

Ein Institut mit Tradition: 60 Jahre IPB



Mitarbeiter vor dem Institut im Jahr 1964

Gründerjahre unter Kurt Mothes



Gegründet wurde das IPB am 1. Januar 1958 in Halle an der Saale als Institut für Biochemie der Pflanzen (IBP) der Deutschen Akademie der Wissenschaften der DDR. Gründungsdirektor Professor **Kurt Mothes** hatte zuvor die Abteilung für Chemische Physiologie am Akademie-Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben geleitet, war aber parallel dazu durch vielfache Aktivitäten bereits sehr eng mit dem Forschungsgeschehen in Halle verbunden. So leitete er von 1951 bis 1963 das Institut für Pharmakognosie und war von 1954 bis 1974 Präsident der Akademie für Naturforscher Leopoldina in Halle. Mit Gründung des IBP übernahm er zudem die Leitung des Instituts für Allgemeine Botanik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. 1963 gründete Mothes den ersten deutschen Lehrstuhl für Biochemie der Pflanzen an der Halleschen Universität.

Zur Beantwortung der aktuellen Fragestellungen auf dem noch jungen Forschungsgebiet der Pflanzenbiochemie holte Mothes Experten aus allen relevanten Fachgebieten an einen Tisch: Biologen, Chemiker, Biochemiker und Pharmazeuten. Mit diesem interdisziplinären Ansatz war Mothes

seiner Zeit weit voraus. Aus dem reaktiven Gebräu der aufeinandertreffenden Ideen erwachsen eine besondere Eigendynamik und Kreativität, die noch heute das geistige und kulturelle Leben am Institut prägen.

Wissenschaft unter Mothes (1958-1967)

Alkaloidforschung

Unter Mothes' Ägide lag der Fokus der wissenschaftlichen Aktivitäten zunächst stark auf der Erforschung von alkaloiden Wirkstoffen ausgesuchter Heil- und Giftpflanzen. Mit Hilfe der damals hochmodernen Radioisotopentechnik begann man am Institut unter Leitung von **Horst-Robert Schütte** die **Biosynthesen von interessanten Alkaloiden** wie Nikotin, Ricinin, Atropin, Kokain sowie **Morphin** und weiterer Schlafmohnalkaloide aufzuklären. Neben diesen rein biochemischen Untersuchungen, erforschte man zell- und entwicklungsbiologische Aspekte der Alkaloidproduktion in *Papaver somniferum*.



Berühmt wurde Mothes mit seiner Suche nach einer Mohnsorte, bei der die Synthese der Morphinalkaloide bereits beim Codein stoppt und die folglich kein Morphin mehr herstellt. Aus Codein, so hoffte Mothes, würde man alle benötigten Schmerz- und Betäubungsmittel partialsynthetisch herstellen können und damit der steigenden Drogenproblematik und illegalen Opiumgewinnung entgegenwirken. Mitte der 50-er Jahre startete er deshalb eine großangelegte weltweite Suche nach dem rauschgiftfreien Arzneimohn und fand schließlich eine Variante des armenischen Mohns *Papaver bracteatum*, bei der die Morphinbiosynthese vorzeitig unterbrochen ist und die in ihren Latexzellen Thebain statt Morphin anreichert. Die Idee des Schlafmohnersatzes durch eine morphinfreie Sorte erregte großes Interesse bei den Vereinten Nationen, wurde aber später aus politischen Gründen nicht weiter verfolgt. *Papaver bracteatum* hingegen blieb der Wissenschaft als natürliche Mutante erhalten und rückte ab 1999 wieder in den Fokus des halleischen Forschungsinteresses, als man sich der Morphinbiosynthese mit molekular- und zellbiologischen Ansätzen näherte.

Bahnbrechende Erfolge konnten zudem auf dem Gebiet der Mutterkornalkaloide erzielt werden. Unter Leitung von Detlef Gröger etablierte man am Institut ein Flüssigkulturverfahren zur Anzucht des Mutterkornpilzes *Claviceps purpurea*. Diese Submerskultur ersetzte bald das bis dahin angewandte parasitische Kulturverfahren und bildete die Grundlage für die Entwicklung von industriellen Produktionsverfahren zur Gewinnung von pharmazeutisch relevanten Claviceps-Alkaloiden. [Grögers Ergebnisse gelten als Meilensteine der Mutterkornforschung](#). 2005 erhielt er für sein Lebenswerk auf dem Gebiet der pharmazeutischen Biologie den Egon-Stahl-Preis in Gold der Gesellschaft für Arzneipflanzenforschung.

Auf dem Gebiet der Alkaloidforschung erreichte das Institut bereits in den 60-er Jahren internationale Strahlkraft. 1960, 1964 und 1969 gelang es Mothes die Internationale Arbeitstagung der Alkaloide nach Halle zu holen. Diese Ereignisse waren ungewöhnlich für jene Zeit, in der die DDR-Staatsführung eher auf Abschottung, denn auf internationale Öffnung und Kooperation bedacht war.

Phytohormone

Neben der eher anwendungsorientierten Wirkstoffforschung, untersuchte man am IBP grundlegende pflanzliche Wachstums- und Entwicklungsprozesse. Ausgehend von früheren Arbeiten zum Proteinmetabolismus während der Seneszenz erzielte Mothes zu Beginn der 60-er Jahre wichtige Ergebnisse zur Funktionsweise von Cytokininanalogen und **Cytokininen**, die wesentlich zum damaligen Kenntnisstand der neu entdeckten Phytohormone beitrugen. Seine Befunde mündeten in die Entwicklung der hormonvermittelten **Source-Sink-Theorie** für Alterungs- und andere physiologische Prozesse in Pflanzen, die bis heute Gültigkeit hat. Der durch Miniermottenlarven hervorgerufene Effekt der **Grünen Inseln** auf alternden Blättern konnte von Mothes als cytokininvermittelt identifiziert werden. Er wurde 1969 in *Nature* publiziert.



Laboralltag im Jahr 1964

Das Institut und Wissenschaft unter Klaus Schreiber (1968-1989)

Der lange Zeitraum unter der Leitung von **Klaus Schreiber (1927-2009)** war geprägt durch eine zunehmende Einmischung der DDR-Regierung in die Belange der Wissenschaft. Zu Beginn der 70-er Jahre kam es zu massiven Einbußen in der Forschungsfreiheit; die Grundlagenforschung wurde auf ein Minimum zurückgefahren. Stattdessen arbeitete man zunehmend anwendungsorientiert im Auftrag der Landwirtschaft und Industrie. Am IBP suchte man in diesem Rahmen verstärkt nach neuen natürlichen oder synthetischen pflanzlichen **Wachstumsregulatoren**, die für eine effektivere Unkraut- und Schädlingsbekämpfung und allgemeine Ertragssteigerung zum Einsatz kommen sollten. Geforscht wurde an volkswirtschaftliche wichtigen Kulturpflanzen wie Getreide und Kartoffeln. Aus diesen Kooperationsprojekten mit der Industrie resultierte eine Vielzahl an Patenten und eine jährliche Einwerbung von etwa 4,5 Millionen Mark Drittmittel.

Als Chemiker sorgte Klaus Schreiber zudem für eine stärkere Wichtung der chemischen Themen im Haus. Moderne Analysegeräte wurden angeschafft, die Bibliothek um entsprechende Fachliteratur erweitert, der Anteil an ausgebildeten Chemikern wuchs. Unter Schreibers Leitung gab es am Institut erstmals eine Struktur in Abteilungen. Biologische Themen wurden u.a. in den Abteilungen **Hormonforschung (Benno Parthier)**, **Stressforschung (Lutz Nover)**, **Resistenzforschung (Siegfried Johne)** und **Wachstumsregulatoren (Günter Sembdner)** durchgeführt. Die

Abteilungen **Arzneipflanzenforschung (Detlef Gröger)** und **Naturstoffchemie (Günter Adam)** deckten die wichtigsten Bereiche der chemisch orientierten Projekte ab. Mit der noch stärkeren Einbeziehung der Naturstoffchemie in die biologischen Fragestellungen schärfte Schreiber das Profil des Instituts und gab ihm letztendlich sein Gesicht. Noch heute gilt die Verzahnung von biologischen und chemischen Themen als ein Alleinstellungsmerkmal des Instituts in der deutschen Forschungslandschaft.



Günter Adam (rechts) auf Exkursion in Vietnam.

Wirkstoffforschung

Mitte der 70-er Jahre begannen die Chemiker des Instituts mit einer intensiven Suche nach pflanzlichen Naturstoffen, die als Leitstrukturen für die Entwicklung neuer Medikamente dienen können. Dabei konzentrierte man sich auch auf exotische, im europäischen Raum kaum erforschte Pflanzen. Untersucht wurden vorrangig Pflanzen aus den Urwäldern Vietnams, die in der dortigen Volksmedizin gegen verschiedene Krankheiten verwendet werden. Zahlreiche Pflanzeninhaltsstoffe, darunter einige potentielle Wirkstoffe, konnten auf diesem Wege isoliert und strukturell aufgeklärt werden. Diese **ethno-pharmakologischen Projekte** unter Leitung von **Günter Adam (1932-2019)** wurden nach der Wende fortgeführt und bilden bis heute einen Schwerpunkt der Abteilung Natur- und Wirkstoffchemie. Seit 1972 wurden am Institut ganze Generationen an vietnamesischen Naturstoffchemikern ausgebildet. Viele von ihnen nehmen heute leitende Positionen an dortigen Forschungsinstituten ein.

Stressforschung

Im Bereich der Stressforschung unter Leitung von **Lutz Nover** gelang der Beweis, dass Pflanzen auf Temperaturerhöhung mit der Bildung von klassischen **Hitzeschockproteinen** reagieren. Der Befund erregte internationales Interesse und wurde 1982 in *Cell* veröffentlicht. Er mündete später in die Chaperon-Theorie.

Hormonforschung

Ausgehend von den Cytokininarbeiten erforschte man zu Beginn der 70-er Jahre unter Leitung von **Benno Parthier** genetische Regulationsmechanismen und Proteinstoffwechsel der **Chloroplastenbiogenese**. Am IBP wurde der Beweis für die Existenz eines plastidenspezifischen Genoms erbracht. Es konnte zudem gezeigt werden, dass eine Reihe der chloroplasteninternen Gene funktionell und aktiv sind. In den frühen 70-er Jahren forschte man an weiteren Phytohormonen, wie Gibberellinen, Abscisinsäure und Ethylen. Unter Leitung von Günter Adam erfolgte die Strukturaufklärung und Synthese einiger Vertreter der **Gibberelline** und ihrer Konjugate. Die Gibberelline waren damals als **Halmstabilisatoren** für die Landwirtschaft interessant. Da die geldgebenden Partner aus Landwirtschaft und Industrie nach der Wende wegfielen, wurden die Arbeiten auf diesem Gebiet zu Beginn der 90-er Jahre eingestellt und die Patente freigegeben.

Wendezeit und Neugründung unter Benno Parthier (1989-1997)



Professor Benno Parthier

Mit den Montagsdemonstrationen in Leipzig, Halle und vielen anderen Städten wurde im Herbst 1989 in der DDR die politische Wende eingeleitet. Nach der Emeritierung von Klaus Schreiber bestellte die Akademieleitung **Klaus Müntz** zum neuen Direktor des IBP. Seine Amtszeit wurde ein Jahr später offiziell abgelöst von **Benno Parthier**, der im Mai 1990 von der Belegschaft zum neuen Institutsdirektor gewählt worden war.

Laut Einigungsvertrag zwischen den beiden deutschen Staaten sollte die Akademie der Wissenschaften der DDR zum 31.12.1991 aufgelöst werden. Die Akademie-Institute, wie das IBP, hatten sich einer strengen Evaluierung durch den Wissenschaftsrat der BRD zu unterziehen. Danach wurde über das weitere Schicksal der knapp 70 Akademieinstitute entschieden: sie wurden entweder geschlossen, einer Universität angegliedert oder in eine der vier großen deutschen Wissenschaftsgemeinschaften aufgenommen.

Zum IBP gab der Wissenschaftsrat folgende Empfehlung:

„Angesichts der hervorragenden Tradition in Halle auf dem Gebiet der Pflanzenwissenschaften....empfiehlt der Wissenschaftsrat die Gründung eines eigenständigen Forschungsinstituts..., das aufgrund seiner überregionalen Bedeutung und des gesamtstaatlichen



wissenschaftspolitischen Interesses die Bedingungen für ein Blaue-Liste-Institut (heute Leibniz-Gemeinschaft) erfüllt.“

Demnach wurde das Institut für Biochemie der Pflanzen (IBP) der Akademie der Wissenschaften der DDR am 31.12.1991 geschlossen und am 01.01.1992 unter dem Namen Institut für Pflanzenbiochemie (IPB) der Leibniz-Gemeinschaft neu gegründet. **Lothar Franzen** wurde 1993 zum Administrativen Leiter des Instituts bestellt. Als kontrollierende und beratende Organe wurden im Januar 1994 der **Wissenschaftliche Beirat** unter Vorsitz von **Jozef Schell** und der **Stiftungsrat** gegründet. Alle sieben Jahre sollten fortan die wissenschaftlichen und administrativen Bereiche des IPB durch den Wissenschaftsrat, später durch den Senat der Leibniz-Gemeinschaft evaluiert werden. Ab 1994 stand das organisatorische Gerüst des neu gegründeten Instituts: Künftig erfolgte die Forschung in den vier wissenschaftlichen Abteilungen **Naturstoffchemie (Günter Adam)**, **Hormonforschung (Benno Parthier)**, **Sekundärstoffwechsel (Dieter Strack)** und **Stress- und Entwicklungsbiologie (Dierk Scheel)**. **Benno Parthier** leitete das IPB als Geschäftsführender Direktor bis 1997.

Als Leopoldina-Präsident und Mitglied der deutsch-deutschen Kommission des Wissenschaftsrates spielte Parthier in den 90-er Jahren eine wichtige Rolle als Vermittler zwischen Wissenschaft und Politik von Ost- und Westdeutschland. Für seine Verdienste bei der erfolgreichen Vereinigung zweier Wissenschaftssysteme erhielt er 1997 das Bundesverdienstkreuz und zahlreiche [weitere Auszeichnungen](#).

Wissenschaft vor und nach der Wende:

Pionierforschung an neuen Phytohormonen

Zu Beginn der 80-er Jahre entdeckte man zwei neue Substanzklassen, die man als neue Phytohormone diskutierte: die Brassinosteroide und die Jasmonate. Beide Hormonklassen wurden am IPB zeitnah und so erfolgreich bearbeitet, dass ihre Erforschung auch nach der Wende auf hohem Niveau fortgeführt wurde. Unter Leitung von **Günter Adam** erfolgten grundlegende Experimente zu den **Brassinosteroiden**, vor allem zur physiologischen Wirkung und zum Nachweis der ubiquitären Verbreitung der neu entdeckten Signalstoffe. Mit der Emeritierung von Günter Adam 1999 wurden die Arbeiten zu den Steroidhormonen eingestellt.



Die Erforschung der **Jasmonate** (JA) begann in den 80-er Jahren unter Leitung von **Claus Wasternack** und wird bis heute ununterbrochen fortgeführt. 1981 gelang am Institut erstmals die Isolation einer freien Jasmonsäure aus dem Pericarp unreifer Ackerbohnen. Mit einem am Institut entwickelten Radioimmunoassay wies man zunächst die Existenz des Hormons in verschiedenen Pflanzen nach. Zeitgleich klärten die Hallenser Wissenschaftler im Rahmen der klassischen Phytohormonexperimente zahlreiche physiologische Effekte des Jasmonats auf. Anfang der 90-er Jahre entdeckte man am IPB die ersten JA-induzierten Proteine (JIPs) und legte damit den Grundstein für die Aufklärung der molekularbiologischen Mechanismen der Jasmonatwirkungsweise. Die ubiquitäre Verbreitung der JIPs konnte am Institut nachgewiesen und zahlreiche Gene gefunden werden, die durch JA aktiviert werden. Mit der immunzytologischen Detektion der Hauptenzyme der JA-Biosynthese gelang am Institut die Lokalisierung der JA-Produktion innerhalb der Pflanzenzelle.

Zeitgleich entdeckte man am Institut und anderswo verschiedene JA-Konjugate, die jedoch wenig aktiv waren. Für das JA-Derivat 12-OH-JA konnte am IPB der Beweis erbracht werden, dass es eine Rolle bei der Beendigung des JA-Signalweges spielt. Zahlreiche weitere Erkenntnisse zu Crosstalk und Regulationsmuster der Phytohormone folgten. Bei der Entdeckung des aktiven Isoleucinkonjugats der Jasmonsäure im Jahre 2009 bewiesen die Hallenser Wissenschaftler, dass die Verbindung nur in der *cis*-Form aktiv ist. Nach Claus Wasternacks Emeritierung 2008 wurden die Forschungsarbeiten von **Bettina Hause** und - in einer eigenen **Jasmonat-Gruppe** - von **Debora Gasperini** fortgesetzt. Hier untersucht man u.a. die frühen Ereignisse des Signalweges sowie die Rolle der Phytohormone bei Trichombildung, **Blütenentwicklung** und Mykorrhizierung der Pflanze. Die am Institut erbrachten Erkenntnisse trugen stark zu einem grundlegenden Verständnis der Jasmonate bei. Bis zum heutigen Tag gilt das IPB als ein vielbeachtetes **Zentrum der Jasmonatforschung**.

Start in die Moderne:

Neue Technologien und Plattformen (1998-2010)

Nach der Emeritierung von Benno Parthier wurde **Dierk Scheel** zunächst von 1998 bis 2004 und später von 2006 bis 2008 **Geschäftsführender Direktor** des Instituts. Parthiers Abteilung wurde ab 1999 von **Toni Kutchan** unter dem Namen **Naturstoff-Biotechnologie** weitergeführt. Von 2005 bis 2006 übernahm **Toni Kutchan** auch die Geschäftsführung, bevor sie 2006 einem Ruf nach **Amerika** folgte. Die Nachfolge von Günter Adam trat 2000 **Ludger Wessjohann** mit der Leitung der Abteilung **Natur- und Wirkstoffchemie** an. Die erste externe Evaluierung nach Neugründung verlief äußerst positiv für das IPB.



In seiner Stellungnahme vom Juli 1999 schreibt der Wissenschaftsrat:

„Das IPB hat die nach der deutschen Einigung notwendige Umgestaltung sehr gut gemeistert. Herausragend ist die Kombination mit der Synthese- und Analysekompetenz, die für das Institut charakteristisch ist. Es gibt national und auch international nur wenige Einrichtungen, welche in der Kombination und Qualität der genannten Forschungsschwerpunkte mit dem IPB vergleichbar sind.“

Auch nach der folgenden Evaluierung im Sommer 2006 erhielt das Institut eine positive Empfehlung des Senats der Leibniz-Gemeinschaft für eine weitere siebenjährige Förderperiode innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft. Die Hauptempfehlungen des Senats zur weiteren strategischen Entwicklung des Instituts betrafen die Einführung neuer Technologien, die Etablierung von unabhängigen Nachwuchsgruppen sowie eine stärkere Vernetzung der verschiedenen Expertisen am IPB. Das Institut entwarf daraufhin ein neues Forschungskonzept, das die stärkere Zusammenarbeit der wissenschaftlichen Abteilungen in vier vernetzten Schwerpunktthemen vorsah. In der praktischen Umsetzung sollte diese Vernetzung u.a. auf verschiedenen **Technologie-Plattformen** stattfinden. Die erste Plattform dieser Art wurde 2001 als **Metabolomics-Plattform** in der Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie ins Leben gerufen. 2002 etablierte Dierk Scheel zudem eine eigene **Bioinformatikgruppe** in seiner Abteilung. Die erste unabhängige Nachwuchsgruppe des IPB nahm 2007 unter Leitung von **Marcel Quint** ihre Forschungsarbeiten zum Thema Auxin-Signaltransduktion auf. Von 2008 bis 2010 übernahm **Dieter Strack** die **Geschäftsführung** des Instituts.

Forschung der Abteilungen

Naturstoff-Biotechnologie (1999-2006)

Die Abteilung Naturstoff-Biotechnologie unter Leitung von **Toni Kutchan** widmete sich ab 1999 erneut der **Biosynthese von Morphin**. In Kooperation mit kanadischen Partnern gelang 2004 der immunzytologische Nachweis, dass die Morphinbiosynthese an differenzierte zelluläre Strukturen der Latexzellen gebunden ist. Eine biotechnologische Produktion des Opiats in Zellkulturen erwies sich damit als aussichtslos. Deshalb versuchte man am IPB transgene Mohnpflanzen zu erzeugen, bei denen die Biosynthese von Morphin gesteigert werden sollte, indem man die Enzyme der Nebenprodukte Sanguinarin und Laudanin blockierte. Die Transformation von Schlafmohn gelang, brachte aber nicht den gewünschten Effekt. Weiterführende Arbeiten zu diesem Thema fanden ab 2006 nicht mehr am IPB statt. Bis 2008 wurde die Abteilung kommissarisch von **Claus Wasternack** geleitet.

Sekundärstoffwechsel (1993-2010)



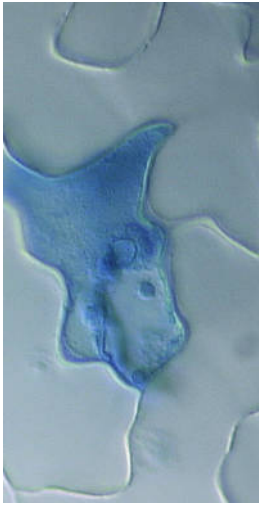
Detektion von Mycorradicin (Pfeil) in mykorrhizierten Maiswurzeln.

Im Fokus der Abteilung Sekundärstoffwechsel unter Leitung von **Dieter Strack** stand die Analyse verschiedener Sekundärstoffklassen, wie der **Phenylpropanoide** und der **Isoprenoide**. Die Arbeiten erfolgten an ausgewählten experimentellen Systemen, wie der arbuskulären **Mykorrhiza**. Am IPB konnte gezeigt werden, dass die Biosynthese des mykorrhizaspezifischen Metaboliten Mycorradizin durch den Pilz im Rahmen seiner Besiedlung der Pflanzenwurzel induziert wird.

Ein zweites Projekt hatte die **Reduktion des Bitterstoffgehaltes in Rapsamen** zum Ziel. Durch Inaktivierung der wichtigsten Biosynthesegene konnte der Gehalt des Hauptbitterstoffes Sinapoylcholin um 80 Prozent gesenkt werden, was die Verarbeitung des Samens als Tierfutter- und Nahrungsmittelzusatz interessant machte. Aufgrund mangelnder Akzeptanz von transgenen Pflanzen in Europa wurde das Projekt 2004 beendet. Folgearbeiten wie Freilandversuche wurden später im nach **Kanada** verlagert. Die meisten Projekte der Abteilung endeten offiziell im Herbst 2010 mit der Emeritierung von **Dieter Strack**.

Stress- und Entwicklungsbiologie (1994 - 2018)

In der Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie unter Leitung von **Dierk Scheel** untersucht man die pflanzliche Abwehr von **biotischem Stress** durch Pflanzenpathogene und **abiotischem Stress** durch erhöhte Schwermetallexpositionen. Zum besseren Verständnis der **pflanzlichen Schwermetallresistenz** verglich man am IPB mehrere tausend Genaktivitäten von *Arabidopsis thaliana* und *Arabidopsis halleri* – eine metallhyperakkumulierende Pflanze, die Cadmium in hohen Konzentrationen toleriert. Im Ergebnis fand man am IPB etwa 20 Gene, die in *A. halleri* stärker exprimiert wurden als in *A. thaliana*. Einige der aktivierten Gene codieren für Metalltransporter oder für Synthesenzyme von Metallchelatoren. Die Forschungsarbeiten zu diesem Thema endeten 2006 mit der Berufung des Projektleiters **Stephan Clemens** an die Universität Bayreuth.



Der Anteil des IPB an den zusammengetragenen Erkenntnissen zur **pflanzlichen Basisimmunität** ist groß. Ende der 90-Jahre entdeckten Dierk Scheel und **Thorsten Nürnberger** als eine der ersten Wissenschaftler weltweit ein **Pathogen Associated Molecular Pattern** (PAMP) für einen pflanzenpathogenen Organismus, nämlich für den Erreger der Kraut- und Knollenfäule *Phytophthora infestans*. Mit Hilfe einer am IPB entwickelten Nachweismethode für phosphorylierte Proteine konnten verschiedene Substrate von MAP-Kinasen identifiziert werden, darunter Transkriptionsfaktoren und weitere MAP-Kinasen (Leitung: **Justin Lee**). In einem groß angelegten **Mutantenscreen** sucht man unter Leitung von **Sabine Rosahl** in einem Pool von 70.000 EMS-mutagenisierten Arabidopsispflanzen nach jenen Mutanten, bei denen die Basisimmunität gegen *P. infestans* gestört ist. Bisher fand man 14 anfällige Pflanzen; die betroffenen Gene werden zurzeit analysiert. In einem **Metabolitenprofiling** von mit *P. infestans* infizierten Arabidopsispflanzen im Vergleich zu nicht infizierten Kontrollpflanzen fand man eine Vielzahl an infektions-spezifischen Metaboliten. Auffällig war die Akkumulation von Coumaroylagmatin in infizierten Pflanzen – eine antimikrobielle Substanz, die die Sporenkeimung des Pathogens stark inhibiert. Die Arbeiten der Abteilung Stress- und Entwicklungsbiologie wurden aufgrund der **Emeritierung von Dierk Scheel** ab Februar 2019 in der Nachfolgeabteilung **Biochemie pflanzlicher Interaktionen** unter Leitung von **Tina Romeis** neu ausgerichtet.

Natur- und Wirkstoffchemie (ab 2000)

In der Abteilung verfolgt man unter Leitung von **Ludger Wessjohann** einen ganzheitlichen Ansatz zur Identifizierung und Erforschung neuer Substanzklassen, die als Leitstrukturen für Medikamente gegen Alzheimer, Krebs und Infektionen genutzt werden können. Dabei erfolgt die **Wirkstofffindung** zunehmend aus Pflanzen aus Afrika, Südamerika und Südostasien oder aus bisher wenig erforschten Organismen wie Pilzen oder Algen. 2003 isolierte man unter Leitung von **Norbert Arnold** aus heimischen Pilzen der Gattung *Hygrophorus* eine Leitstruktur für ein **potentielles Antiseptikum**. Sechs Jahre später fand man in der gleichen Gattung einen Wirkstoff gegen *P. infestans*. Das entsprechende Patent wurde bereits aufgekauft. Im Rahmen von **ethnopharmakologischen Projekten** arbeitet das IPB zunehmend in internationalen Konsortien mit starker Beteiligung der Herkunftsländer

mit. 2013 gelang dem IPB im Rahmen des Verbundprojektes *Welcome to Africa* die Entwicklung eines **Screeningtests** zur Identifizierung von Anthelmintika aus Pflanzenextrakten, der von den afrikanischen Partnern vor Ort und unter einfachen Bedingungen angewendet werden kann (**Norbert Arnold** und **Katrin Franke**).



Im Folgeprojekt **Tri-Sustain** ist seit 2017 ein Doktorandenprogramm für die Nachwuchswissenschaftler der beteiligten Universitäten Halle, Äthiopien, Tansania und Botswana geplant. Nach anthelmintischen und antiinfektiven Wirkstoffen aus Heilpflanzen der traditionellen Medizin Indonesiens sucht man seit 2015 im Verbundprojekt **Biohealth**.

Unterstützt wird die Wirkstoffsuche durch Methoden des **in silico - Screenings**. So fischte man mit der Durchforstung von Substanzdatenbanken aus 1,2 Millionen virtuellen Strukturen 73 Wirkstoffkandidaten, die pflanzliche Resistenz gegen **Trockenstress** erhöhen könnten. Mit einem am IPB entwickelten Trockenstresstest an Wasserlinsen fand man dann 35 aktive Verbindungen. Die aussichtsreichsten Kandidaten werden jetzt gemeinsam mit Partnern aus der Industrie synthetisch weiterentwickelt und an Getreidepflanzen getestet. Die Methoden der **Computerchemie** unter Leitung von **Wolfgang Brandt** werden auch zu 3D-Modellierungen von Proteinstrukturen zur Aufklärung von Katalysemechanismen und damit zur Optimierung biotechnologischer Produktionsprozesse von pflanzlichen Wirkstoffen herangezogen.

Im Bereich der **Synthese** kommen unter Leitung von **Ludger Wessjohann** und **Bernhard Westermann** zunehmend **Multikomponentenreaktionen** zum Einsatz, mit denen diversitätsorientiert ganze Pools an chemischen Wirkstoffvarianten hergestellt werden. In der letzten Dekade wurden am IPB mittels kombinatorischer Chemie vielfältige Verbindungen wie Peptidmimetika, zyklische Lipopeptide und komplizierte Makrozyklen mit mehreren Ringsystemen produziert. So gelang 2011 die Synthese von **Tubugis** – einer stark zytostatisch wirkenden Substanz mit einer Aktivität im picomolaren Bereich auf. Die Synthese von Tubugis gelang mit einer multiplen Multikomponentenreaktion aus drei ineinander geschachtelten Multikomponentenreaktionen. Neben den klassischen Synthesemethoden verfolgt man auch **biokatalytische Synthesen** mit mehreren chemischen Umwandlungen in Enzymkaskaden. Mit diesem enzymatischen Verfahren gelang 2016 die Herstellung eines Geschmacksmodulators, der eine Verringerung des bitteren Geschmacks bei Bitterstoffen bewirkt.

Das IPB ab 2010: Vernetzt in die Zukunft

Unter dem Direktorat von **Ludger Wessjohann** gab es zunächst mehrere Neubesetzungen im Haus. Die Abteilung Naturstoff-Biotechnologie wurde unter Leitung von **Steffen Abel** als Abteilung **Molekulare Signalverarbeitung** thematisch neu ausgerichtet. 2010 übernahm **Alain Tissier** die Abteilung Sekundärstoffwechsel und benannte sie um in **Stoffwechsel- und Zellbiologie**. Ab 2011

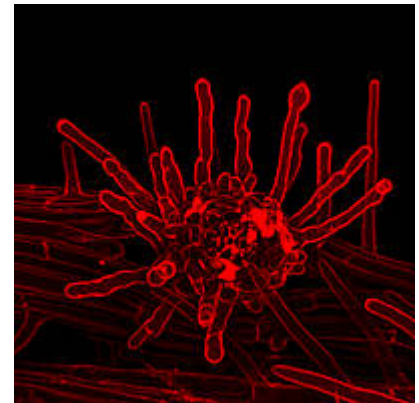


war **Christiane Cyron administrative Leiterin** des Instituts. Gemäß den Vorgaben der letzten Evaluierung wurden am Institut ab 2011 zwei weitere **unabhängige Nachwuchsgruppen** unter Leitung von **Nico Dissmeyer** und **Marco Trujillo** sowie zwei weitere Plattformen zur abteilungsübergreifenden Nutzung der IPB-Expertisen etabliert: eine für **Zellbiologie** unter Leitung von **Bettina Hause** und eine für **Proteomanalytik**, von **Wolfgang Hoehenwarter** geleitet.

Entsprechend positiv wurde das IPB 2013 mit maximaler Förderempfehlung für die kommenden sieben Jahre evaluiert. Zur Erhöhung der internationalen Sichtbarkeit organisiert das Institut seit 2015 das **Leibniz Plant Biochemistry Symposium**. Das Format soll sich künftig als führende Kurztagung auf dem Gebiet der Pflanzenbiochemie etablieren.

Molekulare Signalverarbeitung (ab 2009)

In der Abteilung Molekulare Signalverarbeitung erforscht man unter Leitung von **Steffen Abel** viele Aspekte der pflanzlichen Reaktion auf sich ändernde Umweltbedingungen in eigenständigen und zum Teil recht unterschiedlichen Einzelprojekten. Ein Schwerpunkt bildet die Anpassung der Wurzelarchitektur auf mangelndes Nährstoffangebot (Leitung: **Steffen Abel**). Es konnte gezeigt werden, dass Arabidopsispflanzen unter **Phosphatmangel** in der Stammzellnische ihrer Wurzeln vermehrt Eisen anreichern, was zu einer Blockade des Tiefenwachstums und der vermehrten Ausbildung von Seitenwurzeln führt. Die zugrundeliegenden **molekularen Mechanismen** für diesen Prozess wurden und werden weiterhin aufgeklärt.



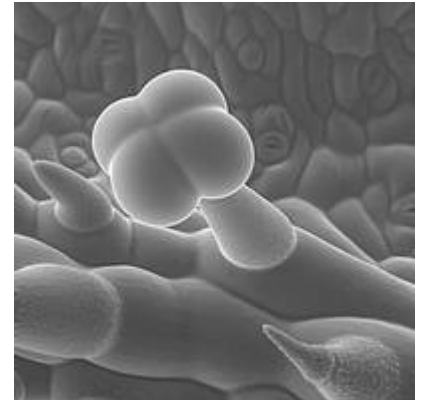
Weitere Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit Phytohormonen, konkret mit den molekularen Grundlagen der frühen **Jasmonatwirkung (Debora Gasperini)** und des **Auxinsignalweges** unter Leitung von **Luz Irina Calderón Villalobos**. Gemeinsam mit Wissenschaftlern aus den USA fand man heraus, dass Auxin als Bindeglied zwischen dem TIR1/AFB-Rezeptor und dem Aux/IAA-Repressor fungiert. Erst durch diese Kopplung an den Rezeptorkomplex erfolgt der Ubiquitin-vermittelte Abbau des Repressors, was zur Aktivierung der auxinresponsiven Gene führt. Mit umfangreichen Bindungsstudien und 3-D-Modellen konnte am IPB gezeigt werden, dass die Bildung von unterschiedlichen Corezeptorkomplexen biochemisch möglich ist und mit unterschiedlich starken Affinitäten erfolgt.

Großes Aufsehen in der Gemeinschaft der Evolutionsforscher erregte die Entdeckung, dass das für Tiere postulierte **Sanduhr-Modell der Embryonalentwicklung** auch für Pflanzen gültig ist. Der Befund wurde von **Marcel Quint** in Zusammenarbeit mit Bioinformatikern der MLU 2012 in *Nature* publiziert.

Stoffwechsel- und Zellbiologie (ab 2010)

In der Abteilung Stoffwechsel- und Zellbiologie unter Leitung von **Alain Tissier** untersucht man den Metabolismus **glandulärer Trichome**, speziell trichomspezifische Biosynthesen wirtschaftlich interessanter

Sekundärstoffe. So wurden beispielsweise die **Biosynthesewege von Carnosinsäure** in Rosmarin und von Z-Abienol im Virginischen Tabak aufgeklärt. Carnosinsäure wird zurzeit als natürlicher Konservierungsstoff in Lebensmitteln genutzt, während Z-Abienol als Rohstoff für die Parfümindustrie verwendet werden kann. Mit der Transformation der Biosynthesegene in Hefe wurde die Voraussetzung zur Entwicklung von biotechnologischen Produktionsverfahren geschaffen.



Im Rahmen des europäischen Koordinierungsprojektes HIP (*Homeostasis of Isoprenoids in Plants*) gelang 2017 die Aufklärung des **zentralen Energie- und Kohlenstoffwechsels in glandulären Trichomen** der Tomate, welche in einem ersten und viel beachteten Modell der trichomalen Stoffwechselflüsse mündete. Umfangreiche Vergleiche der glandulären Trichome von Kulturtomaten (*Solanum lycopersicum*) und verschiedenen Wildtomatenarten, wie *Solanum habrochaites* mündeten in wichtigen Erkenntnissen zum Beitrag der Trichome an der pflanzlichen Abwehr von Schadinsekten.

Mit dem Ziel, Pflanzen zur Produktion von interessanten Sekundärstoffen zu befähigen unternimmt man in der Abteilung große Anstrengungen im Bereich der **synthetischen Biologie**. Dafür wurde unter Leitung von **Silvestre Marillonnet** die Golden Gate-Methode um ein **modulares Cloning System** erweitert, das die Assemblierung beliebiger Multigenkonstrukte für die Expression in Pflanzen erlaubt. Im **Projekt SmartPlants** entwickelt man zurzeit Pflanzen, die mit Hilfe von TAL-Effektoren zur stimulus-induzierten und organspezifischen Produktion von ausgesuchten Verbindungen befähigt sind.

Abteilungsübergreifende Projekte

Auf den dezentralen Technologieplattformen **Screening, Zellbiologie, Metabolomics** und **Proteomanalytik** werden die Expertisen und Fragestellungen verschiedener Abteilungen gebündelt und gemeinsam bearbeitet. Auch die Bereiche der **Bioinformatik (Steffen Neumann)**, **Chemoinformatik** und **Computermodeling (Wolfgang Brandt)** sowie die Strukturaufklärung mit **NMR-Techniken (Andrea Porzel)** und **Massenspektrometrie (Jürgen Schmidt, Andrej Frolov und Steffen Neumann)** agieren institutsübergreifend an Kooperations- und Einzelprojekten aller Abteilungen.

Besonders auf dem Gebiet der Metabolomics/Massenspektrometrie hat sich das IPB in der vergangenen Dekade eine beachtliche Expertise aufgebaut. Die Metabolomicsprojekte umfassen das Metabolite Profiling von glandulären Trichomen, mykorrhizierten Wurzeln und mit Pathogenen infizierten Pflanzen. Besonderes Augenmerk legt man auf die Erfassung der **metabolischen Diversität** und Dynamik **der Wurzel** und des Wurzelraumes gelegt. Zurzeit wird in Kooperation mit weiteren Partnern ein **Metaboliten-Atlas der Rhizosphäre** erstellt, bei dem die Wurzelexsudate verschiedener Pflanzenarten erfasst und analysiert werden. Der Atlas wird ständig erweitert; die Erkenntnisse fließen in die Kartierung pflanzlicher Stoffwechselwege ein. Bei einem Vergleich von Exsudatmustern von Pflanzen natürlicher *versus* Labor-Habitate konnte ein erstes Modell entwickelt werden, mit dem die Etablierung und Verweildauer von neuen Pflanzenarten innerhalb von definierten Pflanzengesellschaften vorhergesagt werden können.

Die Identifizierung von Einzelmetaboliten erfolgt mit Hilfe von Datenbanken und erweiterten bioinformatischen und massenspektrometrischen Methoden. Am IPB werden Algorithmen, Werkzeuge und statistische Ansätze zur **Auswertung und Interpretation von Metabolomics-Daten** im Kontext von dynamischen Stoffwechselwegen entwickelt. Unter Leitung von **Steffen Neumann** erstellt man Datenbanken, Analysetools, Web-Applikationen, Workflows und eigene Programme zur Datenanalyse. Zur besseren wissenschaftlichen Verständigung auf dem noch jungen Gebiet der Metabolomics hat das IPB in Zusammenarbeit mit Datenbankexperten aller Welt einen **Spectral-Hash-Code (SPLASH)** entwickelt, der die Speicherung von weltweit erhobenen Massenspektren vereinheitlicht. Der Code funktioniert wie ein Hashtag. Er bündelt alle Daten zu gleichen und ähnlichen Spektren und erleichtert deren die Auffindung im Internet.



Ausblick

Seit 2017 wird das Institut von **Steffen Abel** geleitet und repräsentiert. Zu seinem letzten Audit im Oktober 2017 bescheinigte der **wissenschaftliche Beirat** dem Institut ein vollkommen schlüssiges und zukunftsorientiertes Gesamtkonzept. Die Forschungsthemen des Instituts orientieren sich in starker gesellschaftlicher Relevanz an aktuellen Herausforderungen wie **Klimawandel, Ernährung und Biodiversität**. Mit der Initiierung des **WissenschaftsCampus Pflanzenbasierte Bioökonomie** in Halle ist dem Institut zudem die Verankerung im Spannungsfeld der **Bioökonomie** gelungen. Mit der Etablierung der Omics-Wissenschaften, gepaart mit Bio- und Chemoinformatik und den neuen Synthesemethoden der kombinatorischen Chemie ist das Institut nachhaltig in der Moderne angekommen. Jetzt gilt es, den Bereich der Informationstechnologien zu stärken und moderne Strukturen des Datenmanagements zu schaffen. Das erfordert Anpassungen in der Infrastruktur und die Entwicklung neuer Methoden der Datenspeicherung und -analyse in eigenen Forschungsgruppen. Die Interpretation und Einordnung der erfassten Daten zum Gewinn neuer Erkenntnisse über biologische Strukturen und Zusammenhänge sind die große Herausforderung, der sich das Institut in Zukunft zu stellen hat.



Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie
Stiftung des öffentlichen Rechts

Eine detaillierte Darstellung der Geschichte finden Sie im Buch „[60 Jahre Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie](#)“ von [Sylvia Pieplow](#).