

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>RÜCKBLICK UND DANK</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>MINISYMPOSIUM ANLÄSSLICH DER EMERITIERUNG VON PROF. C. BRUNOLD</b>	<b>7</b>
	2.1 Programm	7
	2.2 Grüne Biologie im Wandel: von der klassischen Botanik zur Biotechnologie	8
	2.3 Gesellschaft und Klima im 21. Jahrhundert	17
<b>3</b>	<b>MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER AM PIUB (STAND 31.8.2000)</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>LEHRE</b>	<b>25</b>
	<b>4.1 Vorlesungen und Praktika</b>	<b>25</b>
	4.1.1 Allgemeine Botanik und Pflanzenphysiologie WS 1999/00	25
	4.1.2 Propädeutische Biologie SS 2000	26
	4.1.3 Pflanzenphysiologie SS 2000	27
	4.1.4 Spezialvorlesungen	28
	<b>4.2 Seminare und Kolloquien</b>	<b>29</b>
	4.2.1 Seminare WS 1999/00	29
	4.2.2 Seminare SS 2000	29
	4.2.3 Ausserordentliche Seminare	30
	4.2.4 Kolloquien WS 1999/2000	31
	<b>4.3 BENEFRI</b>	<b>31</b>
	<b>4.4 Diplome und Doktorate</b>	<b>32</b>
	4.4.1 Diplome	32
	4.4.2 Doktorate	32
<b>5</b>	<b>FORSCHUNG</b>	<b>33</b>
	<b>5.1 Überblick über die Forschungsprojekte der Gruppen</b>	<b>33</b>
	5.1.1 Gruppe R. Brändle	33
	5.1.2 Gruppe U. Feller	34
	5.1.3 Gruppe C. Kuhlemeier	35
	5.1.4 Gruppe C. Brunold	36
	<b>5.2 Forschungsprojekte</b>	<b>37</b>
	<b>5.3 Vorträge und Posterpräsentationen an Kongressen und Tagungen</b>	<b>40</b>
	5.3.1 Vorträge	40
	5.3.2 Posterpräsentationen	42
	<b>5.4 Teilnahme an Kongressen und Tagungen</b>	<b>42</b>
	<b>5.5 Publikationen</b>	<b>43</b>
	5.5.1 Wissenschaftliche Publikationen in referierten Zeitschriften	43
	5.5.2 Buchbeiträge	44
	<b>5.6 Nationale und internationale Zusammenarbeit</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>DIENSTLEISTUNGEN</b>	<b>47</b>
	6.1 Behörden und Kommissionen	47
	6.2 Gutachter- und Beratertätigkeit	48
	6.3 Besucher	48
<b>7</b>	<b>BESONDERE ANLÄSSE</b>	<b>48</b>
<b>8</b>	<b>AUSBLICK</b>	<b>49</b>



# 1 Rückblick und Dank

## *Rückblick*

Dieser Jahresbericht ist in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert. Es wird der letzte Jahresbericht des Pflanzenphysiologischen Instituts sein, da dieses am 31. August 2000 aufgehoben wurde. Die im letzten Jahresbericht erwähnte Portfolioanalyse und die darauf aufbauenden Beschlüsse des Regierungsrates haben die Biologie an der Universität Bern gründlich umgestaltet. Ein Departement "Biologie" wurde gegründet. Dieses Departement besteht aus drei Instituten: dem "Zellbiologischen Institut", dem "Zoologischen Institut" und dem "Institut für Pflanzenwissenschaften". Letzteres ging aus dem ehemaligen Geobotanischen Institut und dem ehemaligen Pflanzenphysiologischen Institut hervor. Wie aus den untenstehenden Angaben zu ersehen ist, wird dieser Jahresbericht durch weitere einmalige Ereignisse einzigartig.

Die Emeritierung von Prof. Christian Brunold am Ende des Sommersemesters 2000 (per 31. August 2000) war der Anlass für ein Minisymposium, bei dem neben dem Rückblick Zukunftsperspektiven durch kompetente Referenten vorgestellt wurden. Weitere Informationen zu diesem Anlass können dem nächsten Kapitel entnommen werden. An dieser Stelle möchte ich im Namen aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Christian Brunold für seinen enormen Einsatz danken und ihm für die Zukunft in jeder Hinsicht alles Gute und viel Freude wünschen.

Prof. Roland Brändle konnte am 9. Juli 2000 seinen 60. Geburtstag feiern. Ich gratuliere ihm bei dieser Gelegenheit nochmals herzlich zu diesem Anlass. Im privaten Bereich und bei der beruflichen Tätigkeit wünsche ich ihm für die kommenden Jahre viel Erfreuliches und hoffe, dass er möglichst ohne gesundheitliche Beschwerden weiter arbeiten kann. Wie aus der Titelseite und der Publikationsliste hervorgeht, fällt dieser runde Geburtstag bei Roland Brändle in eine wissenschaftlich sehr dynamische und erfolgreiche Phase. Mit Interesse werden wir die Publikationen von ihm und seinen Mitarbeitern, die sich derzeit im Druck befinden oder später aus den laufenden Untersuchungen hervorgehen werden, lesen.

Dr. Andreas Fischer, ein ehemaliger Diplomand und Doktorand des Pflanzenphysiologischen Instituts, konnte an der Montana State University in Bozeman eine "Tenure track"-Assistenzprofessur antreten. Wir wünschen ihm bei dieser neuen Aufgabe viel Freude und Erfolg. Gespannt warten wir diesseits des Atlantischen Ozeans auf Neuigkeiten von ihm.

Während des Wintersemesters 2000/2001 werden wir mit einer Vakanz leben müssen, da die Nachfolge von Prof. C. Brunold nicht rechtzeitig geregelt werden konnte. Am 29. Februar und am 1. März 2000 stellten sich acht Kandidatinnen und Kandidaten mit äusserst interessanten Probevorträgen einem breiten Publikum vor. Während des Sommersemesters wurde das Geschäft durch die eingesetzte Kommission vorbereitet und anschliessend von der Fakultät verabschiedet. Gegenwärtig laufen die Berufungsverhandlungen, und wir hoffen sehr, dass diese bald zu einem erfolgreichen Abschluss gebracht werden können.

*Dank*

Viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erledigen ihre Arbeiten sorgfältig und unauffällig. Meinen Dank möchte ich vorweg an die nicht im Rampenlicht stehenden und für den reibungslosen Betrieb eines Instituts so wichtigen Personen richten. Eine erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit setzt eine entsprechende Infrastruktur voraus. Meinen Kollegen Prof. R. Brändle, C. Brunold und C. Kuhlemeier sowie allen Angehörigen des Pflanzenphysiologischen Instituts danke ich für ihre Unterstützung und für ihren Einsatz in Lehre, Forschung und Administration.

Prof. David Newbery (Direktor des Geobotanischen Instituts) und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Geobotanischen Instituts danke ich für die gute und effiziente Zusammenarbeit im Zusammenhang mit der Restrukturierung und den organisatorischen Vorarbeiten für die Gründung des Instituts für Pflanzenwissenschaften, das seit dem 1. September 2000 die pflanzliche Biologie in Lehre und Forschung an der Universität Bern in einer guten Atmosphäre vertreten kann.

Der Gartenkommission, dem Gartendirektor Prof. K. Ammann und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Botanischen Gartens danke ich für die Unterstützung des Instituts in Unterricht und Forschung. Das Angebot, vermehrt Pflanzen für Experimente im Gartenareal zu kultivieren, nehmen wir gerne an.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL, Liebefeld), des Paul Scherrer Instituts (PSI, Villigen) und der Forschungsanstalt für Obst- Wein- und Gartenbau (FAW, Wädenswil) verdanken wir wertvolle Interaktionen bei unseren Forschungsvorhaben.

Die Erziehungsdirektion, die Universitätsleitung und die Phil.-nat. Fakultät haben uns bei der Erfüllung unserer Aufgaben unterstützt. Die Raumkoordination der Universität und das Kantonale Hochbauamt haben durch bauliche Massnahmen die Voraussetzungen für eine erfolgreiche wissenschaftliche Tätigkeit verbessert. Ich danke diesen Stellen für die Unterstützung.

Ohne externe Mittel wäre der Forschungsbetrieb an unserem Institut nicht mehr denkbar. Ich danke daher allen Finanzierungsquellen für die Unterstützung unserer Forschungsprojekte.

Da dies der letzte Jahresbericht des Pflanzenphysiologischen Instituts ist, möchte ich alle, die das Institut von seiner Gründung bis heute gefördert haben, in meinen Dank einschliessen. Insbesondere möchte ich meinen beiden Vorgängern, Prof. K.H. Erisman und Prof. C. Brunold, für die engagierte und zielstrebige Aufbauarbeit danken.

Urs Feller

## 2 Minisymposium anlässlich der Emeritierung von Prof. C. Brunold

### 2.1 Programm



Freitag, 30. Juni 2000

Minisymposium anlässlich der Emeritierung  
von Prof. C. Brunold

im Hörsaal der Botanischen Institute, Altenbergrain 21, 3013 Bern

#### **Zukunft der Pflanzen – Zukunft der Biologie**

14.00-14.10	Eröffnung des Minisymposiums durch Prof. U. Feller
14.10-14.50	Prof. H. Rennenberg, Freiburg im Breisgau <i>Grüne Biologie im Wandel: von der klassischen Botanik zur Biotechnologie</i>
14.50-15.30	Prof. G.-R. Plattner, Ständerat, Basel <i>Klima und Gesellschaft im 21. Jahrhundert</i>
15.30-15.50	Pause
15.50-16.30	Prof. H. Ruh, Zürich <i>Das Verhältnis des Menschen zur Natur</i>
16.30-17.10	Prof. J.-P. Métraux, Fribourg <i>Was ist denn überhaupt BENEFR ?</i>
17.10-17.40	Prof. C. Brunold, Bern <i>Menschen und Pflanzen</i>
17.40-17.50	Prof. C. Schäublin, Rektor der Universität Bern <i>Dank des Rektors</i>
17.50-18.00	Abschluss des Minisymposiums durch Prof. C. Kuhlemeier
18.00	Apéro im Botanischen Garten

## **2.2 Grüne Biologie im Wandel: von der klassischen Botanik zur Biotechnologie**

Lieber Christian, liebe Beatrice,  
Liebe Kolleginnen und Kollegen,  
Meine sehr geehrten Damen und Herren,

ich freue mich außerordentlich, heute im Rahmen dieses Minisymposiums anlässlich der Emeritierung von Christian Brunold zu Ihnen sprechen zu können. Ich freue mich, weil mit diesem Minisymposium mit Christian Brunold nicht nur ein von mir hochgeschätzter Wissenschaftler geehrt wird, sondern auch ein Kollege, mit dem ich seit vielen Jahren freundschaftlich verbunden bin und der für mich in all diesen Jahren als Wissenschaftler und als Mensch ein Vorbild gewesen ist.

Christian Brunold kann auf mehr als 30 Jahre aktiver Tätigkeit als Wissenschaftler zurückblicken. 30 spannende Jahre, – so glaube ich – die wie kein vergleichbarer Zeitraum zuvor die grüne Biologie verändert haben. Ich möchte Sie deshalb zu einer kleinen Reise durch diese Zeit einladen, und es versteht sich von selbst, daß ich dabei auf die wissenschaftliche Arbeit von Christian Brunold Bezug nehmen werde. Die Eindrücke, die ich dabei vermitteln möchte, sind natürlich persönlich geprägt, und ich darf diejenigen von Ihnen, die meine Ausführungen einseitig, unzutreffend oder gar provokativ empfinden werden, schon jetzt um Nachsicht bitten.

Bis über die Mitte des vergangenen Jahrhunderts hinaus wurden die wesentlichen Fortschritte in der grünen Biologie in der Regel nicht von Botanikern erzielt, sondern von Chemikern und Physikern. Die – wie wir heute sagen würden – klassischen Botaniker konzentrierten sich auf die Beobachtung und die Beschreibung von Pflanzen in ihrer Umwelt. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhundert bemächtigte sich die Botanik sehr bald der Methoden der Chemie und Physik zur Lösung physiologischer Fragestellungen. Dem setzte die Chemie die Biochemie, die Physik die Biophysik als vermeintlich neue Fächer entgegen. In der Biologie führte diese Entwicklung an vielen Universitäten zur Einrichtung der eigenen Biochemie und Biophysik. Dies hat bis heute zu einem oft kaum nachvollziehbaren Nebeneinander von Pflanzenphysiologie auf der einen Seite und grüner Biochemie und grüner Biophysik auf der anderen Seite geführt; ein bis heute fortbestehendes Nebeneinander, das in mancher Hinsicht durchaus als fruchtbar angesehen werden kann, denn Konkurrenz belebt ja bekanntlich das Geschäft.

In die Zeit, in der sich die Botaniker der Techniken der Biochemie und Biophysik bemächtigten, fällt die Lizentiatsarbeit von Christian Brunold. Der Titel „Untersuchungen zur Hemmung der Photosynthese durch Acetat bei *Lemna minor* L.“ läßt auf den ersten Blick vermuten, daß diese Arbeit ein typisches Produkt ihrer Zeit ist: denn in dieser Zeit setzte die Botanik zwar intensiv Methoden der Biochemie und Biophysik ein, allerdings primär, um das auf einer anderen Ebene zu tun, was zuvor mit dem blanken Auge und dem Mikroskop erfolgte: phänomenologische Beobachtung und Beschreibung, heute oft etwas abschätzig als die „Effekt von... auf... Forschung“ bezeichnet. Die Lizentiatsarbeit von Christian Brunold war aber insofern ihrer Zeit voraus, als sie an diesem Punkt nicht Halt machte, sondern die Aufklärung von Mechanismen der Photosynthese-Hemmung durch Acetat zum Ziel hatte. Sie hat zudem gerade in den letzten Jahren eine neue Bedeutung bekommen, die – so will es der Zufall – in direktem Zusammenhang mit einer Thematik steht, die unter unterschiedlichen Aspekten hier in Bern und in der Baumphysiologie in Freiburg bearbeitet wird, nämlich der Überflutungstoleranz.

So konnte einer meiner Assistenten, Herr Dr. Kreuzwieser, in überflutungstoleranten Bäumen auf der Ebene der ganzen Pflanze einen Prozeß nachweisen, in dem Acetat eine wesentliche Rolle spielt. Aufgrund der geringen Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser kommt es bei Überflutung rasch zu anaeroben Verhältnissen in der Wurzel, die unter anderem die Energiegewinnung durch Atmung verhindern und Gärungsprozesse nicht nur im Boden, sondern auch in der Wurzel zur Folge haben. Es kommt in der Wurzel zu einer Umschaltung von Atmung auf Gärung. Diese Umschaltung hat mindestens zwei negative Konsequenzen. (1.) Aus der gleichen Menge an Zucker kann nur etwa ein Achtzehntel der Energie gewonnen werden, oder anders ausgedrückt: um die gleiche Menge an Energie wie durch Atmung zu gewinnen, muß in der Gärung 18 Mal mehr Zucker umgesetzt werden. Dies kann zu einer

Erschöpfung der Reserven und anschließend bei unveränderter Photosyntheseleistung zu einem Verhungern der Bäume führen. (2.) Die in großen Mengen gebildeten Gärungsprodukte, z.B. das Acetaldehyd und das Ethanol, sind toxisch. Ein Ausweg aus diesem Problem ist die häufig beobachtete Abgabe von Ethanol und anderen Gärungsprodukten aus den Wurzeln in die Rhizosphäre; dies löst aber nicht das Problem des exorbitanten Zuckerverbrauchs der Wurzel zur Energiegewinnung unter anaeroben Bedingungen.

Dagegen schlägt ein anderer, von Herrn Dr. Kreuzwieser neu entdeckter Mechanismus quasi zwei Fliegen mit einer Klappe (Abb. 1). Er verhindert toxische Wirkungen von Gärungsprodukten und rettet gleichzeitig die im Ethanol enthaltene Energie: Das in der Wurzel gebildete Ethanol wird zum überwiegenden Teil nicht in die Rhizosphäre abgegeben, sondern in das Xylem geladen, mit dem Transpirationsstrom in die Blätter transportiert, dort über Acetaldehyd in Acetat umgesetzt, das wieder in den Zuckerstoffwechsel eingeschleust wird. In den Blättern führt dieser Stoffwechselweg somit zur Produktion großer Mengen an Acetat. Aus Christian Brunolds Lizentiatsarbeit lernen wir, daß dieses Acetat mit großer Effizienz metabolisiert werden muß, um eine Hemmung der Photosynthese zu verhindern. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß wir bei Bäumen, die diesen Prozeß durchführen, in der Regel eine leichte Hemmung der Photosynthese beobachten. Wir erkennen diesen Prozeß übrigens daran, daß einige wenige Prozent der flüchtigen Intermediate Acetaldehyd und Ethanol aus den Blättern emittiert werden. Der Prozeß erklärt damit die auf den ersten Blick paradoxe Situation, daß die Sauerstoff produzierenden Blätter vornehmlich im Licht Intermediate des Gärungsstoffwechsels produzieren und emittieren.

Ich habe diesen Prozeß etwas ausführlicher besprochen, um Ihnen zu verdeutlichen, daß wir die Mechanismen, die das Leben von Pflanzen in ihrer Umwelt bestimmen, nur dann wirklich verstehen, wenn wir die Pflanze als Ganzes betrachten. In der Medizin ist diese Einsicht ein alter Hut, in der grünen Biologie setzt sich diese Einsicht – wenn überhaupt – nur zögerlich durch. Daran hat auch die Etablierung des Fachbegriffs „Whole Plant Physiology“ nichts geändert. In den 70iger Jahren war „Whole Plant Physiology“ allerdings kein Thema. In dieser Zeit wurden physiologische Untersuchungen bevorzugt an Pflanzenorganen und Teilen von Pflanzenorganen durchgeführt. Ziel der pflanzenphysiologischen Arbeiten dieser Zeit war es eher, auf die Ebene der einzelnen Zelle vorzudringen, als Prozesse auf der Ebene der ganzen Pflanze zu verstehen. Arbeiten mit pflanzlichen Zellkulturen boomten geradezu. Die für viele schmerzliche, aber heute gesicherte Erkenntnis, daß der Stoffwechsel dieser oft de-differenzierten Zellen nicht viel mit dem Stoffwechsel von differenzierten Zellen im Gewebeverband zu tun hat, war weit entfernt.

In diese Zeit fällt die Dissertation von Christian Brunold, die gleich in zweifacher Hinsicht aus dem Rahmen fällt. Sie wurde wie schon seine Lizentiatsarbeit mit *Lemna minor*, der Wasserlinse, und damit mit einer ganzen Pflanze, durchgeführt, quasi einer höheren Pflanze in miniaturisierter Form. Das Thema „Regulation der Sulfataufnahme und der Sulfatassimilation durch Schwefelwasserstoff bei *Lemna minor* L.“ war zu dieser Zeit weit weg von dem, was man heute als „Mainstream“ bezeichnen würde, sondern sicher eher etwas exotisch. Dennoch, oder vielleicht gerade deshalb, hat diese Dissertation für mehrere Forschungsgebiete Pionier-Charakter:

- Mit ihr wurde erstmals die grundlegende Idee aufgegriffen, daß atmosphärische Spurengase nicht nur unter dem Gesichtspunkt des Schadstoffes zu betrachten sind, sondern in das normale Stoffwechselgeschehen im Blatt auf vielfältige Weise eingreifen können.
- Mit dieser Dissertation wurden die Grundsteine zum heutigen Verständnis der Regulation der Sulfatreduktion und -assimilation gelegt. Sie hat damit eine zentrale Bedeutung für die Grundlagenforschung auf dem Gebiet des Schwefelstoffwechsels.

In dieser Dissertation wurde auch eine Hemmung der Sulfataufnahme der Wurzel bei Begasung der Blätter mit Schwefelwasserstoff nachgewiesen. Damit wurde erstmals gezeigt, daß Veränderungen in der Ernährung des Blatts regulatorische Prozesse in der Wurzel auslösen. Christian Brunold ist somit der Vater dessen, was man heute als „demand driven control“, als bedarfsgesteuerte Regulation der Ernährung auf der Ebene der ganzen Pflanze bezeichnet. Ich muß an dieser Stelle gestehen, daß mir dies auch erst in Zusammenhang mit der Vorbereitung dieses Vortrags klar geworden ist und habe dafür bei Dir, lieber Christian, Abbitte zu leisten. Die Idee der „demand driven

- **Abbildung 1:** Mechanismen der Bildung und Abgabe von Ethanol und Acetaldehyd bei Überflutung von Bäumen.

**Abbildung 2:** Regulation der Schwefelernährung von Pappeln

-

control“ wurde ja in den 80iger Jahren als zentrales Konzept der Regulation des Stickstoffhaushalts vor allem von Kollegen aus Frankreich massiv propagiert, und ich bin fälschlicherweise – wie viele andere in der Community – davon ausgegangen, daß diese Idee von uns und anderen für den Schwefelhaushalt adoptiert wurde. Es ist ein gutes Gefühl zu wissen, daß mit Christian Brunold ein Forscher auf dem Gebiet des Schwefelhaushalts dieses Konzept schon viele Jahre vorher erkannt hat.

Die miniaturisierte höhere Pflanze *Lemna minor* kann sicher nicht als repräsentativ für die höheren Pflanzen insgesamt angesehen werden, und so ist es nicht überraschend, daß eine Vielzahl von Untersuchungen zu der Frage, wie der Sproß die „demand driven control“ im Wurzelbereich bewerkstelligt, für den Schwefelhaushalt zu der Annahme eines recht komplexen Systems geführt haben, das nach wie vor physiologisch nur in Teilaspekten und molekularbiologisch überhaupt nicht verstanden ist. Untersuchungen an transgenen Pflanzen haben uns in den letzten Jahren auf diesem Gebiet deutlich weitergeführt.

Abb. 2 zeigt den aktuellen Stand zum Thema „demand driven control“ der Schwefelernährung für die Pappel, die bei uns in Freiburg seit 8 Jahren den Charakter eines Haustiers bekommen hat und quasi die *Arabidopsis*-Pflanze der Baumphysiologen ist. Bei der Pappel ist es in der Tat so, daß ein Überschuß an reduziertem Schwefel in den Blättern, und damit ein reduzierter Bedarf an Schwefel in den Blättern, der Wurzel per Langstreckentransport signalisiert wird, wahrscheinlich über einen erhöhten Phloem Transport von Glutathion. Dieses cysteinhaltige Tripeptid hemmt in einer bislang nicht geklärten Weise die Sulfat-Aufnahme der Wurzel. Untersuchungen an transgenen Pflanzen mit erhöhter Glutathion Produktion und damit erhöhtem Schwefelbedarf haben allerdings gezeigt, daß ein dem Glutathion übergeordnetes Signal den negativen Glutathion Effekt auf die Sulfataufnahme aufhebt und dieses übergeordnete Signal gleichzeitig die Sulfat-Beladung des Xylems erhöht. Auf diese Weise kann bei erhöhtem Schwefelbedarf der Blätter auch bei hohem Glutathiontransport im Phloem die Sulfatversorgung der Blätter verbessert werden. Um was für ein übergeordnetes Signal es sich hierbei handelt, ist unbekannt. Wenn wir unseren eigenen Arbeiten zur Regulation der Nitrat-aufnahme während der vergangenen 12 Monate folgen, dürfte in diesem Zusammenhang der Langstreckentransport von Wuchsstoffen eine wesentliche Rolle spielen. Die gerade neu entdeckte weitere Langstreckentransportform reduzierten Schwefels, das S-Methylmethionin, ist ein anderer Kandidat für ein solches Signal.

Zurück in die 70er Jahre. Ich weiß nicht, ob es wie bei mir Zufall, oder eher die Diktion des Doktorvaters, oder eine völlig andere Überlegung war, die Christian Brunold zum Schwefel gebracht hat. Eines ist jedoch sicher, er ist diesem Forschungsgebiet seit seiner Dissertation bis heute treu geblieben. Dabei standen auch nach der Dissertation im Jahr 1972 für viele Jahre biochemische Untersuchungen zur Enzymologie des Schwefelhaushalts im Vordergrund. Dies entspricht ganz der allgemeinen Situation der botanischen Wissenschaften dieser Zeit. Die Biochemie stand im Vordergrund, Systematik, Taxonomie und Pflanzensoziologie waren geradezu verpönt und selbst die damaligen Pioniere, die biochemische Analytik als ein Werkzeug in ihre taxonomischen Untersuchungen aufnahmen, hatten einen schweren Stand. Unter dem Diktat der Biochemie in den 70er und 80er Jahren in den botanischen Wissenschaften leiden die Universitäten in Deutschland bis heute. Es ist nach wie vor unglaublich schwer, einen Lehrstuhl für Systematik, Taxonomie oder Pflanzensoziologie angemessen zu besetzen. Dies wiegt um so schwerer, als die Bedeutung dieser Forschungsgebiete in den 90er Jahren in Zusammenhang mit Fragestellungen, die sich mit der Erhaltung der Biodiversität beschäftigen, eine Renaissance erlebt haben und nach meiner Einschätzung auch in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen werden.

Die Sulfatreduktion und –assimilation ist ein geradezu klassisches Beispiel dafür, daß biochemische Analysen nicht immer bzw. nicht immer mit letzter Sicherheit geeignet sind, Fragen der Stoffwechselphysiologie abschließend zu klären. Noch auf dem internationalen Schwefelworkshop 1996 in Newcastle upon Tyne wurde der Stoffwechselweg der Sulfatreduktion und –assimilation kontrovers diskutiert. Über viele Jahre galt es quasi als sicher, daß das von der Wurzel aufgenommene Sulfat mit ATP unter Bildung von APS aktiviert wird, Sulfat von APS unter Reduktion zum Sulfit auf einen Träger übertragen wird, an diesem Träger Sulfit zum Sulfid weiter reduziert wird und das trägergebundene Sul-

**Abbildung 3:** Angenommene, aber nicht korrekte Wege der Sulfatreduktion und -assimilation in höheren Pflanzen

**Abbildung 4:** Sulfatreduktion und -assimilation in höheren Pflanzen

fid schließlich auf O-Acetylserin unter Abspaltung von Acetat und Bildung von Cystein übertragen wird (Abb. 3). Die über Jahrzehnte vergebliche Suche nach dem ominösen Träger-Molekül ließ immer wieder Zweifel an diesem Weg aufkommen, doch ein Weg über freies Sulfit konnte zunächst nicht abgesichert werden. Gleichzeitig führten Untersuchungen, die allerdings nicht an höheren Pflanzen durchgeführt wurden, zur Postulierung eines weiteren Wegs der Sulfatreduktion ohne Beteiligung der APS-Sulfotransferase. Dieser Stoffwechselweg, der Ende der 90er Jahre auch intensiv für höhere Pflanzen diskutiert wurde, ging von einer weiteren Phosphorylierung von APS zu PAPS mit Hilfe einer APS-Kinase und einer anschließenden Bildung von freiem Sulfit mit Hilfe einer PAPS Reduktase aus. Die in der Arbeitsgruppe von Christian Brunold über nahezu zwei Jahrzehnte durchgeführten Arbeiten hatten immer wieder die regulatorische Bedeutung der APS-Sulfotransferase unterstrichen, also desjenigen Enzyms, das Sulfat von APS auf ein Trägermolekül unter Reduktion überträgt. Die Postulierung eines Wegs der Sulfatreduktion ohne Beteiligung der APS-Sulfotransferase stellte somit nahezu 20 Jahre wissenschaftlicher Tätigkeit in der Arbeitsgruppe von Christian Brunold in Frage.

Diese Situation fiel in eine Zeit, in der die neuen Techniken der Molekularbiologie Einzug in die grüne Biologie hielten, und zwar in einer ähnlichen Weise wie die Biochemie Ende der 60er Jahre. Die grüne Biologie war rasch in zwei Kategorien eingeteilt, die innovative, die gute Forschung, die sich mit Molekularbiologie beschäftigt, und die überholte, die schlechte Forschung, die dies nicht tut. Ich habe den Eindruck, daß das Pendel in dieser Hinsicht langsam zurückschlägt und sich die Erkenntnis durchzusetzen beginnt, daß Molekularbiologie als solche zwar wichtig ist, aber die Methoden der Molekularbiologie in der grünen Biologie nur einen Teilaspekt darstellen, den es zusammen mit anderen Forschungsansätzen zu nutzen gilt. Denn eine Vielzahl von Fragen, die sich heute in der grünen Biologie stellen, lassen sich mit den Erkenntnissen und Methoden der Molekularbiologie alleine nicht lösen. Funktionelle Genomanalyse erfordert mehr als Sequenzierung und Blot-Untersuchungen.

Christian Brunold erkannte die Chancen der neuen Methoden der Molekularbiologie zur Aufklärung des Stoffwechselwegs der Sulfatreduktion und -assimilation in höheren Pflanzen und führte sie zielstrebig in seinem Labor ein, gleichzeitig verfolgte er mit großer Zähigkeit die Fortführung der biochemischen Arbeiten. So konnte der Erfolg des Tüchtigen nicht ausbleiben, und es gelang, das Protein der APS Sulfotransferase zu isolieren und zu sequenzieren. Das zugehörige Gen erwies sich als eine APS Reduktase, die zur Bildung von freiem Sulfit führt; der trägergebundene Weg der Sulfatassimilation wurde als ein Meß-Artefact identifiziert und der Weg über freies Sulfit und Sulfid erwies sich als korrekt. Die umfangreichen Untersuchungen zur Regulation der APS-Sulfotransferase der Arbeitsgruppe von Christian Brunold konnten inhaltlich aufrecht erhalten werden, es mußte lediglich der Name des Enzyms geändert werden: aus der APS-Sulfotransferase wurde eine APS-Reduktase. Christian Brunold hat damit in den letzten Jahren seiner Tätigkeit hier in Bern in eindrucksvoller Weise demonstriert, wie wichtig es ist, die Methoden der Molekularbiologie in der Pflanzenphysiologie zu nutzen, in Ergänzung zu anderen methodischen Ansätzen. Er hat damit auch ein wesentliches Ziel für die Zukunft der Pflanzenphysiologie in der „post-genomics“ Zeit vorgegeben.

Die Freiburger Baumphysiologie konnte aus einer Reihe von politischen und strukturellen Gründen die kurzfristige Realisierung der Molekularbiologie nicht mitgehen. Sie hat deshalb gezielt transgene Ansätze im Bereich des Schwefel- und des Stickstoffhaushalts in Kooperation mit anderen Gruppen verfolgt. Um so dankbarer bin ich Christian Brunold und natürlich auch den anderen Berner Kollegen, daß es ermöglicht werden konnte, vor einem guten halben Jahr das hier in Bern akkumulierte Know-How in der Molekularbiologie des Schwefelhaushalts personell in Form von Herrn Dr. Kopriva, aber auch materiell in Form von Genen und Vektoren, nach Freiburg zu transferieren.

Ich habe bislang bewußt einen wesentlichen Aspekt der Entwicklung der grünen Biologie, und damit auch der Arbeiten von Christian Brunold, ausgelassen und muß Sie deshalb um einen gedanklichen Sprung zurück in die Mitte der 80er Jahre bitten, zurück zu einem Phänomen, das in Deutschland seinen Ausgang nahm, heute aber als Begriff bereits in den englischen Sprachgebrauch eingeführt ist: „The Waldsterben“. Mitte der 80er Jahre wurden zunächst in Deutschland, dann auch in anderen Teilen Europas, großflächige und zunehmende Schäden an den wichtigsten Waldbaumarten beobachtet.

Angesichts dieser Entwicklung wurde die grüne Biologie von der Öffentlichkeit und damit auch von der Politik vor die Aufgabe gestellt, die Ursache dieses Phänomens zu klären und Möglichkeiten zur Abhilfe zu entwickeln. Damit wurde die grüne Biologie insbesondere in Deutschland erstmals auf breiter Basis mit einer öffentlichen Aufgabe betraut. Sie hat diese Aufgabe angenommen - und meines Erachtens kläglich versagt. Unter dem Image-Verlust, den dieses Versagen zur Folge hatte, leidet die grüne Biologie in Deutschland bis heute.

Viele Botaniker und Pflanzenphysiologen haben seinerzeit sicher die Bedeutung, die diese öffentliche Aufgabe für die Zukunft der grünen Biologie, vor allem aber für die Zukunft der Umweltforschung, haben sollte, nicht erkannt. Viele haben dagegen erkannt, daß hier von einem auf den anderen Tag erhebliche Mittel für die Forschung zur Verfügung gestellt wurden, und haben diese Chance genutzt; allerdings nicht, um einen seriösen Beitrag zur Lösung des Umweltproblems zu leisten, sondern um ihre allgemeinen Forschungsziele zu verfolgen. Aus den beobachteten Schäden wurde alsbald ein Waldsterben, und Luftschadstoffe waren bald als die Ursache für das Waldsterben identifiziert. Die Prognose des Waldsterbens erwies sich, von wenigen Extremflächen abgesehen, als falsch; im Laufe der Jahre zeigte sich, daß es auch die Ursache für die Waldschäden nicht gibt, sondern ein standort-spezifischer Multifaktoren-Komplex in Betracht gezogen werden muß und Sünden der Forstpolitik eine ähnliche Bedeutung für die beobachteten Waldschäden haben wie Luftschadstoffe.

Lassen Sie mich hierzu ein Beispiel aus dem Schwarzwald etwas näher erläutern:

Die potentiell natürliche Vegetation des Schwarzwalds sind – ebenso wie in vielen anderen Gebieten Mitteleuropas – Buchenwälder. Der Dunkelheit der Buchenhallenwälder verdankt der Schwarzwald schließlich seinen Namen. Diese Buchenwälder wurden über Jahrhunderte systematisch abgeholzt, primär um für die Glasindustrie geeignetes Brennholz zu gewinnen. Die Buche wurde dann unter Profit-Gesichtspunkten durch die nicht standortgemäße, aber rascher wachsende Fichte ersetzt. Dies führte und führt bis heute aufgrund von Ausgangsgestein, Waldnutzung und Bestandesansprüchen der Fichte dazu, daß sich die Fichtenwälder des Schwarzwaldes am Rande des Magnesiummangels bewegen. In feuchten Jahren mit hoher Verwitterung ist die Magnesiumversorgung gerade ausreichend, in trockenen Jahren mit geringer Verwitterung ist sie defizitär und führt zu typischen Vergilbungssymptomen, die weder direkt noch indirekt etwas mit Luftschadstoffen, sondern etwas mit Fehlern in der Waldwirtschaft zu tun haben.

Ich möchte hier nicht falsch verstanden werden: selbstverständlich haben wir es an einer Reihe von Waldstandorten mit direkten oder indirekten Wirkungen von Luftschadstoffen zu tun. Selbstverständlich war  $\text{SO}_2$  aus den Kraftwerken über lange Zeit ein wesentlicher Schadfaktor in einer Reihe von Gebieten; heute ist dieses Gas aufgrund des systematischen Einbaus von Entschwefelungsanlagen in den Kraftwerken Europas sicher von untergeordneter Bedeutung, und in vielen landwirtschaftlichen Gebieten muß als Folge des stark reduzierten Schwefeleintrags über die Atmosphäre Schwefel gedüngt werden. Das  $\text{SO}_2$ -Problem ist allerdings in vielen Ländern Afrikas und Asiens immer noch hoch akut.  $\text{NO}_x$  aus dem Kfz-Verkehr und Ammoniak aus der Landwirtschaft haben dagegen ebenso wie Ozon als Luftschadstoffe an Bedeutung gewonnen. Die Bedeutung von atmosphärischen Stickstoffeinträgen für die Stabilität und Vitalität von Wäldern wird allerdings nach wie vor äußerst kontrovers diskutiert und kann nicht wirklich als geklärte Frage der Umweltforschung angesehen werden. Wir wissen allerdings heute, daß diese Einträge wesentlich an der Nitratbelastung des Trinkwassers und an der Emission von Treibhausgasen beteiligt sind und eine Reduktion dieser Emission deshalb erklärtes Ziel der Umweltpolitik bleiben muß. Die Prozesse, die zu der Nitratbelastung des Trinkwassers und zur Emission von Treibhausgasen in Waldökosystemen führen, sind bekannt: In den Boden eingetragener Stickstoff unterliegt dort der mikrobiellen Umsetzung durch Nitrifikation und Denitrifikation in Konkurrenz mit der Wurzelaufnahme. Die oberirdische Aufnahme von Stickstoff durch die Vegetation verschiebt die Bodenprozesse zugunsten der mikrobiellen Umsetzungen, da die Wurzelaufnahme unter diesen Bedingungen gehemmt wird. Die Folge sind erhöhte Nitratauswaschung in das Grundwasser und erhöhte Emission der Treibhausgase  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{NO}$  in die Atmosphäre.

Das Bild, das die grüne Biologie insbesondere in Deutschland in Politik und Öffentlichkeit in Zusammenhang mit der sogenannten Waldschadensforschung gegeben hat, hat tiefe Furchen in das Ansehen und die Glaubwürdigkeit der Biologie und der Wissenschaft insgesamt gegraben, die bis heute massi-

ve Auswirkungen nicht nur auf die öffentliche Meinung, sondern auch auf politische Entscheidungen, auch und gerade im Bereich der Umweltforschung, haben. Bis heute ist die Förderung von Umweltforschung an den Universitäten in Deutschland massiv zurückgefahren. Die bis heute persistente Meinung vieler Forschungsförder-Institutionen ist, daß Umweltforschung aufgrund der Komplexität und Interdisziplinarität der zu lösenden Probleme strukturell an den Universitäten nicht in adäquater Weise durchgeführt werden kann. Diese Meinung geht sicher z.T. auf die negativen Erfahrungen in der sogenannten Waldschadensforschung zurück. Die daraus resultierende und praktizierte Schlußfolgerung, Umweltforschung primär an den Großforschungseinrichtungen des Bundes durchzuführen, halte ich angesichts der wissenschaftlichen Effizienz dieser Einrichtungen allerdings für äusserst fragwürdig. Eine Änderung von bestehenden Strukturen an den Universitäten, die nach wie vor interdisziplinäre Forschung eher verhindern statt sie zu fördern, wäre meines Erachtens das Gebot der Stunde.

In der zweiten Hälfte der 80er Jahre begann sich auch die Arbeitsgruppe von Christian Brunold mit der Wirkung von Luftschadstoffen zu beschäftigen. Ein Forscher, der sich wie Christian Brunold seiner Verantwortung in der Gesellschaft bewußt war, konnte sich diesen Fragestellungen auch nicht entziehen. Wie viele Arbeitsgruppen, ging auch die Arbeitsgruppe von Christian Brunold vom SO<sub>2</sub> über das NO<sub>x</sub> zum CO<sub>2</sub> und damit auch zeitlich entlang der Liste der als bedeutsam erkannten Umweltprobleme. Allerdings gehörte Christian Brunold von Beginn an zu jener Gruppe von Forschern – und ich hoffe sehr, daß ich mich in diese Gruppe einbeziehen kann – die auf diesen Gebieten erfolgreich angewandte Grundlagenforschung verantwortungsbewußt betrieben haben. Christian Brunold hat als einer der ersten in Europa erkannt, daß die Erforschung gesellschaftlich relevanter Fragestellungen nicht ohne die Einbeziehung der Gesellschaft erfolgen kann. Das von Christian Brunold zur Erforschung der Wirkung von CO<sub>2</sub> initiierte ICAT Projekt hat in dieser Hinsicht Maßstäbe gesetzt, die bis heute nur in wenigen anderen Umweltforschungsprojekten erfüllt werden. Meines Wissens wurde in diesem Projekt erstmals ein übergreifender interdisziplinärer Ansatz gewählt, der Naturwissenschaftler und Sozioökonomen zur Bearbeitung eines komplexen Umweltproblems an einen Tisch brachte. Als wir Jahre später diesen Ansatz für einen Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungsgemeinschaft aufgegriffen haben, galt dies immer noch als hochgradig innovativ und bislang in der deutschen Forschungslandschaft nicht realisiert. Ich bin sicher, daß ohne diesen Forschungsansatz die zukünftigen Probleme, denen sich die Umweltforschung stellen muß, nicht gelöst werden können, und möchte in diesem Zusammenhang nur die Frage der nachhaltigen Wiederaufforstung von Tropenwäldern unter Wiederherstellung einer größtmöglichen Biodiversität nennen, die ohne Einbeziehung sozio-ökonomischer Fragestellungen nicht zu realisieren ist. Ich halte dieses Problem für die zentrale naturwissenschaftliche und gesellschaftspolitische Herausforderung, der sich die Umweltforschung derzeit stellen muß, und ich bin sicher, daß Du Dich, lieber Christian, wenn Du weiter an der Universität Bern aktiv tätig wärst, auch dieser Herausforderung stellen würdest.

Christian Brunold hat sich bereits sehr früh mit einem anderen Bereich der grünen Biologie beschäftigt, der von gesellschaftspolitischer Bedeutung ist, der grünen Biotechnologie und dem Ziel, Qualität und Ertrag von Nahrungsmitteln biotechnologisch zu verbessern. Für viele Forscher war es überraschend, daß dieser Bereich der biologischen Forschung besonders im deutschsprachigen Raum nicht nur wenig Akzeptanz, sondern massive Ablehnung hervorgerufen hat. Ich bin davon überzeugt, daß hierbei der Image-Verlust und der Verlust an Glaubwürdigkeit, der durch die sogenannte Waldschadensforschung hervorgerufen wurde, eine wesentliche Rolle gespielt hat. Ich bin ferner davon überzeugt, daß der wenig sensible, ja oft arrogante Umgang der Wissenschaft mit der Öffentlichkeit in diesem Forschungsbereich zu dieser Ablehnung wesentlich beigetragen hat. Offenkundige Mängel bei der gentechnischen Sicherheitsforschung haben der Skepsis und der Ablehnung der Öffentlichkeit gegenüber gentechnisch veränderten Produkten in der Zwischenzeit in einer Reihe von Fällen Recht gegeben. Die grüne Biotechnologie ist deshalb nach der Waldschadensforschung ein zweiter Bereich, in dem es der grünen Biologie bislang nicht oder nur unzureichend gelungen ist, den Anforderungen, die von der Gesellschaft an sie gestellt wurde, gerecht zu werden. Wir brauchen auch auf diesem Gebiet eine unmittelbare Verzahnung von Naturwissenschaft und Sozioökonomie, wenn wir die Möglichkeiten, die die Biotechnologie für die zukünftige Entwicklung der Gesellschaft bietet, in angemessener Weise nutzen wollen. Nur im Dialog mit der Gesellschaft kann die grüne Biologie den Vertrauensbruch, den sie in der Öffentlichkeit in den vergangenen 15 Jahren erlitten hat, aufarbeiten und neues Vertrauen schaffen. Wir müssen uns der Öffentlichkeit stellen, mit ihr diskutieren und nicht erst

reagieren, wenn Fehlentwicklungen offenkundig sind. Am Verlassen des Elfenbeinturms führt kein Weg vorbei.

Dies muß meines Erachtens neben den eigentlichen Forschungszielen ein wesentliches Ziel der zukünftigen Forschung in der grünen Biologie sein. Hier können wir viel von dem Lernen, was Christian Brunold in den vergangenen Jahren geleistet hat. Lieber Christian, ich hoffe sehr, und mit mir sicher auch viele andere Kollegen, daß wir hierfür auch nach Deiner Emeritierung weiterhin auf Deinen Rat zählen können.

**Heinz Rennenberg**

Professur für Baumphysiologie  
Institut für Forstbotanik und Baumphysiologie  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Georges-Köhler-Allee, Gebäude 053/054  
D-79110 Freiburg, Deutschland

## 2.3 Gesellschaft und Klima im 21. Jahrhundert

Das 21. Jahrhundert ist ein besonderes: es ist einmal das erste Jahrhundert des dritten Jahrtausends - diesen Spitzenplatz verdankt es allerdings einer blossen Übereinkunft betreffend den Beginn der christlichen Zeitrechnung, und niemand, der von ihr nichts wüsste, könnte dem Jahrhundert diese Besonderheit anmerken - sie existiert nur in unseren Köpfen und hat doch dank des millennium bugs Milliarden gekostet! Das 21. Jahrhundert ist aber auch das erste Jahrhundert seit dem Ende der letzten Eiszeit, in welcher sich das globale Klima rasch und dramatisch verändern wird. Diese Besonderheit ist sehr real, und niemand wird sich ihren Folgen entziehen können, auch nicht jene, die von ihr nichts wissen oder nichts wissen wollen.

Seit etwa 120 Jahrhunderten oder 350 Generationen sind wir mit ausserordentlich konstanten klimatischen Verhältnissen beglückt, die es unserer Gattung ermöglicht haben, von Jägern und Sammlern zu einer sesshaften Gesellschaft zu werden, Haustiere und Nutzpflanzen zu züchten, Zeit für anderes als die Beschaffung von Nahrung zu gewinnen und somit eine arbeitsteilige Gesellschaft zu entwickeln, welche die heutige Zivilisation erschaffen konnte. Fast alles, was wir heute als Wesen menschlicher Zivilisation empfinden, ist in dieser kurzen Zeit entstanden. Die Zeitschrift "Nature" (Vol. 364 (1993) p.186) schrieb dazu bereits vor 5 Jahren in einem Kommentar: "Wir Menschen haben ein bemerkenswertes sozio-ökonomisches System während vielleicht der einzigen Zeitspanne aufgebaut, in der es aufgebaut werden konnte; als das Klima stabil genug war, uns jene landwirtschaftliche Infrastruktur errichten zu lassen, die zur Erhaltung einer fortschrittlichen Gesellschaft nötig ist. Wir wissen nicht, warum wir so gesegnet worden sind, aber sogar ohne menschliche Eingriffe ist das Klimasystem zu überwältigenden Variationen fähig. Wenn die Erde eine Gebrauchsanweisung hätte, könnte das Kapitel über das Klima mit einer Warnung beginnen: "Das System ist vom Hersteller auf maximalen Komfort eingestellt; Einstellknöpfe nicht berühren!"

Wir haben aber die Knöpfe berührt, wir haben sogar heftig daran gedreht, drehen noch immer und immer mehr. Die Verbrennungsgase, die wir seit etwa 150 Jahren als Ausscheidungen unserer energieintensiven Zivilisation in die Atmosphäre blasen, haben sich dort angesammelt. Diese vom Menschen verursachte CO<sub>2</sub> -Konzentration sprengt alles bisher dagewesene (Abbildung 1). Sie ist bei weitem höher als je in der Geschichte der sesshaften Menschheit (12000 Jahre), ja sie ist höher als je während der Evolution von Homo sapiens (Abbildung 2).

Alle Einsichten, die wir über die Zusammenhänge zwischen dem globalen Klimasystem und der CO<sub>2</sub> -Konzentration besitzen, weisen darauf hin, dass wir deshalb einer ausserordentlich raschen und heftigen Erwärmung des Klimas entgegengehen. Zwar gibt es Optimisten (oder sind es Opportunisten?), die das noch immer bezweifeln, doch als Physiker muss ich ihnen entgegenhalten: die mittlere Temperatur der Erdoberfläche wäre etwa -15° C ohne Treibhausgase in der Atmosphäre, dank der in den letzten 150 Jahrhunderten vorherrschenden konstanten CO<sub>2</sub> -Konzentration beträgt sie zurzeit aber tatsächlich etwa + 15° C, also 30° C mehr. Es müssten schon sehr sonderbare System-Zusammenhänge gelten, damit eine weitere Erhöhung dieser CO<sub>2</sub> -Konzentration nicht zu einer zusätzlichen Erwärmung führte! Das Klimasystem müsste sich gerade an einem Umkehrpunkt befinden, in dessen Umgebung die Temperatur von der CO<sub>2</sub> -Konzentration unabhängig wäre ... schön wär's ja: wir würden uns viel Kummer sparen, aber nichts weist auf eine Dominanz solcher Mechanismen hin. Und wem das nicht genügt, kann ja auch einmal nachmessen, wie die globale Temperatur sich denn wirklich verhält. Es ist für den Physiker beruhigend, aber für den Menschen erschreckend: die Physik stimmt, die Temperatur steigt rasant (Abbildung 3).

Ich muss Sie zudem daran erinnern, dass dieser Anstieg noch während Jahrzehnten andauern wird, sogar wenn wir sofort vollständig auf jede Emission von Treibhausgasen verzichten - was wir ja ohne schlimmste soziale Folgen gar nicht können!, und dass darüber hinaus die Temperatur während Jahrhunderten hoch bleiben wird. Grund für dieses träge Verhalten des Klimasystems sind die eingebauten Zeitkonstanten. Die Erwärmung erfolgt um ca. 50 Jahre verzögert wegen der Wärmekapazität

**Abbildung 1:**

atmosphärisches CO<sub>2</sub>

**Abbildung 2:**

Klimaveränderung – Facts 2

- Die CO<sub>2</sub> –Konzentration in der Atmosphäre ist in den letzten Jahrzehnten um 20% gestiegen
- Verdoppelung der Treibhausgase voraussichtlich in etwa 50 Jahren

**Abbildung 3:**

Mittlere Temperatur

- 1998 war das wärmste der letzten 1000 Jahre
- Die 5 wärmsten Jahre seit Messung um ca. 1860 fallen in die Periode 1990-1999
- Klimaerwärmung folgt Treibhausgasänderung mit Trägheit von etwa 20 Jahren

der Ozeane - es braucht einfach Zeit, soviel Wasser zu erwärmen; zum andern bleibt ein CO<sub>2</sub>-Überschuss lange in der Atmosphäre, weil er nur allmählich wieder in die Ozeane eingelagert werden kann. Die Innovation des 21. Jahrhunderts ist also nicht nur real, sie wird uns auch lange beschäftigen, sogar wenn sich das Klimasystem linear verhielte und bei abnehmenden CO<sub>2</sub>-Emissionen allmählich wieder zum heutigen Zustand zurückkehrte.

Aber natürlich glaubt kein vernünftiger Mensch, dass das komplexe Klimasystem linear sei. Zwar verhalten sich alle Systeme linear, solange man sie nur wenig auslenkt; aber kein komplexes System ist über grosse Bereiche linear. Eine genügend starke Veränderung zentraler Mechanismen der Klimamaschinerie durch steigende globale Temperaturen führt mit Sicherheit zu Nichtlinearitäten in Form von Hysterese oder gar von Kippeffekten. Die Frage ist bloss, ob die menschengemachte Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration eine kleine oder schon eine grosse Auslenkung aus der 150 Jahrhunderte dauernden Gleichgewichtslage sei.

Nach allem was wir heute wissen, wird sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre mindestens verdoppeln, wenn nicht gar verdreifachen, bevor wir einem weiteren Anstieg Einhalt gebieten können. Dies wird zu einem Anstieg der mittleren globalen Temperatur von rund 5 Grad führen. Das entspricht ganz grob dem Unterschied zwischen heute und der letzten Eiszeit. Solch grosse Auslenkungen werden wohl auch jetzt zu Nichtlinearitäten führen: es gibt Anzeichen, dass wir dem Klimasystem in wenigen Jahrzehnten einen Stoss versetzt haben werden, der es in manifest nicht-lineare Bereiche treiben wird. Eine Sorge ist das Schmelzen des antarktischen Eisschildes, der gemäss den heutigen Modellrechnungen irgendwo zwischen einer Verdoppelung und einer Verdreifachung der CO<sub>2</sub>-Konzentration erfolgen könnte. Ein anderer Kippeffekt könnte laut Erkenntnissen der Berner durch ein Versiegen des Golfstromes auftreten: der Wärmetransport vom Äquator zum Nordmeer würde für einige Zeit oder gar für immer zusammenbrechen. Das hätte paradoxerweise zur Folge, dass es in Westeuropa dank Treibhauseffekt wesentlich kühler würde, etwa so wie in Nordkalifornien oder Britisch Kolumbien, mit sehr erheblichen Folgen für unsere lokale Gesellschaft wie jeder weiss, der diese Gegenden kennt!

Aber es ist wohl damit zu rechnen, dass beim Ausfall von zentralen Elementen der Klimamaschine das Wetter auf der ganzen Welt aus dem Tritt käme und sich ein neues vorläufiges Gleichgewicht suchte, das wir nicht zu berechnen vermögen. Niemand kann heute im Detail voraussagen, was uns die kommende Klimaveränderung bringt. Sicher ist nur, dass sie kommt und dass sie die menschliche Gesellschaft aufs äusserste beanspruchen wird. Wetterlagen, die wir heute selten erleben und deshalb als "extrem" bezeichnen (z.B. Hitzeperioden, Überschwemmungen, Stürme), werden häufig, andere, die wir als normal empfinden, werden selten; an das heutige Klima angepasste Ökosysteme wie Wälder oder marine Lebensgemeinschaften in Küstengewässern werden sich ändern oder verschwinden (damit habe ich auch gleich den ersten Kontakt zum Thema "Zukunft der Pflanzen" des heutigen Symposiums hergestellt!); Krankheiten, deren Ausbreitung an bestimmte klimatische Bedingungen gebunden ist, werden anderswo auftauchen; Landwirtschaft, die uns seit Jahrtausenden ernährt hat, wird nicht mehr im gewohnten Rahmen und an den gewohnten Orten möglich sein; der Meeresspiegel wird steigen und grosse Küstenregionen unter Wasser setzen, und vieles andere mehr: Sie kennen das.

Das wird uns - vor allem wegen der Veränderungsgeschwindigkeit - alles abfordern, denn unsere ganze Zivilisation und Kultur beruht auf im Laufe von Generationen vorgenommenen, subtilen, meist völlig unbewussten Anpassungen an die Umweltbedingungen. Wenn aber dieser kollektive Erfahrungsschatz quasi über Nacht wertlos wird, weil die Bedingungen sich rasch verändern, rascher als die Generationenfolge der Menschen, dann bricht nicht nur zusammen, was wir als vertraut und gegeben hingenommen haben, sondern es wird auch kaum mehr gelingen, uns an die neuen Gegebenheiten anzupassen, weil sie sich rascher wandeln, als wir ihnen folgen können. Die sozialen Folgen der Klimaveränderungen werden uns dabei am meisten beschäftigen: Kampf um Ressourcen, Migrationen, Verzweiflung und schliesslich Krieg. In diesem Punkt liegt für mich das Hauptproblem.

Lassen Sie mich das erläutern. Der Mensch - sagen die Evolutionspsychologen - unterscheidet sich von den Tieren vor allem durch die starke Ausprägung einer Eigenschaft, welche ihn auch zur dominanten Spezies werden liess: seine erstaunliche Anpassungsfähigkeit und Flexibilität. Wie kommt sie zustande? Menschenkinder werden zwar wie junge Tiere mit einem vererbten Rucksack von Reflexen

und Instinkten geboren, welche von der Evolution geprägt und zum Überleben nötig sind, aber nur so lange taugen, als sich die Lebensumstände nicht allzu stark verändern. Dazu bekommen Menschenkinder aber auch ein praktisch "leeres" Grosshirn, welches erst in den ersten Tagen, Monaten und Jahren nach der Geburt durch die vorgefundenen Lebensumstände mit einem ungeheuer grossen Schatz von Eindrücken, Erlebnissen, Erfahrungen und Einsichten gefüllt wird. Ausgestattet mit diesem umfassenden, topaktuellen "System-Update" kann der Mensch im Gegensatz zu den meisten Tieren auch existentielle Herausforderungen meistern, welchen seine Vorfahren im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung nie begegnet sind und für die sie ihm deshalb auch keine geeigneten Reflexe oder Instinkte vererben konnten.

Mit andern Worten: die wichtigste Eigenschaft, die wir von unseren Vorfahren erben, ist die grosse Leere unseres Gehirns bei der Geburt! Sie ist die Grundlage jener frühen Prägbarkeit, welche uns zu raffiniert angepassten Überlebenskünstlern, zu erfolgreichen Forschern "auf den Schultern von Giganten", zu Trägern einer über Jahrhunderte entwickelten gesellschaftlichen Kultur ... aber auch zu menschenverachtenden Nationalisten macht. Und die uns schliesslich in einer sich rasch verändernden Welt auch alt und müde werden lässt, wenn eben die Lebensumstände mit der eingepprägten Sicht der Welt nicht mehr übereinstimmen. Zwar denke ich, dass wir in jedem Alter lernen und uns weiter entwickeln können, aber die Intensität, mit der das geschieht, nimmt doch stark ab zwischen dem Kindesalter, wo wir wie ein Schwamm ohne bewusste Anstrengung die Welt in uns aufsaugen, und dem Pensionsalter, wo die Speicherung neuer Daten und der unwillkürliche Verlust von alten sich fast die Waage halten! Die Evolution ist eben effizient: sie hat die mittlere Zeit der menschlichen Prägbarkeit nur etwa so lange werden lassen wie die menschliche Lebenserwartung, und die war eben während 99% der Entwicklungsgeschichte des Menschen näher bei 25 als bei 75 Jahren...!

Warum habe ich Ihnen diesen kleinen Exkurs vorgetragen? Ich war ja stehengeblieben bei den kommenden Klimaänderungen und der Frage, wie sie sich auf die menschliche Gesellschaft auswirken werden. Ich kann nun dort weiterfahren: ich bin zwar überzeugt, dass die menschliche Rasse wegen der beschriebenen ausserordentlichen Anpassungsfähigkeit ihrer Individuen auch unter sehr schwierigen Umständen nicht aussterben wird (das ist mein zweiter und zugleich letzter Kontakt zum Thema "Zukunft der Biologie" dieses Symposiums. Es wird Biologen geben, also auch eine Biologie!). Wir sind keine Dinosaurier mit Reptilienhirn. Darin liegt ein Stück hochgemuter Hoffnung. Aber ich bin ebenso überzeugt, dass die menschliche Zivilisation, wie wir sie kennen, nur überleben kann, wenn das Tempo der Veränderungen nicht grösser wird als jenes der Generationenfolge, welche - dank der Neuprägung der Gehirne der Nachkommen - das Tempo des gesellschaftlichen Wandels bestimmt. Zwar geschieht die Generationenfolge ja nicht wie ein Schichtwechsel in der Industrie, sondern kontinuierlich, dennoch ist die Zeitkonstante gesellschaftlichen Wandels durch sie gegeben, weil jedes Individuum seine Prägung ein Leben lang beibehält.

Für das Überleben der gesellschaftlichen Strukturen ist also entscheidend, dass die Rate des Wandels so klein wie möglich bleibt. Das wird das Hauptproblem der Gesellschaft im 21. Jahrhundert. Insgesamt haben wir ja durchaus Glück: die Zeitkonstante der Klimaänderung von etwa 50 Jahren ist von der selben Grössenordnung wie jene des Generationenwechsels mit seinen 30 Jahren. Die Gesellschaft könnte also rasch genug auf die enorme Herausforderung reagieren.

Was tut sie denn heute gegen den drohenden Klimawandel und gegen die drohende Überforderung durch seine Geschwindigkeit? Ich könnte jetzt einmal mit der schweizerischen Gesellschaft beginnen und lamentieren, dass die Spitzenverbände der Wirtschaft gerade in einer verlogenen und polemischen Kampagne versuchen, eine bescheidene, fiskalquotenneutral ausgestaltete Energie-Lenkungsabgabe zu torpedieren, obwohl sie genau dieses Instrument seit Jahren jedesmal gefordert haben, wenn die Politik mit Vorschriften betreffend den Energieverbrauch aufwarten wollte. Eine üble Sache, ein schlimmes Spiel, das viel von Eigennutz und wenig von Einsicht zeugt - doch ich will es lassen. Viel wichtiger sind die internationalen Verhandlungen im Gefolge der Rio-Konferenz, die sog. COP's - "Conferences of the Parties".

In Rio versammelten sich ja im Jahre 1992 die Nationen und beschlossen ganz grundsätzlich, sich eine nachhaltige Zivilisation zum Ziel zu setzen, also auch etwas gegen den Treibhauseffekt zu unternehmen. Konkret heisst es in der Konvention, dass

- der Treibhauseffekt ein wirkliches Problem ist; dass
- "die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau stabilisiert werden sollen, welches gefährliche menschliche Eingriffe in das Klimasystem verhindert", und dass
- "dieses Niveau in einem Zeitrahmen erreicht werden soll, welcher es den Ökosystemen erlaubt, sich den Veränderungen des Klimas in natürlicher Weise anzupassen und damit die Nahrungsmittelproduktion und eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung zu sichern."

Das war nicht wenig, auch wenn nichts Konkretes beschlossen wurde, denn wie gesagt: auch bei politischen Prozessen gilt, dass die Zeitkonstante für Bewusstseinsveränderungen etwa der menschlichen Generationenfolge entspricht. Wenn man also bedenkt, dass die ersten ernsthaften Untersuchungen der Wissenschaftler betreffend den Klimateffekt aus den sechziger Jahren stammen und dass die WMO erstmals 1975 ein autoritatives Statement betreffend die Gefahr des Treibhauseffektes veröffentlichte, dann muss man anerkennen, dass die globale Gesellschaft so rasch gehandelt hat wie sie kann.

Die Rio-Konvention ist mittlerweile von fast allen Staaten der Welt unterzeichnet und ratifiziert worden. In den ersten beiden COP's in Berlin und Genf wurde dann über die Details gesprochen, in denen ja der Teufel sitzt, und schliesslich wurde im Jahre 1997 anlässlich von COP3 das berühmte Kyoto-Protokoll geboren, mit dem sich die Industriestaaten als Hauptschuldige am bisherigen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration verpflichteten, ihre Emissionen gegenüber dem Stand von 1990 zu senken, einige mehr, andere weniger. Unterzeichnet ist das Kyoto-Protokoll mittlerweile von 84 Staaten, ratifiziert von niemandem ... weil eben immer noch nicht klar ist, wie es umgesetzt werden soll. Die COP's 4 und 5 in Buenos Aires und Bonn haben Klärungen gebracht, COP6 – welche ab 24. November in Den Haag stattfinden wird – soll nun die definitiven Entscheide bringen.

Worüber wird diskutiert? Sie erlauben mir als Politiker, etwas in die Details zu gehen und Ihnen als Naturwissenschaftlern zu zeigen, wie die Politik mit klugen Anstössen umgeht, wie vertrackt schwierig es ist, simple Notwendigkeiten politisch umzusetzen, und wie wenig jene Journalisten von diesem Prozess verstehen, welche jeweils nur darüber schimpfen, dass es nicht schneller geht. Sie wissen eben nichts von den Zeitkonstanten menschlicher Gesellschaften!

Die in Rio zum Ziel erhobene Nachhaltigkeit hat drei Seiten: 1. die ökologische – das wäre hier also die Verminderung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre; 2. die wirtschaftliche – das bedeutet grob gesprochen, dass die notwendige CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion so geschehen muss, dass niemand darob verhungert; und 3. die soziale – lebensbedrohende Armut muss dank einer grösseren Verteilungsgerechtigkeit verschwinden, denn wer in ihr lebt, der überlebt bloss von Tag zu Tag und kann sich nicht um das Schicksal kommender Generationen sorgen. Nur ein Vertrag, der allen drei Ansprüchen genügt, kann langfristig erfolgreich sein, denn nur ein solcher Vertrag schafft keine Verlierer.

Die internationale Diskussion konzentriert sich deshalb auf die Frage, welche Mechanismen zur CO<sub>2</sub>-Emissionsverminderung wirtschafts- und sozialverträglich seien. Da der Hauptharst der Emissionen heute zwar noch von den Industriestaaten stammt, morgen und übermorgen aber infolge der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung von den Entwicklungsländern verursacht werden wird, steht neben der Emissionsverminderung bei den Industrieländern auch der sog. Nord-Süd-Ausgleich zwischen den Staatengruppen im Zentrum der Debatte. Mechanismen werden gesucht, welche gleichzeitig CO<sub>2</sub>-Emissionen bei uns wie auch in den Entwicklungsländern verhindern, jene aber dennoch in ihrer wirtschaftlichen Entwicklung fördern. In Kyoto wurden drei solcher sog. "Flexiblen Instrumente" beschlossen: "Joint Implementation", "Emission Trading" und "Clean Development Mechanism", denen allen der Gedanke zugrunde liegt, dass Investitionen in den globalen Klimaschutz dort vorzunehmen seien, wo sie am effizientesten wirken, also am wenigsten Dollars kosten pro eingesparte Tonne CO<sub>2</sub>. Preisunterschiede von einem Faktor 10 – 20 je nach Volkswirtschaft sind dabei nachgewiesen!

Neben den von den Vertragsstaaten in eigener Regie zu vollziehenden inländischen Massnahmen (in der Schweiz zum Beispiel die schon erwähnten Energieabgaben und das CO<sub>2</sub> -Gesetz) erwartet man von diesen Instrumenten einen wesentlichen Beitrag zur globalen Emissionssenkung. Sie erlauben es den Industriestaaten, einen Teil ihrer Verpflichtungen kostengünstig durch Massnahmen in Entwicklungsländern zu erfüllen, vor allem durch gemeinsame Projekte zur Emissionsminderung und durch den damit verbundenen Transfer moderner, klimaschonender Technologie. Solchermassen bieten die marktnahen flexiblen Instrumente neben der globalen Verminderung der Emissionen jeweils beiden Partnern weitere Vorteile: den Ländern des Südens bzw. Osteuropas können sie einen Entwicklungsschub bringen, den Partnern aus dem Norden eröffnen sie preisgünstige, volkswirtschaftlich optimale Möglichkeiten zur Einhaltung ihrer Reduktionsverpflichtungen, gleichzeitig aber auch neue Märkte.

Der Staat ist Vertragspartner beim Kyoto-Protokoll und damit nach aussen Träger der eingegangenen Verpflichtungen. Einlösen kann er sie aber nicht selber, sondern nur durch Aktivitäten von Bevölkerung und Wirtschaft. Er muss deshalb entsprechende Ziele festlegen; Anreize schaffen; den Erfolg kontrollieren und erarbeitete Zertifikate sowohl national mit den intern der Wirtschaft auferlegten Verpflichtungen wie auch international mit seinen eigenen völkerrechtlichen Verpflichtungen verrechnen. Er ist für die Rahmenbedingungen verantwortlich, die es der Wirtschaft erlauben, die flexiblen Instrumente zu gebrauchen. Er darf dazu nicht nur Vorschriften erlassen, sondern muss auch institutionelle Vorkehrungen treffen und insbesondere auch jene Risiken absichern helfen, die aus seinem ausserpolitischen Handeln wie auch aus jenem der Völkergemeinschaft entstehen können.

Kurz: der Staat hat eine Menge zu tun und mit ihm die ihn tragende Zivilgesellschaft. Sie sehen aus meiner Beschreibung des Rioprozesses, dass dabei die Interessen sehr vieler "stakeholder" miteinander in Berührung kommen, ausgeglichen und schliesslich auf das gemeinsame Ziel "Klimaschutz" hin fokussiert werden müssen. Dies ist eine hochpolitische und ausserordentlich anspruchsvolle Aufgabe, zumal in einer Welt, in der die Nationen vor wenigen Jahrzehnten noch mehrheitlich um Hegemonie gekämpft haben, so dass man ihnen immer wieder in Erinnerung rufen muss, dass es nun weniger um nationale Vorteile als um das gemeinsame Überleben geht. Eine solche Aufgabe erfordert eine globale Bewusstseinswende, welche neben der kraftvollen, aktiven Unterstützung durch alle einsichtigen Individuen einfach Zeit braucht. Hoffentlich haben wir sie! Das wünsche ich mir, Ihnen, uns allen und unseren Kindern und Kindeskindern.

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

Gian-Reto Plattner  
Basler Ständerat und  
Präsident des OcCC<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Organe Consultatif pour le Changement du Climat

### 3 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am PIUB (Stand 31.8.2000)

Anders	Iwona	Brunold	Laborantin
Arpagaus	Silvio*	Brändle	Doktorand
Bhend	Ernst	B	Hauswart
Börner	Tim	Kuhlemeier	Diplomand
Brändle	Roland		Professor
Brunold	Christian		Professor
Buccolo	Maria	B/T	Raumpflegerin
Démeny	Susanne	T	Bibliothekarin
Dupuis	Isabelle**	Kuhlemeier	Oberassistentin
Feller	Urs		Professor
Fischer	Urs	Kuhlemeier	Doktorand
Flückiger	Johannes	Brunold	Doktorand
Fuhrer	Jürg		E, Professor
Glagotskaia	Tatiana*	Kuhlemeier	Postdoktorandin
Häusermann	Lilly	B/T	Sekretärin
Heitzmann	Anni		F
Hintermann	Rita	B/T	Sekretärin
Hölzer	Regina	Feller/T	Laborantin
Kuhlemeier	Cris		Professor
Kürsteiner	Oliver**	Kuhlemeier	Doktorand
Lanz Vacheresse	Franziska	B/T	Sekretärin
Lentze	Nicolas	Kuhlemeier	Diplomand
Mandel	Therese	Kuhlemeier	Laborantin
Mellema	Stefan**	Kuhlemeier	Doktorand
Minder	Stefan**	Feller	Diplomand
Muster	Matthias	Kuhlemeier	Postdoktorand
Nacht	Silvia	B/T	Raumpflegerin
Niederhauser	Isabel**	Kuhlemeier	Laborantin
Rawyler	André	Brändle/T	Assistent
Reinhardt	Didier	Kuhlemeier	Assistent
Reusser	Christoph	Brändle	Diplomand
Roulin	Samuel	Feller	Assistent
Ruch	Kurt	B	Mechaniker
Schumpp	Olivier**	Kuhlemeier	Doktorand
Sciomarella	Rita	B/T	Raumpflegerin
Spielhofer	Pius**	Brunold	Assistent
Stieger	Pia	Kuhlemeier	Postdoktorandin
Stuurman	Jeroen	Kuhlemeier	Postdoktorand
Suter	Karin	Kuhlemeier	Diplomandin
Suter	Marianne	Brunold	Laborantin
Tanner	Willi	B	Hauswart
Tester	Nicole	B/T	Raumpflegerin
Vogler	Johannes**	Kuhlemeier	Doktorand
von Ballmoos	Peter**	B/Brunold	Assistent
Wälti	Martin**	Feller	Diplomand
Wittwer	Denise	Kuhlemeier/T	Laborantin

**Legende**

- B* gemeinsam mit Geobotanischem Institut  
*BP* Beschäftigungsprogramm  
*E* Externer Dozent, IUL Liebfeld  
*F* Fachdidaktik Biologie  
*T* teilzeitangestellt  
*\** Besoldung durch Nationalfonds  
*\*\** Besoldung durch Drittkredite (ganz oder teilweise)

## 4 Lehre

### 4.1 Vorlesungen und Praktika

#### 4.1.1 Allgemeine Botanik und Pflanzenphysiologie WS 1999/00

Grundlagen der Pflanzenphysiologie (B1)	Proff. R. Brändle C. Brunold U. Feller C. Kuhlemeier
Praktikum zur Vorlesung (B1)	Dieselben Dr. S. Roulin
Grundlagen der pflanzlichen Morphologie und Physiologie (B1/2)	Dieselben
Grundlagen der pflanzlichen Morphologie (B2)	Prof. R. Brändle
Praktikum zur Vorlesung (B2)	Dieselbe
Physiologische Grundlagen der Pflanzen- ernährung und Ertragsbildung I (B4a)	Prof. U. Feller
Praktikum zur Vorlesung (B4a)	Dieselbe Dr. S. Roulin
Physiologische Grundlagen der Pflanzen- ernährung und Ertragsbildung II (B5a)	Dieselben
Entwicklungsbiologie der Pflanzen II (B5b)	Prof. C. Kuhlemeier
Sauerstoff als Standort- und Stressfaktor (B6a)	Prof. R. Brändle Dr. A. Rawyler
Pflanzenphysiologisches Kolloquium	Proff. R. Brändle C. Brunold U. Feller C. Kuhlemeier
Pflanzenphysiologisches Seminar	Dieselben
Pflanzenphysiologische Forschungsarbeiten	Dieselben Prof. J. Fuhrer
Seminar in Stressphysiologie	Proff. R. Brändle C. Brunold
Molekularbiologisches Seminar	Prof. C. Kuhlemeier
Kolloquium in pflanzlicher Ernährungs- und Translokationsphysiologie	Prof. U. Feller

Vorklinisch problemorientierter Unterricht	Derselbe
Fachdidaktischer Kurs in Biologie	Dr. A. Heitzmann

#### 4.1.2 Propädeutische Biologie SS 2000

##### *a) Zweites propädeutisches Semester für Pharmazeuten*

Allgemeine Botanik und Systematische Botanik (P5)	Proff. B. Ammann C. Brunold C. Kuhlemeier K. Ammann
Ergänzungen zur Allgemeinen Botanik	Prof. C. Brunold
Allgemeine Botanik: Praktikumsvorbereitung (P6)	Proff. R. Brändle C. Brunold U. Feller C. Kuhlemeier
Praktikum und POL zur Allgemeinen Botanik (P7 und P8)	Dieselben Proff. B. Ammann K. Ammann PD B. Senn-Irlet

##### *b) Zweites propädeutisches Semester für Biologen*

Allgemeine Botanik und Systematische Botanik (P5)	Proff. B. Ammann C. Brunold C. Kuhlemeier K. Ammann
Allgemeine Botanik: Praktikumsvorbereitung (P6)	Proff. R. Brändle C. Brunold U. Feller C. Kuhlemeier
Praktikum und POL zur Allgemeinen Botanik (P7 und P8)	Dieselben Proff. B. Ammann K. Ammann PD B. Senn-Irlet

### 4.1.3 Pflanzenphysiologie SS 2000

Pflanzliche Stressphysiologie (B3)	Proff. R. Brändle C. Brunold J. Fuhrer
Praktikum zur Vorlesung (B3)	Dieselben Drs. P. von Ballmoos A. Rawyler
Physiologische Grundlagen der Pflanzen- ernährung und Ertragsbildung II (B4b)	Prof. U. Feller Dr. S. Roulin
Entwicklungsbiologie der Pflanzen I (B5a)	Prof. C. Kuhlemeier
Entwicklungsbiologie der Pflanzen II (B5b)	Derselbe
Molekularer Sauerstoff als Standort- und Stressfaktor bei Pflanzen (B6a)	Prof. R. Brändle Dr. A. Rawyler
Pflanzenphysiologisches Kolloquium	Proff. R. Brändle C. Brunold U. Feller C. Kuhlemeier
Pflanzenphysiologisches Seminar	Dieselben
Anleitung zu Forschungsarbeiten	Dieselben Prof. J. Fuhrer
Molekularbiologisches Seminar	Prof. C. Kuhlemeier
Seminar in Stressphysiologie	Proff. R. Brändle C. Brunold
Kolloquium in pflanzlicher Ernährungs- und Translokationsphysiologie	Prof. U. Feller
Lehrveranstaltungen in Pflanzenbiologie an den Universitäten Fribourg und Neuchâtel im Rahmen von BENEFR1	Proff. R. Brändle C. Brunold U. Feller C. Kuhlemeier
Vorklinisch problemorientierter Unterricht (VPU)	Prof. U. Feller
Fachdidaktischer Kurs in Biologie	Dr. A. Heitzmann

#### 4.1.4 Spezialvorlesungen

**29. Februar /  
1. März 2000**

Vortragsreihe „Molekulare Pflanzenphysiologie“

29. Februar 2000

PD Thomas Altmann, Max-Planck-Institut, Golm  
*Entwicklung genom-analytischer Ansätze bei Arabidopsis thaliana und deren Anwendung in der molekularen Pflanzenphysiologie*

Prof. Julia Bailey-Serres, University of California, Riverside  
*Elucidation of the cellular signals and mechanisms that control mRNA translation in plants*

PD Ralph Bock, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg  
*Transgene Chloroplasten: Werkzeuge zur molekularen Analyse der Photosynthese*

PD Andrew Fleming, ETH Zürich  
*Leaf growth and form: of sugars and cells*

1. März 2000

Dr. Doris Rentsch, Universität Tübingen  
*Welche Rolle spielen Transportproteine bei der Verteilung stickstoffhaltiger Verbindungen in Pflanzen?*

Dr. Antje von Schaewen, Universität Osnabrück  
*Zur Rolle von Glucose-6-Phosphat Dehydrogenasen in höheren Pflanzen – Licht auf ein dunkelaktiviertes Enzym*

Dr. Andreas Schaller, ETH Zürich  
*Die Übertragung des Wundsignals in der Abwehr von Frassschädlingen*

PD Renate Schmidt, Max-Planck-Gesellschaft, Köln  
*Transgen-Silencing in Pflanzen – Eine molekulargenetische Analyse in Arabidopsis thaliana*

13.-17. März 2000

Prof. Ottoline Leyser, University of York  
*Plant Hormones*

24. März 2000

Second Student Symposium of the Swiss Society of Plant Physiology, Berne

30. Juni 2000

Minisymposium anlässlich der Emeritierung von Prof. C. Brunold  
*Zukunft der Pflanzen – Zukunft der Biologie*

## 4.2 Seminare und Kolloquien

### 4.2.1 Seminare WS 1999/00

5. November 1999 Prof. W.M. Kaiser, Universität Würzburg  
*Regulation of nitrate reductase in higher plants: mechanism and signalling pathways*
12. November 1999 Dr. M. Melzer, IPK Gatersleben  
*Immunogold labelling: An important tool in electron microscopy*
26. November 1999 Prof. E.W. Weiler, Ruhr Universität, Bochum  
*Auxin biosynthesis in Arabidopsis thaliana*
3. Dezember 1999 PD K. Becker, NOVARTIS, Basel  
*Patentierung von Pflanzen*
10. Dezember 1999 Dr. L. Bovet, BES Universität Bern  
*Lipid phosphorylation in chloroplast envelope membranes*
21. Januar 2000 Dr. F. Neese, Universität Konstanz  
*Recent results on the activation of dioxygen by mononuclear non-heme iron centers*
11. Februar 2000 Dr. J. Traas, INRA Versailles  
*Organ initiation in Arabidopsis: a genetic and cellular analysis*

### 4.2.2 Seminare SS 2000

9. Juni 2000 PD Stefan Hörtensteiner, Universität Zürich  
*Chlorophyll degradation in higher plants*
16. Juni 2000 Dr. Felix Kessler, ETH Zürich  
*How many protein import pathways into the chloroplast?*
23. Juni 2000 Prof. Angelo Vianello, Universität Udine  
*Conductance channels in the inner membrane of higher plant mitochondria*

### 4.2.3 Ausserordentliche Seminare

8. November 1999 Dr. Christine Dahl, Universität Bonn  
*Dissimilatory oxidation and assimilatory reduction of sulfur compounds in anoxygenic phototrophic bacteria*
9. November 1999 Prof. Fakhri A. Bazzaz, Harvard University, Cambridge MA  
*The impact of global climatic change on ecosystems*
18. November 1999 PD Andrew Fleming, ETH Zürich  
*Leaf form and function: of sugars and cell*
30. November 1999 Dr. Murielle Uzé, ETH Zürich  
*The use of DNA-protein complexes in plant transformation*
9. Dezember 1999 Patrizia Marchesini, UNC, Chapel Hill  
*R genes mediate race change in Pseudomonas syringae pv maculicola*
10. Dezember 1999 Laurence Moire, Universität Fribourg  
*Suberization in green cotton fibers: from biochemical structure to gene expression*
16. Dezember 1999 Nadine Trachsel, PIUB  
*Sugar sensing in roots of Arabidopsis thaliana*
28. Januar 2000 Dr. M. Vauterin, Freie Universität, Brüssel  
*Functional genomics and proteomics to investigate regulation mechanisms functional on the lysine and threonine pathways*
15. Februar 2000 Dr. Sander van der Krol, University of Wageningen  
*Position effects and the origins of variegated transgene expression*
29. Mai 2000 Dr. A.N. Misra, Utkal University, India  
*Coping with stress in tropics*
27. Juni 2000 Dr. Stéphane Bourque, Université de Bourgogne  
*Mode of action of elicitors on tobacco cells – Characterization of the binding sites*
28. Juli 2000 Dr. H. Hesse, Max-Planck-Institut, Golm  
*Methionine biosynthesis in higher plants*
27. September 2000 Nathalie Gass, University of Strasbourg  
*Functional study of PLIM-1, a LIM domain pollen specific*

#### 4.2.4 Kolloquien WS 1999/2000

29. Oktober 1999      Jeroen Stuurman  
*The genetics of petunia*
19. November 1999    Beat Herrmann  
*NH<sub>3</sub> exchange between a grass/clover crop and the atmosphere*
17. Dezember 1999    Stefan Mellema  
*Carbon metabolism in pollen*
17. Dezember 1999    Emanuel Hänggi  
*Genetic analysis of aldehyde dehydrogenase in pollen*
14. Januar 2000        Silvio Arpagaus  
*Starch degradation under anoxia conditions in S. tuberosum and A. calamus*
14. Januar 2000        Hannes Vogler  
*The function of expansins in tomato hypocotyl growth*
28. Januar 2000        Stefan Minder  
*<sup>22</sup>Na and <sup>134</sup>Cs dynamics in young wheat plants*
4. Februar 2000        Urs Fischer  
*Expression and inactivation of expansin genes*
4. Februar 2000        Tatiana Glagotskaia  
*Engeneering phytophthora resistance in potato*

#### 4.3 BENEFRİ

7. Juni 2000            BENEFRİ-Tag in Bern
29. Juni 2000          Stress bei Pflanzen (in Fribourg)

## 4.4 Diplome und Doktorate

### 4.4.1 Diplome

U. Fischer  
(Prof. C. Kuhlemeier)      *Functional analysis of expansin genes in Petunia hybrida*

E. Hänggi  
(Prof. C. Kuhlemeier)      *Molecular and genetic analysis of acetaldehyde dehydrogenase in Petunia hybrida*

N. Trachsel  
(Prof. C. Brunold)      *Sugar sensing in roots of Arabidopsis thaliana*

H. Vogler  
(Prof. C. Kuhlemeier)      *The function of expansins in tomato hypocotyl growth*

### 4.4.2 Doktorate

D. Caderas  
(Prof. C. Kuhlemeier)      *Molecular analysis of plant growth control*

L. Kamber  
(Prof. U. Feller)      *Light-independent degradation and modification of proteins in lysates of pea (Pisum sativum L.) chloroplasts*

M. Muster  
(Prof. C. Kuhlemeier)      *Molecular aspects of leaf formation in tomato*

D. Pavelic  
(Prof. R. Brändle)      *Membrane lipid integrity in oxygen-deprived and re-aerated potato cells of suspension cultures (Solanum tuberosum, cv. Bintje)*

R. Pfarrer  
(Prof. U. Feller)      *Micronutrient translocation in cereals: distribution and solubility of zinc*

Scheidegger Yvonne  
(Prof. R. Brändle)      *Effects of land-use change on the variation of stable isotopes in mountainous grassland species*  
(Zusammenarbeit mit PSI)

M. Thoenen  
(Prof. U. Feller)      *Influence of environmental conditions and of carbohydrate levels on senescence and protein catabolism in wheat leaves*

## 5 Forschung

### 5.1 Überblick über die Forschungsprojekte der Gruppen

#### 5.1.1 Gruppe R. Brändle

##### ***Sauerstoff als Standort- und Stressfaktor***

Die Mehrzahl der Untersuchungen wurden an Kartoffelzellkulturen durchgeführt. Insbesondere wurde das Verhalten der Membranlipide bei Wiederbelüftungsstress untersucht. Dabei hat es sich gezeigt, dass nicht wie erwartet ROS (= reactive oxygen species) Schäden verursachen, sondern eine LOX (= Lipoxygenase) zum Abbau der ungesättigten Fettsäuren führt; dies allerdings erst nachdem die Fettsäuren schon durch den Anoxiastress freigesetzt worden sind. In diesem Zusammenhang laufen weitere Untersuchungen zum Mechanismus der LAH (= lipolytic acyl hydrolase), zur MPT (= mitochondrial permeability transition) und NAPE (= N-acyl-phosphatidyl-ethanolamine). MPT und NAPE nehmen bei Auswirkungen von Anoxiastress tierischer Systeme eine Schlüsselrolle ein, die bei Pflanzen bislang nicht untersucht wurde.

Daneben haben wir in anoxia-intoleranten Kartoffeln und anoxia-toleranten Kalmusrhizomen die Synthese des Schlüsselenzyms für die Mobilisation der Reservestärke ( $\alpha$ -amylase) untersucht. Die mRNA für das Enzymprotein ist bei Anoxia in beiden Fällen vorhanden; beim Kalmus auch das funktionierende Protein und freie Zucker, nicht aber bei der Kartoffel. Wir schliessen daraus, dass die Regulation auf der Stufe der Translation erfolgt und dieses Verhalten einen wichtigen Faktor für die Intoleranz darstellt. Diese Untersuchungen sind damit abgeschlossen.

## 5.1.2 Gruppe U. Feller

### ***Blattseneszenz und Abbau von Chloroplastenproteinen***

Die Rubisco ist das mengenmässig wichtigste Protein in den Chloroplasten von Weizen. Sie kann während der Seneszenz rasch abgebaut werden, so dass die Aminosäuren für wachsende Pflanzenteile verfügbar werden. Die Seneszenz kann durch externe Faktoren (z.B. Dunkelheit, Stickstoffmangel) ausgelöst oder beschleunigt werden. Je nach Seneszenzbedingungen treten unterschiedliche Bruchstücke der grossen Untereinheit der Rubisco auf. Die vorliegenden Resultate lassen den Schluss zu, dass mindestens zwei unterschiedliche Abbauewege existieren. Die daran beteiligten proteolytischen Enzyme sind noch nicht identifiziert.

Die Enzymmenge und die Aktivität einer speziellen Glucanase steigen in Weizenblättern während der dunkelinduzierten Seneszenz stark an. In Blättern mit hohen Gehalten an löslichen Kohlenhydraten dagegen fallen Enzymmenge und -aktivität auf sehr niedrige Werte ab. Das Substrat der (1->3;1->4)- $\beta$ -Glucanase liegt in der Zellwand (ausserhalb der Zellen) von Getreidepflanzen vor. Die Glucanase, die diese Glucane abbaut, konnte ebenfalls im Zellwandbereich nachgewiesen werden. Speziell bei Energieverknappung dürfte der Abbau dieser Zellwandkomponente von Bedeutung sein. Die Enzymmenge dieser Glucanase reagiert im Vergleich zu anderen Blattproteinen sehr rasch auf veränderte Umweltbedingungen. Dieses Enzym weist "in vitro" eine niedrige Stabilität auf. Die Neusynthese dieser Glucanase "in vivo" und deren Abbau in Zellwandeluatzen werden derzeit experimentell angegangen.

### ***Transport von $^{134}\text{Cs}$ und $^{22}\text{Na}$ in Weizen-Jungpflanzen***

Die beiden Alkalimetalle Natrium und Caesium werden unterschiedlich akkumuliert und transportiert in Getreide. Diese beiden Elemente sind aus unterschiedlichen Gründen von praktischer Bedeutung. Natrium liegt oft in hohen Konzentrationen in der Bodenlösung vor. Der Natriumgehalt im Boden kann die Produktivität von Kulturpflanzen und die Qualität von Ernteteilen beeinflussen. Caesium dagegen liegt in der Bodenlösung in äusserst geringen Mengen vor. Beim Caesium sind die Radionuklide  $^{134}\text{Cs}$  und  $^{137}\text{Cs}$  von Bedeutung als Radiopollutionsstoffe (z.B. nach dem Unfall in Chernobyl freigesetzt). Gegenwärtig wird die Umverteilung von Natrium und von Caesium im Wurzelwerk von jungen Weizenpflanzen sowie der Weitertransport in die Blätter untersucht.

### **5.1.3 Gruppe C. Kuhlemeier**

#### ***Leaf development***

The vegetative shoot apical meristem consists of a small group of dividing cells, which give rise to leaf primordia in very regular and predictable temporal and spatial patterns. We are interested in understanding the genetic, physical and chemical basis of this regularity.

During the last year we have intensified our genetic approach in both *Petunia* and *Arabidopsis*. Genes involved in various aspects of leaf initiation and phyllotaxis were isolated from both plants and are currently being studied.

A new aspect of our work is the collaboration with H.P. Weber and M. Frenz (Department of Applied Physics, University of Bern). Using infrared laser technology a number of ablation experiments on the tomato shoot apical meristem have been performed, which give insight in the intercellular signalling in this versatile organ.

#### ***Ethanolic fermentation***

Ethanolic fermentation is an ancient pathway, whose modern function in plants is thought to be the production of ATP during oxygen limitation. Our experiments show that ethanolic fermentation carries out important functions during aerobic growth, as well. We are pursuing the theory that the main function of the pathway in the male germ line is the oxidation and further metabolism of acetaldehyde, rather than its reduction to ethanol. Evidence for a biosynthetic function of this pathway was obtained through metabolic labeling experiments. Overproduction of ethanol in vegetative tissues induced major changes in carbohydrate metabolism and led to broad pathogen resistance. The metabolic changes as well as the pathogen response are presently under investigation by a variety of methods. In the last year intensive efforts were undertaken to study the newly discovered functions of ethanolic fermentation using genetic approaches in *Petunia* and *Arabidopsis*.

#### 5.1.4 Gruppe C. Brunold

##### ***Regulation der Sulfatassimilation und der Glutathionsynthese***

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten stehen die Reaktionen von Pflanzen auf Umweltstress. Unsere Untersuchungen zeigen, dass die Pflanzen in der Lage sind, die verschiedenen Belastungssituationen durch zweckmässige physiologische Anpassung zu meistern: Schwermetalle und Herbizide werden entgiftet durch Kopplung an pflanzeneigene Stoffe, Kälteperioden werden überdauert durch Bildung von schützenden Substanzen. In vielen Fällen spielt Glutathion (GSH) eine zentrale Rolle. Dieses Tripeptid, bestehend aus Cystein, Glutaminsäure und Glycin, bildet mit Schwermetallen Phytochelatine und entgiftet sie so. Der damit verbundene erhöhte Verbrauch an GSH führt zu einer Erhöhung der Aktivität des Schlüsselenzyms Adenosin 5'-phosphosulfat-Reduktase (APR). Bei Kältebehandlung von Mais wird mindestens bei kältetoleranten Sorten eine Erhöhung des Glutathiongehalts festgestellt. Damit verbunden ist wiederum eine Intensivierung der assimilatorischen Sulfatreduktion und eine Erhöhung der Aktivität der APR. Dieser Anstieg beruht auf einer Anhäufung von mRNA, welche für APR kodiert.

Neuerdings zeigte sich, dass dieses Enzym in Blättern und Wurzeln von *Arabidopsis thaliana* einem diurnalen Rhythmus unterworfen ist. Erste Untersuchungen weisen darauf hin, dass dabei Zucker als Signalmoleküle in Betracht kommen könnten. Wir sind daran, dieses „sugar sensing“ im Detail zu untersuchen.

Ausserdem begannen wir, den Reaktionsmechanismus der APR zu studieren, nachdem es möglich wurde, das Enzym von *Arabidopsis thaliana* und *Lemna minor* in *E. coli* in grösseren Mengen zu exprimieren, ohne dass es dabei den von uns entdeckten Eisen-Schwefel-Cluster verlor.

##### ***Metabolic regulation and engineering***

Im Rahmen eines EU-Projektes untersuchen wir, wieweit sich die Proteinqualität von Kartoffeln und Mais verbessern lässt. Dabei geht es in erster Linie um die Erhöhung des Gehalts an Lysin, Methionin und Cystein. Dieses Ziel soll so erreicht werden, dass in den Blättern die Synthese von Lysin, Methionin und Cystein durch geeignete Transformationen erhöht wird und dass in den Knollen von Kartoffeln und in den Körnern von Mais Reserveproteine exprimiert werden, welche einen hohen Gehalt dieser Aminosäuren besitzen.

Die Überexpression der APR bei *Arabidopsis thaliana* und Mais führte tatsächlich zu einer Erhöhung der Cysteinsynthese und des Glutathiongehalts.

## 5.2 Forschungsprojekte

<b>Titel</b> <b>Projektleiter/Mitgesuchsteller/ Mitarbeiter(innen)</b>	<b>Dauer</b>	<b>Geldgeber</b>	<b>Projektsumme</b>
<i>ATP availability exerts a switch function between membrane integrity and lipolytic membrane disruption in potato cells under anoxia:</i> NAPE (A.Rawyler), MPT (S.Arpagaus), LAH (C.Reusser) <u>R. Brändle</u> , C. Kuhlemeier, A. Rawyler, S. Arpagaus, C. Reusser	3 Jahre (1.1.1999-31.12.2001)	SNF	Fr. 145'800.--
<i>Umverteilung unerwünschter Stoffe in reifenden Getreidepflanzen</i> <u>U. Feller</u> , R. Pfarrer, S. Minder		BUWAL/IK	
<i>Leaf senescence and remobilization of chloroplast proteins</i> <u>U. Feller</u> , S. Roulin, L. Kamber, M. Thoenen, M. Wälti, R. Hölzer	3 Jahre (1.4.1999-31.3.2002)	SNF	Fr. 235'000.—
<i>Development of the shoot apex</i> <u>C. Kuhlemeier</u> , T. Mandel, D. Reinhardt, J. Stuurman, P. Stieger, R. Mazza, H. Vogler, U. Fischer, K. Suter	3 Jahre (1.10.1999-30.9.2002)	SNF	Fr. 500'000.--
<i>Ethanollic fermentation</i> <u>C. Kuhlemeier</u> , I. Dupuis, T. Glagotskaia, I. Niederhauser, S. Mellema, O. Schumpp, O. Kürsteiner, E. Hänggi	3 Jahre (1.10.1997-30.9.2000)	Human Frontier Science Project Organization	Fr. 300'000.--
<i>Ethanollic fermentation</i> <u>C. Kuhlemeier</u> , I. Dupuis, T. Glagotskaia, I. Niederhauser, S. Mellema, O. Schumpp, O. Kürsteiner, E. Hänggi	3 Jahre (1.1.1999-31.12.2001)	EU-4 <sup>th</sup> framework	Fr. 251'000.--
<i>Engineering resistance against Phytophthora</i> <u>C. Kuhlemeier</u> , I. Dupuis, T. Glagotskaia, I. Niederhauser, O. Schumpp, O. Kürsteiner	2 Jahre (1.2.1998-31.1.2000)	SPP-Biotech	Fr. 240'000.--

<i>Engineering resistance against Phytophthora</i> <u>I. Dupuis</u> , T. Glagotskaia, I. Niederhauser, O. Schumpp, O. Kürsteiner	3 Jahre (1.10.1998- 30.9.2001)	InterReg	Fr.	135'000.--
<i>Regulation of assimilatory sulfate reduction and glutathione synthesis in maize and potato</i> <u>C. Brunold</u> , <u>C. Kuhlemeier</u> , A. Koprivova, S. Kopriva, P. von Ballmoos, P. Vauclare, M. Suter, M. Burgener, H. Flückiger, S. Jones, R. Muheim	3 Jahre (1.4.1997- 31.3.2000)	SNF	Fr.	467'000.--
<i>Impacts of elevated CO<sub>2</sub> levels, climate change and air pollution on tree physiology</i> (ICAT; Koordinationsbeitrag) <u>C. Brunold</u>	8 Jahre (12.2.1992- 31.12.1999)	EU (BBW)	Fr.	50'000.--
<i>Engineering high quality crops</i> <u>C. Brunold</u> , <u>C. Kuhlemeier</u> , M. Suter, P. Vauclare, R. Op den Camp, P. von Ballmoos, A. Koprivova, S. Kopriva	3 Jahre (1.10.1997- 30.11.2000)	EU	Fr.	430'000.--
<i>Umweltveränderungen und Biodiversität der Bodenmikroflora</i> <u>C. Brunold</u> , <u>T. Boller</u> , V. Wiemken	17 Monate (1.8.1998- 31.12.1999)	SNF	Fr.	59'984.--
<i>Fundamental, agronomical, and environmental aspects of sulfur nutrition and assimilation in plants</i> (COST-Koordination) <u>C. Brunold</u>	3 Jahre (15.5.1997- 31.8.2000)	BBW	Fr.	30'000.-
<i>Localization of assimilatory sulfate reduction in C4 and C4-C3 intermediate plants</i> <u>S. Kopriva</u> , <u>C. Brunold</u> , A. Koprivova	2 Jahre (1.4.1998- 30.9.1999)	SNF	Fr.	50'000.-
<i>Einfluss erhöhter CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und eines verstärkten Stickstoffeintrags auf Buchen-, Fichten-Modellökosysteme</i> <u>C. Brunold</u> , <u>T. Boller</u> , <u>J. Bucher</u> , <u>C. Körner</u>	2 Jahre (1.4.1998- 31.12.1999)	ETH-Rat	Fr.	800'000.--
davon <u>P. von Ballmoos</u> , <u>S. Jones</u>	2 Jahre		Fr.	50'000.--
<i>Endogenous functions of plant glutathione S-transferase</i> <u>F. Mauch</u> , <u>C. Brunold</u>	1.4.1999- 30.9.1999	SNF	Fr.	2'148.--

## Übersicht über die Mittel PIUB:

### 1. Kanton

Institutskredit pro Jahr	(1.1.99 - 31.12.99)	Fr.	155'000.-
Extrakredit/Investitionskredit	(1.1.99 - 31.12.99)	Fr.	294'000.-
Personalpunkte	1481 à Fr. 1200.--	Fr.	<u>1'777'200.-</u>
<b>Total</b>		<b>Fr.</b>	<b>2'226'200.-</b>

### 2. SNF und Drittkredite (Umrechnung pro Jahr)

SNF		Fr.	444'000.-
Drittkredite		Fr.	<u>484'000.-</u>
<b>Total</b>		<b>Fr.</b>	<b>928'000.-</b>

Die Mittel aus SNF-Projekten und Drittkrediten machen damit 41,6 % der kantonalen Mittel aus.

### 5.3 Vorträge und Posterpräsentationen an Kongressen und Tagungen

#### 5.3.1 Vorträge

Spielhofer P.	<i>Effects of overexpressing APS reductase in A. thaliana</i>	16.10.1999	Workshop EU-Projekt OPTIMISTICK, Nevefar, Israel
Kuhlemeier C.	<i>Leaf initiation and phyllotaxis</i>	6.12.1999	INRA Versailles
von Ballmoos P.	<i>Manipulation of glutathione levels affects recovery of chilled maize</i>	8.1.2000	Workshop COST 829, Lissabon
Brunold C.	<i>Reactions of plants against low temperature</i>	8.1.2000	Workshop COST 829, Lissabon
Stuurman J.	<i>Petunia as a model system</i>	8.3.2000	Swiss Plant Molecular and Cell Biology Conference, Villars s/Ollon
Brunold C.	<i>Responsibility</i>	9.3.2000	Swiss Plant Molecular and Cell Biology Conference, Villars s/Ollon
Feller, U.	<i>Is Rubisco activase a temperature sensor in plants?</i>	9.3.2000	Swiss Plant Molecular and Cell Biology Conference, Villars s/Ollon
Kopriva S.	<i>Identification, cloning and properties of cytosolic D-ribulose - 5-phosphate 3-epimerase from higher plants</i>	9.3.2000	Swiss Plant Molecular and Cell Biology Conference, Villars s/Ollon
Koprivova A.	<i>Assimilatory sulfate reduction in C<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> and C<sub>4</sub> species of Flaveria</i>	10.3.2000	Swiss Plant Molecular and Cell Biology Conference, Villars s/Ollon
Flückiger H.	<i>Oxidative stress in plants</i>	24.3.2000	Schweizerische Pflanzenphysiologische Gesellschaft: Meeting für Doktorandinnen und Doktoranden in Bern
Kuhlemeier C.	<i>The control of phyllotaxis</i>	10.4.2000	FMI Basel
Reinhardt D.	<i>Auxin determines organ positioning</i>	14.5.2000	EMBO workshop Auxin 2000, Ajaccio
Reinhardt D.	<i>Auxin determines organ positioning</i>	Juni 2000	ETH Zürich

Kuhlemeier C.	<i>Phyllotaxis and the control of leaf initiation</i>	9.6.2000	University of Verona
Stieger P.	<i>Auxin/cytokinin signalling in the shoot apical meristem</i>	19.7.2000	Gordon Conference on plant molecular biology, New Hampshire
Kuhlemeier C.	<i>The control of phyllotaxis</i>	8.8.2000	UC Davis
Kuhlemeier C.	<i>The control of phyllotaxis</i>	15.8.2000	FASEB meeting on plant development and evolution, Vermont
Kocsy, G.	<i>Cold tolerance of plants</i>	21.-25. 8. 2000	FESPP-Meeting, Budapest
Kuhlemeier C.	<i>The control of phyllotaxis</i>	24.9.2000	Arolla workshop Genes and Development: signalling in health and disease

### 5.3.2 Posterpräsentationen

Stuurman J.	<i>New transposon mutations affecting apical patterning in Petunia</i>	12.-17.5. 2000	EMBO workshop Auxin 2000 Ajaccio
Stieger P.	<i>Auxin/cytokinin signalling in the shoot apical meristem</i>	16.-21.7. 2000	Gordon Conference on plant molecular biology, New Hampshire
Kürsteiner O.	<i>Transposon tagging of ethanolic fermentation genes in Arabidopsis thaliana</i>	20.-27.8. 2000	Arolla workshop Genes and Development: signalling in health and disease

### 5.4 Teilnahme an Kongressen und Tagungen

6.-7. September 1999	EU 4 <sup>th</sup> framework meeting Fruta fresca, Bern (I. Dupuis, T. Glagotskaia, C. Kuhlemeier)
20.-22. September 1999	3e cycle Aspects of membrane biology, Neuchâtel (I. Dupuis, O. Kürsteiner, O. Schumpp)
26.-29. September 1999	3e cycle „Chromosomes. Domains and Dynamics“, Villars-sur-Ollon (Gruppe Kuhlemeier)
7.-8. Oktober 1999	3e cycle „Global analysis of gene expression in plants“, Lausanne (Gruppe Kuhlemeier)
14.-15. Oktober 1999	USGEB Meeting, Basel (Gruppe Kuhlemeier, Halbblock 5)
3.-4. Januar 2000	Symposium Emeritierung Prof. W. Grosse, Köln (R. Brändle)
8.-10. März 2000	Swiss Plant Molecular and Cell Biology Conference, Villars s/Ollon (C. Brunold, U. Feller, C. Kuhlemeier, D. Reinhardt, J. Stuurman)
24. März 2000	Second Symposium of the Swiss Society of Plant Physiology Bern (Organizer: C. Kuhlemeier) (Teilnehmende: die meisten Angehörigen des Instituts)
7. Juni 2000	BeNeFri Annual Symposium, Bern (die meisten Angehörigen des Instituts)
16.-21. Juli 2000	Gordon Research Conference on "Plant Senescence", Plymouth, NH, U.S.A. (U. Feller)

## 5.5 Publikationen

### 5.5.1 Wissenschaftliche Publikationen in referierten Zeitschriften

- Arpagaus, S. and Brändle, R.: The significance of  $\alpha$ -amylase under anoxia in tolerant rhizomes (*Acorus calamus* L.) and non-tolerant tubers (*Solanum tuberosum* L., var. Désirée). *J. Exp. Bot.* 51, 1475–1477, 2000.
- Caderas, D., Muster, M., Vogler, H., Mandel, T., Rose, J.K.C., McQueen-Mason, S., and Kuhlemeier, C.: Limited correlation between expansin gene expression and elongation rate. *Plant Phys.* 123, 1399-1413, 2000.
- Feller, U., Riesen, T. and Zehnder, H.J.: Transfer of cesium from the xylem to the phloem in the stem of wheat. *Biol. Plant.* 43, 309-311, 2000.
- Harms, K., von Ballmoos, P., Brunold, C., Höfgen, R., Hesse, H.: Expression of a bacterial serine acetyltransferase in transgenic potato plants leads to increased levels of cysteine and glutathione. *Plant J.* 22: 335-343, 2000.
- Hartmann, T., Mult, S., Suter, M., Rennenberg, H., Herschbach, C.: Leaf age-dependent differences in sulphur assimilation and allocation in poplar (*Populus tremula* x *P. alba*) leaves. *J. Exp. Bot.* 51: 1077-1088, 2000.
- Kocsy, G., von Ballmoos, P., Suter, M., Rüegeegger, A., Galli, U., Szalai, G., Galiba, G., Brunold, C.: Inhibition of glutathione synthesis reduced chilling tolerance in maize. *Planta* 211: 528-536, 2000.
- Kopriva, S., Koprivova, A., Süß, K.-H.: Identification, cloning, and properties of cytosolic D-ribulose-5-phosphate 3-epimerase from higher plants. *J. Biol. Chem.* 275: 1294-1299, 2000.
- Kopriva, S., Muheim, R., Koprivova, A., Trachsel, N., Catalano, C., Suter, M., Brunold, C.: Light regulation of assimilatory sulphate reduction in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 20: 37-44, 1999.
- Koprivova, A., Suter, M., op den Camp, R., Brunold, C., Kopriva, S.: Regulation of sulfate assimilation by nitrogen in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 122: 737-746, 2000.
- Oberson, J., Pavelic, D., Brändle, R. and Rawyler, A.: Nitrate increases membrane stability of potato cells under anoxia. *J. Plant Phys.* 155, 792-794, 1999.
- Pavelic, D., Arpagaus, S., Rawyler, A. and Brändle, R.: Impact of post-anoxia stress on membrane lipids of anoxia-pretreated potato cells: a reappraisal. *Plant Phys.* 124, 1285-1292, 2000.
- Reinhardt, D., Mandel, T. and Kuhlemeier, C. Auxin regulates the initiation and radial position of plant lateral organs. *Plant Cell* 12, 507-518, 2000.
- Suter, M., von Ballmoos, P., Kopriva, S., op den Camp, R., Schaller, J., Kuhlemeier, C., Schürmann, P., Brunold, C.: Adenosine 5'-phosphosulfate sulfotransferase and adenosine 5'-phosphosulfate reductase are identical enzymes. *J. Biol. Chem.* 275: 930-936, 2000.
- Weber, M., Suter, M., Brunold, C., Kopriva, S.: Sulfate assimilation in higher plants: Characterization of a stable intermediate in the adenosine 5'-phosphosulfate reductase reactions. *Eur. J. Biochem.* 267: 3647-3653, 2000.
- Zehnder, H.J., Kopp, P., Riesen, T. and Feller, U.: Distribution of radiocesium in grape vines plants after foliar contamination: effect of potassium supply on the release from the roots. *Gartenbauwissenschaft* 64, 247-252, 1999.
- Zeller, S. and Feller, U.: Long-distance transport of alkali metals in maturing wheat. *Biol. Plant.*, in press.

## 5.5.2 Buchbeiträge

- Brouquisse, R., Masclaux, C., Feller, U. and Raymond, P.: Protein hydrolysis and nitrogen remobilization in plant life and senescence. In: Photosynthesis: The Assimilation of Nitrogen by Plants - Nitrogen and Plants. Springer-Verlag, in press.
- Brunold, C., Suter, M., Schmutz, D., Burgener, M., Kopriva, S., Koprivova, A., Flückiger, H., Jones, S.: Regulation and localization of assimilatory sulfate and reduction and glutathione synthesis in maize. In: Sulfur Research in Europe. European Commission. In press.
- Brunold, C., von Ballmoos, P., Nussbaum, S., Fuhrer, J., Ammann, M., Suter, M., Egger, A., Siegwolf, R., Saurer, M., Guggisberg, R., Vogel, J.: NO<sub>2</sub> as nitrogen source of norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). In: Different pathways through life: biochemical aspects of plant biology and medicine, A. Denke et al. (eds.), Lincom Europa, 24, 375-387, 1999.
- Flückiger, H., Jecklin, S., von Ballmoos, P., Suter, M., Brunold, C.: Effect of hydrogen peroxid induced oxidative stress in maize roots. In: Sulfur nutrition and sulfur assimilation in higher plants: molecular, biochemical and physiological aspects, C. Brunold et al. (eds.), Paul Haupt, Berne, 401-403, 2000.
- Hesse, H., Harms, K., von Ballmoos, P., Brunold, C., Willmitzer, L., Höfgen, R.: Serine acetyltransferase: a bottleneck for cysteine and glutathione synthesis? In: Sulfur nutrition and sulfur assimilation in higher plants: molecular, biochemical and physiological aspects, C. Brunold et al. (eds.), Paul Haupt, Berne, 321-323, 2000.
- Kopriva, S., Muheim, R., Koprivova, A., Trachsl, N., Catalano, C., Suter, M., Brunold, C.: Light regulation of APS reductase in *Arabidopsis thaliana*. In: Sulfur nutrition and sulfur assimilation in higher plants: molecular, biochemical and physiological aspects, C. Brunold et al. (eds.), Paul Haupt, Berne, 309-310, 2000.
- Kopriva, S., Suter, M., Weber, M., Schürmann, P., Brunold, C.: Characterization of APS reductase enzyme purified from *Arabidopsis thaliana*. In: Sulfur nutrition and sulfur assimilation in higher plants: molecular, biochemical and physiological aspects, C. Brunold et al. (eds.), Paul Haupt, Berne, 223-224, 2000.
- Polle, A., Blaschke, L., Schulte, M., Müller, M., Tausz, M., Grill, D., Brunold, C., Rennenberg, H.: Metabolic consequences of life-time exposure of hom oak (*Quercus ilex* L.) to elevated CO<sub>2</sub>. In: Ecosystem response to CO<sub>2</sub>: the MAPLE projects results, European Commission, A. Raschi et al. (eds.), Brussels, EUR 19100, 189-205, 1999.
- Spielhofer, P., Kopriva, S., Täscher, S., Oberer, H., Suter, M., Brunold, C.: Stimulation of key enzymes in sulfate assimilation by safener CGA 173072 may induce higher protection against heavy metal stress in *Zea Mays* L. In: Sulfur nutrition and sulfur assimilation in higher plants: molecular, biochemical and physiological aspects, C. Brunold et al. (eds.), Paul Haupt, Berne, 387-388, 2000.
- Suter, M., Weber, M., Kopriva, S., Kuhlemeier, C., Schürmann, P., Brunold, C.: Adenosine 5'-phosphosulfate sulfotransferase and adenosine 5'-phosphosulfate reductase are identical enzymes. In: Sulfur nutrition and sulfur assimilation in higher plants: molecular, biochemical and physiological aspects, C. Brunold et al. (eds.), Paul Haupt, Berne, 225-227, 2000.
- von Ballmoos, P., Kocsy, G., Suter, M., Brunold, C.: Buthionine sulfoximine (BSO) reduces chilling tolerance of a chilling tolerant maize genotype. In: Sulfur nutrition and sulfur assimilation in higher plants: molecular, biochemical and physiological aspects, C. Brunold et al. (eds.), Paul Haupt, Berne, 399-400, 2000.

## 5.6 Nationale und internationale Zusammenarbeit

<b>Gruppe</b>	<b>Zusammenarbeit mit</b>	<b>Projekt</b>
<b>Brändle</b>	• Prof. R.M.M. Crawford, St. Andrews, Scotland	Dissertation: Urte Schlüter am 25.9.1999 abgeschlossen in St. Andrews, Scotland
	• Prof. F. Klötzli	Dissertation: J. Ipsen am 14. 4. 2000 abgeschlossen an der ETH-Z
	• Dr. H. Cizkova, Trebon, CR • Prof. J. Kvet, Budweis, CR • Prof. O. Votrubova, Prag	} Ecophysiological causes of wetland } plant zonation }
	• Prof. C.A. Joly, • Prof. A. Cortellazzo Campinas, Brasilien	Dissertation R. Kolb in Campinas, Brasilien
<b>Brunold</b>	• Prof. H. Rennenberg, Universität Freiburg i.Br.	S-Metabolismus
	• Dr. S. Kopriva, Universität Freiburg i.Br.	S-Metabolismus
	• Dr. A. Giesemann, FAL Braunschweig	<sup>34</sup> S in Fichten und Lolium
	• Prof. P. Schürmann, Universität Neuchâtel	APS-Reduktase: Charakterisierung
	• Dr. J. Schaller und U. Kämpfer, Universität Bern	APS-Reduktase: Charakterisierung
	• Prof. P. Kroneck, Universität Konstanz	APS-Reduktase: Charakterisierung
	• Dr. G. Kocsy, Hungarian Academy of Sciences, Martonvasar	GSH und Kältetoleranz
	• Prof. T.C. Brunold, University of Wisconsin, Madison	APS-Reduktase: Reaktionsmechanismus

<b>Feller</b>	• Dr. S.J. Crafts-Brandner, USDA-ARS, Western Cotton Research Laboratory, Phoenix, Arizona	Inactivation of rubisco activase
	• Prof. J. Fuhrer, B. Herrmann, IUL Liebefeld	Ammoniumaufnahme und –abgabe über die Blätter bei Kulturpflanzen
<b>Kuhlemeier</b>	• Dr. Thomas Berleth, University of Toronto	Arabidopsis mutant analysis
	• Dr. David Bouchez, INRA Versailles	Arabidopsis gene inactivation
	• Prof. Mark Estelle, University of Texas	Arabidopsis mutant analysis
	• Dr. Frans Harren, University of Nijmegen	Photoacoustic laser spectroscopy
	• Dr. Ronald Koes, Vrije Universiteit Amsterdam	Petunia gene inactivation
	• Dr. Teresa Mozo, Max Planck-Institut Köln	Arabidopsis gene inactivation
	• Prof. Göran Sandberg, University of Umeo	Auxin mass spectrometry
	• Dr. Patrick Schnable, Iowa State University, USA	Ethanol fermentation in male sterility
	• Dr. Jan Traas, INRA Versailles	Arabidopsis mutant analysis
	• Prof. H.P. Weber, Dr. M. Frenz, Bern	Infrared laser technology for tissue ablation

## 6 Dienstleistungen

### 6.1 Behörden und Kommissionen

- |               |  |
|---------------|--|
| Brändle R.    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Experte bei AHL und SLA</li><li>• Hauptexperte Biologie (Seminare), Eidg. Maturität</li></ul>  |
| Brunold C.    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Stiftungsrat von Gen Suisse</li></ul>  |
| Feller U.     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kommission BENEFR1</li><li>• Ausbildungskommission für Sekundarlehrerinnen und Sekundarlehrer (Präsidium)</li><li>• Überföhrungskommission</li></ul> |
| C. Kuhlemeier | <ul style="list-style-type: none"><li>• Schweiz. Pflanzenphysiologische Gesellschaft</li><li>• Ausschuss der Finanzkommission der Phil.-nat. Fakultät</li></ul>                              |

## 6.2 Gutachter- und Beratertätigkeit

- R. Brändle
- Gutachter Forschungszentrum Karlsruhe
  - Gutachter für *J. Exp. Botany*, *New Phytologist*, *Planta*, *Plant and Soil*, *Plant Cell and Environment*
- C. Brunold
- Gutachter für *Physiol. Plant.*, *Bot. Acta*, *Eur. J. Biochem.*, *J. Exp. Bot.*, *Plant J.*, *Plant Sci.*, *New Phytol.*, *Oecologia*
  - Gutachtergremium Ökologie BMFT, Bonn, Mitglied
  - Gutachter FWF, Wien
- U. Feller
- Begutachtung von Manuskripten für *Cell. Mol. Life Sci.*, *J. Exp. Bot.*, *Physiol. Plant.*, *Planta*, *Plant Mol. Biol.* und von Forschungsgesuchen
- C. Kuhlemeier
- Editorial Board von *Planta*
  - Associate Editor *Plant Mol. Biol.*
  - Gutachter bei verschiedenen Zeitschriften
  - Berater Deutsche Forschungsgemeinschaft
  - Berater Svenska Forskningrådet

## 6.3 Besucher

- 31.1.2000 Dr. Winkenbach, Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen, mit einer Klasse

## 7 Besondere Anlässe

- 22.-25. November 1999 Kurs für die Herstellung von APS (Leitung: M. Suter) mit Teilnehmenden aus Groningen/NL, Gatersleben/D, Freiburg i.Br./D, FAL Braunschweig/D, Hannover/D, Rothamsted/GB
- März 2000 Skiweekend Kleine Scheidegg
15. Mai 2000 APS-Reduktase Meeting in Konstanz/D (Leitung: Prof. P. Kroneck, Universität Konstanz)
- 20./21. Mai 2000 Exkursion für Dozentinnen und Dozenten ins Unterwallis (Leitung: Prof. K. Ammann)

## 8 Ausblick

Das Pflanzenphysiologische Institut existiert seit dem 1. September 2000 nicht mehr. Das Personal, die Räume, die Geräte, das Wissen und die wissenschaftlichen Herausforderungen wurden ins neu gegründete Institut für Pflanzenwissenschaften eingebracht. Zusammen mit den Kolleginnen und Kollegen, die früher dem Geobotanischen Institut angehörten, bilden wir eine neue Einheit an unserer Fakultät. Das neue Institut umfasst fünf Abteilungen mit gleichen Rechten und Pflichten. Zu zeigen, dass das Ganze (das neue Institut für Pflanzenwissenschaften) mehr ist als die Summe der Einzelteile, ist unsere gemeinsame Aufgabe. Die Vorbereitungen konnten in einer guten Atmosphäre getroffen werden. Die Erstbesetzung für das Direktorium des neuen Instituts (geschäftsführender Direktor: U. Feller; Vizedirektor: D. Newbery) stellt sicher, dass die Erfahrungen und die Anliegen der bisherigen Institute einfließen. Wir hoffen, dass möglichst viele konstruktive Interaktionen zwischen den Abteilungen zu neuen Erfolgen in Unterricht und Forschung führen werden.

Im Wintersemester 2000/2001 wird erstmals der neue Studienplan für das Fach Biologie an der Universität Bern wirksam. Herausragendes Merkmal ist das gemeinsame zweite Studienjahr für alle Biologiestudent(inn)en. Die Spezialisierung für die vorgesehene Diplomrichtung wird nach dem zweiten Vordiplom im dritten Studienjahr erfolgen. Die Umstellung auf den Unterricht nach neuem Studienplan muss leider mit einer Vakanz (noch nicht geregelte Nachfolge von Prof. C. Brunold) vorgenommen werden. Wir hoffen, dass diese Lücke bald geschlossen sein wird.

Im Internet erreichen Sie unsere Homepage unter der Adresse [www.botany.unibe.ch](http://www.botany.unibe.ch) und die einzelnen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unter der E-Mail-Adresse [vorname.name@ips.unibe.ch](mailto:vorname.name@ips.unibe.ch) (z.B. [urs.feller@ips.unibe.ch](mailto:urs.feller@ips.unibe.ch)). Angaben zur Organisation des Instituts für Pflanzenwissenschaften, zu Lehrveranstaltungen und zu den laufenden Forschungsprojekten können Sie der Homepage entnehmen. Sollten Sie Sonderdrucke von ausgewählten Publikationen wünschen, können Sie diese direkt per E-Mail bei den Autor(inn)en anfordern. Für Rückmeldungen und Anregungen sind wir jederzeit dankbar.

Urs Feller