



Max-Planck-Institut  
für Molekulare  
Pflanzenphysiologie



## **Was bedeutet „Molekulare Pflanzenphysiologie“?**

Die Physiologie (griech. Naturlehre) ist ein Teilgebiet der Biologie und bezeichnet die Wissenschaft, die sich mit den Lebensvorgängen in Zellen, Geweben und Organen von Lebewesen beschäftigt und mit den Gesetzmäßigkeiten ihrer Verknüpfungen im Gesamtorganismus.

Lange Zeit konnten die Lebensvorgänge und ihre Verknüpfungen miteinander nur beobachtet, Stoffe gemessen und die Ergebnisse interpretiert werden. Erst seitdem Mitte des letzten Jahrhunderts Techniken entwickelt wurden, die es ermöglichen das Erbgut zu untersuchen und die Prozesse zu erforschen, die zur Ausprägung von Eigenschaften führen, können Lebensvorgänge und ihre Regulation von Grund auf erklärt und verstanden werden.

Damit wurde die klassische Pflanzenphysiologie um den „molekularen“ Aspekt erweitert.



## Die Forschung

Am Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie (MPI-MP) wird **Grundlagenforschung** betrieben, wie an allen 80 der zur Max-Planck-Gesellschaft gehörenden Forschungseinrichtungen. Anders als die Anwendungsforschung, die darauf ausgerichtet ist Anwendungen zu ermöglichen oder vorhandene Verfahren zu verbessern, dient Grundlagenforschung dem Erwerb eines grundlegenden Verständnisses von Abläufen und Zusammenhängen. Dieses (Grundlagen-) Verständnis ist die Voraussetzung für mögliche spätere Anwendungen und technologische Innovationen.

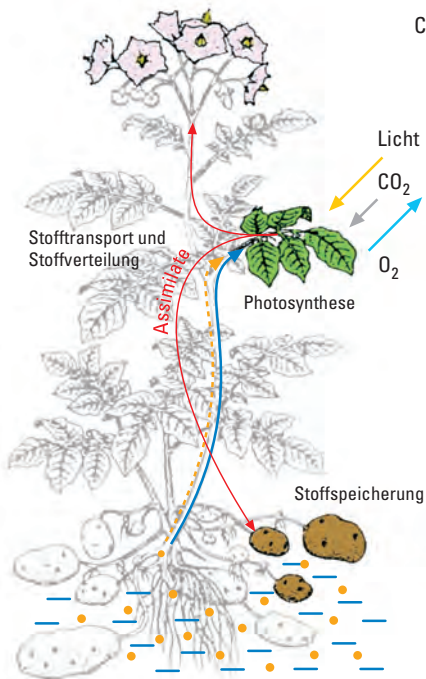
Max Planck formulierte dazu:

*„Der Anwendung muss das Erkennen voraus gehen.“*

Dass Grundlagenforschung in Anwendung übergehen kann, hat das Institut auf eindrucksvolle Weise unter Beweis gestellt. Zwei Firmen sind aus dem Institut ausgegründet worden, **PlantTec** und **Metanomics**, die sich in Berlin-Brandenburg angesiedelt haben. Beide wurden inzwischen zu Teilen größerer Firmen.



## Die Pflanze als Bioreaktor



CO<sub>2</sub> / H<sub>2</sub>O

← Lichtenergie

Kohlenhydrate

← Nährstoffe

weitere organische Verbindungen wie  
Aminosäuren, Fette oder Zellulose

In der Pflanze müssen ausgeklügelte Regulations- und Kommunikationsvorgänge ablaufen, damit die „richtigen“ Stoffe zum „richtigen“ Zeitpunkt an die „richtige“ Stelle gelangen.

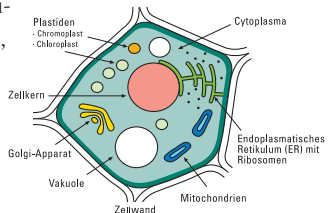
Wasser- und Nährstoffaufnahme aus dem Boden

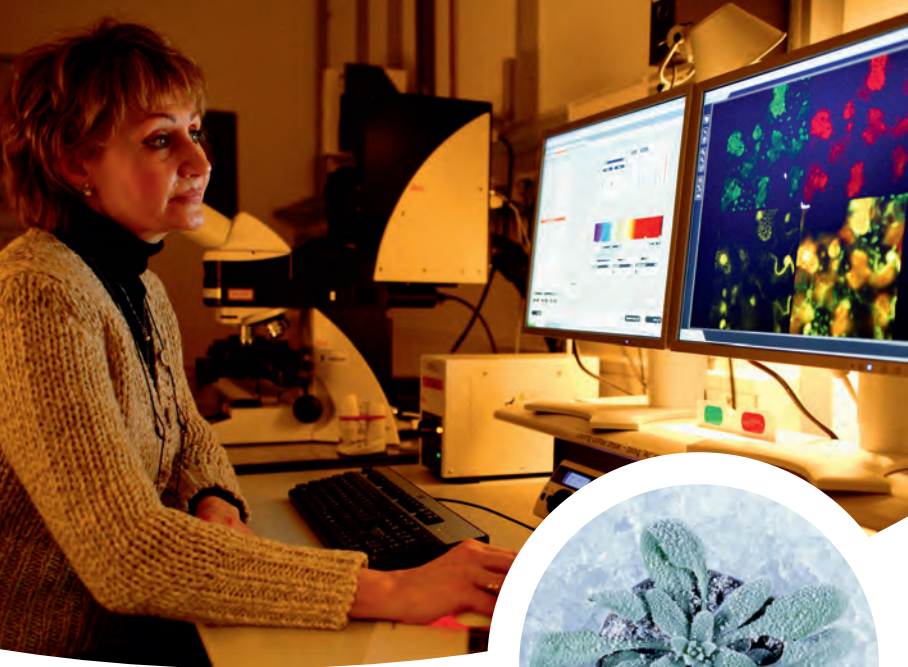
## Der Forschungsbereich

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten des MPI-MP liegt auf der Untersuchung pflanzlicher Prozesse zur Aufnahme von Nährstoffen und ihrer Ausnutzung in der Pflanze, zum Aufbau pflanzlicher Inhaltsstoffe, ihres Transports und ihrer Verteilung, sowie ihrer Speicherung oder ihres Abbaus. Darüber hinaus interessiert die Wissenschaftler, wie diese Prozesse reguliert werden, ob und welche der Inhaltsstoffe eine Signalfunktion haben und wie insgesamt die „Kommunikation“ zwischen den verschiedenen Organen einer Pflanze funktioniert.

Unabdingbar sind in diesem Zusammenhang Untersuchungen zu energetischen Prozessen wie Photosynthese und Atmung, sowie die detaillierte Analyse von Stoffwechselwegen von Zuckern, Stärke, Aminosäuren, Fetten oder Zellulose.

Darüber hinaus beschäftigt sich das Institut auch mit der Evolution von Pflanzen, der Biologie wichtiger Zellbestandteile wie Plastiden und Mitochondrien inklusive der Technik zur Transformation dieser Organellen.





Kälteresistente Variante  
der Modellpflanze  
*Arabidopsis thaliana*





Auch **umweltrelevanten Fragestellungen** wie z.B. nach der Reaktion von Pflanzen auf wechselnde Angebotsmengen an Nährstoffen wie Stickstoff, Phosphat und Schwefel oder Gasen wie Kohlendioxid und Sauerstoff wird nachgegangen. Des Weiteren wird am Institut untersucht wie Pflanzen auf abiotischen Stress, z. B. hohe oder niedrige Temperaturen oder hohen Salzgehalt, reagieren.

Insgesamt geht es den Wissenschaftlern nicht mehr alleine darum, einzelne Stoffwechselabläufe bis ins molekulare Detail zu verstehen, sondern vielmehr darum, das Zusammen- und Wechselspiel der verschiedensten Prozesse zu begreifen.

Diese ganzheitliche Betrachtungsweise wird als **Systembiologie** bezeichnet und hat das Ziel, Pflanzen als Ganzes zu verstehen und Vorhersagen zu ihrem Verhalten zu treffen.

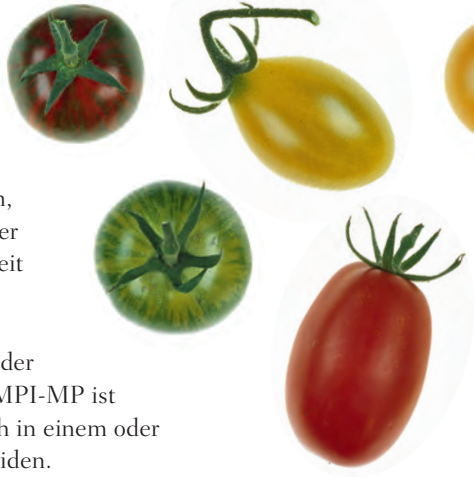
Im Rahmen dieser ganzheitlichen Betrachtungsweise besteht eines der Forschungsziele des Institutes darin, den Wachstumsprozess bei Pflanzen und damit die **Biomasseproduktion** zu untersuchen und zu verstehen.

## Der Forschungsansatz

Welche Eigenschaften eine Pflanze hat oder in Abhängigkeit von Umwelteinflüssen haben kann, darüber bestimmt ihr Erbgut. Unter Erbgut versteht man die Gesamtheit aller Gene.

Zentraler Ansatz zur Erforschung der Lebensvorgänge in Pflanzen am MPI-MP ist die Analyse von Pflanzen, die sich in einem oder mehreren Merkmalen unterscheiden.

Pflanzenvarianten können durch eine im Labor herbeigeführte Änderung des Erbguts gewonnen werden. Solche Änderungen wurden lange Zeit durch Chemikalien oder Strahlung ausgelöst. Seit der Entwicklung gentechnischer Methoden können solche Änderungen gezielt durch die Einführung neuer Gene oder das Ausschalten oder Stummschalten einzelner Gene (knock out) herbeigeführt werden. Die auf diese Weise veränderten Pflanzen werden mit der Ursprungspflanze verglichen, um so zu einer eindeutigen **Gen – Funktion – Zuordnung** zu gelangen.





Diese Vorgehensweise war und ist auch weiterhin erfolgreich und hat der Wissenschaft ganz neue Forschungsperspektiven eröffnet, so dass die **Gentechnik** auch als **Schlüsseltechnologie** des 21. Jahrhunderts bezeichnet wird.

Will man jedoch zu einem ganzheitlichen Verständnis pflanzlicher Prozesse gelangen, so ist es notwendig das **Zusammenspiel hunderter oder tausender von Genen** zu untersuchen.

Zu diesem Zweck werden Pflanzen eingesetzt, die zwar miteinander verwandt sind, deren natürliche Merkmale aber sehr stark variieren. Nicht zuletzt durch die Entwicklung neuer Untersuchungstechniken am MPI-MP ist es möglich geworden diese **natürliche Biodiversität** verstärkt zu nutzen, nicht nur in der Forschung, sondern auch in der Pflanzenzüchtung.

Auswirkung einer Änderung der Spaltöffnungsichte auf die Pflanze, verursacht durch An- oder Abschalten des entsprechenden Gens.



weniger Spaltöffnungen



vermehrte Spaltöffnungen

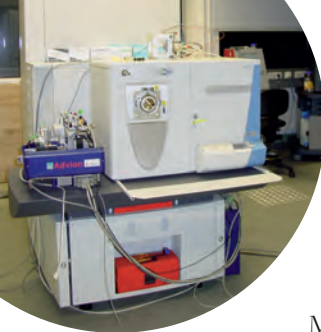
## Die Forschungstechniken

Die Ausprägung einzelner Gene ist in den meisten Fällen im Erscheinungsbild (phänotypisch) nicht sichtbar. Um die Ausprägung zu erfassen und einen Vergleich zwischen „ungestörtem“ und „gestörtem“ Zustand durchzuführen, sind **modernste Analyseverfahren** notwendig.

Deshalb sind am MPI-MP zur Untersuchung des Phänotyps eine ganze Reihe neuer Technologien eingeführt und weiterentwickelt worden, wie die Untersuchung von Transkripten (Abschriften der Gene, die zur Bildung von Proteinen führen), die Identifizierung und Messung von Proteinen, Stoffwechselprodukten (Metabolite) und Enzymaktivitäten, sowie Einzelzelluntersuchungen mit Lasertechniken.

Zur Erhöhung des Probendurchsatzes verfügt das Institut über mehrere Pipettierroboter. Diese Geräte ermöglichen die Automation von Messungen bei höchster Präzision.





Fourier-Transform-Ionen-Zyklotron-  
Resonanz Massenspektrometer (FTIR MS)  
zur Analyse der Inhaltsstoffzusammensetzung  
von Pflanzen

Zur Erhöhung der Effektivität dieser  
Messungen wurden am MPI-MP Verfahren  
entwickelt, die es ermöglichen eine große Menge  
von Stoffen parallel zu messen und zu untersuchen.

Durch diese Verfahren hat sich das Institut weltweit einen Namen  
gemacht und kann dieses Werkzeug in eine Reihe internationaler  
Kooperationen einbringen.

Erst dieses neue Methodenspektrum macht die Einbezie-  
hung der natürlichen Diversität in Forschung und Züch-  
tung möglich. Für die Auswertung der Vielzahl an gemes-  
senen Daten und die Modellierung von Prozessen ist  
eine **hochqualifizierte Bioinformatik** Voraussetzung.



## Die Forschungsobjekte

Studienobjekte im Institut sind in erster Linie die Modellpflanze **Ackerschmalwand** (*Arabidopsis thaliana*) und die als Modellsystem genutzte Grünalge **Chlamydomonas**. Arabidopsis, im landläufigen Sinne ein Unkraut, ist für die Pflanzenwissenschaftler weltweit die Modellpflanze, ähnlich der weißen Maus für die Mediziner.

Das Genom (Gesamtheit aller Gene) ist entschlüsselt und die Generationszeit kurz, so dass pro Jahr im Unterschied zu Pflanzen wie Tabak und Kartoffel mehrere Generationen erzeugt und untersucht werden können.

Die Untersuchungen der Modellsysteme werden durch Versuche mit Nutzpflanzen wie Tabak, Tomaten, Kartoffeln, Reis, Zuckerrohr, Pelargonien und Schneckenklee (*Medicago truncatula*) ergänzt. Hierbei wird u.a. geprüft, ob die bei den Modellsystemen gewonnenen Erkenntnisse auf Nutzpflanzen übertragbar sind.





## Zukunftsperspektiven

Unter Einsatz einer weiten Spannweite von Techniken verfolgt das Institut das Ziel, nicht nur einzelne Stoffwechselkreisläufe zu verstehen, sondern gleichfalls ihre Regulation und ihre Vernetzung untereinander. Dazu setzen die Wissenschaftler des Instituts sowohl gentechnische Methoden als auch die natürliche Diversität von Pflanzen ein.

Durch einen interdisziplinären Ansatz sollen die komplexen, biologischen Prozesse in Pflanzen aufgeklärt und mathematische Modelle dazu entwickelt werden.

Die Wissenschaftler des Instituts messen der Frage, wie das **pflanzliche Wachstum** organisiert und reguliert wird, höchste Bedeutung zu. Sie sind der Meinung, dass ein grundlegendes Verständnis des pflanzlichen Wachstums einen Beitrag dazu liefern könnte, die wachsende Weltbevölkerung mit einer ausreichenden Menge an qualitativ hochwertigen, umweltverträglich produzierten Nahrungsmitteln zu versorgen bei gleichzeitiger Nutzung von Flächen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe.

Die **Biomasseproduktion** ist allerdings ein sehr komplexer Prozess verschiedener miteinander verknüpfter Abläufe,





die von einer Reihe äußerer und innerer Faktoren beeinflusst werden, einschließlich Nährstoffverfügbarkeit, Stoffwechselaktivitäten und Stoffwechselwegen, Verteilung und Speicherung von Stoffen, sowie einer Reihe abiotischer Faktoren wie Licht, Temperatur und Wasserverfügbarkeit. Zu vielen dieser Themen gibt es arbeitsgruppen-übergreifende Forschungsprojekte am Institut.

Insgesamt kann man sagen, dass in Zukunft Erkenntnisse aus der Pflanzenforschung Auswirkungen auf die Qualität, die Nährstoffzusammensetzung und die Gesundheit von Lebensmitteln, die Ertragsicherheit und die industrielle und pharmakologische Nutzung von Pflanzen haben werden.

**Pflanzen besitzen in Abhängigkeit von Genetik und Umweltbedingungen ein unterschiedliches Wachstumspotenzial.**

## Kooperationen

Das MPI-MP pflegt eine sehr intensive Zusammenarbeit mit der Universität Potsdam. Enge Verbindungen existieren gleichfalls zur Humboldt-Universität und zur Freien Universität in Berlin.

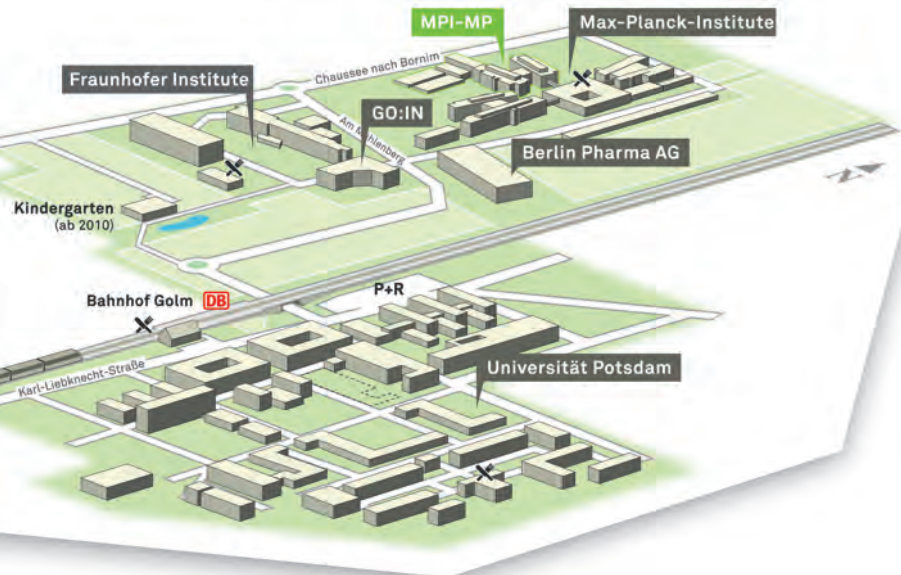
Darüber hinaus bestehen eine Reihe weiterer Kooperationen mit Arbeitsgruppen deutscher und internationaler Universitäten sowie außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Firmen. Das Institut ist Partner in Projekten der Europäischen Union (EU), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und unterhält weltweit zahlreiche bilaterale wissenschaftliche Kontakte und Kooperationen.

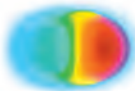
Mehr Info unter:

[www.mpimp-golm.mpg.de](http://www.mpimp-golm.mpg.de)



# Das Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie im Wissenschaftspark Potsdam-Golm





# WISSENSCHAFTS(⊕)PARK POTSDAM-GOLM



So erreichen Sie uns von Potsdam Hauptbahnhof  
Buslinien: 606, 605 und X5 (bis Wissenschaftspark Golm)  
Regionalbahn: RB 21 und RB 20 bis Bahnhof Golm

[www.wissenschaftspark-potsdam.de](http://www.wissenschaftspark-potsdam.de)