

Genomanalyse im biologischen System Pflanze – GABI

## Den Pflanzen in die Karten geschaut

Hohes Wertschöpfungspotential für die Land- und Forstwirtschaft, Ernährung, Gesundheit, Pharmazie, Chemie und Umwelt

**P**flanzen bilden die Lebensgrundlage von Mensch und Tier. Die Fauna macht über 99 Prozent der Biomasse der Erde aus und bildet von der einzelligen Alge bis zum riesigen Mammutbaum eine schier unendliche Vielfalt von Gewächsen. Sie haben in ihrer Gesamtheit großen Einfluss auf die komplexen Vorgänge in der Öko- und Biosphäre der Erde: So liefern Pflanzen den für viele Lebewesen lebensnotwendigen Sauerstoff, beeinflussen aber ganz entscheidend auch die klimatischen Vorgänge auf unserem Planeten.

Die Welt der Pflanzen zu erforschen, ist deswegen von grundlegender Bedeutung. Besonders weitreichende Erkenntnisse gewann die Wissenschaft in den letzten Jahrzehnten aus der Entschlüsselung der pflanzlichen Gene und dem Verstehen ihrer Funktionen.

Charakteristisch für die moderne Pflanzengenomforschung sind ständig und weltweit steigende staatliche wie private Investitionen. Gefördert wird vor allem die Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien. Ferner gibt es Bemühungen zur gezielten Veränderung der Gene von Nutzpflanzen sowie umfangreiche Anstrengungen zur Patentierung der Gene bzw. der von ihnen gesteuerten Prozesse.

Um die sich aus dieser Entwicklung ergebenden Chancen in Deutschland intensiver zu nutzen und mit der internationalen Forschungsszene Schritt zu halten, wurde 1998 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Initiative „Genomanalyse im biologischen System Pflanze – GABI“ gestartet. Damit war Deutschland einer der weltweiten Vorreiter in der Etablierung eines nationalen Pflanzengenomforschungsprogramms.

Nach der ersten Förderphase „GABI-1“ begann 2004 die zweite Stufe „GABI-2“. Wie die erste bündelt und vernetzt auch die zweite Phase die Arbeit von 180 Wissenschaftlern in fast 30 öffentlichen Forschungseinrichtungen sowie etwa 14 Partnern aus der Industrie. Unter GABI laufen derzeit 29 Projekte, vor allem in Deutschland, aber auch europaweit.



Blüte von Raps

Im Forschungsverbund wurden bisher die Genome von 13 Pflanzen untersucht: Gerste (*Hordeum vulgare*) und Ackererschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) dienen als Referenzorganismen für ein- bzw. zweikeimblättrige Pflanzen. An diesen Referenzpflanzen gewonnene Erkenntnisse erleichtern

*Fortsetzung auf Seite 2*

# BIOTECHNOLOGIE

Fortsetzung von Seite 1

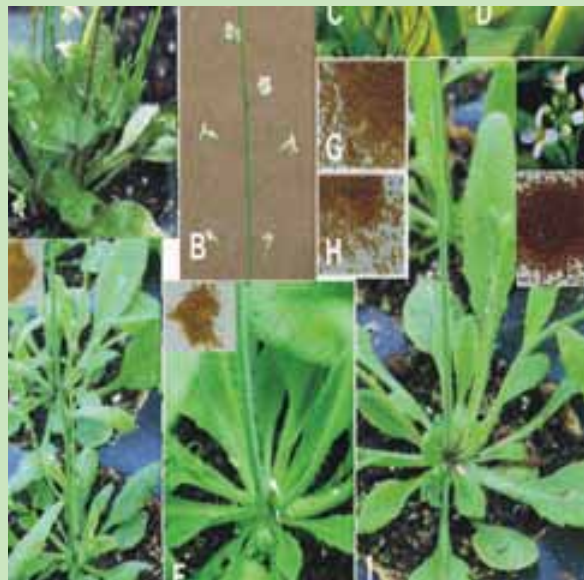
die Analyse der Nutzpflanzengenome von Raps, Zuckerrübe, Kartoffel, Roggen, Tomate, Tabak, Wein, Weizen, Mais und anderen. Darüber hinaus unterstützt GABI Ressourcen- und Bioinformatikzentren mit essentieller Bedeutung für die nationale und internationale Pflanzengenomforschung.

Die Erkenntnisfortschritte führen zu innovativen Problemlösungen mit hohem Wertschöpfungspotential in den Bereichen Land- und Forstwirtschaft, Ernährung, Gesundheit, Pharmazie, Chemie und Umwelt. Die Forschungsergebnisse kommen der Pflanzenzüchtung sowie einer umweltschonenden landwirtschaftlichen Erzeugung von gesünderen Nahrungsmitteln mit verbesserten Qualitätsmerkmalen zugute. Ferner werden neuartige Lebensmittel (funktionelle Lebensmittel, Nutraceuticals) sowie die Nutzung von Pflanzen als Bioreaktoren für die Produktion von Biomolekülen insbesondere auch von medizinisch relevanten Wirkstoffen (z.B. Molecular Farming) immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Unter dem Dach des nationalen Pflanzengenomforschungsprogramms ist es auch gelungen, eine Brücke zwischen öffentlichen und privaten Aktivitäten im Sinne einer konzertierten funktionalen Genomforschung an Referenz- und Nutzpflanzen zu schlagen. Dadurch gelangen Technologien aus den Universitäten auf kurzen Wegen in die Industrie.

Dieses Konzept der Public-Private-Partnership spiegelt sich auch auf der Ebene der Forschungsfinanzierung wider: Das Pflanzenforschungsprogramm wird gemeinsam vom BMBF und privatwirtschaftlichen Unternehmen unterstützt. Das Forschungsvolumen betrug in der ersten Förderperiode (1999 – 2003) 45 Millionen Euro. In der zweiten Programmphase seit 2004 ist der privatwirtschaftliche Anteil mit 20 Prozent des Gesamtforschungsbudgets doppelt so groß wie in der ersten Phase. Das jährliche Gesamtfördervolumen liegt seit 2004 bei etwa 8 Millionen Euro im Jahr und soll ab dem Jahr 2006 durch die Förderung von neuen internationalen Kooperationsprojekten im Rahmen des European Research Area Net Plant Genomics (ERA Net PG) schrittweise um weitere 3 Millionen Euro im Jahr erhöht werden. □

## Mutanten aus dem Katalog



Wegweiser für eine moderne Pflanzenzüchtung: Pflanzen aus der GABI-KAT-Mutantensammlung.

Bei der Erforschung von Bedeutung und Funktion pflanzlicher Gene müssen die Wissenschaftler auf ein breites Spektrum gut charakterisierter genetischer Varianten der interessierenden Pflanzenart zurückgreifen können.

Für *Arabidopsis thaliana* (s. a. S. 4) wurden am Kölner Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung im Rahmen der ersten Förderrunde von GABI mit einer umfassenden Sammlung von speziellen Mutanten der Referenzpflanze diese Voraussetzung geschaffen. Das Projekt mit dem Namen GABI-KAT (Kölner Arabidopsis T-DNA-Linien) umfasst 80.000 mutagenisierte und charakterisierte Arabidopsis thaliana K.-O.-Linien, die per Katalog bestellt werden können.

Um eine sog. T-DNA-induzierte Insertionsmutante zu erzeugen, wird ein in seiner Sequenz bekanntes und somit wieder auffindbares Fremdgen (T-DNA) in das Arabidopsis-Genom eingeschleust. Immer dann, wenn sich das Fremdgen zufälligerweise innerhalb eines Arabidopsis-Gens „einklinkt“ (insetiert), kann das betroffene Pflanzengen seine Funktion nicht mehr erfüllen – und gibt sich somit zu erkennen.

Die so erhaltenen Daten über ausgeschaltete Gene wurden in einer Datenbank zusammengestellt. Sie ermöglicht per einfacher Suchabfrage den Zugang zu einer Pflanzenlinie (K.-O.-Linie), in der ein bestimmtes Gen ausgeschaltet ist.

Bis zum Frühjahr 2005 wurden bereits rund 1.300 Pflanzenlinien an Forscher im In- und Ausland geliefert. Sie werden zur Aufklärung von Gen-Funktionen sowie -beziehungen eingesetzt und dienen der gezielten Verbesserung von Pflanzeigenschaften.

# BMBF-Förderaktivität GABI – Beispiele

## Mais mit höherer Kältetoleranz

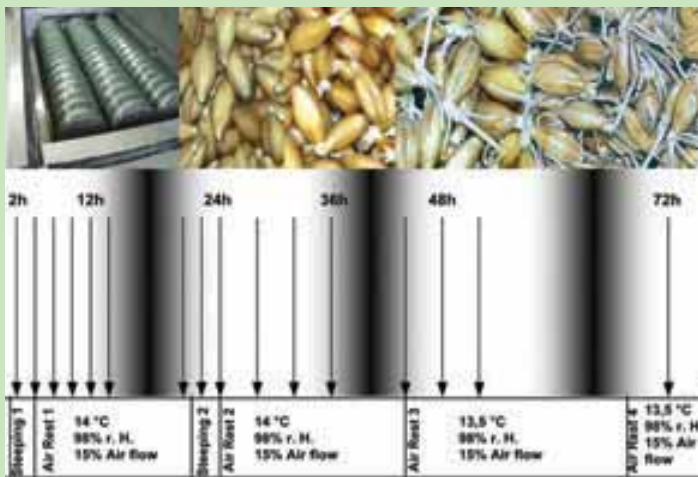
Mais ist eine der wichtigsten landwirtschaftlichen Pflanzen. In Deutschland ist er vor allem als Futterpflanze (Silomais) von Bedeutung. Von den gentechnisch veränderten Sorten ist der sog. Bt-Mais die bekannteste. Bt steht dabei für *Bacillus thuringiensis*, ein Bakterium, das ein für den gefürchteten Schädling „Maiszünsler“ giftiges Protein herstellt. Die dafür verantwortlichen Gene des Bakteriums sind dem Bt-Mais übertragen worden.

Noch zu lösen ist das Problem, dass die aus wärmeren Regionen der Erde stammenden Maissorten ihr Leistungspotential im deutschen Klima nur bei ausreichender Wasserversorgung und hohen Temperaturen voll ausspielen können. Daher besteht eines der Zuchtziele darin, die Kältetoleranz des Zuchtmaterials zu verbessern. Im Rahmen des Projekts „GABI-Cool“ soll die Kälteresistenz der Sorten verbessert werden.

Bevor die entsprechenden Veränderungen am Genom des Mais vorgenommen werden können, müssen die zuständigen Gene identifiziert werden. Dazu bedienen sich die Forscher u. a. moderner Werkzeuge wie Genexpressionsanalysen und Genkartierungen. Ziel ist eine wirtschaftliche und umweltverträgliche Züchtung von neuen, weniger empfindlichen Maissorten.



## Beste Gerste für das Bier



Ein neu entwickeltes Mikrovermälzungsverfahren ersetzt aufwendige Hochdurchsatzmethoden, um die Vorgänge in den Samen während des Mälzens effektiver zu analysieren und molekulare Marker für die züchterische Optimierung zu etablieren. Die Bildreihe zeigt Anlagen zur Mikrovermälzung sowie Stadien der keimenden Samen während der ersten 76 Stunden des Prozesses. Die Pfeile zeigen Zeiten der Probenentnahmen.

Bier wird aus Hopfen und Gerste hergestellt. Je besser die Rohstoffe, desto besser das Bier. Insgesamt zwölf Merkmale bestimmen die Brauqualität der Gerste.

Um herauszufinden, ob eine Gerstensorte für die Brauerei gut geeignet ist, waren bislang während der Züchtung kosten- und zeitaufwendige Mälzversuche notwendig.

Im Rahmen von „GABI-Seed“ wird nach genau den Genen gesucht, die einen positiven Einfluss auf die Malzqualität der Gerste besitzen. Die betreffenden Gene werden kartiert und aussagekräftige molekulare Marker entwickelt.

Diese Marker ermöglichen, die Herausbildung der gewünschten Eigenschaften schon im Verlauf der Züchtung zu verfolgen. Die GABI-Forscher haben bereits erste Gen-Kandidaten gefunden und zusammen mit einer dabei neu entwickelten Forschungsmethode zum Patent angemeldet.

Damit ist es möglich, verschiedene Gerste-Linien zu unterscheiden und deren Braueignung abzuschätzen. Das Urteil über die Malzqualität kann nun schon früh an einzelnen, jungen Pflanzen getroffen werden.

Da die Brauqualität jedoch von einer Reihe weiterer Gene abhängt, werden noch viele Eigenschaften zur Verbesserung von Bier identifiziert werden können.

# BIOTECHNOLOGIE

## Genomanalyse im biologischen System Pflanze



### Die Maus der Pflanzenforscher

*Arabidopsis thaliana* (Ackerschmalwand) ist die Referenzpflanze der Genetiker. Sie spielt für Pflanzenbiologen eine ähnliche Rolle wie die Maus für die Säugetierforschung. *Arabidopsis* ist ein unscheinbares Kohlgewächs (*Brassicaceae*), das z.B. verwandt ist mit Raps, Kresse, Blumenkohl, Broccoli und Chinakohl.

Das Genom ist mit rund 28.000 Genen auf fünf Chromosomen eines der kleinsten bekannten Pflanzengenome. Nutzpflanzengenome wie beispielsweise die von Mais, Weizen und Gerste sind um ein Vielfaches größer.

*Arabidopsis* hat für die Forschung günstige Eigenschaften, darunter

- kurze Generationszeit (ca. 6 Wochen vom Samen zur reifen Pflanze),
- anspruchslosigkeit,
- kleine Genomgröße,
- viele Mutanten (die in sogenannten „Stock Centers“ seit 1991 zur Verfügung stehen).

Bereits 1986 wurde die erste Transformation von *Arabidopsis* mit Agrobakterien publiziert. Ende 2000 wurde das Genom, als erstes pflanzliches Genom, von mehreren Forschungsinstituten vollständig entziffert.

(nach: [www.biosicherheit.de](http://www.biosicherheit.de), Lexikon)

### KONTAKTADRESSE

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Projektträger Jülich (PtJ)  
52425 Jülich

Dr. Rainer Büschges  
Tel: 02461-61-8782  
r.bueschges@fz-juelich.de

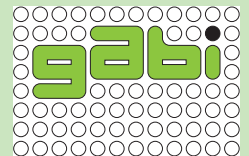
Die Förderaktivität im Internet:  
[www.fz-juelich.de/ptj/GABI](http://www.fz-juelich.de/ptj/GABI)

Rahmenprogramm Biotechnologie -  
Chancen nutzen und gestalten  
[www.bmbf.de/pub/  
rahmenprogramm\\_biotechnologie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/rahmenprogramm_biotechnologie.pdf)

Wir danken der GABI-Geschäftsstelle für die freundliche Unterstützung.

Kontakt:  
Dr. Jens Freitag

Genomanalyse im  
biologischen System  
Pflanze (GABI)



GABI-Geschäftsstelle  
c/o Max-Planck-Institut für Molekulare  
Pflanzenphysiologie  
14424 Potsdam-Golm

Tel: 0331-567 83 01  
e-Fax: 0331-567 89 83 01

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

### I M P R E S S U M

#### Herausgeber:

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Projektträger Jülich (PtJ)  
PtJ-Außenstelle Berlin  
Wallstraße 18  
10179 Berlin

Telefon: 0 30/2 01 99-4 31  
Telefax: 0 30/2 01 99-4 70  
E-Mail: [beo11.beo@fz-juelich.de](mailto:beo11.beo@fz-juelich.de)  
Info: [www.fz-juelich.de/ptj](http://www.fz-juelich.de/ptj)

#### Redaktion:

Dr. Michael Ochel (PtJ)

#### Fotos:

GABI-Geschäftsstelle

#### Lithografie und Druck:

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Grafische Medien

#### Stand: Juni 2005

Gedruckt auf Recyclingpapier

*Dieses Infoblatt wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.*

