. Im Zuge der erhöhten Lebenserwartung schreitet bei vielen Menschen eine geistige Retardierung voran, die bislang nur sehr ungenügend behandelt werden kann.

Galanthamin gilt als ein Therapeutikum der zweiten Generation und ist bereits in mehreren Ländern Europas zugelassen. Auch hier steht neben der Totalsynthese die gezielte Modifikation zur Verbesserung der Eigenschaften im Mittelpunkt.

Diversitäts-orientierte Synthese:

In diesem Schwerpunkt der Arbeitsgruppe werden durch Multikomponentenreaktionen bevorzugt makrocyclische Systeme in einer sehr kurzen und ressourcenschonenden (atomökonomischen) Synthese hergestellt. Um die in der Einleitung skizzierten Eigenschaftsprofile zu erhalten, werden Steroide, Biarylether und Kohlenhydrateinheiten inkorporiert. Durch den geeigneten Einsatz bifunktioneller Einheiten in Multikomponentenreaktionen sowie eine Kombination aus Olefin-Metathese und Cycloadition werden komplexe naturstoff-ähnliche Produkte in hohen Ausbeuten und wenigen Schritten hergestellt. Die Methodik läßt sich auf die schnelle Synthese von Substanzbibliotheken von Zuckerassoziaten und selenocysteinhaltigen Peptoiden ausdehnen. Die biologische Evaluierung steht noch aus.



Mitarbeiter

Muhammad Abbas
Postdoktorand

John Bethge
Postdoktorand

Tran Van Chien
Doktorand

Marco Dessoy
Postdoktorand

Viktor Dick
Doktorand

Simon Dörner
Doktorand

Tobias Dräger
Doktorand

Uwe Eichelberger
Postdoktorand

Daniel Garcia-Rivera
Doktorand

Gergely Gulyas
Doktorand

Alexander Gutsche
Diplomand

Nicole Hünecke
Auszubildende

Oliver Kreye
Doktorand

Christiane Neuhaus
Doktorandin

Eelco Ruijter
Doktorand

Angela Schaks
Technische Assistentin

Gisela Schmidt
Technische Assistentin

Alex Schneider
Doktorand

Henri Schrekker
Doktorand

Roman Weber
Doktorand

Tran Thi Phuong Thao
Doktorandin

Katharina Wolf
Auszubildende

Mingzhao Zhu
Doktorand



Publikationen 2004

Publikationen

- Bräuer, L., Brandt, W. & Wessjohann, L. A. Modeling of the *E. coli* - 4-hydroxybenzoic acid oligoprenyl-transferase (*ubiA*-transferase) and characterization of potential active sites. *J. Mol. Model.* **10**, 317-327.
- Brandt, W., Dessoy, M. A., Fulhorst, M., Gao, W., Zenk, M. H. & Wessjohann, L. A. A proposed mechanism for the reductive ring opening of the cyclodiphosphate MECP, a crucial transformation in the new DXP/MEP-pathway to isoprenoids based on modeling studies and feeding experiments. *ChemBioChem* **5**, 311-323.
- Franke, K., Nasher, A. K. & Schmidt, J. Constituents of *Jatropha unicostata*. *Biochem. Syst. Ecol.* **32**, 219-220.
- Frick, S., Chitty, J. A., Kramell, R., Schmidt, J., Allen, R. S., Larkin, P. J. & Kutchan, T. M. Transformation of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) with *antisense* berberine bridge enzyme gene (*anti-bbe*) via somatic embryogenesis results in an altered ratio of alkaloids in latex but not in roots. *Transgenic Research* **13**, 607-613.
- Galm, U., Dessoy, M. A., Schmidt, J., Shu-Ming Li, Wessjohann, L. A. & Heide, L. *In vitro* and *in vivo* production of new aminocoumarins by a combined biochemical, genetic and synthetic approach. *Chemistry & Biology* **11**, 173-183.
- Hans, J., Brandt, W. & Vogt, T. Site-directed mutagenesis and protein 3D-homology modelling suggest a catalytic mechanism for UDP-glucose-dependent betanidin 5-O-glucosyltransferase from *Dorotheanthus bellidiformis*. *Plant J.* **39**, 319-333.
- Hirata, K., Poeaknapo, C., Schmidt, J. & Zenk, M. H. 1,2-Dehydroreticuline synthase, the branch point enzyme opening the morphinan biosynthetic pathway. *Phytochemistry* **65**, 1039-1046.
- Horvath, G., Wessjohann, L., Guisnez, Y., Biebaut, E., Caubergs, R. J. & Horemans, N. Seeds of grapes of *Vitis vinifera* var. *Alphonse Lavallée* (Royal) - a possible model tissue for studying tocotrienol biosynthesis. *Acta Hort.* **652**, 415-424.
- Huneck, S., Feige, G. B. & Schmidt, J. Chemie von *Cladonia furcata* und *Cladonia rangiformis*. *Herzogia* **17**, 51-58.
- Krelaus, R. & Westermann, B. Preparation of peptide-like bicyclic lactams via a sequential Ugi reaction-olefin metathesis approach. *Tetrahedron Lett.* **45**, 5987-5990.
- Lübken, T., Schmidt, J., Porzel, A., Arnold, N. & Wessjohann, L. Hygrophorones A-G: Fungicidal cyclopentenones from Hygrophorus species (Basidiomycetes). *Phytochemistry* **65**, 1061-1071.
- Micskei, K., Hajdu, C., Wessjohann, L., Merics, L., Kiss-Szikszai, A. & Patonay, T. Enantioselective reduction of prochiral ketones by chromium(II) amino acid complexes. *Tetrahedron: Asymm.* **15**, 1735-1744.
- Myint Myint Khine, Franke, K., Arnold, N., Porzel, A., Schmidt, J. & Wessjohann, L. A new cardenolide from the roots of *Streptocaulon tomentosum*. *Fitoterapia* **75**, 779-781.
- Nguyen Thi Hoang Anh, Tran Van Sung & Wessjohann, L. Further constituents from *Ophiopogon japonicus*. *Vietnam. J. Chem.* **42**, 261 - 264.
- Page, J., Hause, G., Wenyun Gao, Raschke, M., Schmidt, J., Zenk, M. H. & Kutchan, T. M. Functional analysis of the final steps of the 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate (DXP) pathway to isoprenoids in plants using virus-induced gene silencing. *Plant Physiol.* **134**, 1401-1413.
- Poeaknapo, C., Fisinger, U., Zenk, M. H. & Schmidt, J. Evaluation of the mass spectrometric fragmentation of codeine and morphine after ¹³C-isotope biosynthetic labeling. *Phytochemistry* **65**, 1413-1420.
- Poeaknapo, C., Schmidt, J., Brandsch, M., Dräger, B. & Zenk, M. H. Endogenous formation of morphine in human cells. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, **101**, 14091-14096.
- Scheid, G., Kuit, W., Ruijter, E., Orru, R. V. A., Henke, E., Bornscheuer, U. & Wessjohann, L. A new route to protected acylolins and their enzymatic resolution with lipases. *Eur. J. Org. Chem.* **5**, 1063-1074.
- Scheid, G., Ruijter, E., Konarzycka-Bessler, M., Bornscheuer, U. T. & Wessjohann, L. Synthesis and resolution of a key building block for epothilones: A comparison of asymmetric synthesis, chemical and enzymatic resolution. *Tetrahedron Asymm.* **15**, 2861-2869.
- Schneider, P. H., Schrekker, H. S., Silveira, C. C., Wessjohann, L. A. & Braga, A. L. First generation of cysteine- and methionine-derived oxazolidine and thiazolidine ligands for palladium-catalyzed asymmetric allylations. *Eur. J. Org. Chem.* **12**, 2715-2722.
- Schrekker, H. S., Micskei, K., Hajdu, C., Patonay, T., de Bolster, M. W. G. & Wessjohann, L. A. Involvement of an oxidation-reduction equilibrium in chromium-mediated enantioselective Nozaki-Hiyama reactions. *Adv. Synth. Catal.* **346**, 731-736.
- Seipold, L., Gerlach, G. & Wessjohann, L. A new type of floral oil from *Malpighia cocco-gera* (Malpighiaceae) and chemical considerations on the evolution of oil flowers. *Chemistry & Biodiversity* **1**, 1519-1528.
- Trinh Thi Thuy, Kamperdick, C., Pham Thy Ninh, Trinh Phuong Lien, Tran Thi Phuong Thao & Tran Van Sung. Immunosuppressive auronol glycosides from *Artocarpus tonkinensis*. *Die Pharmazie* **59**, 297-300.
- Trinh Thi Thuy, Tran Van Sung & Adam, G. Study on chemical constituents of Vietnamese *Micromelum hirsutum*. *Vietnam. J. Chem.* **42**, 177-181.
- von Roepenack-Lahaye, E., Degenkolb, T., Zerjeski, M., Franz, M., Roth, U., Wessjohann, L., Schmidt, J., Scheel, D. & Clemens, S. Profiling of Arabidopsis secondary metabolites by capillary liquid chromatography coupled to electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Plant Physiol.* **134**, 548-559.
- Wessjohann, L., Wild, H. & Schrekker, H. Chromium-mediated aldol and homoaldol reactions on solid support directed towards an iterative polyol strategy. *Tetrahedron Lett.* **45**, 9073-9078.
- Westermann, B., Diedrichs, N., Krelaus, R., Walter, A. & Gedrath, I. Diastereoselective synthesis of homologous bicyclic lactams-potential building blocks for peptide mimics. *Tetrahedron Lett.* **45**, 5983-5986.
- Zakharova, S., Fulhorst, M., Luczak, L. & Wessjohann, L. A. Synthesis, inhibitory and activation properties of prenyldiphosphate mimics for aromatic prenylations with *ubiA*-prenyl transferase. *Arkivoc* **13**, 79-96.



Zhu, M., Ruijter, E. & Wessjohann, L. New scavenger resin for the reversible linking and monoprotection of functionalized aromatic aldehydes. *Org. Lett.* **6**, 3921-3924.

Bücher und Buchkapitel

Huneck, S., Lumbsch, H. T., Porzel, A. & Schmidt, J. Die Verteilung von Flechteninhaltsstoffen in *Lecanora muralis* und *Lecidea inops* und die Abhängigkeit der Usninsäure-Konzentration vom Substrat und von den Jahreszeiten bei *Lecanora muralis*. In: *Contributions to Lichenology. Festschrift in Honour of Hannes Hertel* (Döbbeler, P. & Rambold, G., eds.) *Bibl. Lichenol.* **88**, 211-221.

Lendeckel, U., Bukowska, A., Lättig, J. H. & Brandt, W. Alanyl-Aminopeptidase in Human T Cells: Structure and Function. In: *Aminopeptidases in Biology and Disease* (Hopper, N. M. & Lendeckel, U., eds.) Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp 210-227.

Publikationen im Druck

Abbas, M., Neuhaus, C., Krebs, B. & Westermann, B. Synthesis of γ -amino acids via catalytic asymmetric Homo-Mannich reactions. *Synlett*.

Braga, A. L., Alves, E. F., Silveira, C. C., Zeni, G., Appelt, H. R. & Wessjohann, L. A. A new cysteine derived ligand as catalyst for the

addition of diethylzinc to aldehydes: The importance of a "free" sulfide site for enantioselectivity. *Synthesis*.

Braga, A. L., Lüdtke, D. S., Wessjohann, L. A., Paixão, M. V. & Schneider, P. H. A chiral disulfide derived from (R)-cysteine in the enantioselective addition of diethylzinc to aldehydes: Loading effect and asymmetric amplification. *Synthesis*.

Brandt, W. & Wessjohann, L. A. The functional role of selenocysteine (Sec) in the catalysis mechanism of large thioredoxin reductases: Proposition of a swapping catalytic triad including a Sec-His-Glu state. *ChemBioChem*.

Nguyen Thi Hong Van, Nguyen Thi Hoang Anh, Tran Van Sung, Franke, K. & Wessjohann, L. Stilbene ferulic acid and its derivatives from the roots of *Angelica sinensis*. *Vietnam. J. Chem.* **42**.

Rodrigues, O. E. D., Perottoni, J., Paixao, M. W., Zeni, G., Lobato, L. P., Braga, A. L., Rocha, J. B. T. & Emanuelli, T. Renal and hepatic ALA-D activity and selected oxidative stress parameters of rats exposed to inorganic mercury and organoselenium compounds. *Fd. Chem. Toxic.* **42**, 17-28.

Ruijter, E., Schültingkemper, H. & Wessjohann, L. A. Highly substituted tetrahydropyrone from hetero-diels-alder reactions of 2-alkenals with stereochemical induction

from chiral dienes. *J. Org. Chem.*

Teichert, A., Lübken, T., Schmidt, J., Porzel, A., Arnold, N. & Wessjohann, L. Unusual bioactive 4-oxo-2-alkenoic fatty acids from *Hygrophorus eburneus*. *Z. Naturforsch. B.*

Wessjohann, L. A. & Ruijter, E. Macrocycles rapidly produced by multiple multicomponent reactions including bifunctional building blocks (MiBs). *Molecular Diversity*.

Wessjohann, L. A., Ruijter, E., Garcia-Rivera, D. & Brandt, W. What can a chemist learn from nature's macrocycles? - A brief, conceptual view. *Molecular Diversity*.

Bücher und Buchkapitel im Druck

Mrestani-Klaus, C., Faust, J., Golbik, R., Brandt, W., Wrenger, S., Reinhold, D. & Neubert, K. Detection of PPII-helix-like structural features in short proline-containing peptide inhibitors of the cell-surface protease dipeptidyl peptidase IV. In: *Peptides 2004 - Proceedings of the 3rd International and 28th European Peptid Symposium, Prag*.

Nuhn, P. & Wessjohann, L. A. *Naturstoffchemie - mikrobielle, pflanzliche und tierische Naturstoffe*. 4th edition, S. Hirzel Verlag, Stuttgart.

Wessjohann, L. A. & Ruijter, E. Strategies for total and diversity-oriented synthesis of Natural product (-like) macrocycles. In: *Top. Curr. Chem.* **Vol. 243** (J. H. Mulzer, ed.),



Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie

Leiter: Professor Dierk Scheel

Sekretärin: Ruth Laue bis März 2004, danach Susanne Berlin

Die pflanzliche Entwicklung ist, wenn auch genetisch determiniert, so doch in erheblichem Umfang durch biotische und abiotische Umweltfaktoren modulierbar. Dadurch ist gewährleistet, dass Entwicklungsprogramme an jeweilige Standortbedingungen angepasst beziehungsweise Schutz- und Abwehrreaktionen in Stresssituationen eingeleitet werden. Dies bietet bei der sessilen pflanzlichen Lebensweise einen Vorteil.

Die Grundlage dieser Prozesse bildet die Fähigkeit von Pflanzen, die entsprechenden Umweltfaktoren zu erkennen und über Signaltransduktionsprozesse in veränderte Genexpressionsmuster zu übersetzen. Die Untersuchung der molekularen Mechanismen dieser Vorgänge steht im Mittelpunkt der Arbeiten der Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie.

Bei den biotischen Umweltfaktoren konzentrieren sich die Arbeiten auf die Wechselwirkungen von Pathogenen mit Pflanzen, die für sie keine Wirtspflanzen darstellen. In diesen Fällen zeigt die Pflanze eine stabile Resistenz, die auf der Aktivierung einer aus vielen Komponenten bestehenden Abwehrreaktion beruht. Eine vergleichbare Resistenzreaktion können auch Wirtspflanzen nach Befall mit Pathogenrassen aktivieren, wenn sie über Resistenzgene verfügen, die komplementär zu Avirulenzgenen des angreifenden Pathogens sind. Mehrere Arbeitsgruppen der Abteilung untersuchen Erkennungs-, Signaltransduktions- und Genaktivierungsprozesse, die bei der Wechselwirkung von Pflanzen und Pathogenen eine Rolle spielen.

Unter den abiotischen Umweltfaktoren werden schwerpunktmäßig Metalle in ihrem Einfluß auf die pflanzliche Entwicklung untersucht. Die Arbeitsgruppe *Metallhomöostase* studiert am Beispiel einer Metallakkumulierenden Modellpflanze die Struktur und Funktion von Genen, die für die Toleranz dieser Pflanze gegenüber ansonsten toxischen Metallkonzentrationen verantwortlich sind.

Reaktionen von Pflanzen auf biotische und abiotische Umweltfaktoren drücken sich letztendlich in einem veränderten Muster von Proteinen und Metaboliten aus. Um diese Veränderungen detektieren zu können, wurden Methoden etabliert zur umfassenden Analyse von Proteinen und Sekundärmetaboliten mittels Massenspektrometrie. Diese Methoden werden darüber hinaus zur biochemischen Phänotypisierung von Mutanten verwendet.



AG Molekulare Kommunikation in Pflanze-Pathogen-Interaktionen

Leiter: Wolfgang Knogge

Eine Vielzahl phytopathogener Mikroorganismen besiedelt den relativ nährstoffarmen Interzellularraum ihrer Wirtspflanzen. Zur Optimierung ihrer Lebenssituation haben sie daher Strategien entwickelt, deren Ziel die Bereitstellung von Nährstoffen aus pflanzlichen Zellen ist. Um dies zu verhindern, mussten Pflanzen ihrerseits Mechanismen entwickeln, die ihnen die rechtzeitige Erkennung von Pathogenen als Voraussetzung für ihre Abwehr ermöglichen. An diesen Kommunikationsvorgängen sind membranständige oder intrazelluläre pflanzliche Rezeptoren beteiligt, die Ziel sezernierter Pathogenmoleküle sind, bei denen es sich häufig um Proteine handelt. Als Folge dieser Protein-Protein-Interaktionen kommt es dann entweder zur Umsteuerung des pflanzlichen Stoffwechsels zugunsten des Pathogens und damit zu Krankheitsentwicklung oder zur Induktion der pflanzlichen Abwehr und damit zur Expression pflanzlicher Resistenz.

Auf Pathogeneseite dienen Mutationsstrategien zur Identifizierung von Genen, deren Produkte an der für die Pathogenese relevanten Kommunikation beteiligt sind. So kann eine Inaktivierung dieser Gene zu vom Wildtyp abweichenden phänotypischen Veränderungen und eine detaillierte Analyse ihrer Proteinprodukte somit zur Aufklärung der betroffenen Prozesse führen. Eine alternative Strategie zielt auf die Identifizierung vom Pathogen sezernierter Proteine (*Sekretom*), da viele dieser Proteine vermutlich an der Interaktion mit dem Wirt beteiligt sind.

Rhynchosporium secalis, der Erreger einer Blattfleckenkrankheit verschiedener Gräser, ist insbesondere als Gerstepathogen von ökonomischer Bedeutung. An der Ausprägung der Krankheitssymptome sind kleine, vom Pilz sezernierte Proteine beteiligt. Einer dieser Virulenzfaktoren, NIP1, dient zudem bei Anwesenheit des Resistenzgens *Rrs1* in der Wirtspflanze als spezifisches Erkennungssignal und als Auslöser pflanzlicher Abwehrreaktionen. Mutageneseansätze haben darüber hinaus zur Identifizierung von Pilzgenen geführt, deren abgeleitete Produktfunktionen auf eine Rolle in unterschiedlichen Pathogeneseprozessen hindeuten. So könnte etwa ein Transkriptionsfaktor Pilzgene kontrollieren, die nur auf der Pflanze exprimiert werden.

Eine γ -Aminobuttersäure-/Aminosäure-Permease ist vermutlich an der pilzlichen Nährstoffaufnahme, ein P450-Protein an der Oxidation eines bisher unbekanntes Substrats beteiligt. Eines der Gene kodiert eine Histidin-Proteinkinase. Diese Enzyme sind Teil intrazellulärer Informationsprozessierungssysteme, die Signale aus der Umwelt mit spezifischen zellulären Anpassungsreaktionen verknüpfen. Über die unmittelbare Funktion der meisten dieser Enzyme ist wenig bekannt. Ihre große Zahl in phytopathogenen Pilzen könnte jedoch auf eine bedeutende Rolle bei der Adaptation an die jeweiligen Wirtspflanzen hinweisen. In diesem Zusammenhang stellt sich insbesondere die Frage nach Pflanzenfaktoren, die über diese Enzymsysteme die Pilzentwicklung beeinflussen könnten. Schließlich kodiert eines der Gene eine Intramembranprotease vom Rhomboid-Typus. Diese Enzyme katalysieren die Freisetzung extrazellulärer Signale aus Transmembranprotein-Vorstufen. Weder die Identität von Signal und Zielmolekül noch die Rolle der "regulierten Intramembranproteolyse" bei Pilz-Pflanze-Interaktionen sind bisher bekannt.

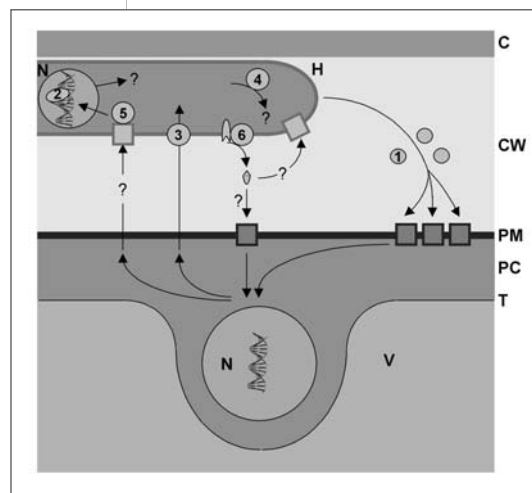
Mitarbeiter

Barbara Degner
Technische Assistentin

Claudia Mönchmeier
Diplomandin

Sylvia Siersleben
Doktorandin

Marina Wibe
Diplomandin



Schematische Darstellung der Kommunikation zwischen *R. secalis* und Gerste. (1) NIP1, NIP2, NIP3; (2) Transkriptionsfaktor; (3) Permease; (4) P450-Protein; (5) Histidin-Proteinkinase; (6) Intramembranprotease. (C) Cuticula, (CW) Zellwand, (H) Pilzhyphe, (N) Zellkern, (PC) pflanzliches Cytoplasma, (PM) Plasmalemma, (T) Tonoplast, (V) Vakuole.



AG Zelluläre Signaltransduktion

Leiter: Dierk Scheel & Justin Lee

Mitarbeiter

Gerit Bethke

Diplomandin

Mandy Birschwilks

Postdoktorandin

Jutta Elster

Technische Assistentin

Anja Halbauer

Diplomandin

Franziska Handmann

Doktorandin

Jan Heise

Postdoktorand

Nora Köster-Eiserfunke

Diplomandin

Sylvia Krüger

Technische Assistentin

Violetta Macioszek

Postdoktorandin

Kai Naumann

Postdoktorand

Anja Nickstadt

Doktorandin

Jason Rudd

Postdoktorand

Christel Rülke

Technische Assistentin

Rita Schlichting

Doktorandin

Claudia Spielau

Doktorandin

Christiane Unger

Diplomandin

Ivy Widjaja

Doktorandin

Die sessile Lebensweise von Pflanzen erfordert ein breites Spektrum von Abwehrmechanismen gegen Pathogene, Insekten und Parasiten. Der Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe liegt in der Analyse pflanzlicher Signaltransduktionsnetzwerke, die bei der Wechselwirkung von Pflanzen mit Pathogenen und dem pflanzlichen Parasiten *Cuscuta reflexa* eine Rolle spielen.

Bei der Nichtwirts-Resistenz der Petersilie gegen das Sojapathogen *Phytophthora sojae* fungiert eine von diesem Oomyceten sekretierte Transglutaminase als Erkennungssignal. Dabei bindet ein aus 13 Aminosäuren bestehendes Fragment (Pep-13) des Enzyms an einen Rezeptor in der Plasmamembran von Petersiliezellen und löst dadurch eine Signaltransduktions-Kaskade aus, die in der spezifischen Aktivierung von Abwehrgenen resultiert. Bekannte Elemente dieser Signaltransduktion sind Ionenkanäle der Plasmamembran, Proteinkinasen, Phospholipase C, Diacylglycerolkinase, eine NADPH-Oxidase und Jasmonat. Zusammen mit weiteren noch unbekannt Komponenten bilden diese Elemente ein komplexes rezeptorreguliertes Netzwerk, das zeitlich und räumlich strikt reguliert, eine aus vielen Bestandteilen bestehende Abwehrreaktion auslöst.

Im Mittelpunkt der Arbeiten stand die Übertragung der in Petersilie erzielten Ergebnisse auf die Modellpflanze *Arabidopsis thaliana*, wobei der Fokus auf Stress-responsive MAP-Kinase-Kaskaden und mit diesen funktionell assoziierte Proteine gelegt wurde. Behandlung von *A. thaliana* Blättern oder Zellkulturen mit generellen Elicitoren oder abiotischen Stressoren führt zur differentiellen Aktivierung von MAP-Kinase-Kaskaden. Für AtMPK3, 4, 6 und 11, die dabei von zentraler Bedeutung zu sein scheinen, wurden cDNAs generiert, Antipeptid-Antiseren erzeugt und Insertions-Knock-Out-Linien isoliert. Um zu untersuchen, ob die Elemente dieser Signalkaskaden in dynamischen Multipro-

teinkomplexen organisiert sind, werden diese Werkzeuge derzeit in Kombination mit der Hefe-Zweihybrid-Technologie und transgenen Pflanzen mit Tandem-Affinitäts-markierten Versionen Stress-responsiver MAP-Kinasen eingesetzt.

Zur Isolierung von MAP-Kinase-Substraten wurde eine konstitutiv-aktive Version von PcMKK5 heterolog in *A. thaliana* exprimiert, was zur Phosphorylierung und Aktivierung der MAP-Kinasen AtMPK3 und 6 führte. Dieses experimentelle System wurde zur Etablierung der Methoden zur Anreicherung von Phosphoproteinen, deren Auftrennung in zweidimensionalen Gelen und der massenspektrometrischen Identifizierung einzelner Proteine eingesetzt.

Zweidimensionale Gelelektrophorese und MALDI-TOF-Massenspektrometrie werden ebenfalls eingesetzt zur umfassenden Analyse der Veränderungen im Proteinstmuster während der Initiation der rassen-spezifischen und der Nichtwirts-Resistenz. Hier finden transgene *A. thaliana*-Pflanzen Verwendung, die das bakterielle Avirulenzgen *AvrRPM1* in Gegenwart oder Abwesenheit des entsprechenden Resistenzgens *RPM1* bzw. den generellen Elicitor NIP aus *Phytophthora sojae* exprimieren.

Der pflanzliche Holoparasit *Cuscuta reflexa* hat ein breites Wirtsspektrum und ist unter anderem in der Lage, *A. thaliana* erfolgreich zu parasitieren. Derzeit werden verschiedene Ökotypen und Mutanten von *A. thaliana* auf ihre Anfälligkeit gegen-



AG Induzierte Pathogenabwehr

Leiter: Sabine Rosahl & Dierk Scheel

Der Oomycet *Phytophthora infestans* ist der Erreger einer der wichtigsten Krankheiten der Kartoffel, der Kraut- und Knollenfäule. Unsere Arbeitsgruppe untersucht Mechanismen der pflanzlichen Abwehr gegen *P. infestans* sowohl in der Wirtspflanze Kartoffel als auch in der Nichtwirtspflanze *Arabidopsis thaliana*. Dabei steht die Identifizierung von Signalmolekülen für die Aktivierung der Pathogenantwort der Kartoffel und die Isolierung von Arabidopsismutanten mit veränderter Nichtwirts-Resistenz im Vordergrund.

In Kartoffelblättern akkumulieren nach Pathogenbefall neben dem Signalmolekül Salicylsäure auch Oxylipine, die durch Einführung von molekularem Sauerstoff in mehrfach ungesättigte Fettsäuren, durch 9- bzw. 13-Lipoxygenasen und durch Umwandlung der entstehenden Hydroperoxy-Fettsäuren synthetisiert werden. Oxylipine spielen eine Rolle bei der Pathogenabwehr als Signalmoleküle oder als antimikrobielle Substanzen. Ein Screening von 49 verschiedenen Oxylipinen zeigte für 18 eine signifikante inhibitorische Wirkung auf das Mycelwachstum bzw. auf die Keimungsrate von *P. infestans*. Um die Rolle von Oxylipinen für die Pathogenabwehr der Kartoffel zu analysieren, wurden transgene Pflanzen hergestellt, die RNA Interferenz-Konstrukte von Oxylipin-Biosynthesegenen exprimieren. Pflanzen mit verändertem Oxylipinmuster werden zum einen auf ihre Fähigkeit untersucht, Pathogene abzuwehren und zum anderen auf Veränderungen in der Aktivierung von Abwehrgenen mittels Microchips analysiert.

Kartoffelpflanzen sind in der Lage, den Oligopeptidelicitor Pep-13 aus *Phytophthora* zu erkennen und mit spezifischen Abwehrreaktionen, wie dem *oxidative burst*, der Akkumulation von Jasmon- und Salicylsäure, der Aktivierung von Abwehrgenen und dem hypersensitiven Zelltod zu reagieren. In transgenen Kartoffelpflanzen,

die aufgrund der Expression eines Salicylhydroxylase-Gens keine Salicylsäure akkumulieren können, werden die meisten dieser Pep-13-induzierten Abwehrreaktionen nicht beobachtet. Neben Salicylsäure scheinen aber auch Oxylipine für die Pep-13-vermittelte Induktion der Abwehr eine Rolle zu spielen.

Die Untersuchung der Interaktion zwischen *A. thaliana* und *P. infestans* soll Aufschluss über Mechanismen der Nichtwirts-Resistenz geben. In Wildtyppflanzen wird das Pathogenwachstum nach versuchter Penetration gestoppt, während die Penetrationsmutante *pen2*, die als Mutante der Nichtwirts-Resistenz gegen *Blumeria graminis f.sp. hordei* von Volker Lipka und Paul Schulze Lefert (MPI Köln) isoliert wurde, auf Infektion mit *P. infestans* mit verstärktem hypersensitiven Zelltod reagiert. Um weitere Gene zu identifizieren, die für die Nichtwirts-Resistenz gegen *P. infestans* von Bedeutung sind, wurde eine mutagenisierte *pen2*-Population hergestellt und auf Veränderungen in der Reaktion auf Infektion mit *P. infestans* analysiert. Von 70.000 untersuchten Pflanzen zeigten zehn einen verstärkten hypersensitiven Zelltod. Bei einigen dieser Mutanten konnte außerdem eine erhöhte Penetration der Epidermiszellen und ein vermehrtes Wachstum des Oomyceten festgestellt werden. Die Kartierung der

Mitarbeiter

Simone Altmann
Diplomandin

Lennart Eschen-Lippold
Diplomand

Vincentius A. Halim
Doktorand

Jörn Landtag
Doktorand

Grit Rothe
Postdoktorandin

Angelika Weinel
Technische Assistentin

Lore Westphal
Postdoktorandin

Dorothea Wolf
Diplomandin



AG Metallhomöostase

Leiter: Stephan Clemens

Mitarbeiter

Annegret Bährecke
Doktorandin

Frank Bretschneider
Diplomand

Sophie Bundtzen
Diplomandin

Sandra Franz
Diplomandin

Thomas Fritsche
Doktorand

Marina Häußler
Technische Assistentin

Emiko Harada
Gastwissenschaftlerin

Claudia Simm
Doktorandin

Pierre Tennstedt
Doktorand

**Aleksandra
Trampczynska**
Postdoktorandin

Tino Unthan
Diplomand

Susan Wassersleben
Doktorandin

Michael Weber
Doktorand

Pflanzen müssen - wie alle anderen Lebewesen - die intrazelluläre Konzentration von essentiellen, jedoch potentiell toxischen Schwermetallen sehr genau regulieren. Außerdem sollten sie die Konzentrationen nichtessentieller, toxischer Schwermetalle wie Cadmium möglichst gering halten. Dies wird erreicht durch ein Netzwerk von Transport-, Chelatierungs- und Sequestrierungsprozessen. Projekte dieser Gruppe zielen auf die molekulare Charakterisierung von Komponenten der pflanzlichen Metallhomöostase, -toleranz und -hyperakkumulation durch Untersuchungen an *Arabidopsis thaliana*, dem auf mittelalterlichen Halden im Harz vorkommenden Metallophyten *Arabidopsis halleri* und der Spalthefe *Schizosaccharomyces pombe* als zellulärem Modellsystem.

Die Bildung von Phytochelatinen (PCs) aus Glutathion, katalysiert durch das Enzym Phytochelatinsynthase (PCS), ist essentiell für die Tolerierung von Cadmium- oder Arsen-Belastung durch Pflanzen, Algen, viele Pilze und einige Tiere. Allerdings ist bis heute rätselhaft, wie diese nur sehr sporadisch erforderliche Funktion z.B. das ubiquitäre Vorkommen von PCS-Genen im Pflanzenreich erklären kann. Wir konnten auf zweierlei Weise neue Erkenntnisse zur Beantwortung dieser Frage gewinnen: (i) Untersuchungen an zwei PC-defizienten *Arabidopsis thaliana*-Mutanten haben ergeben, dass die Synthese von PCs auch deutlich zur Tolerierung von erhöhten Konzentrationen essentieller Metallionen beiträgt; (ii) die funktionelle Charakterisierung eines PCS-verwandten bakteriellen Proteins hat gezeigt, dass dieses keine PCS-Aktivität besitzt, sondern nur den formal ersten Schritt der PC-Synthese, die Abspaltung des C-terminalen Glycins, katalysiert. Damit sind Hinweise auf den evolutionären Ursprung von PCS sowie auf mögliche weitere Funktionen des Enzyms im Glutathion-Stoffwechsel gewonnen worden.

Vergleichende Transkriptom-Studien an *A. thaliana* und *A. halleri* haben zu grundlegenden Einsichten in die molekularen Mechanismen der Metallhyperakkumulation geführt. Die gefundenen konstitutiven Unterschiede in den Wurzel-Transkriptomen der beiden Arten veranlassen zu der Hy-

pothese dass die molekulare Ursache der Metallhyperakkumulation in einer veränderten Regulation von Prozessen liegt, die in normalen Pflanzen nur unter Bedingungen der Mikronährstoff-Defizienz ablaufen. Den Mechanismen der Regulation kommt deshalb große Bedeutung zu und wir haben vergleichende Promotorstudien durch die Klonierung einiger Promotoren aus *A. thaliana* und *A. halleri* sowie die Herstellung von Promotor-Reporter-Linien eingeleitet. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Aktivität der *A. halleri*-Promotoren in *A. thaliana* weitgehend erhalten ist.

Nicotianamin ist in unseren Experimenten als möglicher Schlüsselfaktor für die pflanzliche Zn-Homöostase wie auch für die Zn-Hyperakkumulation identifiziert worden. Die Nicotianaminsynthase-Genfamilie in *A. halleri* wird deshalb intensiv untersucht. Alle bekannten Isoformen sind kloniert und funktionell charakterisiert worden, die Regulation in Antwort auf verschiedene Metallangebote wird mittels real-time PCR verfolgt. Experimente laufen auch an *A. halleri*-Feldproben, die an verschiedenen belasteten Standorten im Harz eingesammelt worden sind.

Als Basis für vergleichende Untersuchungen an ZIP-Transportern aus beiden *Arabidopsis*-Arten und mit dem Ziel eines besseren Verständnisses der Zn-Homöostase auf zellulärer Ebene sind ZIP-Mutanten in *S. pombe*



Metabolite Profiling in Arabidopsis und Nutzpflanzen, GABI

Leiter: Stephan Clemens, Jürgen Schmidt, Ludger Wessjohann & Dierk Scheel

Diese Gruppe hat sich aus einem Projekt entwickelt, das im Rahmen der deutschen Pflanzengenom-Initiative GABI das Ziel verfolgte, für *Arabidopsis thaliana* ein umfassendes *Profiling* von Proteinen, Peptiden und Metaboliten zu entwickeln und so *Functional Genomics*-Werkzeuge aufzubauen. Der Fokus liegt inzwischen auf einem *Metabolite Profiling*, welches sich auf Flüssigchromatographie gekoppelt mit Massenspektrometrie stützt. Die gewonnenen Profile werden für die Detektion früher, stressinduzierter Veränderungen vor allem im Sekundärstoffwechsel genutzt sowie generell für die Untersuchung entwicklungs- und anpassungsbedingter Veränderungen und die biochemische Charakterisierung von Mutanten. Auch sollen die Möglichkeiten des *Metabolite Profiling* für die Biotechnologie von Nutzpflanzen genutzt werden.

Das *Profiling* von vor allem "sekundären" Metaboliten in Arabidopsis, das sich auf Kapillar-LC gekoppelt mit Elektrospray-Ionisierung-Quadrupol-Flugzeit-Massenspektrometrie stützt (englische Abkürzung CapLC-ESI-QqTOF-MS), ist weiterentwickelt worden. Unser Ansatz erlaubt die umfassende, genaue und empfindliche Detektion von mehr als 1.000 Massensignalen in, zum Beispiel, methanolischen Extrakten. Die generierten Daten sind von sehr komplexer Natur. Deren Dekonvolution, Prozessierung und Analyse sind weiter verbessert und beschleunigt worden. Der Probendurchsatz konnte etwa um den Faktor drei erhöht werden.

Analysiert wurden vor allem in Kooperationen mit anderen Laboren eine Reihe von Mutanten. Besonders zu nennen ist eine Arabidopsis-Linie, die einen teilweisen Verlust der Nichtwirts-Resistenz zeigt. Im Zuge umfangreicher Experimente mit mehreren Allelen konnten durch den Gendefekt verursachte metabolische Veränderungen identifiziert werden, deren genaue Funktion für die Resistenz nun zu untersuchen ist.

Die Ausweitung des *Metabolite Profiling* auf Raps im Zuge des GABI₂-Projektes ist initiiert worden. Hier gilt das Hauptaugenmerk dem Samen.

Mitarbeiter

Christoph Boettcher
Postdoktorand

Kerstin Körber-Ferl
Technische Assistentin

Edda v. Roepenack-Lahaye
Postdoktorandin

Michaela Winkler
Technische Assistentin



Publikationen 2004

Publikationen 2004

Ahlfors, R., Macioszek, V., Rudd, J., Brosché, M., Schlichting, R., Scheel, D., & Kangasjärvi, J. Stress hormone-independent activation and nuclear translocation of mitogen-activated protein kinases (MAPKs) in *Arabidopsis thaliana* during ozone exposure. *Plant J.* **40**, 512-522.

Gao, L. L., Knogge, W., Delp, G., Smith, F. A. & Smith, S. E. Expression patterns of defense-related genes in different types of arbuscular mycorrhizal (AM) development in wild-type and mycorrhiza-defective mutant of tomato. *Mol. Plant-Microbe Interact.* **17**, 1114-1125.

Halim V., Hunger A., Macioszek V., Landgraf P., Nürnberger T., Scheel D., & Rosahl S. The oligopeptide elicitor Pep-13 induces salicylic acid-dependent and -independent defense reactions in potato. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* **64**, 311-318.

Harada, E., von Roepenack-Lahaye, E. & Clemens, S. A cyanobacterial protein with similarity to phytochelatin synthases catalyzes the conversion of glutathione to γ -glutamylcysteine and lacks phytochelatin synthase activity. *Phytochemistry* **65**, 3179-3185.

Lee, J., Rudd, J. J., Macioszek, V. K. & Scheel, D. Dynamic changes in the localization of MAP kinase cascade components controlling pathogenesis-related (PR) gene expression during innate immunity in parsley. *J. Biol. Chem.* **279**, 22440-22448.

Nickstadt, A., Thomma, B. P. H. J., Feussner, I., Kangasjärvi, J., Zeier, J., Loeffler, C., Scheel, D. & Berger, S. The jasmonate-insensitive mutant *jin1* shows increased resistance to biotrophic as well as necrotrophic pathogens. *Mol. Plant Pathol.* **5**, 425-434.

Schürch, S., Linde, C. C., Knogge, W., Jackson, L. F. & McDonald, B. A. Molecular population ge-

netic analysis differentiates two virulence mechanisms of the fungal avirulence gene *NIP1*. *Mol. Plant-Microbe Interact.* **17**, 1103-1113.

Takeda, S., Tadele, Z., Hofmann, I., Probst, A. V., Angelis, K. J., Kaya, H., Araki, T., Mengiste, T., Mittelsten-Scheid, O., Shibahara, K., Scheel, D. & Paszkowski, J. *BRU1*, a novel link between responses to DNA damage and epigenetic gene silencing in *Arabidopsis*. *Genes & Development* **18**, 782-793.

von Roepenack-Lahaye, E., Degenkolb, T., Zereski, M., Franz, M., Roth, U., Wessjohann, L., Schmidt, J., Scheel, D. & Clemens, S. Profiling of *Arabidopsis* secondary metabolites by capillary liquid chromatography coupled to electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Plant Physiol.* **134**, 548-559.

Weber, M., Harada, E., Vess, C., von Roepenack-Lahaye, E. & Clemens, S. Comparative microarray analysis of *Arabidopsis thaliana* and *Arabidopsis halleri* roots identifies nicotianamine synthase, a ZIP transporter and other genes as potential metal hyperaccumulation factors. *Plant J.* **37**, 269-281.

Publikationen im Druck

Li, C.-M., Haapalainen, M., Lee, J., Nürnberger, T., Romantschuk, M. & Taira, S. Harpin of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* harbors a protein binding site. *Mol. Plant-Microbe Interact.*

Bücher und Buchkapitel

Scheel, D. & Nürnberger, T. Signal transduction in plant defense responses. In: *Fungal Disease Resistance in Plants. Biochemistry, Molecular Biology and Genetic Engineering*. (Punja, Z. K., ed.) The Haworth Press, Inc., Binghamton, U.S.A., pp. 1-30.

Rosahl, S. & Feussner, I. Oxylipins. In: *Plant Lipids: Biology, Utilisation and Manipulation*. (Murphy, D., ed) Blackwell Publishing, Oxford,



Abteilung Sekundärstoffwechsel

Leiter: Professor Dieter Strack

Sekretärin: Heidemarie Stolz bis Oktober 2004, danach Ildikó Birkás

Im Zentrum unserer Forschungsarbeiten steht die Untersuchung der molekularen Regulationsmechanismen des pflanzlichen Sekundärstoffwechsels. Dabei konzentrieren wir uns besonders auf die Phenylpropanoide und die Isoprenoide. Die Arbeiten umfassen neben der Isolierung und Charakterisierung von Enzymen und der kodierenden cDNAs auch die Aufklärung der Regulation der zell- und gewebespezifischen Genexpression. In verschiedenen Projekten werden pflanzliche Transferasen bearbeitet. Dazu gehören sowohl diverse Hydroxyzimtsäure-Glucosyltransferasen, Malat- und Cholin-Hydroxyzimtsäuretransferasen aus Arabidopsis und Raps (Arbeitsgruppe *Hydroxyzimtsäuren*) als auch Flavonoid- und Betanidin-Glucosyltransferasen aus Betalain führenden Pflanzen, sowie Methyltransferasen aus dem Eiskraut (*Mesembryanthemum crystallinum*; Arbeitsgruppe *Glycosyl- und Methyltransferasen*). Ein wesentliches Ziel dieser Arbeiten ist die Aufklärung des evolutionären Ursprungs der kodierenden Gene. Hydroxyzimtsäure-Transferasen, die β -Acetalester (1-O-Hydroxycinnamoyl- β -Glucose) als Acyldonatoren akzeptieren, konnten als Serin-Carboxypeptidase-ähnliche (SCPL) Acyltransferasen klassifiziert werden.

Weitere Arbeiten zielen auf die Aufklärung der Rolle pflanzlicher Sekundärstoffe in Interaktionen der Pflanze mit ihrer Umwelt. Die Arbeitsgruppe *Glycosyl und Methyltransferasen* beschäftigt sich mit Struktur-Funktionsbeziehungen der Transferasen. Eine Klasse neuer Methyltransferasen wurde identifiziert, deren Substratspezifität durch Metallkationen und N-terminale Deletionen moduliert werden kann.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Aufklärung von Veränderungen des Sekundärstoffwechsels und der Rolle von Phytohormonen (Jasmonate) in mutualistisch-symbiotischen Wurzel-Pilz-Interaktionen, insbesondere in arbuskulären Mykorrhizen. Zwei Arbeitsgruppen, *Molekulare Physiologie der Mykorrhiza* und *Zellbiologie der Mykorrhiza*, untersuchen die Biosynthese (differentielle Genexpression) und den Abbau von Carotinoiden und Veränderungen zytologischer Strukturen, insbesondere der Plastiden, in mykorrhizierten Wurzeln. Diese Arbeiten werden verstärkt durch eine dritte Gruppe (*Biochemie der Mykorrhiza*), in der umfassende Analysen der Veränderungen der Primär- und Sekundärstoffmuster (*Metabolite Profiling*) durchgeführt werden. Ziel der Arbeiten an arbuskulären Mykorrhizen ist die Aufklärung der molekularen Interaktionen, die die Entwicklung und die erfolgreiche Etablierung der Symbiose steuern.



AG Molekulare Physiologie der Mykorrhiza

Leiter: Michael H. Walter

Mitarbeiter

Daniela Floß
Doktorandin

Joachim Hans
Doktorand

Kerstin Manke
Technische Assistentin

Bei der arbuskulären Mykorrhiza-Symbiose werden Pflanzenwurzeln von bestimmten Bodenpilzen kolonisiert. Ein gegenseitiger Stoffaustausch verhilft der Pflanze dabei zu einer besseren Mineralstoffversorgung. Die Arbeitsgruppe untersucht die Biosynthese von Apocarotinoiden (Carotinoidspaltprodukten), die im Verlauf dieser Interaktion in den Wurzeln akkumulieren. Schwerpunkte sind dabei frühe Syntheseschritte plastidärer Vorläufer im Methylerythritolphosphat (MEP)-Weg sowie die Carotinoidspaltungsreaktion. Die zugehörigen Gene werden isoliert und im Hinblick auf ihre Organisation, Regulation und Evolution charakterisiert.

Das erste der bearbeiteten Gene kodiert für die 1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphat-Synthase (DXS) aus dem MEP-Weg. Die kürzlich für *Medicago truncatula* und anderen Angiospermen beschriebene Diversifizierung dieser Synthase in zwei nur entfernt verwandte Isogene mit Spezifität für den Primärstoffwechsel (DXS1) oder den Sekundärstoffwechsel (DXS2) konnte auch bei Gymnospermen belegt werden. Damit lässt sich dieses Phänomen auf eine sehr alte Genduplikation zurückführen, die zukünftig in der Evolutionsgeschichte der Landpflanzen noch weiter zurückverfolgt werden soll.

Eine zusätzliche, junge Genduplikation konnte bei DXS2 von *M. truncatula* festgestellt werden. Hier liegen zwei nahezu identische, paraloge Gene (*MtDXS2-1* und *MtDXS2-2*) in einem *Tandem Repeat* direkt hintereinander. Beide Gene werden im Verlauf der Mykorrhizierung mit der Apocarotinoidbiosynthese korreliert aktiviert. Mit Hilfe von RNAi-Konstrukten wird derzeit die Bildung von Transkripten beider Gene supprimiert, was zu einer stark verminderten Apocarotinoidakkumulation führt. Mit diesem Ansatz soll die Funktion dieser Sekundärstoffe in der Mykorrhiza aufgeklärt werden.

Auch bei der Studentenblume (*Tagetes erecta*) ließen sich Fragmente von zwei paralogen DXS2-Genen isolieren. Bei einer Untersuchung verschiedener Arten

und Sorten von *Tagetes* konnten diese DXS2-Genduplikate in sechs von sieben Varietäten nachgewiesen werden. In einer *Tagetes*-Spezies (*T. tenuifolia*) ist das zweite Gen aber vermutlich verlorengegangen. Auch zusätzliche Versuche mit verringerter Stringenz ergaben kein positives Ergebnis für ein zweites Gen, sondern führten nur zur Isolierung eines Fragments für das entfernt verwandte DXS1-Gen.

Die bereits im vorigen Berichtsjahr beschriebenen Arbeiten zur Immunlokalisation der 1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphat-Reduktoisomerase (DXR) und die daraus resultierenden konfokalen Bilder DXR-haltiger Plastidennetzwerke an den Arbuskelästen in mykorrhizierten Maiswurzeln konnten erfolgreich publiziert werden. Mit ähnlicher Zielstellung (Immunlokalisation) wurde auch an einem Carotinoidspaltungsenzym aus Mais gearbeitet. Ein ZmCCD (Carotenoid Cleavage Dioxygenase)-Klon mit vermuteter Regiospezifität des abgeleiteten Enzyms für die 9,10 (9',10')-Doppelbindung des Eltern-carotinoide konnte isoliert werden. Expression dieser CCD in *Escherichia coli*-Stämmen, die mit Fremdgene für die Carotinoidbiosynthese versehen waren, führte zu einer Entfärbung der bakteriellen Kulturen. Eine genaue Produktidentifikation wird aktuell bearbeitet. Die Generierung spezifischer Antikörper mittels synthetischer Peptide war leider nicht erfolgreich, sodass ein neuer Versuch mit rekombinan-



AG Zellbiologie der Mykorrhiza

Leiterin: Bettina Hause

Zellbiologische Aspekte bei Ausbildung der arbuskulären Mykorrhiza (AM) bilden den Fokus unserer Arbeiten. Die mögliche Funktion von Jasmonsäure (JA) bei der Etablierung dieser Symbiose soll mittels reverser Genetik analysiert werden. Weitere Untersuchungen betreffen die Proliferation der pflanzlichen Plastiden während der AM. Außerdem werden in unserer Gruppe die Effekte von Epothilonen auf die Struktur pflanzlicher Mikrotubuli untersucht.

Zur Funktionsanalyse von JA bei der AM wurde die Methode der Wurzeltransformation verwendet, bei der chimäre Pflanzen entstehen, die einen Wildtyp-Spross und transgene Wurzeln besitzen. Nach Isolation und Charakterisierung einer cDNA für ein Enzym der JA-Biosynthese in *Medicago truncatula* (*MtAOC1*) wurde diese cDNA zur *antisense*-Expression verwendet. Dieser Ansatz führte zu Pflanzen mit einer verringerten AOC-Expression und verminderten JA-Gehalten in den Wurzeln. Diese Reduzierung im JA-Gehalt hatte eine verringerte Mykorrhizierung der Pflanzen zur Folge. Da ein endogener Anstieg im JA-Gehalt während der Ausbildung der AM auch Folge der verstärkten Sink-Wirkung mykorrhizierter Wurzeln sein kann, wurden verschiedene transgene Tabaklinien genutzt, die eine Heffe-Invertase exprimieren, (Zusammenarbeit mit Uwe Sonnewald, IPK Gatersleben), um den Kohlenhydrat (KH)-Status in den Wurzeln zu ändern. Variationen in der Mykorrhizierung in beiden Ansätzen werden mit Hilfe von molekularbiologischen (*Transcript Profiling*, Zusammenarbeit mit dem Zentralprojekt des DFG-SPP 1084), biochemischen (*Metabolit Profiling*, Zusammenarbeit mit Willibald Schliemann, IPB Halle) und zellbiologischen Methoden analysiert.

Die Proliferation von Plastiden in mykorrhizierten Wurzelzellen von *M. truncatula* korreliert mit einer Aktivierung der Fettsäure-, der Asparagin- und der Carotinoidbiosynthese. Die Lokalisierung reaktiver Sauerstoffspezies in mykorrhizierten Wur-

zeln sowie die Untersuchung von Tabakpflanzen mit reduzierter Katalaseaktivität sprechen für einen Zusammenhang zwischen der Carotinoidbiosynthese und der Akkumulation solcher Sauerstoffverbindungen. Bei der beobachteten Proliferation der Plastiden spielt das Teilungstein FtsZ ersten immuncytochemischen Untersuchungen zufolge offensichtlich eine wesentliche Rolle. Im Vordergrund zukünftiger Arbeiten stehen (i) die Identifizierung und funktionale Charakterisierung weiterer an den cytologischen Veränderungen beteiligter Faktoren, (ii) die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Carotinoidbiosynthese und der Akkumulation reaktiver Sauerstoffspezies, sowie (iii) die funktionale Charakterisierung weiterer Prozesse mit möglicher Bedeutung für den Metabolismus nicht-photosynthetischer Plastiden (z.B. Chlororespiration).

Epothilone, aus dem Mykobakterium *Sorangium cellulosum* isolierte makrozyklische Laktone, zeigen in humanen Zelllinien eine Taxol-ähnliche Wirkung. Effekte auf das pflanzliche Cytoskelett oder den pflanzlichen Zellzyklus waren bisher nicht bekannt. Histochemischen Analysen zufolge erhöht Epothilon D den Mitoseindex in Suspensionskulturen der Tomate drastisch und verursacht die Bildung eines abnormalen Spindelapparates. Die Effekte von Epothilon D scheinen irreversibel zu sein, da Zellen mit abnormaler Spindel nach Entfernung der Substanz nicht mehr in eine normale Teilungsphase zurückgehen können.

Mitarbeiter

Thomas Fester

Postdoktorand

Ulrike Huth

Technische Assistentin

Stanislav Isayenkov

Postdoktorand

Sandra Lischewski

Studentin im Praxissemester

Swanhild Lohse

Doktorandin

Cornelia Mrosk

Doktorandin

Sara Schaarschmidt

Doktorandin

Rostand Tonleu

Tonfack

Diplomand

Carola Tretner

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Gerlinde Waiblinger

Technische Assistentin



AG Biochemie der Mykorrhiza

Leiter: Willibald Schliemann

Arbuskuläre Mykorrhizen entstehen durch Interaktionen von Pilzen (*Glomeromycota*) mit den Wurzeln der meisten Pflanzen. Um die während der Symbiose ablaufenden Anpassungsmechanismen der Stoffwechselprozesse in Pflanze und Pilz auf molekularer Basis zu verstehen, werden die Veränderungen in den Primär- und Sekundärmetabolitenmustern am Modellsystem *Medicago truncatula*/*Glomus intraradices* während der Etablierung der Mykorrhiza analysiert. In Kooperation mit Projekten des DFG-Schwerpunktprogramms 1084 soll das *Metabolite Profiling* auch auf transgene *M. truncatula*-Pflanzen ausgedehnt werden, um die metabolischen Auswirkungen des Gentransfers zu erfassen. Das Ziel ist die Charakterisierung der kausalen Zusammenhänge zwischen der Mykorrhiza-spezifischen Genexpression und den Metabolitenprofilen.

Mitarbeiter

Christian Ammer

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Barbara Kolbe

Technische Assistentin

Auf der Grundlage der *Metabolite Profiling*-Ergebnisse von zwei früheren Mykorrhizierungskinetiken wurde ein erweitertes Mykorrhizierungsexperiment mit zusätzlichen und ausreichend mit Phosphat versorgten Kontrollpflanzen durchgeführt. Dies sollte erlauben, die Metabolitenänderungen, die allein durch ausreichende Phosphatversorgung bedingt sind, von den Mykorrhiza-spezifischen Änderungen zu unterscheiden. Darüber hinaus erlaubt die erhöhte Anzahl von Erntezeitpunkten und die vermehrten Parallelen eine zuverlässige statistische Bewertung der durch GC/MS, LC/ESI-MS und DAD-RP-HPLC erhaltenen Daten. Für eine umfassendere Identifizierung wurde die NIST-MS-Datenbank durch die pflanzenspezifische MSRI-Datenbank ergänzt (Kooperation mit Joachim Kopka, MPI Golm). Um die umfangreichen Chromatogrammdaten einer detaillierten quantitativen Analyse unterziehen zu können, mussten selbst entwickelte Programme zur automatisierten Datenverarbeitung und -visualisierung geschaffen werden. In nachfolgenden Schritten werden die Daten verschiedenen Verfahren unterzogen, um Korrelationen und Interaktionen zwischen den Metaboliten zu verschiedenen Zeitpunkten der Mykorrhizierungskinetik zu erfassen (Pearson-Korrelation, Cluster-, Hauptkomponen-

ten- und Regressions-Analyse). Die bisher erhaltenen Ergebnisse weisen auf eine Aktivierung des Mitochondrien- (TCA-Zyklus) als auch des Plastidenstoffwechsels (Lipid-Biosynthese, N-Assimilation) hin, der mit erhöhten Transkripten korreliert (*in silico* und real-time RT-PCR-Analyse, Thomas Fester, IPB). Darüber hinaus sprechen höhere Pearson-Korrelationskoeffizienten von Metabolitenpaaren in Extrakten mykorrhizierter Wurzeln für eine engere metabolische Beziehung der untersuchten Stoffwechselkomponenten als in den Kontrollen nichtmykorrhizierter Wurzeln. Die Akkumulation der pilzspezifischen Fettsäure (C16:1 Δ^{11}) konnte bereits 14 Tage nach Inokulation nachgewiesen werden, während die pilzliche Trehalose und die Mykorrhiza-spezifischen Apocarotinoide zu den folgenden Erntezeitpunkten detektiert wurden. Die mit ausreichend Phosphat versorgten Kontrollen zeigen keine der Mykorrhiza-spezifischen Veränderungen. Die Konzentrationen der konstitutiv gebildeten Saponine und Isoflavonoidkonjugate sind in mykorrhizierten Wurzeln gegenüber den Kontrollen leicht erhöht. Die *Metabolite Profiling*-Arbeiten am System *M. truncatula*/*G. intraradices* werden durch präparative Isolierung von Sekundärstoffen und ihre Strukturermittlung mittels MS und NMR



AG Glycosyl- und Methyltransferasen

Leiter: Thomas Vogt

Glycosyltransferasen (UGTs) und O-Methyltransferasen (OMTs) des pflanzlichen Sekundärstoffwechsels gehören zu Multigenfamilien, die neben anderen modifizierenden Enzymen maßgeblich die Vielfalt pflanzlicher Naturstoffe verursachen. Neben biochemischen Fragen zur möglichen Korrelation von Proteinsequenz und Substratspezifität gilt unser Interesse auch den strukturellen, phylogenetischen und zellulären Mechanismen, die für die beobachtete Vielfalt dieser Enzyme verantwortlich sind.

Die polyphylogenetische Herkunft der Glucosyltransferasen (GTs) der Betacyanbiosynthese in *Dorotheanthus bellidifolius* (5-GT und 6-GT) von unterschiedlichen regiospezifischen Enzymen der Flavonoidbiosynthese erscheint aufgrund neuer Sequenzbefunde aus *Beta vulgaris* plausibel. Sowohl in den Aizoaceen als auch in den innerhalb der Caryophyllales nahe verwandten Amaranthaceen kann Betanidin *in vitro* durch Flavonoid glucosidierende Enzyme mit identischer Substrat- und Positionsspezifität, aber unterschiedlicher katalytischer Effizienz, glucosidiert werden. Basierend auf der Röntgenstruktur eines bakteriellen Enzyms aus *Amycolatopsis orientalis* und gezielten Mutationen wurde das erste Modell einer pflanzlichen UGT generiert, auf dessen Grundlage ein alternativer Mechanismus für die Übertragung der Glucose auf den Akzeptor vorgeschlagen wird. Die Kristallisation einer UGT ist bislang nicht gelungen, sodass die generierten Datensätze der UGT73A5 für andere UGTs des pflanzlichen Sekundärstoffwechsels Modellcharakter haben und bereits in anderen Enzymen ihre Bestätigung finden.

Auf der Grundlage von Arbeiten zur Akkumulation von komplexen Flavonolkonjugaten aus Licht-gestressten Blattspitzen

des Eiskrautes (*Mesembryanthemum crystallinum*) konnte eine neuartige Mg²⁺-abhängige OMT (PFOMT) funktionell charakterisiert werden, die Flavonoide und zahlreiche andere Substrate an vicinalen Dihydroxygruppen methyliert. Dieses Enzym kann neben den Licht-induzierten Flavonolglyka auch die Kaffeesäure-Ester, eine mögliche Vorstufe der in Flavonol- und Betacyanokonjugaten vorkommenden Ferulasäure, methylieren. Das entsprechende Transkript ist, wie erwartet, durch Licht induzierbar. Heterolog exprimierte und funktionell charakterisierte OMTs anderer Pflanzen belegen, dass diese neuen OMTs auf Grund ihrer Substratspezifität eine eigene Unterklasse bilden, deren Funktion über die Beteiligung an der Ligninbiosynthese hinaus gehen kann. Die erfolgreiche Kristallisation der PFOMT führte bereits zu ersten Datensätzen mit einer Auflösung bis zu 1,4 Å. Anhand dieser Daten wurde eine erste 3D-Struktur des Enzyms erstellt (in Zusammenarbeit mit Milton Stubbs, Universität Halle). Arbeiten an anderen Kation-abhängigen OMTs zeigen, dass neben der Aminosäuresequenz auch die Art des Kations einen maßgeblichen Anteil an der Substrat- und Positionsspezifität dieser Enzyme hat. So können Mn²⁺ und Co²⁺ zu Enzymen mit deutlich breiterer Spezifität führen als z.B. gebundenes Mg²⁺ oder Ca²⁺.

Mitarbeiter

Judith Hans
Doktorandin

Dagmar Knöfel
Technische Assistentin



AG Hydroxyzimtsäuren

Leiter: Dieter Strack

Hydroxyzimtsäuren (HCAs) sind zentrale Vorstufen für sekundäre Pflanzenstoffe wie Flavonoide, Stilbene, Cumarine oder Lignine, die aber auch in Form ihrer Ester oder Amide vorkommen. Im Mittelpunkt unserer Arbeiten steht der Stoffwechsel von Sinapoylcholin (Sinapin) und Sinapoylmalat, die in Samen bzw. Blättern von Brassicaceen akkumulieren. Diese Ester werden durch Transacylierung von HCA-Glucoseestern synthetisiert. In den Samen sind die Enzyme UDP-Glucose:Sinapinsäure-Glucosyltransferase (SGT) und Sinapoylglucose:Cholin-Sinapoyltransferase (SCT) von zentraler Bedeutung. Die Suppression von *BnSGT1* führte zur drastischen Absenkung des antinutritiven Sinapins und anderer Sinapat-Ester in Rapssamen (*Brassica napus*). Arbeiten zur molekularen Evolution von Serin-Carboxypeptidase-ähnlichen Acyltransferasen haben die Aufklärung von Struktur-Funktionsbeziehungen dieser Enzyme zum Ziel.

Durch Transformation mit einem dsRNAi-Konstrukt zur samenspezifischen Suppression von *BnSGT1* konnten transgene Rapslinien erzeugt werden, die einen deutlich verringerten Sinapingehalt (20 Prozent) aufweisen. In den transgenen Pflanzen ist neben Sinapoylglucose (SinGlc) und Sinapin auch die Konzentration anderer Sinapinsäureester stark verringert. Von diesen konnten 13 Verbindungen isoliert und durch MS und NMR als Sinapinsäureester der Glucose, Gentiobiose und der Kämpferolglycoside identifiziert werden. Die Verringerung aller Sinapinsäureester durch Suppression des *BnSGT1*-Gens zeigt, dass SinGlc als genereller Acyldonor für die Biosynthese von Sinapinsäureestern fungiert. Weitere Konstrukte zur Suppression von *BnSCT1* und *BnSCT/BnSGT* wurden in *B. napus* transformiert und transgene T1-Pflanzen selektiert. Durch RACE-PCR und *Genome Walking* konnten Sequenzen für elf Glucosyltransferasen (GTs) aus Raps amplifiziert werden. Eine dieser GTs wurde als esterbildende HCA-GT identifiziert.

Die Arbeiten mit Arabidopsis sind darauf ausgerichtet, die Funktion der vier Gene für esterbildende HCA-GTs (*AtSGT*, *AtHCA-GT1-3*) in der Pflanze aufzuklären. Expressionsanalysen zeigen, dass alle

vier Gene während der Samenentwicklung exprimiert werden, wobei das *AtSGT*-Transkript die höchste Abundanz erreicht und ein Maximum im jungen Keimling aufweist. Zur Suppression aller vier Gene wurden dsRNAi-Vektoren erstellt und in Arabidopsis transformiert. Weiterhin wurden für alle vier Gene Überexpressionsvektoren konstruiert. Ziel dieser Arbeiten ist es, in den erzeugten Arabidopsis-Linien Veränderungen im Metabolitenprofil zu detektieren und diese mit UV-Toleranz und Keimverhalten zu korrelieren.

SCT und SMT (Sinapoylglucose:Malat-Sinapoyltransferase) sind homolog zu Serin-Carboxypeptidasen. Um die molekulare Ursache für den Übergang von Hydrolyse- zu Acyltransferase-Funktion zu verstehen, soll die Arabidopsis-SMT kristallisiert und ihre Struktur aufgeklärt werden. Nach Optimierung von Induktionsbedingungen und Expressionsplasmid konnte in *Saccharomyces cerevisiae* enzymatisch aktive SMT exprimiert werden. In einem Ansatz zur Strukturmodellierung wurden erste Vorstellungen zu Substratspezifität und funktionell wichtigen Aminosäurepositionen erarbeitet, die als Grundlage für ortsgerechtere Mutagenese-Experimente dienen. Sequenzanalysen zeigen, dass die Acyltransferasen eine spezifische Gruppe

Mitarbeiter

Alfred Baumert

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Claudia Horn

Technische Assistentin

Dirk Meißner

Doktorand

Carsten Milkowski

Postdoktorand

Juliane Mittasch

Doktorandin

Ingrid Otschik

Technische Assistentin

Diana Schmidt

Doktorandin

Felix Stehle

Doktorand



Publikationen

Bücking, H., Förster, H., Stenzel, I., Miersch, O. & Hause, B. Applied jasmonates accumulate extracellularly in tomato, but intracellularly in barley. *FEBS Lett.* **562**, 45-50.

Camacho-Cristóbal, J. J., Lunar, L., Lafont, F., Baumert, A. & González-Fontes, A. Boron deficiency causes accumulation of chlorogenic acid and caffeoyl polyamine conjugates in tobacco leaves. *J. Plant Physiol.* **161**, 879-881.

Hans, J., Brandt, W. & Vogt, T. Site-directed mutagenesis and protein 3D-homology modelling suggest a catalytic mechanism for UDP-glucose dependent betanidin 5-O-glucosyltransferase from *Dorotheanthus bellidiformis*. *Plant J.* **39**, 319-333.

Hans, J., Hause, B., Strack, D. & Walter, M. H. Cloning, characterization, and immunolocalization of a mycorrhiza-inducible 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate reductoisomerase in arbuscule-containing cells of maize. *Plant Physiol.* **134**, 614-624.

Isayenkov, S., Fester, T. & Hause, B. Rapid determination of fungal colonization and arbuscule formation in roots of *Medicago truncatula* using real-time (RT) PCR. *J. Plant Physiol.* **161**, 1379-1384.

Lukačič, R., Matern, U., Specker, S. & Vogt, T. Cations modulate the substrate specificity of bifunctional class I O-methyltransferase from *Ammi majus*. *FEBS Lett.* **577**, 367-370.

Maucher, H., Stenzel, I., Miersch, O., Stein, N., Prasa, M., Zierold, U., Schweizer, P., Dorer, C., Hause, B. & Wasternack, C. The allene oxide cyclase of barley (*Hordeum vulgare* L.) - Cloning and organ-specific expression. *Phytochemistry* **65**, 801-811.

Miersch, O., Weichert, H., Stenzel, I., Hause, B., Maucher, H., Feussner, I. & Wasternack, C. Constitutive overexpression of allene oxide cyclase in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Lukullus) elevates levels of some jasmonates and octadecanoids in flower organs but not in leaves. *Phytochemistry* **65**, 847-856.

Milkowski, C., Baumert, A., Schmidt, D., Nehlin, L. & Strack, D. Molecular regulation of sinapate ester metabolism in *Brassica napus*: Expression of genes, properties of the encoded proteins and correlation of enzyme activities with metabolite accumulation. *Plant J.* **38**, 80-92.

Milkowski, C. & Strack, D. Serine carboxypeptidase-like acyltransferases. *Phytochemistry* **65**, 517-524.

Schaarschmidt, S., Qu, N., Strack, D., Sonnewald, U. & Hause, B. Local induction of the *alc* gene switch in transgenic tobacco plants by acetaldehyde. *Plant Cell Physiol.* **45**, 1566-1577.

Vogt, T. Regiospecificity and kinetic properties of a plant natural product O-methyltransferase are determined by its N-terminal domain. *FEBS Lett.* **561**, 159-162.

Publikationen im Druck

Günther, C., Hause, B., Heinz, D., Krauzewicz, N., Rudolph, R. & Lilie, H. Combination of listeriolysin O and a tumor-specific antibody facilitate efficient cell-type specific gene delivery of conjugated DNA. *Cancer Gene Ther.*

Hause, B. & Fester, T. Molecular and cell biology of arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Planta.*



Abteilung Administration, Zentrale Dienste & Technik

Leiter: Lothar Franzen

Sekretärin: Heide Pietsch bis April 2004, danach Cindy Maksimo

Zwei große Bauvorhaben prägten im vergangenen Jahr die Tätigkeiten der Abteilung Administration, Zentrale Dienste und Technik. Unter Federführung der Projektleitung Neubau wurde im März 2004 das neue Funktionalgebäude fertiggestellt. Im Juni begann das IPB mit dem Bau eines neuen vollklimatisierten Gewächshauses.

Das Funktionalgebäude, Haus R, bietet mit einer Gesamtnutzfläche von 500 Quadratmetern Platz für die ständige Beschäftigung von etwa 15 Mitarbeitern der Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie. Neben den beiden Großraumlaboren gibt es zahlreiche Spezialräume für besondere Nutzungszwecke wie Fermentation, Lösemitteldestillation, HPLC und Robotertechnik. Zusätzliche Labore für Gaschromatographie, Massenspektrometrie und DNA-Sequenzierung werden von allen Wissenschaftlern des Hauses für spezielle Analysen genutzt. Die Gesamtkosten von etwa drei Millionen Euro wurden zu gleichen Teilen vom Bund und vom Land Sachsen-Anhalt getragen. Rund die Hälfte des Geldes entfiel auf die technischen Anlagen.

Das neue Gewächshaus, Haus N, soll mit einer Nutzfläche von rund 350 Quadratmetern den erhöhten Ansprüchen aller vier wissenschaftlichen Abteilungen an Anbaufläche für transgene Versuchspflanzen genügen. In neun vollklimatisierten Pflanzkammern werden in Zukunft Tomaten, Mohn, Tabak, Raps und Pflanzen des Mykorrhizaprojektes gezogen. Das Technische Equipment für die Feineinstellung der klimatischen Bedingungen nach den Vorgaben der Forschung kostet etwa 1,1 Millionen Euro. Insgesamt belaufen sich die Baukosten auf 2,5 Millionen Euro. Sie werden ebenfalls zur Hälfte vom Bund und vom Land Sachsen-Anhalt getragen. Die Übergabe des Gewächshauses an die Wissenschaftler wird voraussichtlich im Mai 2005 stattfinden.

Für weitere 2,5 Millionen Euro ist in den kommenden Jahren der Ersatzneubau eines Zentralen Servicekomplexes, bestehend aus zwei Gebäuden, geplant. Hier entstehen Arbeitsräume für Mitarbeiter aus den Bereichen Bauunterhaltung, Handwerk, Gärtnerei, sowie Grafik und Fotografie. Auf einer Fläche von 200 Quadratmetern wird es zudem Labore für Gastwissenschaftler mit zehn biologischen und fünf chemischen Arbeitsplätzen geben. Auch die Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Bioinformatik werden hier ihr neues Domizil finden.

Mitarbeiter der Abteilung

Arbeitsgruppe Haushalt

Leiterin: Barbara Wolf
Gudrun Schildberg
Burgunde Seidl
Kerstin Wittenberg

Personalangelegenheiten

Leiterin: Kerstin Balkenhohl
Alexandra Burwig
Cindy Maksimo
Antje Olschewski
Rita Stelzer
Kathleen Weckerle

Allgemeine Verwaltung

Leiterin: Rosemarie Straßner
Christel Düfer
Heide Pietsch
Elviera Schotte

**Auszubildende zum
Verwaltungsfachangestellten**
Maike Hildebrandt

Oliver Prudyus
Mandy Schatkowski

Bibliothek

Leiterin: Andrea Piskol
Anja Gärtner, Auszubildende
Antje Werner, Auszubildende

Grafik & Fotografie

Leiterin: Christine Kaufmann
Annett Kohlberg

Gebäude und Liegenschaften

Vorarbeiter: Michael Kräge
Detlef Dieckmeyer
Carsten Koth
Jörg Lemnitzer
Klaus-Peter Schneider
Eberhard Warkus

Projektleitung Neubau

Leiterin: Heike Böhm
Catrin Timpel

Geräte und Elektronik

Leiter: Hans-Günter König
Holger Bartz
Kevin Begrow, Auszubildender
Ronald Scheller

Gärtnerei

Leiterin: Iris Rudisch
Martina Allstädt
Annett Grün, Auszubildende
Christian Müller
Philipp Plato, Auszubildender
Kristina Rejall
Steffen Rudisch
Katja Scheming, Auszubildende
Andrea Voigt, Auszubildende

Querschnittsbereiche

Jürgen Gaul, Chauffeur
Jana Krupik, PR-Assistentin
Sylvia Pieplow, PR-Referentin
Hans-Jürgen Steudte,
Chemikalienlager



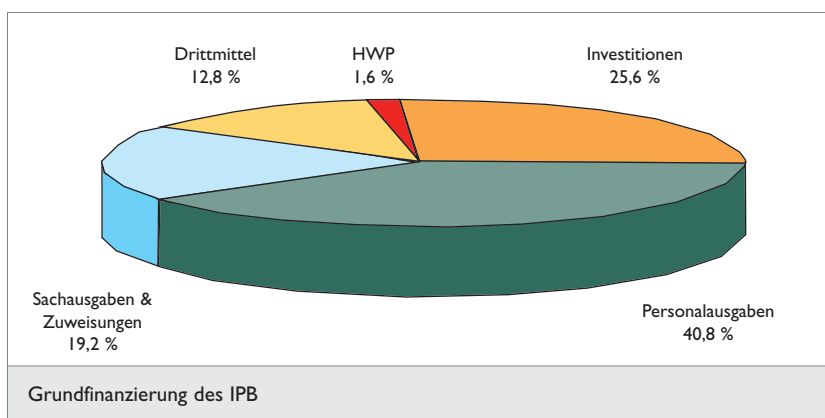
Haushalts- und Drittmittel

Forschungsfinanzierungen auf dieser und den kommenden Seiten erfolgten durch:

BPS	BASF Plant Science
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
DAAD	Deutscher Akademischer Austauschdienst
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
Elsevier	Elsevier Science Publisher
EU	Europäische Union
Firmenich	Firmenich Company
Hopsteiner	Hopsteiner Company
HWP	Hochschulwissenschaftsprogramm
Icon Genetics	Icon Genetics AG
MK-LSA	Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt
MLU	Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg
Probiodrug	Probiodrug AG
SFB 363	Sonderforschungsbereich 363 der DFG
Wella	Wella AG

	in Mio. Euro	in %
Grundfinanzierung		
Personalausgaben	5,1	40,8
Sachausgaben	2,3	18,4
Zuweisungen / Zuschüsse	0,1	0,8
Investitionen	3,2	25,6
Hochschulwissenschaftsprogramm (HWP)	0,2	1,6
Zwischensumme	10,9	87,2
Drittmittelfinanzierung		
BMBF	0,2	1,6
MK LSA	0	0
DFG	0,8	6,4
Industrie	0,2	1,6
EU	0,3	2,4
sonstige	0,1	0,8
Zwischensumme	1,6	12,8
Summe	12,5	100

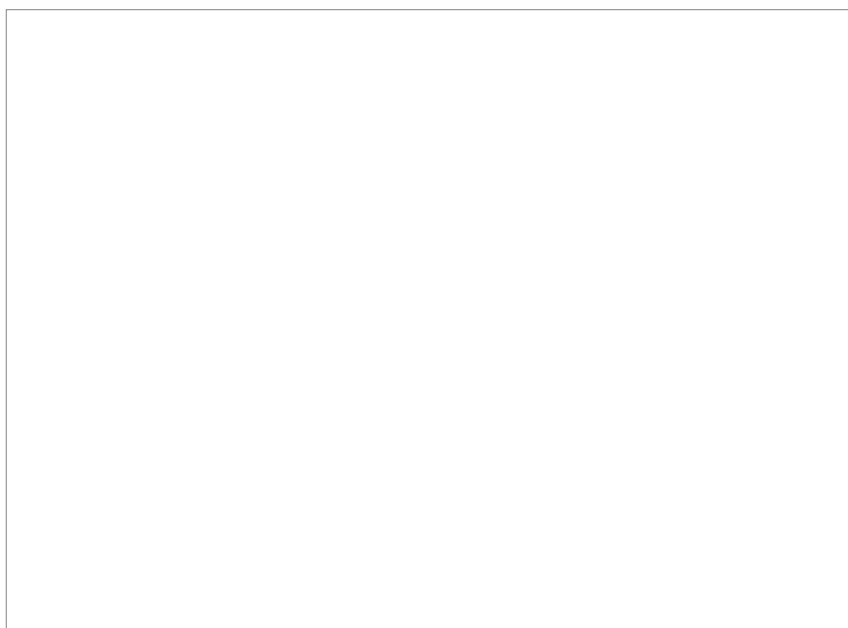
Investitionshaushalt	in Millionen Euro
Großgeräteinvestitionen	0,7
Bauinvestitionen	2,5
Summe	3,2





Stellenplan

Anzahl der Mitarbeiter im Jahresdurchschnitt	172
Anteil der Vollbeschäftigten in %	67
Anteil der Teilzeitbeschäftigten in %	33
Anzahl der Planstellen	92
Beschäftigungspositionen Haushalt	23
Über Drittmittel finanzierte Positionen (im Durchschnitt)	31
Über Hochschulwissenschaftsprogramm (HWP) finanzierte Positionen	6
Anteil der weiblichen Beschäftigten in %	59
Fluktuationsrate in %	16
Durchschnittsalter der Beschäftigten	37 Jahre
Anzahl der Gastwissenschaftler (im Durchschnitt)	26
Berufsausbildung	
im kaufmännischen Bereich	3
in der Gärtnerei	4
in der Bibliothek	1
in der Systemadministration	1
im Labor	2
Erfolgreiche Berufsabschlüsse im Jahr 2004	1
in der Bibliothek	1
Anzahl der Auszubildenden im Durchschnitt	11





Drittmiteinsatz

Projekt & Projektleiter	Gesamtlaufzeit	Zuwendungs- / Auftraggeber	Anteil 2004 in Euro	Bewilligte Personalstellen
Abteilung Naturstoff-Biotechnologie				
Jasmonatbiosyntheseregulation <i>Prof. C. Wasternack & O. Miersch</i>	02/04 04/05	DFG DFG	15.700 16.000	1 1
12-Hydroxyjasmonsäure <i>Prof. C. Wasternack & O. Miersch</i>	03/05	DFG	28.000	1
Glutamat-Cyclase <i>Prof. C. Wasternack</i>	01/05	Probiodrug	4.500	0
Allene oxide cyclase <i>Prof. C. Wasternack</i>	01/05	Firmenich	6.500	0
Analysis of genes <i>Prof. T. M. Kutchan</i>	00/05	Icon Genetics	20.000	1
Molecular genetics of isoquinoline alk.biosynth. <i>Prof. T. M. Kutchan</i>	01/04 04/05	DFG DFG	35.300 41.000	2 2
Molekulare Genetik in <i>Liana Triphyoph. Pellatum</i> <i>Prof. T. M. Kutchan</i>	03/05	DFG	56.000	1
Zellulärer Signaltransfer <i>Prof. T. M. Kutchan</i>	02/04	DFG/MLU	21.100	1
Transformation von <i>Papaver somniferum</i> <i>S. Frick</i>	02/04	DFG	35.900	2
Metabolic engineering <i>S. Frick</i>	04/06	DFG	15.000	2
Transgene Jasmonatmodulation (C 5) <i>Prof. C. Wasternack & O. Miersch</i>	02/04	DFG/SFB 363	65.200	1
HUM-NEU <i>J. Page</i>	03/05	Hopsteiner	20.000	1
Zwischensumme:			380.200	16
Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie				
COMBIOCAT <i>Prof. L. Wessjohann</i>	01/04	EU	66.100	2
EPILA <i>W. Brandt</i>	01/04	EU	1.000	2
MCR Ligandensynthese <i>Prof. L. Wessjohann</i>	04/04	DAAD/Probral	8.200	0
Muskarin <i>W. Brandt</i>	03/04	MLU	700	1



Drittmittelleinsatz

Projekt & Projektleiter	Gesamtlaufzeit	Zuwendungs- / Auftraggeber	Anteil 2004 in Euro	Bewilligte Personalstellen
Reaktivität von Selenpeptiden <i>Prof. L. Wessjohann & W. Brand</i>	03/05 04/06	DFG DFG	56.000 15.800	I I
CERC-3 <i>Prof. L. Wessjohann</i>	04/06	DFG	23.000	I
Pilzmetabolite <i>N. Arnold & J. Schmidt</i>	04/06	DFG	21.000	I
HUMULUS <i>Prof. L. Wessjohann</i>	03/05	Hopsteiner	14.400	0
Antiandrogene <i>Prof. L. Wessjohann</i>	04/06	Wella	42.000	I
Zwischensumme:			248.200	10
Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie				
Schwermetalltoleranz (B-20) <i>D. Neumann & S. Clemens</i>	02/04	DFG/SFB 363	36.400	I
CRISP <i>Prof. D. Scheel</i>	01/04	EU	13.100	I
Schwermetalltoleranz und Silicon <i>U. zur Nieden & D. Neumann</i>	00/04	MK-LSA	2.000	I
Resistenz in Kartoffeln <i>Prof. D. Scheel & S. Rosahl</i>	04/05	DFG	34.500	I
Metallophyten <i>S. Clemens</i>	01/04	EU	45.400	I
Metalhome <i>S. Clemens</i>	03/06	EU	64.000	I
Biominalisation <i>D. Neumann</i>	01/03	DFG	200	I
NODO <i>S. Rosahl</i>	02/04	EU	82.000	I
GABI-NONHOST <i>Prof. D. Scheel</i>	02/06	BPS BMBF	106.300	2
Metallhomöostase <i>S. Clemens</i>	04/06	DFG	20.200	I
GABI-GENOPLANTE <i>S. Clemens</i>	04/06	BMBF	10.000	I
SARA <i>Prof. D. Scheel</i>	04/07	BMBF	11.200	I
Zwischensumme:			425.300	13



Drittmittelleinsatz

Projekt & Projektleiter	Gesamtlaufzeit	Zuwendungs- / Auftraggeber	Anteil 2004 in Euro	Bewilligte Personalstellen
Abteilung Sekundärstoffwechsel				
Mykorrhizaspezifische Isoprenoide <i>M.H. Walter</i>	03/04 04/06	DFG DFG	22.500 20.000	1 1
NAPUS 2000 <i>Prof. D. Strack</i>	99/04	BMBF	91.000	2
Rolle der Jasmonate bei der Ausbildg. v. Mykorrhiza <i>B. Hause & Prof. D. Strack</i>	02/04 04/06	DFG DFG	30.100 16.700	1 1
Mykorrhizaspezifische Carotinoidbiosynthese <i>T. Fester</i>	02/04 04/06	DFG DFG	11.700 24.000	1 1
<i>Metabolite Profiling</i> <i>W. Schliemann</i>	02/04 04/06	DFG DFG	49.700 23.000	1 1
Phytochemistry <i>Prof. D. Strack</i>	02/04	Elsevier	29.200	1
HCA-Glucosyltransferasen <i>C. Milkowski & A. Baumert</i>	03/05	DFG	31.000	1
SCPL-Acyltransferasen <i>C. Milkowski & Prof. D. Strack</i>	03/05	DFG	32.900	1
PFOMT <i>T. Vogt</i>	04/05	DFG	3.200	0
Zwischensumme:			385.000	13
Abteilungsübergreifende Projekte				
<i>Metabolite Profiling</i> in Arabidopsis und Nutzpflanzen, GABI <i>Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie und Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie S. Clemens</i>	00/04	BMBF	46.600	2
GABI-2 <i>Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie und Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie Prof. D. Scheel, S. Clemens, Prof. L. Wessjohann & J. Schmidt</i>	04/07	BMBF	87.800	3
Zwischensumme:			134.400	5
Bewilligte Projekte insgesamt:			1.573.100	57



Finanzierungsübersicht Mitwirkung an Forschungsnetzwerken

Forschungsfinanzierung	Anteil 2004 in Euro	Bewilligte Personalstellen
DFG	780.000	31
EU	271.600	8
BMBF	246.600	9
Industrie	207.200	5
sonstige	65.700	3
MK-LSA	2000	1
Zwischensumme:	1.573.100	57
HWP	170.000	4
Gesamtsumme:	1.743.100	61

Mitwirkung des IPB an nationalen und internationalen Forschungsnetzwerken

CERC 3

Chairmen of the European Research Councils Chemistry Committees
DFG-Projekt

COMBIOCAT

Entwicklung neuer Arzneimittel durch Integration von kombinatorischer Chemie, Biokatalyse und neuen Screeningmethoden
EU-Projekt des 5. Rahmenprogrammes

EPILA

Opiode Behandlung von chronischen Schmerz- und Entzündungsprozessen des Bewegungsapparates
EU-Projekt des 5. Rahmenprogrammes

EVOMET

Evolution metabolischer Diversität
DFG Schwerpunktprogramm 1152

GABI

Genomanalyse
im biologischen System Pflanze
BMBF- und Wirtschaftsverbund

GABI NONHOST

Functional Genomics
pflanzlicher Nichtwirtsresistenz
GABI 1b

METABOLOMICS PLATFORM

Metabolite Profiling
in Arabidopsis und Nutzpflanzen
GABI 2

SARA

Functional Genomics lokaler und systemischer Resistenz in Arabidopsis
GABI, trilaterale Kooperationen,
Spanien - Frankreich - Deutschland

COMPARATIVE GENOMICS

Comparative Genomics zwischen Arabidopsis und Raps in Bezug auf samenspezifische Flavonoidbiosynthese
GABI - Génoplante, bilaterale Kooperationen, Frankreich - Deutschland

HEATOS

Vietnamesische Opiat-Detoxifikation
BMBF Projekt

MOLEKULARE ANALYSE

DER PHYTOHORMONWIRKUNG
DFG Schwerpunktprogramm 1067

MOLEKULARE

ZELLBIOLOGIE PFLANZLICHER SYSTEME
Sonderforschungsbereich 363 der DFG

MOLMYK

Molekulare Grundlagen der Mykorrhiza-Symbiose
DFG Schwerpunktprogramm 1084

NAPUS 2000

Gesunde Lebensmittel aus transgener Rapssaat
BMBF Verbundprojekt

SELBSTORGANISATION

DURCH KOORDINATIVE UND NICHTKOVALENTE WECHSELWIRKUNG
Graduiertenkolleg 894 der DFG

SELENOPROTEINE

DFG Schwerpunktprogramm 1087



Gastwissenschaftler

ABTEILUNG NATUR- UND WIRKSTOFFCHEMIE

Dr. Susanne Aust, Deutschland
01.01.2004 - 31.12.2004

Lilechi Danstone Baraza, Tansania
NAPRECA - DAAD - Stipendiat
01.06.2004 - 30.11.2004

Dr. Alessandra Basso, Italien
EU-Stipendiatin
12.01.2004 - 29.01.2004

Claudia Bobach, Deutschland
01.10.2004 - 30.11.2004

Christiano Rodrigo Bohn Rhoden, Brasilien
DAAD - Stipendiat
01.10.2004 - 31.12.2004

Prof. Antonio Luiz Braga, Brasilien
DAAD - Stipendiat
16.09.2004 - 31.10.2004

Prof. Nguyen Manh Cuong, Vietnam
DAAD - Stipendiat
01.06.2004 - 31.08.2004

Victor Dick, Deutschland
Stipendiat
Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
01.02.2004 - 31.12.2004

Simon Dörner, Deutschland
Stipendiat
Studienstiftung des Deutschen Volkes
01.03.2004 - 31.12.2004

Kanchana Dumri, Thailand
DAAD - Leibniz-Stipendiatin
01.03.2004 - 31.12.2004

Othilie Vercillo Eichler, Brasilien
DAAD - Stipendiatin
01.08.2004 - 31.12.2004

Gergely Gulyas, Ungarn
01.08.2004 - 30.09.2004

Myint Myint Khine, Myanmar
Daimler-Benz-Stipendiatin
01.01.2004 - 31.12.2004

Christiane Neuhaus, Deutschland
01.03.2004 - 30.09.2004

Prof. Luay Rashan, Jordanien
Humboldt-Stipendiat
12.07.2004 - 30.07.2004

Jasqer Alonso Sehnem, Brasilien
03.10.2004 - 31.12.2004

Jana Selent, Deutschland
12.01.2004 - 30.04.2004

Professor Tran Van Sung, Vietnam
Februar, Juni und September 2004

Dr. Larissa Vasilets, Russland
01.01.2004 - 31.05.2004

Dr. Heike Wilhelm, Deutschland
Stipendiatin, Bio Service GmbH, EU und Land Sachsen-Anhalt
01.01.2004 - 31.12.2004

Hasliza Yusof, Malaysia
06.10.2004 - 20.10.2004

ABTEILUNG NATURSTOFF-BIOTECHNOLOGIE

Andrea Borgogni, Italien
09.04.2004 - 16.06.2004

Dr. Bonnie Carolyn McCaig, USA
06.01.2004 - 02.04.2004

Maria Luisa Diaz Chavez, Mexiko
DAAD - Stipendiatin
01.10.2003 - 30.09.2004

Aphacha Jindaprasert, Thailand
DAAD - Stipendiatin
seit 18.10.2004

Natsajee Nualkaew, Thailand
DAAD - Stipendiatin
01.11.2004 - 31.12.2004

Alfonso Lara Quesada, Costa Rica
DAAD - Stipendiat
seit 01.04.2003

ABTEILUNG STRESS- UND ENTWICKLUNGSBIOLOGIE

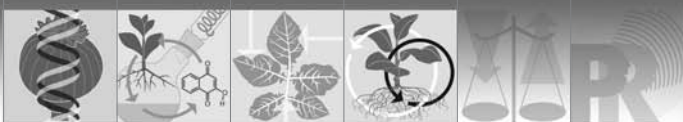
Dr. Emiko Harada, Japan
Humboldt-Stipendiatin
seit 22.02.2002

Claudia Simm, Deutschland
Graduiertenkolleg
seit 01.10.2003

ABTEILUNG SEKUNDÄRSTOFFWECHSEL

Dr. Ana Cenzano, Argentinien
01.09.2004 - 30.11.2004

Diana Schmidt, Deutschland
Stipendiatin, Bio Service GmbH, EU und Land Sachsen-Anhalt
01.08.2001 - 31.07.2004



Seminare und Kolloquien 2004

8. Januar

Professor Andreas Schaller
Universität Hohenheim
Jasmonate signaling in plant defense and pollen development.

12. Januar

Professor Ian W. M. Smith
Universität Birmingham, Großbritannien
Chemistry amongst the stars: Reaction kinetics at a new frontier.

14. Januar

Professor Joachim Stöckigt
Universität Mainz
Molekulare Analyse der Vinorin Synthase - ein zentrales Enzym der Alkaloidbiosynthese in Rauwolfia.

Professor Manfred Psiorz
Boehringer Ingelheim
Pharma GmbH & Co KG
Tropan-Stukturen in Natur- und Wirkstoffen.

15. Januar

Professor Iwona Adamska
Universität Konstanz
Protective mechanisms against light stress in the chloroplast of higher plants.

12. Februar

Professor Georg Coupland
Max-Planck-Institut
für Züchtungsforschung, Köln
The regulation of plant development by seasonal cues.

18. Februar

Professor A. Llobet
Universität Girona, Spanien
Azomacrocyclic complexes and their application in bioorganic and coordination chemistry.

19. Februar

Dr. Steffen Backert
Universität Magdeburg
Function of two type IV secretion systems in Helicobacter pylori: Protein translocation and conjugative chromosomal DNA transfer.

26. Februar

Dr. Helle Ulrich
Max-Planck-Institut für
Terrestrische Mikrobiologie, Marburg
Control of genome stability by ubiquitin

and SUMO.

18. März

Dr. Imre Somssich
Max-Planck-Institut für
Züchtungsforschung, Köln
Search for in vivo target genes of WRKY transcription factors involved in plant defense and leaf senescence.

25. März

Dr. Bonnie Carolyn McCaig
Michigan State Universität, USA
The role of jasmonate perception in tomato reproduction and development.

31. März

Dr. Ute Wittstock
Max-Planck-Institut
für Chemische Ökologie, Jena
Special weapons - exceptional counter-measures: How insects cope with an activated plant defense system.

7. April

Professor Jürgen O. Metzger
Universität Oldenburg
Massenspektrometrische Untersuchung von Reaktionen in Lösung oder wie kann man Carbeniumionen bei SN1-Reaktionen und Radikale bei Radikalkettenreaktionen sehen.

Dr. Ruth Niemetz

Universität Ulm
Zur Biosynthese komplexer Gallotannine in Rhus typhina und Ellagitannine in Tellima grandiflora.

22. April

Dr. Martin Parniske
John Innes Centre,
Norwich, Großbritannien
Plant genetics of root symbiosis with fungi and bacteria.

29. April

Professor Widmar Tanner
Universität Regensburg
Plant membrane transport: From physiology to molecular biology and back.

3. Mai

Dr. Laurent Zimmerli
Universität Freiburg, Schweiz
Early events in Arabidopsis nonhost resistance.

6. Mai

Professor Hanjo Hellmann

Freie Universität Berlin
Cullins as regulators in the ubiquitin proteasom pathway.

10. Mai

György Horvath
Universität Antwerpen, Niederlande
Biosynthesis of tocotrienols.

11. Mai

Professor Koop Lammertsma
Universität Amsterdam, Niederlande
Generating and applying new organophorus reagents.

Dr. Randolph J. Alonso-Herrera
Institut für Wissenschaft und
Forschung, Caracas, Venezuela
Synthetic derivatives of natural products with potential chemotherapeutic applicability.

12. Mai

Professor Burghard König
Universität Regensburg
Molecular recognition with coordination compounds.

18. Mai

Dr. Jens Rohloff
Wissenschaftlich Technische Universität
Norwegen, Trondheim
Approaches in Arabidopsis research: Space biology and differences of smell.

26. Mai

Dr. Jakob Ley
Symrise GmbH & Co KG, Holzminden
Geschmack - Physiologie, Moleküle, Modifizierung.

3. Juni

Professor Herman Spink
Universität Leiden, Niederlande
Similarities of microbial recognition by plants and animals.

9. Juni

Dr. Birgit Kersten
Max-Planck-Institut
für Molekulare Genetik, Berlin
Towards plant proteomic studies using protein microarrays.

10. Juni

Dr. Markus Pauly
Max-Planck-Institut für
Molekulare Pflanzenphysiologie, Golm
Life on the outside: Why do plant cell



walls have to be so complex?

8. Juni

Dr. Cornelia Mrosk
Universität Jena

Die β -Amylase in Turionen von Spirodela polyrhiza: Regulation durch Licht und Nitrat.

22. Juni

Dr. Harro J. Bouwmeester
Plant Research International,
Wageningen, Niederlande

Role of terpenoids in signaling between plants and other organisms.

24. Juni

Dr. Olivier Voinnet
CNRS-Institut für Molekularbiologie
der Pflanzen, Straßburg, Frankreich

Mechanisms and roles of RNA silencing in plants and animals.

29. Juni

Professor Pierre Potier
CNRS-Institut für Naturstoffchemie,
Gif sur Yvette, Frankreich

Research and discoveries of new anti-tumor drugs: NAVELBINE © & TAXOTERE ©.

5. Juli

Professor Vincenzo de Luca
Universität Ontario, Kanada

New tools for understanding metabolic pathways in single cells: The case for Catharanthus roseus indole alkaloid biosynthesis.

Professor Steffen Abel

Universität Kalifornien, Davis, USA

Glucosinolates: From biosynthesis to pathway regulation.

15. Juli

Professor Jeff Dangl
Universität North Carolina,
Chapel Hill, USA

P. syringae type III effector proteins manipulate host cell biology, and plant disease resistance gene products stop them.

23. Juli

Professor Gynheung An

Naturwissenschaftlich Technische
Universität Pohang, Südkorea

T-DNA insertional mutagenesis for reproductive development in rice.

2. September

Stefanie Ranf
Universität South Carolina,
Columbia, USA

Virus induced gene silencing of MAP kinases in tomato.

Professor Roger Wise

Staatliche Universität Iowa, USA

Interplay of gene-specific resistance to barley-powdery mildew and the suppression of host-responses.

8. September

Professor Virinder Parma

Universität Massachusetts, Lowell, USA

Biocatalytic generation of novel materials of importance in drug and gene delivery.

4.-5. Oktober

Drittes Kolloquium des SFB-Schwerpunktprogrammes 1152 *Evolution Metabolischer Diversität.*

10. Oktober

Dr. Ko Shimamoto
Institut für Naturwissenschaft und
Technik Nara, Japan

Rac GTPase is a key regulator of defense signaling in rice.

18. Oktober

Professor Bertil Helgee

Technische Universität

Göteborg, Schweden

N-Vinylpyrrolidone co-polymers, possible support materials for chemical reactions.

21. Oktober

Dr. Joachim Uhrig
Max-Planck Institut
für Züchtungsforschung, Köln

Protein interaction networks: Functional analysis of plant protein families and plant-virus interactions.

27. Oktober

Professor Gerd Jürgens
Universität Tübingen

Apical-basal pattern formation in Arabidopsis embryogenesis.

4. November

Professor Raoul Bino
Universität Wageningen, Niederlande

Plant Metabolomics for Plant Breeding.

11. November

Professor G. Ungar
University of Sheffield, Großbritannien

Periodic and quasiperiodic patterns in dendrimer nanostructures.

16. November

Dr. Christa Kamperdick

Institut für

Molekulare Biotechnologie, Jena

Detection of protein-ligand interactions by saturation transfer difference NMR spectroscopy (STD).

18. November

Professor Beat Keller

Universität Zürich, Schweiz

Diversity and evolution of resistance genes in cultivated and wild wheat: Exploring the resources of a crop plant.

24. November

Professor Klaus Müllen

Max-Planck-Institut

für Polymerforschung

Graphitmoleküle.

26. November

Dr. Gopalan Selvaraj

Nationaler Forschungsrat Kanada

Molecular aspects of reproductive development in cereals and oilseeds.

8. Dezember

Professor Albrecht Berkessel

Universität Köln

Biomimetik und Organokatalyse für die Synthese enantiomerenreiner Epoxide, Aldole und Aminosäuren.

9. Dezember

Dr. Anne Osbourn

John Innes Centre,

Norwich, Großbritannien



Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Leiterin: Sylvia Pieplow

Assistentin: Jana Krupik



Präsident der Leibniz-Gemeinschaft Hans Olaf Henkel im Gespräch mit Professor Dierk Scheel.



Eröffnung der Ausstellung *Farbansichten* von Hanno Lehmann (rechts).



Die zwei Hälften
Monotypie von Hanno Lehmann.

Die Pressearbeit des Leibniz-Institutes für Pflanzenbiochemie (IPB) zeichnete sich im Jahre 2004 durch eine hohe Präsenz des Institutes in den regionalen und überregionalen Medien aus. Einige unserer Forschungsergebnisse stießen auch bei Radio- und Fernsehsendern auf reges Interesse. Darüber hinaus besuchten uns in diesem Jahr hochrangige Politiker, um sich ein Bild über unser Institut und unsere Forschungsvorhaben zu machen. Mit der Organisation von zwei Kunstausstellungen am IPB, ist es uns gelungen, eine alte Tradition zu beleben, die in der Vergangenheit vielen namhaften Künstlern die Möglichkeit einräumte, ihre Sicht auf die Welt und den Lauf der Dinge zu präsentieren. Hervorzuheben sind auch unsere beiden großen PR-Aktionen im Herbst diesen Jahres: Unsere neuen Multimediapräsentationen über die Mykorrhiza und den *Phytophthora* wurden an mehrere hundert private und öffentliche Interessenten im gesamten Bundesgebiet, sowie in Österreich und der Schweiz verschickt.

IPB weckt Interesse der Politiker *Besuch von Mitgliedern des Deutschen Bundestages im April*

Christel Riemann-Hahnwinckel war positiv überrascht: "Die Forschungsbedingungen am IPB übertreffen meine Erwartungen", konstatierte die Parlamentarische Staatssekretärin des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Am 15. April besuchte sie gemeinsam mit Ulrich Kasparick, Mitglied des Deutschen Bundestages und Dr. Wolfgang Eichler, Parlamentarischer Staatssekretär a.D., das IPB, um sich vor Ort über aktuelle Forschungsvorhaben zu informieren. Mit ihrem Besuch eröffneten die Politiker eine Initiative des Bundes, die starke Forschungszentren in Zukunft in ihrem Wettbewerb stärker unterstützen will. In einem anschließenden Gespräch mit dem Direktorium diskutierten sie über die notwendige Stärkung der Region durch eine bessere Präsentation der gesamten Forschung im mitteldeutschen Raum. "Die Institute hier sind fachlich exzellent, haben aber als Ostinstitute auf Bundesebene ein Imageproblem und stoßen in der Wirtschaft auf Vorbehalte", erklärte Ulrich Kasparick. Dies könne nur gelöst werden, indem man die persönliche Begegnung sucht. Politiker sollten sich verstärkt vor Ort ein Bild über die hervorragenden Forschungsbedingungen im Osten des Landes machen.

Hans Olaf Henkel besichtigt Institut im Juni

Für die Mitarbeiter des IPB war es eine große Freude, den Präsidenten der Leibniz-Gemeinschaft, Hans Olaf Henkel, am

08. Juni im Institut begrüßen zu dürfen. Henkel, der in regelmäßigen Abständen alle 84 Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft besucht, zeigte sich beeindruckt von Gewächshäusern und Laboren. Anschließend kam es zu einem zwanglosen Austausch mit den Direktoren über weitere Forschungsvorhaben und wichtige Akzente in der Wissenschaftspolitik.

Hoher EU-Beamter zu Gast am IPB

Auf Einladung des Kultusministeriums des Landes Sachsen-Anhalt besuchte Dr. Christian Patermann, Direktor für Biotechnologie in der Generaldirektion Forschung der Europäischen Kommission, das IPB und weitere bedeutende wissenschaftliche Einrichtungen unseres Bundeslandes. Ziel des Besuches am 15. Oktober war, sich im Rahmen der sachsen-anhaltinischen Biotechnologie-Offensive über die Forschungslandschaft im Bereich der Grünen Gentechnik zu informieren. Neben der allgemeinen Besichtigung unserer Räumlichkeiten stand auch die Diskussion laufender und zukünftiger EU-Forschungsprojekte zur Debatte.

Kunst am IPB

Monotypien von Hanno Lehmann

Mit seiner Ausstellung *Farbansichten* begleitete uns der hallische Maler Hanno Lehmann durch den Sommer. Der Autodidakt, der als promovierter Chemiker viele Jahre am IPB tätig war, bot mit seinen Monotypien einen farbenfrohen Rundgang durch ein vielschichtiges Themenspektrum, angefangen von Landschaften über naturwissenschaftlich geprägte Motive bis hin zum Blick auf menschliche Beziehun-



gen. Seine Bilder waren von Ende Juni bis Mitte August am Institut zu sehen.

**Italienischer Künstler
veredelt Institut mit ÖL auf Leinwand**

Unter dem Motto *Perpetuum Mobile - Magie der Biologie in einer imaginären Welt* entführte uns der italienische Maler und Bildhauer Giacomo Piccoli in die Grenzbereiche zwischen Wissenschaft und Philosophie. Inspiriert von Pflanzen, Früchten und mikroskopischen Strukturen schuf Piccoli erstaunliche Räume aus surrealistischem Blickwinkel. Seine Werke in Öl auf Leinwand waren von Oktober 2004 bis Januar 2005 am IPB zu sehen.

Giacomo Piccoli wurde 1949 in Catania auf Sizilien geboren. Als Präsident des Nationalen Kunstkreises *Antitesi* in Rom organisierte er zahlreiche internationale Ausstellungen in Akademien, Ministerien, Botschaften und Konsulaten. Giacomo Piccoli ist heute Kanzler des Bibliografischen Zentrums in Italien.

**Lernsoftware für Schüler
Mit dem "Phytolator"
in den Dschungel der Erkenntnis**

Anlässlich des Jahres der Chemie 2003 haben die Chemiker des IPB ein äußerst informatives und amüsantes Bonusspiel entwickelt, das interessierten Schülern und Studenten die Arbeit des Naturstoffchemikers näher bringen soll. Der Spieler darf als sogenannter *Phytolator* im Urwald nach interessanten Pflanzen fahnden. Anschließend isoliert und analysiert er deren Inhaltsstoffe. Am Ende weiß er Bescheid über Struktur- und Summenformel der gesuchten Substanz und ist im Besitz eines virtuellen Doktorhutes. Federführend bei der Konzeption waren Lars Bräuer, Wolfgang Brandt, Andrea Porzel und Professor Ludger Wessjohann von der Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie. Pünktlich zum Start der *MS Chemie*, im Sommer 2003, trat die Präsentation ihren Weg auf dem Rhein an, wo sie auf viel Resonanz bei einem breiten Publikum stieß.

Im August diesen Jahres wurde das Spiel, auf CD gepresst und in einer großen PR-Aktion an zahlreiche Gymnasien und Uni-

versitäten in ganz Deutschland, sowie Österreich und der Schweiz verschickt. Auch Firmen, Verlage und Privatpersonen zeigten großes Interesse an der Präsentation, die neben dem Spiel auch noch einen virtuellen Rundgang durch unser Institut enthält. Die Resonanz auf die CD, auch von Seiten der Presse, war durchweg positiv und hat maßgeblich dazu beigetragen unser Institut bundesweit bekannt zu machen. Das Spiel und der Rundgang können auch von unseren Internetseiten heruntergeladen bzw. betrachtet werden.

Mykorrhiza im neuen Gewand

In einer ähnlichen PR-Aktion trat unsere neue Mykorrhiza-CD im September ihren Weg zu zahlreichen Schulen, Firmen und interessierten Privatpersonen an. Die erste Version des Lernprogramms wurde im Jahre 2001 u.a. von Thomas Fester und Schülern des hallischen Georg-Cantor-Gymnasiums entwickelt. Finanziert wurde das Projekt im Rahmen von PUSH (Public Understanding of Sciences and Humanities), einer Initiative des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft.

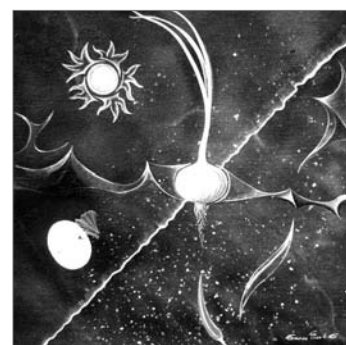
In diesem Jahr wurde die Präsentation zur Symbiose zwischen Pilz und Pflanze von Thomas Fester grundlegend aktualisiert und mit neuesten Forschungsergebnissen und Literaturangaben versehen. Die Erforschung der molekularen und biochemischen Grundlagen der Mykorrhiza gehört zu den Schwerpunkten der Abteilung Sekundärstoffwechsel am Institut. Mit der CD soll das Interesse für diese spannende Lebensgemeinschaft geweckt werden. Die Präsentation kann natürlich auch auf unseren Webseiten betrachtet oder kostenlos heruntergeladen werden.

Präsentation auf der ABIC in Köln

Gemeinsam mit bekannten Biotechfirmen und Forschungseinrichtungen des Landes Sachsen-Anhalt nahm das IPB vom 12.-15. September 2004 an der ABIC (Agricultural Biotechnology International Conference) in Köln teil. Präsentiert wurden die Mechanismen der Metallakkumulation von Metallophyten durch die Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Metallhomöostase.



Eröffnung der Ausstellung *Perpetuum Mobile* von Giacomo Piccoli (Mitte).



Diagonaler Garten
Öl auf Leinwand von Giacomo Piccoli.



Der Spieler gewinnt im Namen des *Phytolators* einen virtuellen Doktorhut.



Veröffentlichungen

Lange Nacht der Wissenschaften

Unter dem Motto *Grünes Licht für Grüne Gentechnik* hatte das IPB am 2. Juli 2004 zur 3. Langen Nacht der Wissenschaften eingeladen. Zu der Veranstaltung besuchten etwa 370 Gäste unsere Labore und Gewächshäuser. An zahlreichen Ausstellungsständen im Foyer boten unsere Wissenschaftler einen thematischen Rundgang von Arzneimittel bis Zellkulturen durch alle Forschungsgebiete des IPB. Neben diesen Präsentationen der Arbeitsgruppen, gab es auch in diesem Jahr wieder zwei spannende und gut besuchte Vorträge: Stephan Clemens sprach über *Transgene Pflanzen - ein Werkzeug für nachhaltige Entwicklung, umweltfreundliche Produktion, Nahrungssicherheit und gesundes Essen*. Anschließend referierte Professor Ludger Wessjohann zum Thema:

Rein pflanzlich! Sind Naturheilmittel wirklich besser? Beide Vorträge bildeten eine hervorragende Grundlage für weitere Diskussionen mit dem Publikum.

Schülerführungen

Die beliebten Führungen durch unser Institut und Vorträge zur Grünen Gentechnik gehören mittlerweile zum Standardrepertoire der aktiven Pressearbeit am Institut. Neben unseren gymnasialen Stammgästen nahmen dieses Jahr auch deutsche und holländische Studenten die Möglichkeit wahr, die Forschungsprojekte am IPB näher kennen zu lernen. Eine Sonderführung inklusive Vortrag nutzten einige Lehrer der Berufsschule Saalkreis, um sich auf dem Gebiet der Grünen Gentechnik weiterzubilden und ihre Kenntnisse zu vertiefen.



Lange Nacht der Wissenschaften
Faszination pflanzliche Zellkulturen.



Lange Nacht der Wissenschaften
Mandy Birschwilks (links) erklärt die Lebensweise von parasitischen Pflanzen.



Lange Nacht der Wissenschaften
Dichtes Gedränge am Transilluminator bei Carsten Milkowski (links mit Kind).

Artikel und Pressemitteilungen

Januar 2004

Winter, S., Schlachten in der Furche. *Der SPIEGEL* 4/2004, S. 80.

28.01.2004

Witthuhn, B., Die grünen Sanierungshelfer. *Berliner Zeitung*, S. 13.

19.03.2004

PIELOW, S., LEIBNIZ-INSTITUT ERÖFFNET WEITERES FORSCHUNGSGEBÄUDE AUF DEM WEINBERG CAMPUS. PRESSEMITTEILUNG.

26.03.2004

Neubau für Biochemiker. *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 9.

27.03.2004

Krause, I., Viel Licht und ein Nachtlabor. *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 12.

27.03.2004

Richter, S., Erst Kellerkind - jetzt im Licht. *Wochenspiegel*.

29.03.2004

Neues Forschungsgebäude seiner Bestimmung übergeben. www.weinbergcampus.de.

24.05.2004

WINGERT, N., HALLES BIOLOGEN ENTARNEN DIE GEHEIMNISSE VON PFLANZEN UND PILZEN. PRESSEMITTEILUNG.

07.06.2004

PIELOW, S., HANS OLAF HENKEL BESUCHT DAS LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PFLANZENBIOCHEMIE.

PRESSEMITTEILUNG.

09.06.2004

Krause, I., Henkel besucht Institut für Pflanzenbiochemie. *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 12.

09.06.2004

PIELOW, S., TRANSGENER RAPS PRODUZIERT SAMEN OHNE BITTERSTOFFE. PRESSEMITTEILUNG.

11.06.2004

Transgener Raps produziert Samen ohne Bitterstoffe. www.innovations-report.de.

18.06.2004

Präsident der Leibniz-Gemeinschaft am 8. Juni zu Besuch in Halle. www.weinbergcampus.de.

20.06.2004

Pieplow, S., Bitte weniger bitter. *Laborjournal* 06/2004, S. 34-35.

21.06.2004

PIELOW, S., AUSSTELLUNG *FARBANSICHTEN* VON HANNO LEHMANN AM LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PFLANZENBIOCHEMIE. PRESSEMITTEILUNG.

23.06.2004

Lehmann zeigt Farbansichten. *Mitteldeutsche Zeitung*.

25.06.2004

Krause, I., Einblicke auf dem Campus. *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 16.

28.06.2004

PIELOW, S., LANGE NACHT DER WISSENSCHAFTEN AM



LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PFLANZENBIOCHEMIE.
PRESSEMITTEILUNG.

29.06.2004

Grafiker zeigt Ansichten von der Farbe.
Mitteldeutsche Zeitung, S.17.

01.07.2004

Gabriele Herrmann vom Institut für Pflanzenbiochemie setzt frische Zellkulturen für die Lange Nacht der Wissenschaften an.
Mitteldeutsche Zeitung, Infofoto, S. 15.

09.07.2004

Krause, I., Forscher entdecken Ursachen für den bitteren Geschmack.
Mitteldeutsche Zeitung, S.19.

31.07.2004

Lehmans Farbansichten im Institut. *Mitteldeutsche Zeitung*, Infofoto, S.12.

31.07.2004

Schmundt, H., Dschungel unter den Füßen.
DER SPIEGEL 31/2004, S. 116-118.

24.08.2004

PIELOW, S., MIT DEM PHYTOLATOR IN DEN DSCHUNDEL DER ERKENNTNIS. PRESSEMITTEILUNG.

Basierend auf dieser Pressemitteilung wurden Artikel veröffentlicht u.a. bei:

- www.analytik.de
- www.bildung-brandenburg.de
- www.bildungsklick.de
- www.chemie.de
- www.chemikalien.de
- www.chemlin.de
- www.lehrer-online.de
- www.studieren-im-netz.de
- www.uniprotokolle.de
- www.wgl.de
- www.wifoe.halle.de

01.09.2004

Rapssamen ohne Bitterstoffe. *Leibniz* 3, S. 3.

03.09.2004

Gauselmann, K., Verunsicherung in "Exzellenz-Zentren". *Mitteldeutsche Zeitung*, S.6.

04.09.2004

Gauselmann, K., Zusage an Institute. *Mitteldeutsche Zeitung*, S.1.

10.9.2004

Chemiespiel kostenlos. *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 13.

29.09.2004

Schwägerl, C., Eine Pflanze ändert ihr Image - der Raps als Edelgewächs. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* 227.

30.9.2004

PIELOW, S., MYKORRHIZA IM NEUEN GEWAND. PRESSEMITTEILUNG.

Diese Pressemitteilung wurde u.a. auch veröffentlicht bei:

- www.innovationsreport.de
- www.interconnections.de
- www.mygeo.de
- www.vdbiol.de
- www.wgl.de
- www.wissenschule.de
- www.zeus.zeit.de

30.09.2004

PIELOW, S., AUSSTELLUNG PERPETUUM MOBILE VON GIACOMO PICCOLI AM LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PFLANZENBIOCHEMIE. PRESSEMITTEILUNG.

Diese Pressemitteilung wurde u.a. auch veröffentlicht bei:

- www.interconnections.de
- www.prowissenschaft.de
- www.qinx.de
- www.uniprotokolle.de
- www.webinfo1.de

09.10.2004

Italiener zeigt die "Magie der Biologie". *Mitteldeutsche Zeitung*, Infofoto.

11.10.2004

Ausstellung am IPB. *Mitteldeutsche Zeitung*, S.9.

12.10.2004

Hoffman, P., Das "Stille-Post-Spiel" um die Leibniz-Gemeinschaft. *Magdeburger Volksstimme*.

14.10.2004

KULTUSMINISTERIUM SACHSEN-ANHALT, HOHER EU-BEAMTER INFORMIERT SICH ÜBER BIOTECHNOLOGIE-OFFENSIVE DES LANDES SACHSEN-ANHALT. PRESSEMITTEILUNG.

22.10.2004

Im Dschungel der Erkenntnis. *Chemie in unserer Zeit* 5/2004, S. 367.

22.10.2004

Wein, M., Lange Nacht war viel zu kurz. *Scientia hallensis* 10/2004, S. 6-7.

25.10.2004

PIELOW, S., NEUE DIREKTORIN AM LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PFLANZENBIOCHEMIE. PRESSEMITTEILUNG.

Diese Pressemitteilung wurde u.a. auch veröffentlicht bei:

- www.chemlin.de
- www.innovationsreport.de
- www.interconnections.de
- www.uniprotokolle.de
- www.weinbergcampus.de
- *Laborpraxis* 12/2004, S. 14.
- *BIOforum* 12/2004, S. 8.

26.10.2004

Bank, M., Neue CD über Symbiosen. *Mitteldeutsche Zeitung*, S.20.

30.10.2004

Bank, M., Frau aus Amerika an der Spitze. *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 20.

01.11.2004

PIELOW, S., NEUE WIRKSTOFFE AUS HEIMISCHEN WÄLDERN. PRESSEMITTEILUNG

Diese Pressemitteilung wurde u.a. auch veröffentlicht bei:

- www.chemie.de
- www.chemlin.de
- www.forstverein.de
- www.geoscience-online.de
- www.journalmed.de
- www.medicineworldwide.de
- www.physik-forum.de
- www.shortnews.stern.de
- www.tk-online.de
- www.vdbiol.de

04.11.2004

Schilling, T., Mit dem Trick-"Phytolator" eine neue Medizin entdecken. *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 22.

26.11.2004

Pieplow, S., Pilze kontra Eiter und Bakterien. *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 22.

10.12.2004

Spilok, K., Neue Bioprodukte haben Zusatznutzen. *VDI Nachrichten*.

20.12.2004

Städner, F., Gehaltvolle Pilze, *Leibniz* 4/2004, S. 4.

20.12.2004

Bank, M., Morphin in Zellen produziert? *Mitteldeutsche Zeitung*, S. 24.

Radiobeiträge

05.06.2004

Jacobs, D., Schnecklinge als Antibiotika. *Mitteldeutscher Rundfunk*, Radio Sachsen-Anhalt.

03.11.2004

Kienzlen, G., Medizin aus dem Wald. *Deutschlandfunk*, Forschung aktuell.

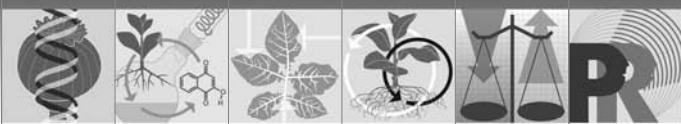
Fernsehbeiträge

26.03.2004

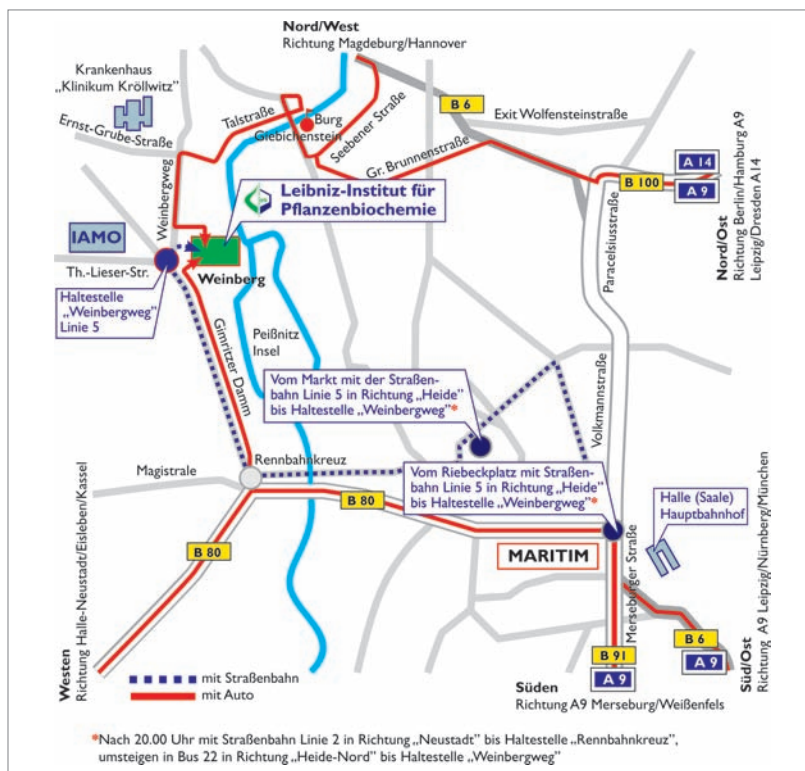
Neues Gebäude für Leibniz-Institut. *Mitteldeutscher Rundfunk*, Sachsen-Anhalt heute.

16.06.2004

Wiemeier, T., Keimfrei. *Mitteldeutscher Rundfunk*, Sachsen-Anhalt heute.



Anfahrt und Impressum



Herausgeber: Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie
Weinberg 3
06120 Halle (Saale)
www.ipb-halle.de

Redaktion & Layout: Sylvia Pieplow
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Tel.: (03 45) 55 82 11 10
Fax: (03 45) 55 82 11 09
E-Mail: pr@ipb-halle.de

Graphiken & Fotos: Christine Kaufmann
Annett Kohlberg
Bettina Hause
und andere

Copyright © 2005 Alle Rechte vorbehalten. Diese Publikation sowie Teile derselben sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Herausgebers nicht zulässig. Alle Angaben von Daten und alle Literaturangaben in diesem Bericht beziehen sich, soweit nicht ausdrücklich anders erwähnt, auf das Jahr 2004.