



Beiträge zur Dynamik der Bio-/Geosphäre. Austausch klimarelevanter Spurengase Pflanzen/Atmosphäre.

**„Pflanzenphysiologie, Spurengastransport und Klima“, so lautet der Forschungsauftrag, zu deren wechselseitigen Einflüssen das Institut für Biotechnologie-3 im Forschungszentrum Jülich seit mehreren Jahren eine intensive Forschungsarbeit betreibt.**

**Diese Arbeiten dienen überwiegend der multifaktoriellen Analyse von Mechanismen und Raten der Produktion und des Transports von klimarelevanten Spurengasen bei Pflanzen. An nitraternährten Landpflanzen, teilweise auch an Mikroalgen, wird die Bildung von NO und flüchtigen Kohlenwasserstoffen untersucht, und zwar in Abhängigkeit von physiologischem Zustand und Außenbedingungen. Weitere Programmpunkte sind der Spurengastransport durch Wasserpflanzen, die über besondere Gas-transportsysteme verfügen, sowie algologische Arbeiten zur Rekonstruktion der Paläotemperaturentwicklung anhand der Sauerstoffisotopen-Verhältnisse in Diatomeenschalen. Die Untersuchungen sollen zur erweiterten Kenntnis von Teilaspekten globaler Umweltveränderungen beitragen. Dies klingt alles recht wissenschaftlich – und was hat dies mit Kältetechnik zu tun? Dazu ein wenig mehr aus dem Internet.**

## Läßt zuviel Ozon Pflanzen welken?

*R 134a sorgt für genaue Temperatureinhaltung in der Pflanzen-Atmosphärenkammer im Forschungszentrum Jülich*

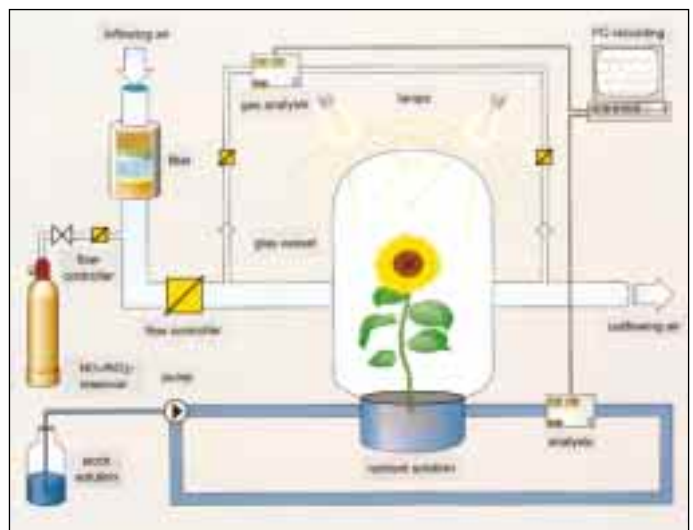
### Mit Pflanzen-Atmosphärenkammer dem Ozon auf der Spur

Im Institut für Biotechnologie-3 im Forschungszentrum Jülich wurden vor einem Jahr zwei neue Pflanzen-Atmosphärenkammern erfolgreich in Betrieb genommen. Die Konzeption dieser Kammern ist weltweit einzigartig. Mit Hilfe der Kammern kann der Austausch von Spurenstoffen zwischen Pflanzen und der Atmosphäre untersucht werden. Projektleiter Dr. Peter Rockel führt hierzu weiter aus: „Hierbei wird auch kontrolliert, wie die Pflanze die aufgenommenen Spurenstoffe verarbeitet. Zusätzlich werden die pflanzenphysiologischen Grundlagen untersucht, die zum Austausch der Spurenstoffe führen. Dabei sind Rückkopplungsmechanismen zwischen Pflanzen und Atmosphäre von besonderem Interesse. So hat sich gezeigt, daß sich durch die Aufnahme von Ozon die Abgabe von Kohlenwasserstoffen durch die Pflanzen drastisch erhöht. Überrascht wurden wir als Forscher auch durch die Beobachtung, daß Stickstoffmonoxid – welches an

der Ozonbildung als Katalysator beteiligt ist – durch die Pflanzen abgegeben werden kann. Hierbei ist der Ernährungszustand der Pflanzen wichtig. Eine Stickstoffdüngung führt zu einer starken Abgabe von Stickstoffmonoxid.“

Das Herzstück der neuen Anlage sind zwei 1,80 Meter bzw. 1,20 Meter große Glasbehälter, vergleichbar mit riesigen Einmachgläsern. Diese Sonderanfertigungen haben einen Durchmesser von einem Meter. In ihnen können bis zu sieben große Pflanzen – z. B. Sonnenblumen oder Tabak – wachsen, und zwar unter genau kontrollierten Bedingungen, wozu natürlich auch die Temperaturgenauigkeit gehört. Die Glasbehälter sind mit Eingriff-Luken versehen, die es den Forschern ermöglichen, während eines Versuches Blattproben zu entnehmen. 12 Lampen in jeder Kammer simulieren den Wechsel zwischen Tag und Nacht. Eine Klimakammer umschließt die Glasbehälter und sorgt für optimale Temperaturen, die zwischen 10 °C und 30 °C eingestellt werden können. Die großen

Versuchsaufbau zur Messung des Stoffaustausches zwischen Pflanze und Luft (einschließlich Wurzelraum).





Die Forschungsaufgabe des Institutes für Biotechnologie-3 im Forschungszentrum Jülich.



Ri-Fließbild der R 134a-Verbundkälteanlage, installiert durch das Kälteanlagenbauerunternehmen Rolf Hühren, Erkelenz.

Glasbehälter sind von der Außenluft hermetisch abgeschlossen. In die Behälter gelangt nur gereinigte Luft, bis zu 200 Liter pro Minute. Die durch die Pflanzen veränderte Luft wird verschiedenen Analysegeräten zugeführt. Die neue Anlage, für die der Kälteanlagenbauerbetrieb Rolf Hühren aus Erkelenz die Klimakammern (Sonderkühlzellen von Viessmann) erstellt und die R 134a-Kälteanlage mit Maneurop-Verdichtern und Küba-Ventilatorluftkühlern einschließlich Heizregister lieferte und montierte, bietet wesentliche Vorteile, wie Projektleiter Dr. Rockel gegenüber der KK erklärt:

„Parallelversuche werden möglich, bei denen in einer Kammer der Austausch von Spurenstoffen zwischen den Pflanzen und der sie umgebenden Luft untersucht werden kann, aus der zweiten Kammer können zwischenzeitlich Pflanzenproben entnommen werden. Ein solches Vorgehen war vorher nicht möglich, da jeder Eingriff das empfindliche System „Pflanze-Atmosphäre“ gestört hätte.“

**Kälte- und Klimatechnik schützt das Pflanzenwachstum**

Für die Tag-Nacht-Klimasimulation bei der Verhaltensforschung von Pflanzen dient eine dreigeteilte Kühl- bzw. Temperierzelle des Fabrikates Viessmann mit folgenden technischen Einzeldaten:

- Gesamtabmessungen
- Breite: 7,50 m
- Tiefe: 3,00 m
- Höhe: 4,00 m
- Wandstärke: 100 mm

Die Kühl- und Temperierzelle ist durch Isoliertrennwände zweimal unterteilt,

so ergeben sich 3 Klimaräume mit 25,53 m<sup>3</sup> (2 Stück) und 24,47 m<sup>3</sup>, die jeweils durch eine zweiflügelige Außentür zugänglich sind. Hierin kommen dann jeweils die 1,80 m bzw. 1,20 m hohen Glasbehälter zur Aufstellung. Die Ventilatorluftkühler sind im Deckenbereich montiert. Zur Kühlung dient eine Verbundanlage mit 3 vollhermetischen Verdichtern Typen MTE 32 JF, Fabrikat Danfoss-Maneurop, die im Kellerbereich stationiert ist. Die Nennkälteleistung beträgt 13,7 kW bei einer Verdampfungstemperatur von -1 °C und einer Verflüssigungstemperatur von 40 °C. Als Käl-

temittel dient R 134a, insgesamt sind 12 kg im Umlauf.

Die Verdichter der Verbundanlage mit wassergekühlten Plattenwärmetauschern des Fabrikates BMS (Leistung 17 kW bei 6 °C Wassereintritts- und 24 °C Wasseraustrittstemperatur) und stehenden Flüssigkeitssammlern des Fabrikates Bitzer werden über den Saugdruck stufenweise leistungsgeregelt (0-33-66-100 %). Hierzu dient eine Wurm-Elektronik DCC 910 mit elektrischem Druckaufnehmer. Für die einwandfreie Ölrückführung sind Ölabscheider des Fabrikates ESK zwischengeschaltet.



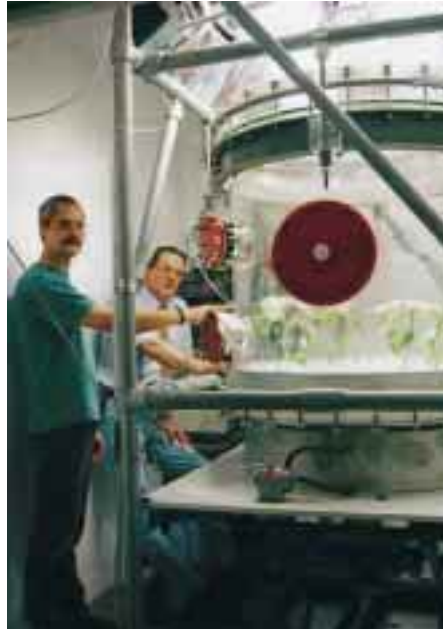
Das Maschinengitter dient nicht zum Schutz des Treibhausklimas, denn Kältemittelkreisläufe sind grundsätzlich dicht. Der Kälteanlagenbauermeister hat im Forschungszentrum Jülich eine „saubere“ Kälteanlage installiert. Hier einige Eindrücke von der R 134a-Verbundanlage mit 3 leistungsgeregelten Danfoss-Maneurop Hermetik-Verdichtern.

Als Verdampfer wurden Decken-Ventilatorluftkühler Typ DEAE 83 des Fabrikates Küba ausgewählt, die zusätzlich mit Heizregistern der Type HR4 165 ausgerüstet sind. Vor den Verdampfer sind Magnetventile des Fabrikates Danfoss in der Flüssigkeitsleitung montiert, als Expansionsorgan dient das Fabrikat Flica.

Für die genaue und im Forschungsverlauf variable Temperatureinhaltung sorgen elektronische Stetig-Regelventile der Type M2FS 20 LX des Fabrikates Staefa als Verdampfungsdruckregler, die jeweils hinter dem Verdampfer in der Saugleitung montiert sind. Für den Heißgas-Bypass wird als Nacheinspritzventil das Fabrikat Alco verwendet.

#### **R 134a-Kältetechnik stützt erfolgreiche Meßergebnisse**

Wissenschaftlich „eingeweiht“ wurden die Pflanzen-Atmosphärenkammern vor einem Jahr durch eine zweiwöchige Meßkampagne unter der Leitung von Dr. Peter Rockel vom Institut für Biotechnologie-3 und seinem Kollegen



Projektleiter Dr. Peter Rockel erklärt hier die Versuchsergebnisse: „Nach einer fünfstündigen Zugabe von 200 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft – ein Wert, der im Sommer durchaus erreicht wird – zeigten die empfindlichen Tabakpflanzen (linkes Bild) am nächsten Tag deutlich sichtbare Schäden. Die Abgabe von Kohlenwasserstoffen war stark erhöht und es wurden auch Substanzen abgegeben, die vorher nicht beobachtet werden konnten. Bei gleichen Versuchsbedingungen wurden bei der zweiten Tabaksorte keine Schäden beobachtet. Die Kohlenwasserstoffabgabe dieser Sorte war am nächsten Tag nicht so stark erhöht.“

Dr. Jürgen Wildt vom Institut für die Chemie der Belasteten Atmosphäre. Insgesamt beteiligten sich sogar neun Institute an dieser Meßkampagne. Zentrale Frage der Versuche war, ob es einen Zusammenhang zwischen der Empfindlichkeit einzelner Pflanzenarten gegenüber dem giftigen Ozon und der Erhöhung der Abgabe von Kohlenwasserstoffen unter dem Einfluß von Ozon gibt. Dazu wurden zwei unterschiedliche empfindliche Tabaksorten untersucht.

Projektleiter Dr. Rockel freut sich über die überraschenden Meßergebnisse, an denen Kälteanlagenbauermeister Rolf Hühren mit seiner präzise arbeitenden R 134a-Kälte-/Klimaanlage ja auch beteiligt war:

„Obwohl die Versuche am „grünen Tisch“ geplant wurden und vorher kein Probelauf stattgefunden hatte, waren die Messungen sehr erfolgreich. Nach einer fünfständigen Zugabe von 200 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft – ein Wert, der im Sommer durchaus erreicht wird – zeigten die empfindlichen Tabakpflanzen am nächsten Tag deutlich sichtbare Schäden. Die Abgabe von Kohlenwasserstoffen war stark erhöht und es wurden auch Substanzen abgegeben, die vorher nicht beobachtet werden konnten. Bei gleichen Versuchsbedingungen wurden bei der zweiten Tabaksorte keine Schäden beobachtet. Die Kohlenwasserstoffabgabe dieser Sorte war am nächsten Tag nicht so stark erhöht.“

Die im vergangenen Jahr begonnenen und auch jetzt fortlaufenden Versuche im Forschungszentrum Jülich bauen auf der mittlerweile elfjährigen Erfahrung auf, welche die vorstehend erwähnten Institute gemeinsam mit dem Institut für Radioagronomie mit einer zuvor sehr viel kleineren Kammer sammeln konnten. Die Zusammenarbeit mit weiteren Instituten läßt eine umfassende Bewertung der Ergebnisse zu, weiß Dr. Rockel auch einigermaßen für den Laien verständlich zu sagen. Gemeinsam will man verstärkt den Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Atmosphäre auf die Spur kommen. Ein weiterer Forschungs-



Alles vernetzt für die zweiwöchige Meßkampagne unter der Leitung von Dr. Peter Rockel. Welchen Einfluß hat Ozon auf die Physiologie von Pflanzen? Welche Wechselwirkungen bestehen beim Austausch von Spurenstoffen und der Atmosphäre? Eine dreigeteilte Spezialkühlzelle von Viessmann (7,50 × 3,00 × 4,00 m hoch) diente für die Messungen als Klimakammer.



schwerpunkt liegt bei der Aufklärung des Pflanzenstoffwechsels, der zur Abgabe von Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden führt. Und auch hierbei wird eine präzise funktionierende Kälte-

Forschungszentrum Jülich installiert wurde, unterstützend beitragen. Mit oder ohne Kohlenwasserstoffe im Kältemittelkreislauf, auf jeden Fall ozon(schicht)unschädlich. Und darauf kommt es an. P. W.