

# Pflanzen-Vitalitäts- Messgerät



## PlantVital<sup>®</sup> 5000

## PlantVital® 5000

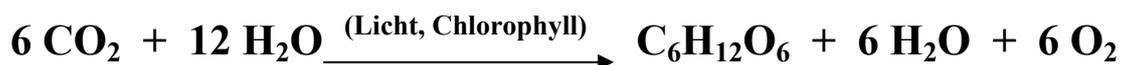
### System zur Bestimmung der Vitalität von chlorophylltragenden Spezies anhand der Sauerstoffbilanz bei der Photosynthese

#### Besondere Merkmale des PlantVital® 5000

- Die Photosyntheseleistung des Messobjektes wird auf der Basis einer direkten Sauerstoffmessung an frischem Material quantitativ nachgewiesen;
- Die Messzeit ist auf ca. 10 - 30 Minuten bei geringem Materialverbrauch (Probendurchmesser 10 mm) beschränkt;
- Bei der Messung wird der Zustand des gesamten Photosyntheseapparates erfasst;
- Die Messmethode ist leicht zu handhaben und erfordert keine langen Vorbereitungszeiten;
- Das Messgerät PlantVital® 5000 ist transportabel und somit für Messungen im Feld und im Labor geeignet;
- Die Temperatur des Messobjektes kann definiert eingestellt werden.

#### Die Photosynthese

1. Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie
2. Bildung von organischen Stoffen aus Kohlendioxid und Wasser
3. Freisetzung von Sauerstoff



## Messverfahren : Patent Nr. DE 43 32 290

### Messprinzip

Das Gerät basiert auf einer patentierten Messmethode, die sich durch eine vergleichsweise sehr hohe Empfindlichkeit und Reproduzierbarkeit auszeichnet.

Das Messprinzip beruht in der Hauptsache auf der direkten Kontaktierung eines Sauerstoffsensors mit der Probenoberfläche. Bei Einwirkung des Messlichtes wird damit unmittelbar der photosynthetisch freigesetzte Sauerstoff erfasst (Abb. 1). Messlicht und Messtemperatur werden konstant gehalten. Dem Messobjekt werden ständig ausreichend Nährstoffe zugeführt.

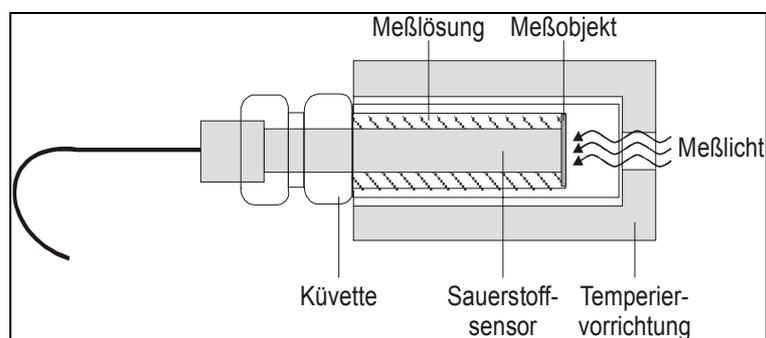


Abb. 1. Messanordnung.

### Reproduzierbarkeit

Der Fehlerbereich der Messung liegt bei Vergleichsmessungen unter  $\pm 10\%$ . Somit erfüllt das Gerät die Forderung, die an eine verlässliche Bioindikation gestellt wird (Abb. 2).

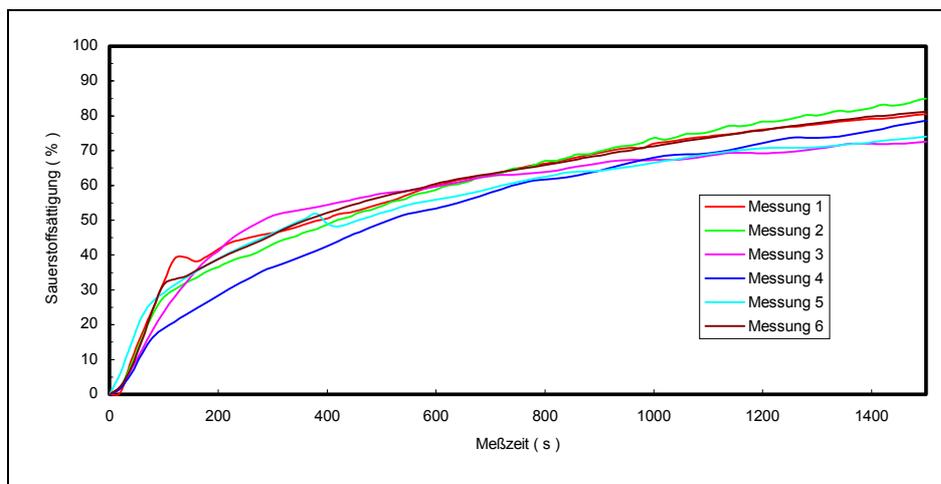


Abb. 2. Nachweis der Reproduzierbarkeit der Messwerte am Beispiel der

Photosynthese-Messung an Tomatenpflanzen.

### Auswertung der Ergebnisse

#### Programm PlantVital 5.17

Normierung  
Anstieg  
Integral  
Zyklus

$p(O_2)[\text{mbar/s}] = 25,69$   $\rho(O_2)[\text{mg/l*s}]$

Bedingungen: wässrige Lösung,  
 $p_{\text{atm}} = 1013 \text{ mbar}$ ;  $T = 25^\circ\text{C}$

Der auf der Probenunterseite anliegende Sauerstoffsensor misst den Sauerstoffpartialdruck in mbar. Eine Umrechnung in Volumenkonzentration ist im Programm enthalten. Durch die Steuerung der Hell- und Dunkelphasen kann sowohl die Freisetzung von Sauerstoff in der Hellphase als auch das Verhalten der Pflanze in der Dunkelphase gemessen werden. Die Hell- bzw. Dunkelphasen können in von einander unabhängigen Minutenintervallen zeitlich variiert werden (Abb. 3).

Die Temperatur in der Messzelle kann zwischen  $15^\circ\text{C}$  und  $35^\circ\text{C}$  in 1 K- Schritten eingestellt werden.

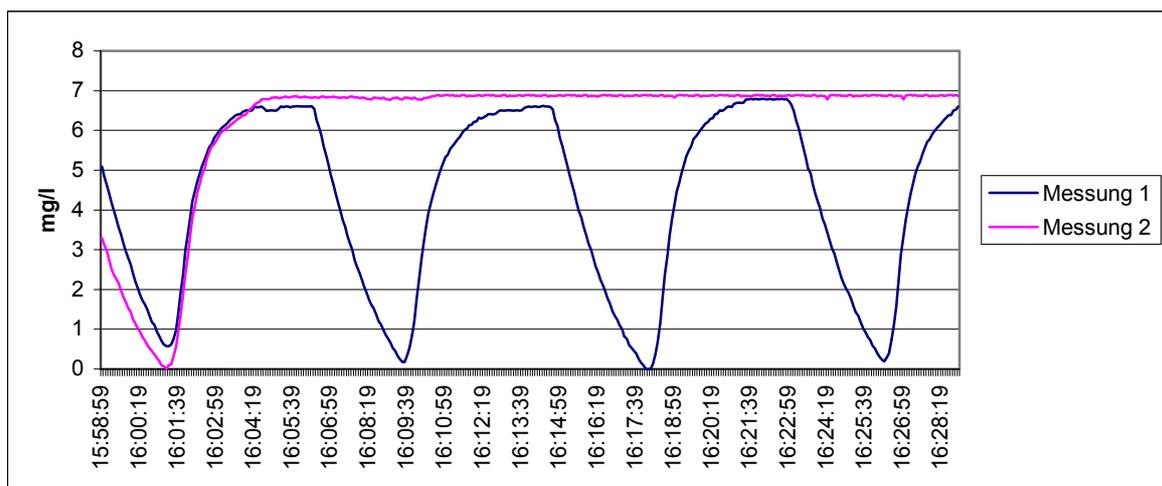


Abb. 3. Photosynthesemessungen an Johannisbeerblättern in einer Hell-/Dunkelphasenmessung (Messung 1) und einer Dauerlichtmessung (Messung 2).

## Anwendungsmöglichkeiten des Gerätesystems PlantVital® 5000

Messung des Einflusses auf die Vitalität von Chlorophyll tragenden Spezies durch:

- Umweltschadstoffe
- Standorteinflüsse
- Klimabedingungen
- Pflanzenschutzmittel

Ermittlung optimaler Wachstumsbedingungen für Nutzpflanzen.

Erkennung von Wasser- und Abwasserbelastungen anhand der Photosyntheseleistung geeigneter Wasserpflanzen oder Algen.

## Prinzip-Beispiele

### 1. Umweltschutz

Auf dem Gebiet des Umweltschutzes läßt sich das Gerätesystem PlantVital® 5000 sowohl für die Untersuchung der Wirkung von Boden- und Luftschadstoffen auf Pflanzen als auch für die Ermittlung von Gewässer- und Abwasserqualität sehr vorteilhaft einsetzen. Es darf bei allen Applikationen nicht außer Acht gelassen werden, dass PlantVital® 5000 kein chemisches Analysegerät, sondern ein Biomonitoringgerät ist, welches quantitativ die Freisetzung photosynthetischen Sauerstoffs unter definierten, konstanten Messbedingungen ermittelt. Aus diesen Werten können dann Rückschlüsse auf die Umwelt des chlorophylltragenden Systems aus seiner Vitalität gezogen werden.

#### 1.1 Gewässergüte

##### 1.1.1. Pestizide und Gewässergüte

Abbildung 4 zeigt die Wirkung eines handelsüblichen Herbizides auf die Photosyntheseleistung von einzelligen Grünalgen (*Scenedesmus subspicatus*). Die Proben wurden 60 Minuten unterschiedlich konzentrierten wäßrigen Herbizidlösungen ausgesetzt. Mit der anschließenden Photosynthesemessung konnte die schädigende Wirkung bis hin zu einer Konzentration von  $5 \cdot 10^{-7} \%$  nachgewiesen werden.

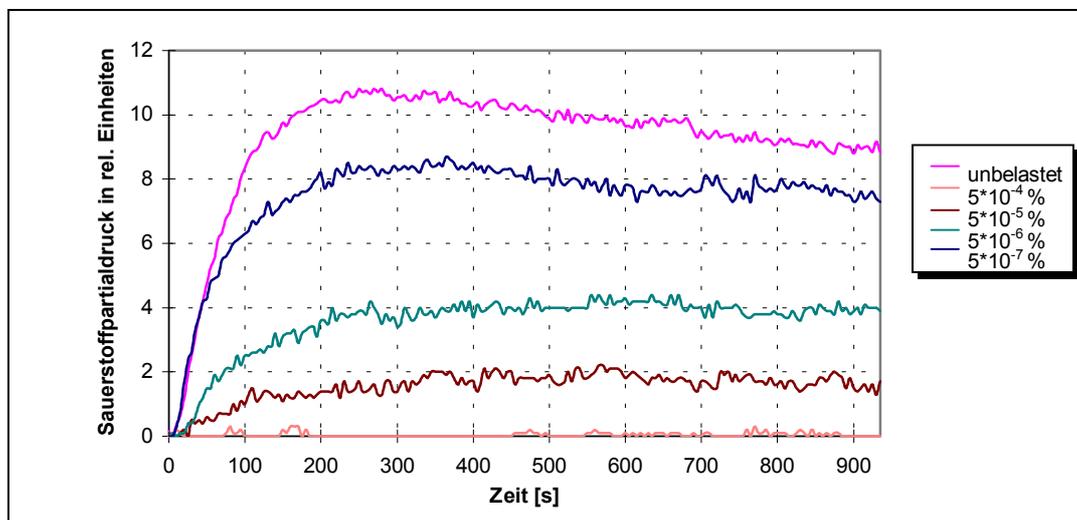


Abb. 4. Wirkung eines handelsüblichen Herbizides in unterschiedlicher Konzentration auf die Photosyntheseleistung von einzelligen Grünalgen (*Scenedesmus Subspicatus*) (nach Specht Messtechnik GmbH).

In ähnlicher Weise lassen sich auch Herbizideinwirkungen auf Kulturpflanzen untersuchen, so dass das Verfahren auch in der Pflanzenschutzmittelindustrie, beispielsweise zur Optimierung der Herbizidformulierungen, einsetzbar ist.

## 1.1.2 Huminstoffe und Gewässergüte

Huminstoffe (HS) sind kompliziert aufgebaute natürliche Makromoleküle, die in den Gewässern einen Großteil des DOC (dissolved organic carbon) ausmachen und außerdem das Wasser braun färben können. Obwohl HS im Boden viele positive Wirkungen zeigen (z.B. Bindung von Schadstoffen), sind sie in höheren Konzentrationen im Wasser unerwünscht, da sie farbliche und ev. geruchliche Beeinträchtigungen verursachen, die UV-Desinfektion durch UV-Absorption stören, Aktivkohlefilter zusetzen und bei gechlortem Wasser eine Haloformbildung begünstigen.

Es ist bekannt, dass HS auch das Algenwachstum in Oberflächengewässern fördern können. PlantVital 5000 ermöglicht es, die Einwirkung von HS auf die Algenvitalität gemäß einer gemeinsam mit dem Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin, entwickelten Methode zu untersuchen (Abb. 5).

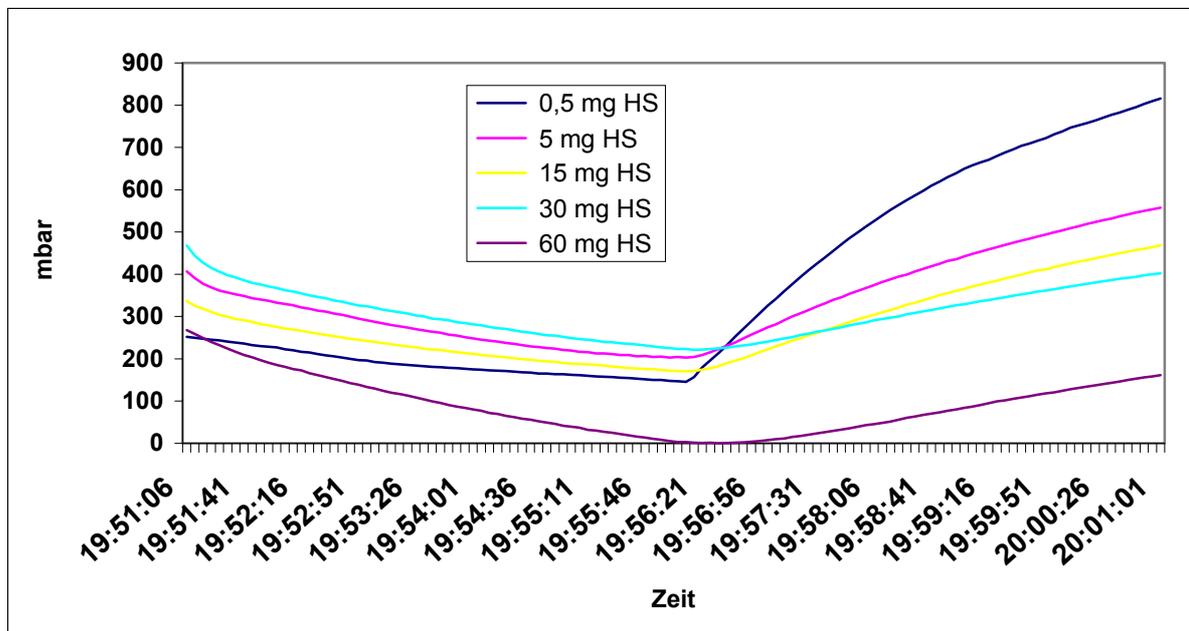


Abb. 5. Veränderung der Algenvitalität nach der Einwirkung von HS unterschiedlicher Konzentration.

## 1.2 Bodengüte

### 1.2.1. Schwermetalle und Boden

Abb. 6 zeigt Photosynthesemessungen an Quecke auf schwermetallbelasteten Flächen (ehemalige Rieselfelder). Hier wurden im Vergleich zu einer unbelasteten, vormals landwirtschaftlich genutzten Fläche sowohl teilweise sanierte als auch völlig unbehandelte Flächen untersucht. In den erhaltenen Photosynthesemesswerten spiegelt sich deutlich der Belastungsgrad der einzelnen Flächen wieder.

### 1.2.2. Erdgas und Boden

In Abbildung 7 sind Messungen an Straßenbäumen (Linden) mit Verdacht auf Erdgasschädigungen dargestellt. Mit Hilfe dieser Messungen wurden sowohl beginnende Schädigungen an optisch intakten Bäumen (Baum 3) als auch starke Beeinträchtigungen der Photosyntheseleistung (Baum 4, 5) nachgewiesen. Als Vergleich dienten zwei unbelastete, gesunde Linden (Baum 1, 2).

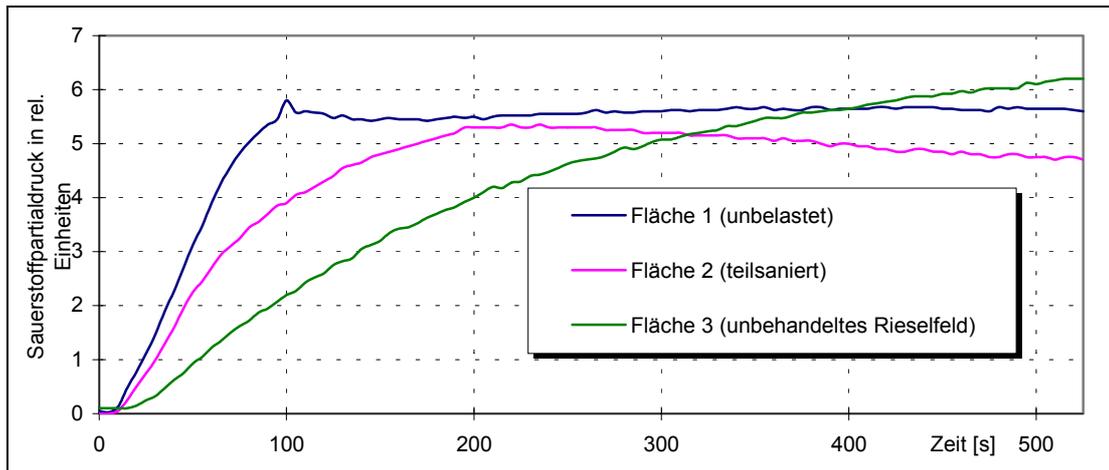


Abb. 6. Photosynthesemessungen an Quecke auf Rieselfeldern (nach Specht Messtechnik GmbH).

Das neue Bioindikationsverfahren kann somit einen wichtigen Beitrag für die kontinuierliche Kontrolle des Entwicklungstrends in der Belastung der Landschaft und ihrer natürlichen Ressourcen leisten und als Grundlage für rechtzeitige Einleitung von Steuerungsmaßnahmen bei der Überschreitung von Toleranzwerten und den damit verbundenen Gefahren für die Landschaft dienen.

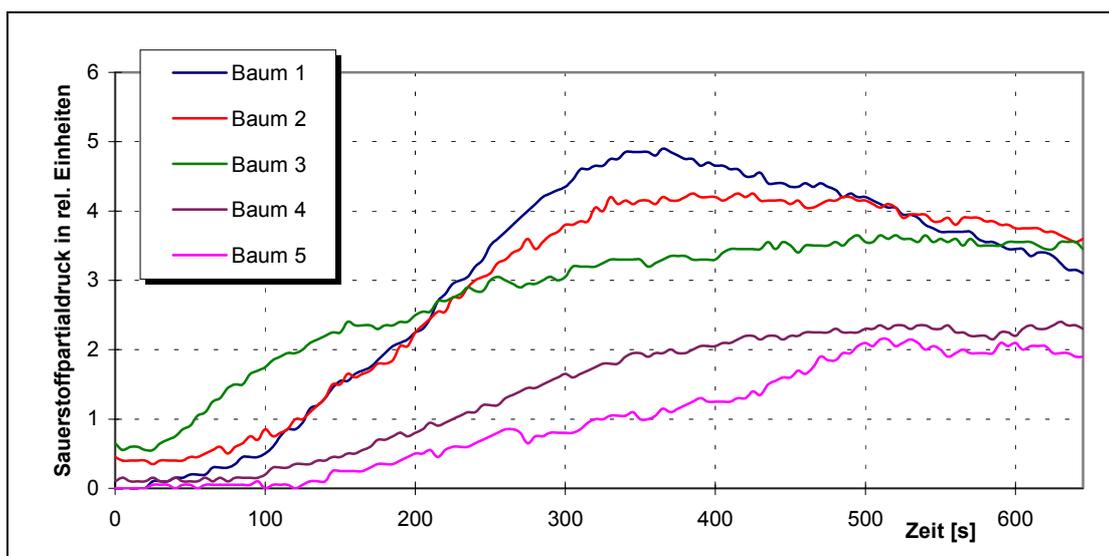


Abb. 7. Photosynthesemessungen an Linden (nach Specht Messtechnik GmbH).

## 1.3 Luftgüte

### 1.3.1. Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität.

Dem Beitrag der Bäume für die Erhaltung der Umwelt, für Erholungsräume und als Lieferant des nachwachsenden Rohstoffes Holz kommt eine erhebliche Bedeutung zu.

Der Zustand der Bäume ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Dabei ist zu verzeichnen, dass die Fähigkeit zur Sauerstofffreisetzung von Typ zu Typ unterschiedlich ist.

Der Vergleich der Sauerstofffreisetzung einiger Laubbäume (Abb. 8) und Nadelbäume (Abb. 9) ermöglicht die Einleitung von Maßnahmen, die die Qualität der Luft in Ballungsräumen deutlich verbessern könnten. (Andere wirtschaftliche Aspekte sind dabei allerdings in die Betrachtung einzubeziehen.)

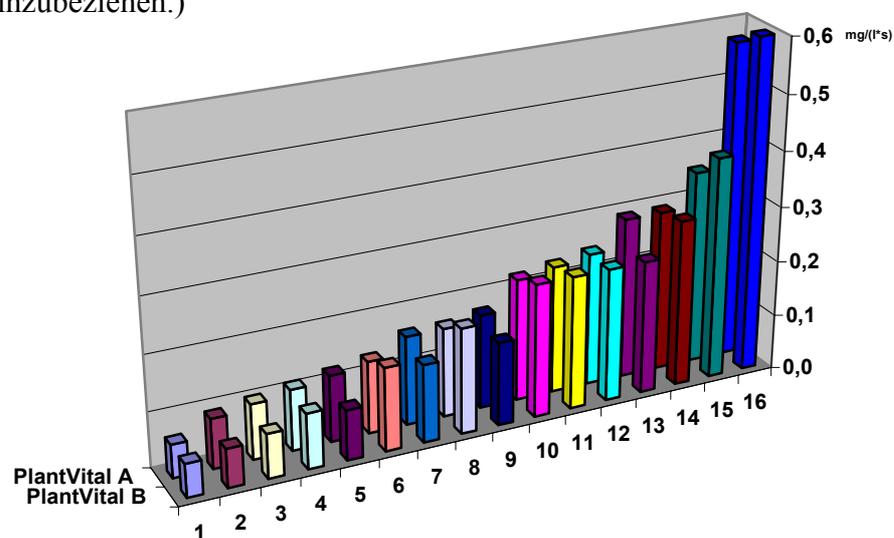


Abb. 8. Sauerstofffreisetzung einiger Laubbäume unter sonst gleichen Bedingungen. 1-Akazie, 2-Traubenkirsche, 3-Kirschbaum, 4-Flieder, 5-Jasmin, 6-Linde, 7-Ligusterhecken, 8-Johannisbeere, 9-Kastanie, 10-Busch-Hecken, 11-Ahorn, 12-Schneeballbaum, 13-Hagebutte, 14-Weide, 15-Pappel, 16-Birke

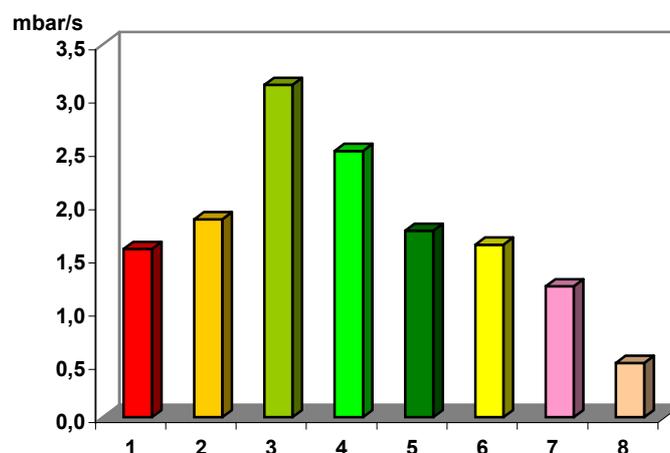


Abb. 9. Sauerstofffreisetzung bei verschiedenen Nadelbäumen unter sonst gleichen Bedingungen. 1- Tuja(grün), 2-Tuja(blau), 3- Kiefer, 4-Zirbel, 5-Fichte, 6-Tanne(grün), 7-Tanne(blau), 8-Lärche

## 2. Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft

Das Gerätesystem PlantVital® 5000 bietet die Möglichkeit einer einfachen und schnellen Methode zur messtechnischen Überwachung des Zustandes von Pflanzungen, beispielsweise in Pflanzenzuchtbetrieben oder in der Land- und Forstwirtschaft. Auch bei der Optimierung der Lebensbedingungen von Pflanzen kann der Effekt von Veränderungen der Lichtverhältnisse, Bodenqualität oder Nährstoffzufuhr in sehr kurzer Zeit nachgewiesen werden.

### 2.1. Bodenqualität und Pflanzenvitalität

#### 2.1.1 Die Qualität der Komposterde

In Abbildung 10 ist eine deutliche Steigerung der Photosyntheseleistung von Azaleen auf einem speziell für diese Art hergestellten Kompostboden der Fa. Biophil GmbH, Berlin, zu sehen.

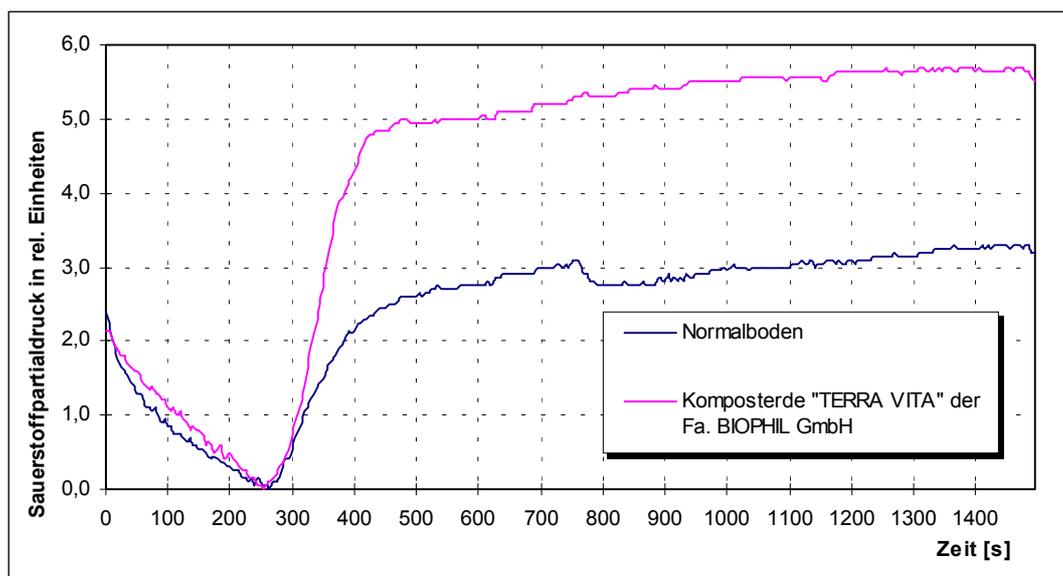


Abb. 10. Einfluß der Bodenqualität auf die Photosyntheseaktivität von Azaleen (nach Specht Messtechnik GmbH).

#### 1.2.2. Der Einfluß von Pflanzenhilfsstoffen

Als ein weiteres Beispiel seien hier die Untersuchungen der Wirkung von Pflanzenhilfsstoffen auf die Vitalität von Dattelpalmen aufgeführt.

Es wurde die Wirksamkeit der PENAC Produkte PENAC "P" und PENAC "K" der Firma Plocher Vertriebs GmbH, Torenstrasse 26, D - 88709 Meersburg gemessen.

Ziel der Untersuchung war es, Dattelpalmen, die als Dekorationspflanzen dienen und mit Pflanzenhilfsstoffen zu einer gesteigerten Vitalität gebracht werden sollten, zu beobachten.

Das Produkt PENAC "K" ist ein Pflanzenhilfsstoff, der über den Boden auf die Wurzeln wirkt.

Das Produkt PENAC "P" ist ein Pflanzenhilfsstoff, der über das Blatt wirkt.

Die Messungen haben ergeben, dass sich durch die Behandlung mit den PENAC Produkten eine deutliche Steigerung der Vitalität der Palmen einstellte (Abb. 11).

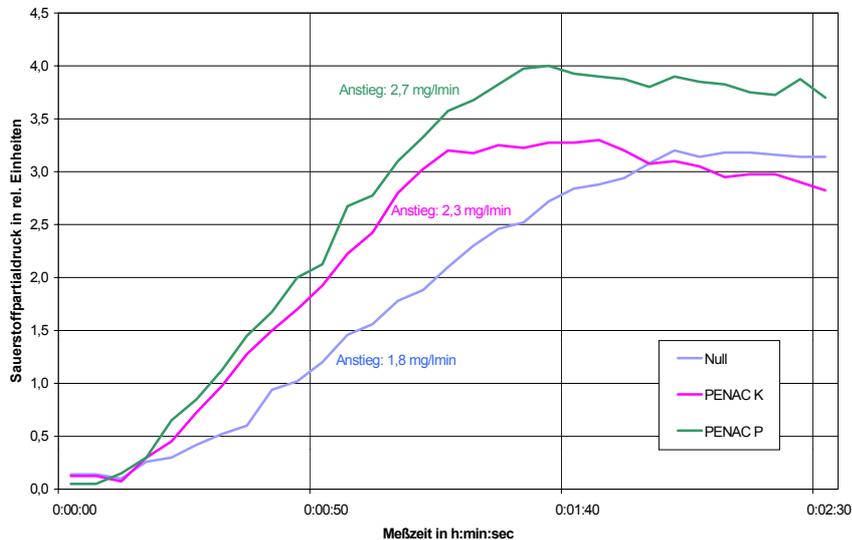


Abb. 11. Photosyntheseleistung von Dattelpalmen (nach Specht Messtechnik GmbH).

Durch diese Messungen konnte nachgewiesen werden, dass sich eine Behandlung der Palmen mit diesen Produkten vorteilhaft auf die Vitalität dieser Gewächse auswirkt.

## 2.2 Abschätzung von Bodenbewirtschaftungsstrategien.

### 2.2.1. Bewirtschaftungsstrategien für Erdbeerplantagen

In Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF), Müncheberg, wird ein Projekt entwickelt und durchgeführt, das sich der Prognose von Biomasse (Ertrag) widmet.

Mit dem System PlantVital<sup>®</sup> 5000 wurde im Verlaufe von 2 Wochen (vom 10. September bis zum 24. September 2003) die Photosyntheseaktivität von Erdbeerpflanzen im Rahmen eines Parzellenversuches (20 m x 70 m; keine einheitliche Bodenstruktur) ermittelt.

Die Parzelle besteht aus Transekt-Pflanzungen, jedes Transekt besteht aus 2 Reihen á 50 Pflanzen. Eine Reihe gilt als Kontrollreihe, auf der 2. Reihe ist der Boden mit Stroh bedeckt. Der Schlag wurde im September 2002 hinsichtlich der Schadensbonitur evaluiert. Des Weiteren wurde mit der Methode der DMSO-Reduktion die Bodenorganismenaktivität bestimmt.

Es ergeben sich deutliche Korrelationen zwischen den aufwendigen Ermittlungen aus dem Jahr 2002 und den relativ einfachen Messungen mit dem PlantVital 5000 aus dem Jahr 2003 (Abb. 12).

Unterschiedliche Pflanzenvitalität ist aus einer visuellen Beobachtung der Pflanzenblätter nicht zu ermitteln. Der Vergleich der Kontrollreihen in der Transekt-Pflanzung mit den Strohvarianten lässt klare Schlüsse für Bewirtschaftungsstrategien zu.

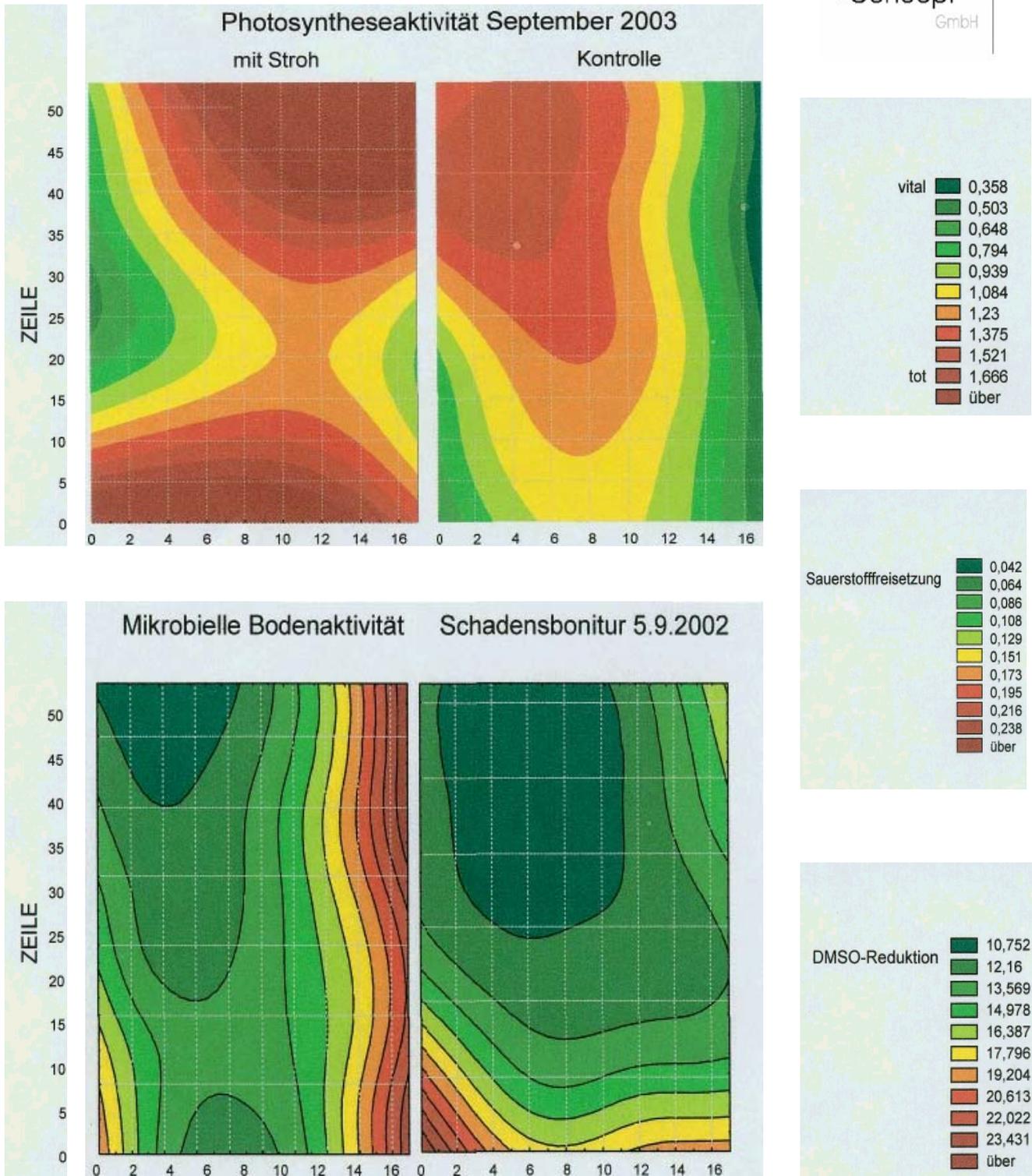


Abb. 12. Vergleich der räumlichen Verteilung von Photosyntheseaktivität, mikrobieller Bodenaktivität und Schadensbonitur von Erdbeerpflanzen.

### 2.2.2. Düngungsoptimierung bei Mais

Im Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenbauwissenschaften, FG Acker- und Pflanzenbau der Humboldt-Universität wurden Versuche zur Vitalitäts- und Wachstumsteigerung bei Pflanzen durch die Verwendung ökologischer Produkte der Firma Plocher Energiesystem durchgeführt. Geprüft wurde der Anbau von Mais in 2 getrennten Gewächshäusern, mit jeweils 4 Varianten: 0 Variante; (1) Penac Blatt; (2) Penac Vital; (3) Penac Kaleaf.

Im Gewächshaus 1 wurden Bodenbelebungspräparate in den Boden gegeben.

Variante 1 bis Variante 3 wurde 6 Wochen vor der Messung mit Penac Blatt; Penac Vital; Penac Kaleaf entsprechend auf die Blätter der Maispflanzen gespritzt. Die 0 – Variante wurde ohne die Zugabe des Plocherpräparates durchgeführt.

Unabhängig von den üblichen Kontrollen der Bonitierung wurde erstmals mit Hilfe des Pflanzen-Vitalmessgerätes PlantVital 5000 der Nachweis über die Wirksamkeit der Mittel erbracht.

In Bild 13 ist die Pflanzenvitalität von Mais im Gewächshaus 1 (mit Bodenbelebung) und Gewächshaus 2 (ohne Bodenbelebung) unter Zuhilfenahme der Plocherpräparate dargestellt.

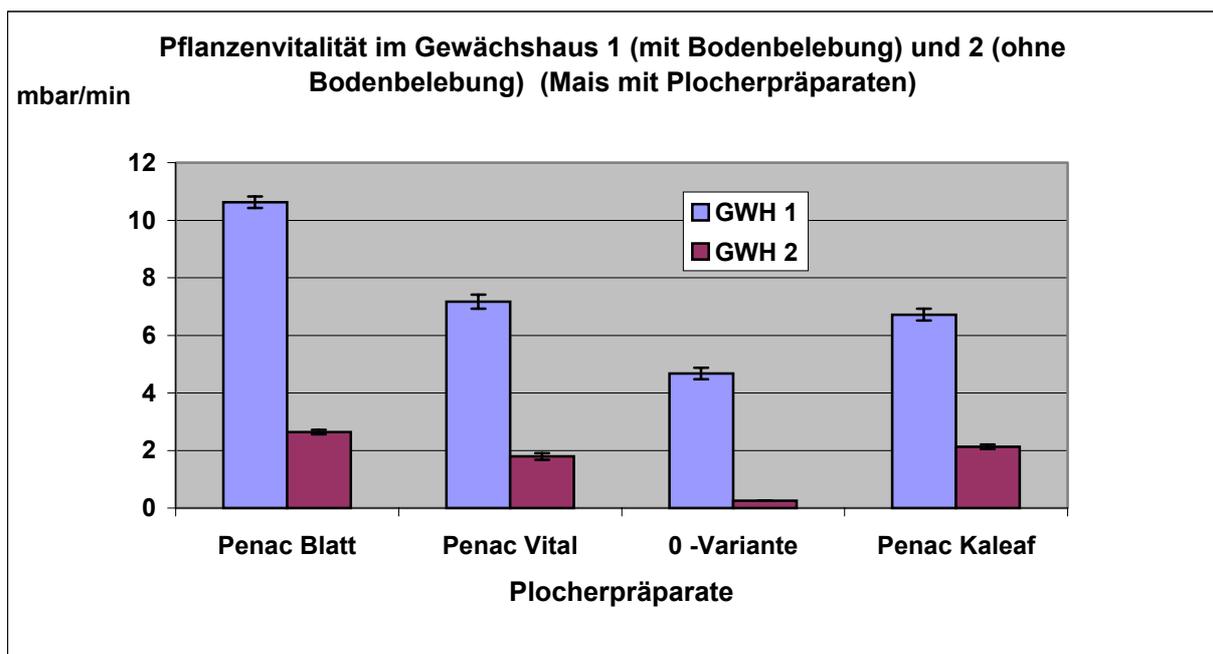


Abb. 13. Maisvitalität unter der Einwirkung der Plocherpräparate und Bodenbelebung ( CWH – Gewächshaus).

### 2.2.3. Düngung mit Gärrückständen

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Verfahrens- und Projektentwicklung zum ökoeffizienten Einsatz von Gärrückständen“ des Instituts für Pflanzenbauwissenschaften, FG Acker- und Pflanzenbau der Humboldt-Universität zu Berlin werden pflanzenbauliche Untersuchungen mit unterschiedlichen landwirtschaftlichen Nutzpflanzen durchgeführt. Die Versuchsebenen sind Gefäßversuche, Parzellenfeldversuche und Praxisfeldversuche.

Eine der Versuchsfragen konzentriert sich auf die Wirksamkeit des Nährelementes Kalium, welches bei der Kartoffelrestvergärung mittels einer Biogasanlage in dem Restprodukt „Gärrückstand“ enthalten ist.

Zum Vergleich wurde in den Gefäßversuchen Kalium aus handelsüblichem Mineraldünger (Kornkali) zugeführt.

Neben den Beobachtungen des Wachstumsverlaufes der geprüften Maispflanzen, der Ertragsbestimmung und der chemischen Analytik der Pflanzen (Stickstoff und Kalium) ist es notwendig, pflanzenphysiologische Merkmale zu erfassen.

Die Messung der Sauerstoffabgabe der wachsenden Pflanze kann Hinweise auf die physiologische Aktivität geben.

In einer ersten Testreihe wurden Messungen an unterschiedlich behandelten Pflanzen vorgenommen.

Die Kaliumzufuhr über Mineraldünger führt bei 1 g Kalium/Gefäß zu starkem Anstieg der Sauerstoffabgabe, bei 2 g und 3 g sank dieser Wert unter den der ungedüngten Variante (Abbildung 14). Die Pflanzen litten wahrscheinlich unter Kalistress.

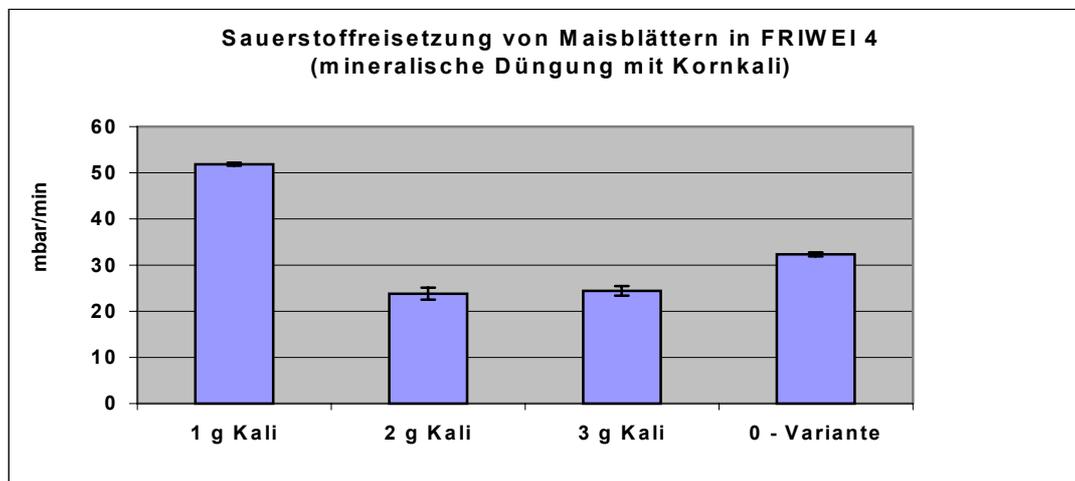


Abb. 14. Einfluß der mineralischen Düngung mit Kornkali auf die Sauerstofffreisetzung von Maisblättern.

Bei der Zuführung gleicher Kaliummengen mittels Gärrückständen stieg bis 1 g Kalium/Gefäß die Sauerstoffabgabe ebenfalls über die 0-Variante (Abbildung 15), erreichte aber nicht das Niveau der mineralischen Variante. Erst bei 2 g Kalium/Gefäß konnte die maximale Sauerstoffabgabe (>50 mbar/s) gemessen werden. Bei 3 g Kalium/Gefäß lagen die Werte wieder auf vergleichbar niedrigem Niveau mit der Mineraldüngervariante.

Der später einsetzende Kalistress könnte mit der unterschiedlichen Verfügbarkeit des Kaliums begründet werden, sicher haben auch die verschiedenen Begleitstoffe im Gärrückstand einen Einfluss. Die noch zu ermittelnden Ertragsergebnisse und auch die Zusammensetzung des Erntegutes werden weitere Aussagen ermöglichen.

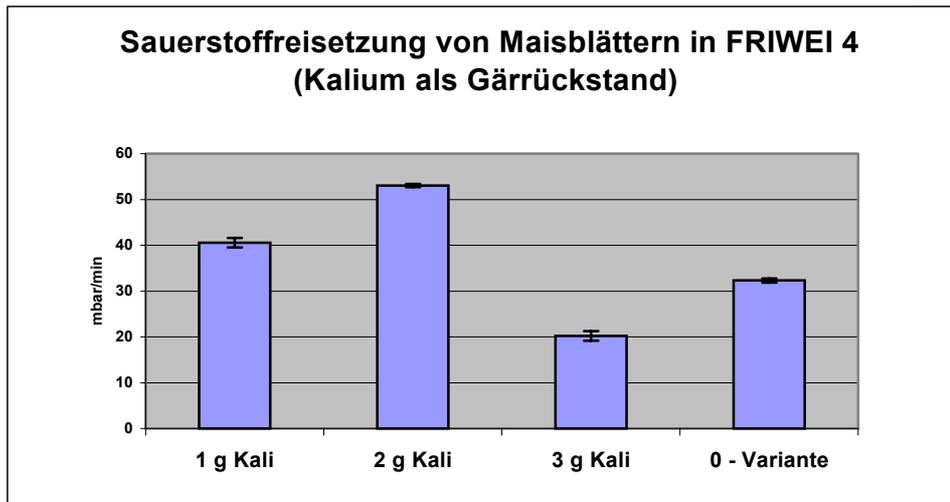


Abb. 15. Einfluß von Kalium als Gärrückstand auf die Vitalität von Maispflanzen.

### 2.3. Freilanduntersuchungen an Kiefern

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft wurden Untersuchungen an Kiefernkulturen durchgeführt.

Das untersuchte Pflanzenmaterial stammt von zwei Versuchsanlagen des Instituts für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung (Baumschule Waldsiefersdorf und Klonarchiv im Versuchsrevier). Die Versuchsbedingungen sind relativ homogen. Die Untersuchung eines Einzelbaums an 4 Probenahmepunkten (N,O,S,W) und bei 2 Nadeljahrgängen (2003, 2002) zeigt eine relativ geringe Streuung. Sie beträgt über alle Messungen 8,6%. Zwischen den beiden Nadeljahrgängen gibt es keinen Unterschied. Die Exposition spielt eine Rolle. Die Nadeln der Südseite produzierten am stärksten Sauerstoff (gesichert). Die übrigen Richtungen unterschieden sich nicht. Es ist allerdings zu bedenken, dass die Messungen im Spätherbst stattfanden und die Pflanzen in einem physiologisch inaktiven Stadium waren. Der Vergleich der Werte von Nadeln gleichen Alters eines Baumes zeigt nur geringfügige Abweichungen, d.h. Nadeln eines Baumes mit ähnlicher Position verhalten sich gleich.

Der Vergleich der Sauerstoff-Freisetzung von Nadeln, die von unterschiedlichen Stellen des Probezweiges stammen, zeigte kleine Unterschiede. Generell muss festgestellt werden, dass durch das Einsetzen von Nachtfrösten bereits ein jahreszeitlich bedingter Chlorophyllabbau eingetreten ist. Dieses kann visuell durch eine gelbliche Verfärbung der Nadeln festgestellt werden. Der Prozess der Veränderung der Nadelfarbe ist phänotypisch sehr unterschiedlich und hängt stark vom Genotyp ab. Pflanzen, die zu einer Nachkommenschaft gehören (ähnlicher Genotyp, da gleiche Elternbäume), verhalten sich ähnlich.

Die höchsten Werte wurden bei Nadeln gemessen, die aus der Mitte des Zweiges entnommen wurden. Die geringsten Werte wurden bei Nadeln aus der Spitze verzeichnet. Die jüngsten Nadeln reagieren offensichtlich am stärksten auf niedrige Temperaturen. Die Zweige des geprüften Materials wiesen häufig gelbe Nadelspitzen an der Spitze des Zweiges auf. Der Abfall der Werte am Ende des Zweiges ist darauf zurückzuführen, dass es sich dabei um die ältesten Nadeln mit zurückgehender photosynthetischer Aktivität handelt.

Der Vergleich der Sauerstoff-Freisetzung verschiedener Einzelbäume zeigt große Unterschiede. Die geprüften Pflanzen gehören unterschiedlichen Nachkommenschaften an, d.h. sie haben unterschiedliche Elternbäume und unterscheiden sich somit im Genotyp. Vergleichende Untersuchungen von mehreren Individuen einer Nachkommenschaft (China-Kreuzungen) zeigen unterschiedliche Ergebnisse. Einerseits findet man Nachkommenschaften, die sehr homogen sind (kleine Streuung der Werte der Einzelbäume) und möglicherweise auf geringere genetische Unterschiede schließen lassen. Da es sich bei diesen Nachkommenschaften um Vollgeschwister handelt (def. Vater- und Mutterbaum), lassen sich die geringen Streuungen erklären. Die Einzelbäume der Nachkommenschaft 13 und 14 weisen dagegen sehr unterschiedliche Werte auf und der Mittelwert hat eine entsprechend größere Streuung. Hier handelt es sich um Halbgewister - Nachkommenschaften, die möglicherweise eine höhere genetische Variabilität innerhalb der Nachkommenschaft besitzen.

Es konnte eine Beziehung zwischen gelblichen Nadelverfärbungen (Flecken, Streifen) bzw. Nekrosen und der Sauerstoff-Freisetzung festgestellt werden. Zweige mit diesen Schadsymptomen setzen deutlich geringere Mengen an Sauerstoff frei. Die Schadsymptome wurden teilweise durch Schaderreger wie Blattlausbefall im Sommer hervorgerufen (Nekrosen). Die Nadelverfärbungen sind aber auch auf den jahreszeitlich bedingten Chlorophyllabbau zurückzuführen.

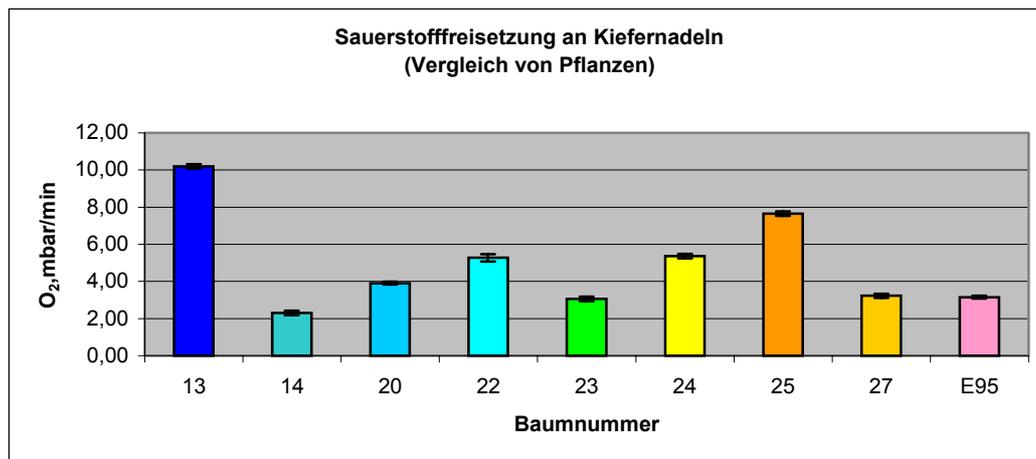


Abbildung 16: Vergleich der Sauerstofffreisetzung verschiedener Kiefern. (Nummer 13, 14, ...- Bezeichnung der Nachkommenschaften in der Baumschule Waldsiefersdorf).

Es deutet sich bei der Baumart Kiefer an, dass die Streuungen am Einzelbaum bzw. innerhalb definierter Populationen nicht größer als die Gesamtstreuung ist, d.h. das Merkmal der Sauerstoff-Freisetzung kann zur Charakterisierung von definiertem Pflanzenmaterial genutzt werden. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Messungen in einer Zeit stattfanden, in der physiologische Ruhe herrscht. Es ist unbedingt notwendig, während der Vegetationsperiode die Messungen zu wiederholen und ähnliche Analysen über die Streuung der Messdaten durchzuführen. Die Vorbereitungen dieser Messungen sind im Gange.

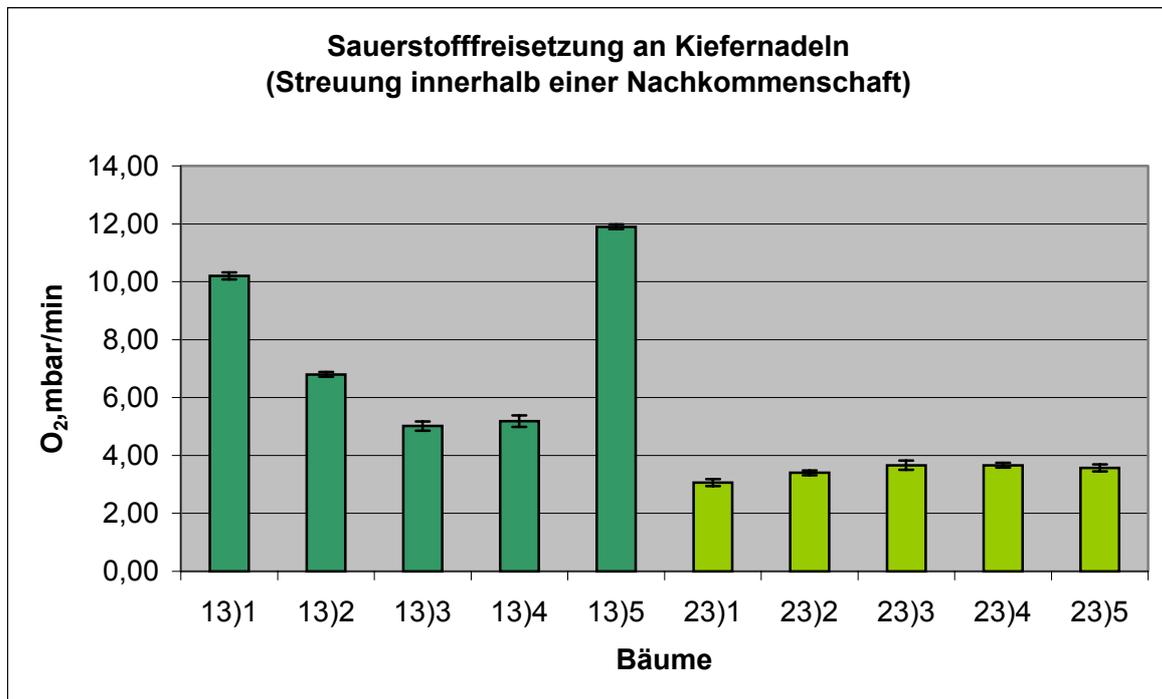


Abbildung 17 Vergleich der Sauerstofffreisetzung an verschiedenen Bäumen innerhalb einer Nachkommenschaft. (Nummer 13, 23 Bezeichnung der Nachkommenschaften in der Baumschule Waldsiefersdorf, 1,2 .. - Nummer des Baumes innerhalb einer Nachkommenschaft).

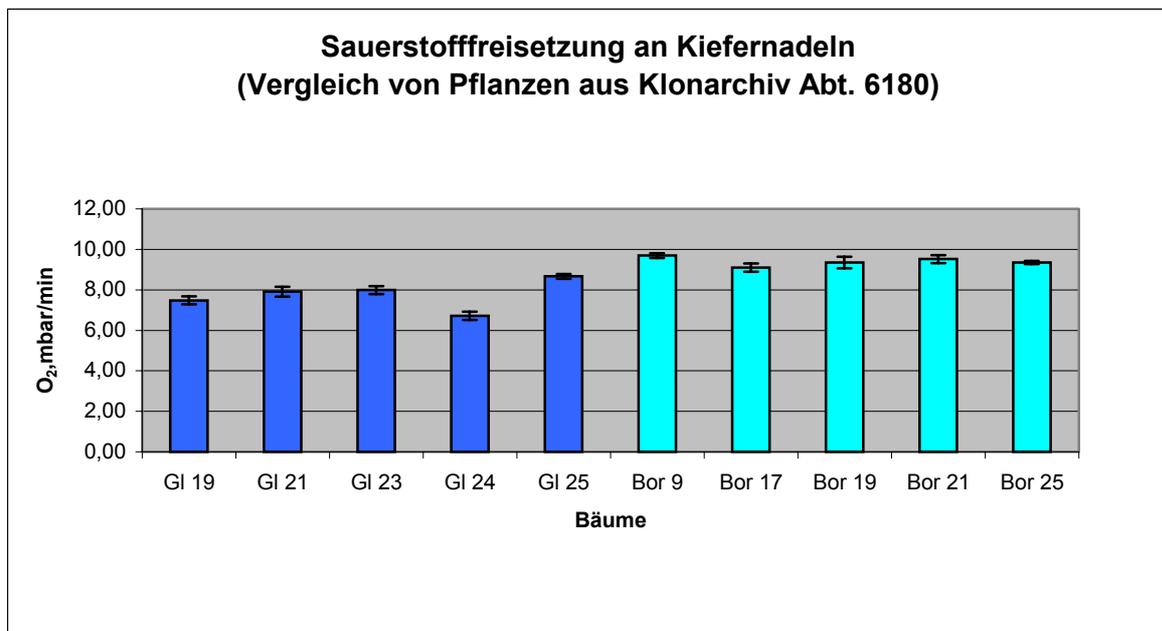


Abbildung 18: Vergleich der Sauerstofffreisetzung an verschiedenen Kiefern aus dem Klonarchiv. (GI 19..., Bor9... - Bezeichnung des Baumes im Klonarchiv).

### 3. Wissenschaft & Forschung

#### 3.1 Lichtintensität und Photosyntheseleistung

Als ein Beispiel für eine Anwendung in der pflanzenphysiologischen Forschung ist in Abbildung 19 die Abhängigkeit der Photosyntheseleistung von grünen Fadenalgen von der Lichtintensität dargestellt. Das Messlicht lieferte die im Gerät integrierte Lichtquelle (650 nm).

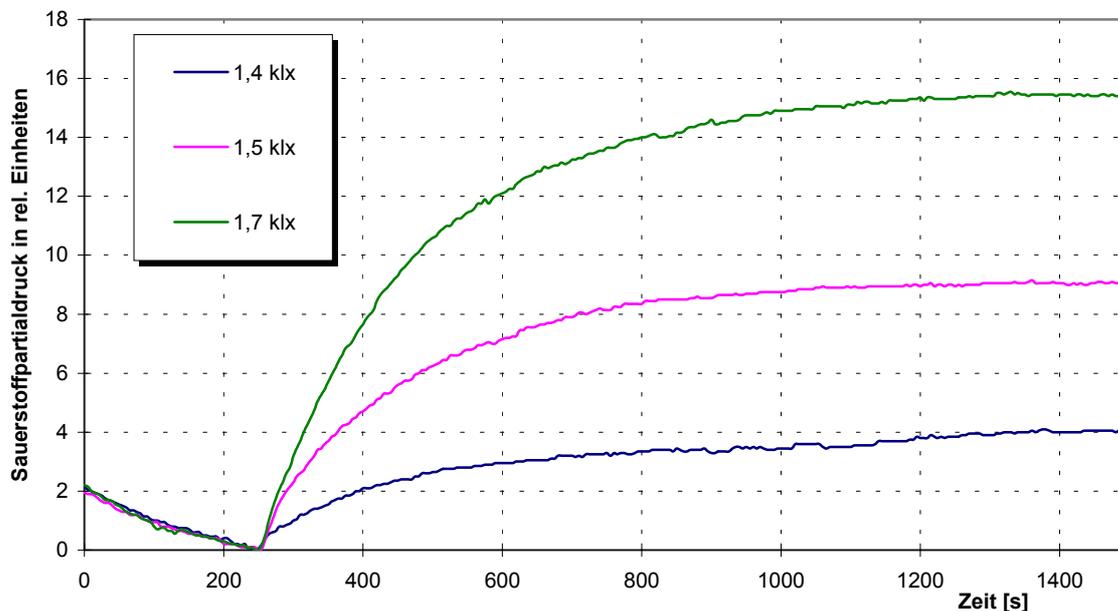


Abbildung 19 Lichtabhängigkeit der Photosynthese von Grünalgen (nach Specht Messtechnik GmbH).

#### 3.2 CO<sub>2</sub> – Aufnahme und O<sub>2</sub> – Abgabe im Photosynthese – Prozess.

Im Rahmen einer Kooperation mit dem Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau e.V. (IGZ e.V.), Großbeeren (siehe Referenzliste) wurden vergleichende Messungen der CO<sub>2</sub> – Aufnahme und der O<sub>2</sub> – Emission im Photosyntheseprozess an unterschiedlichen C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Pflanzen durchgeführt. Die CO<sub>2</sub> - Aufnahme wurde mit dem Gerätesystem LCA 4 der Firma ADC BioScientific Ltd. Gemessen, die O<sub>2</sub> – Emission wurde mit dem Gerätesystem PlantVital<sup>®</sup> 5000 verfolgt. Die dabei erzielten Ergebnisse sind in einem gesonderten Bericht zusammengestellt und können auf Anfrage erhalten werden. In Abbildung 20 ist beispielhaft eine Gegenüberstellung der beiden Verläufe dargestellt.

### CO<sub>2</sub>-Verbrauch versus Sauerstofffreisetzung von C3-Pflanzen

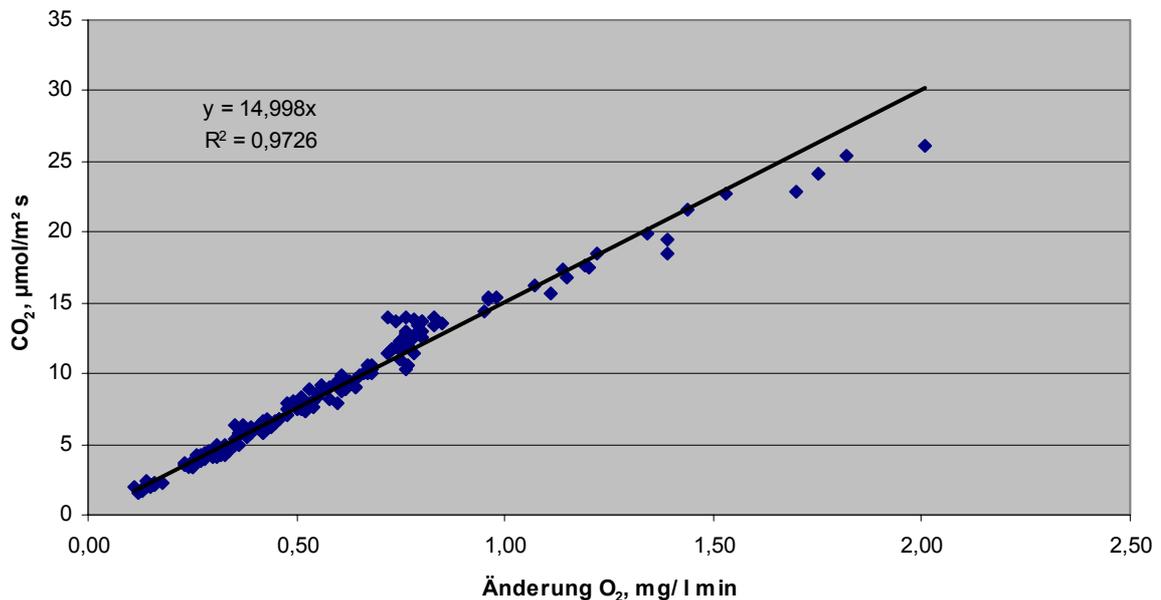


Abbildung 20: Vergleich der CO<sub>2</sub> – Aufnahme (LCA 4) und O<sub>2</sub> – Emission (PlantVital®5000), dargestellt am Beispiel von C3 verschiedenen Kulturen.

### 3.3. Untersuchung von in-vitro-Sprosskulturen

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft wurden Untersuchungen an Baumkulturen durchgeführt.

In einer ersten Versuchsreihe ging es um das Auffinden von Unterschieden in der Photosynthese-Aktivität von In-vitro-Sprosskulturen nach unterschiedlich langer Kultivierungszeit und von Hinweisen auf das Aktivitäts-Niveau der untersuchten Baumarten in vitro.

Als Untersuchungsmaterial dienten *in-vitro*-Sprosskulturen von je zwei Klonen von Braunmaser-Birke (*Betula pendula* var. *carelica*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*), Buche (*Fagus sylvatica*) und einem Klon Stiel-Eiche (*Quercus robur*). Es wurden jeweils Kulturen, die vor relativ kurzer Zeit auf frisches Nährmedium gesetzt wurden, verwendet und solche mit längerer Standzeit. Aus je zwei Erlenmeyerkolben wurden drei junge, voll entwickelte Blätter entnommen und von diesen die Sauerstoff-Freisetzung gemessen. Mittelwert und Standardabweichung dieser drei Messungen wurde gebildet.

Ergebnisse: Es ist bei allen Proben und allen untersuchten Baumarten ein deutlicher Unterschied zwischen den relativ frischen Kulturen und den schon seit längerer Zeit auf Nährmedium stehenden zu finden.

Schlussfolgerungen: Die Messungen der Sauerstoff-Freisetzung von *in-vitro*-Kulturen verschiedener Baumarten zeigen eine Reihe interessanter Ergebnisse, die nach langfristiger Vorbereitung und Einbeziehung weiterer Proben noch bestätigt und ausgebaut werden.

Es ist künftig zu prüfen, wie der Verlauf der Photosynthese-Aktivität einer Sprosskultur über den Kultivierungszeitraum und darüber hinaus ist, um herauszufinden, ob die derzeit eingehaltenen Subkulturzeiträume von 4 bis 5 Wochen bei den Laubgehölzen und 6 Wochen bei Nadelgehölzen tatsächlich optimal sind. Diese Zeiträume stützen sich bisher sowohl auf umfangreiche Literaturhinweise als auch auf langjährige Beobachtungen der *in-vitro*-Kulturen einer Vielzahl von verschiedenen Forstbaumarten.

Tabelle: Proben aus *In-vitro*-Spross-Kulturen

Lfd. Nr.	Baumart	Klon	letzter Nährmedien-Wechsel	Bemerkung
1	Stiel-Eiche	NL 100A	25.07.03	
2	Stiel-Eiche	NL 100A	07.10.03	
3	Braunmaser-Birke	2/97	15.09.03	
4	Braunmaser-Birke	2/97	29.10.03	
5	Braunmaser-Birke	BB24	16.09.03	
6	Braunmaser-Birke	BB24	29.10.03	
7	Buche	Gh12	01.08.03	
8	Buche	Gh12	09.10.03	
9	Buche	9193/9	08.10.03	
10	Robinie	2439	25.07.03	
11	Robinie	2439	25.09.03	
12	Robinie	2499	03.06.03	
13	Robinie	2499	29.07.03	
14	Robinie	2444	09.10.03	normale Sprosse
15	Robinie	2444	09.10.03	glasige Sprosse
16	Robinie	2498	22.10.03	normale Sprosse
17	Robinie	2498	22.10.03	glasige Sprosse

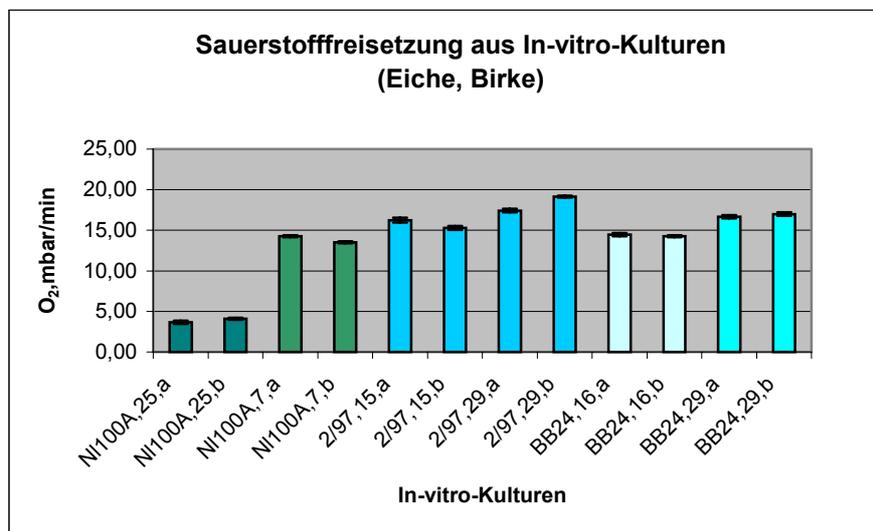


Abbildung 21: Vergleich der Sauerstofffreisetzung von verschiedenen Baumarten (*In-vitro*-Sprosskulturen) bei unterschiedlichen Kultivierungszeiträumen. (Nl100A., 2/97., BB24.. - Bezeichnung der Baumarten im Klonarchiv, a,b - Wiederholungsversuch, 25.07.. - Datum der Aussetzung der Kulturen auf Nährmedium).

## Technische Daten für PlantVital® 5000

### Allgemeine Angaben

Zweck :	Messen der Vitalität von Chlorophyll tragenden Spezies
Prinzip:	Sauerstoffnachweis mit einer Clark-Sonde
Information:	Die Menge des im Photosyntheseprozess freigesetzten Sauerstoffs
Anschlüsse:	Im Labor: 220V Im Feldeinsatz mit Transverter 12V - 220V
Parametervorgabe:	Mess-Temperatur Lichtphase Hell/Dunkel (zyklisch – permanent)
Daten:	Serielle Schnittstelle RS 232 15 Messungen im Gerät speicherbar
Probenbestrahlung	Start mit Hell- oder Dunkelphase, Phasendauer einstellbar Konstante Wellenlänge (630-650) nm, Diodenlaser

### Technische Daten des Gerätes

Abmessungen	Grundgerät:	B = 280 mm T = 260 mm H = 130 mm
	Klimatik:	B = 200 mm T = 160 mm H = 130 mm
Masse gesamt:	ca. 1,5 kg	
Kalibrierung:	Integrierte automatische Kalibrierung	
Messbereich:	Sauerstoff: (0 - 900) mbar $\pm$ 1%	
	Temperatur: (15,0 - 50,0) °C $\pm$ 0,2 K	
Luftdruckkompensation:	automatisch	
Thermostatierung	Bereich: (15 - 35) °C	
	Genauigkeit: $\pm$ 0,2 K	
Bedienung:	Menügeführt am Messgerät, Bedienung am externen PC	

### Sauerstoffsensor

Prinzip:	Membranbedeckte Clark-Sonde (Zweielektrodenprinzip)
Reaktionszeit:	$\leq$ 7 s bei 20°C
Membranstärke:	13 $\mu$ m (Teflon Membran)

Anfragen richten Sie bitte an:

INNO-Concept GmbH  
Prof. Dr. Edgar O.H. Klose  
Geschäftsführer

Garzauer Chaussee (STIC)  
D - 15344 Strausberg  
Deutschland

Tel : +49 (0)3341 335 357  
Fax: +49 (0)3341 335 274

e-mail: [ceo@inno-concept.de](mailto:ceo@inno-concept.de)

*Gerätebereich:*  
Christian Schmidt  
Projekt Manager  
Tel: +49 (0)3341 335 326  
e-mail: [chr@inno-concept.de](mailto:chr@inno-concept.de)

*Anwendungsbereiche:*  
Dr. Tatyana A. Karasyova  
Projekt Manager  
Tel: +49 (0)3341 335 212

e-mail: [tat@inno-concept.de](mailto:tat@inno-concept.de)

[www.inno-concept.de](http://www.inno-concept.de)

### Notizen

## Referenz-Liste

- |  |  |
|--|--|
| <p>IGB<br/>Institut für Gewässerökologie und<br/>Binnenfischerei im Forschungsverbund<br/>Berlin e. V.<br/>Müggelseedamm 301<br/>12561 Berlin</p>  | <p>Herr Dr. Stephan Pflugmacher<br/>Tel: 030/ 64 181 639<br/>Fax: 030/ 64 181 682<br/>E-Mail: <a href="mailto:pflug@igb-berlin.de">pflug@igb-berlin.de</a></p>   |
| <p>ZALF<br/>Leibnitz-Zentrum für Agrarlandschafts-<br/>und Landnutzungsforschung e. V.<br/>Institut für Primärproduktion und<br/>Mikrobielle Ökologie<br/>Eberswalder Straße 84<br/>15374 Müncheberg</p> | <p>Herr Dr. sc. nat. Wolfgang Seyfarth<br/>Herr Dr. Lentzsch, Frau Dr. Tauschke<br/>Tel: 03 34 32/ 8 22 62<br/>Fax: 03 34 32/ 8 23 43<br/>E-Mail: <a href="mailto:wseyfarth@zalf.de">wseyfarth@zalf.de</a></p>                   |
| <p>IGZ<br/>Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau<br/>Theodor-Echtermeyer-Weg 1<br/>14979 Großbeeren</p>   | <p>Herr Dr. Dietmar Schwarz<br/>Tel: 03 37 01/ 7 82 06<br/>Fax: 03 37 01/ 5 53 91<br/>E-Mail: <a href="mailto:schwarz@igzev.de">schwarz@igzev.de</a></p>   |
| <p>BFH Bundesforschungsanstalt für<br/>Forst- und Holzwirtschaft<br/>Institut für Forstgenetik und Forstpflanzen-<br/>Züchtung<br/>Eberswalder Chaussee 3 A<br/>15377 Waldsiedersdorf</p>                | <p>Frau Dr. Irmtraut Zaspel<br/>Frau Gisela Naujoks<br/>Tel: 03 34 33/ 15 71 90<br/>Fax: 03 34 33/ 15 71 99<br/>E-Mail: <a href="mailto:inst2w@holz.uni-hamburg.de">inst2w@holz.uni-hamburg.de</a></p>                           |
| <p>UFZ<br/>Umweltforschungszentrum<br/>Leipzig-Halle GmbH<br/>Permoserstraße 15<br/>04318 Leipzig</p>  | <p>Herr Prof. Dr. habil. Klaus Jung<br/>Tel: 03 41/ 2 35-22 21<br/>Fax: 03 41/ 2 35-24 51<br/>Internet: <a href="http://www.ufz.de">www.ufz.de</a></p>   |
| <p>BBA Biologische Bundesanstalt für<br/>Land-und Forstwirtschaft<br/>Institut für Ökotoxikologie und<br/>Ökochemie im Pflanzenschutz<br/>Stahnsdorfer Damm 81<br/>14532 Kleinmachnow</p>                | <p>Herr Dr. Matthias Stähler<br/>Tel: 03 32 03/ 4 83 35<br/>Fax: 03 32 03/ 4 84 25<br/>E-Mail: <a href="mailto:m.staehler@bba.de">m.staehler@bba.de</a></p>  |
| <p>Sensortechnik Meinsberg GmbH<br/>Fabrikstraße 69<br/>04720 Ziegra-Knobelsdorf</p>   | <p>Herr Dr.-Ing. Reinhard Lange<br/>Tel: 03 43 27/ 62 30<br/>Fax: 03 43 27/ 62 379<br/>E-Mail: <a href="mailto:info@meinsberg.de">info@meinsberg.de</a><br/>Internet: <a href="http://www.meinsberg.de">www.meinsberg.de</a></p> |

Mittelasiatisches Hydrometeorologisches  
Forschungsinstitut SANIGMI  
72 K. Makhsimov Straße  
700052 Taschkent  
Republik Usbekistan

Herr Minister V. E. Chub  
Tel: 00 99 8-7 11/ 33 11 50  
Fax: 00 99 8-7 11/ 33 11 50  
E-Mail: [sanigmi@albatros.uz](mailto:sanigmi@albatros.uz)

Ansprechpartnerin Institut SANIGMI

Frau Dr. Tatyana Karasyova  
Tel: (+49) 0 33 41/ 33 52 12  
Fax: (+49) 0 33 41/ 33 52 74  
E-Mail: [tat@inno-concept.de](mailto:tat@inno-concept.de)  
Internet: [www.inno-concept.de](http://www.inno-concept.de)

Humboldt-Universität zu Berlin  
Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät  
Institut für Pflanzenbauwissenschaften  
FG Acker- und Pflanzenbau

Herr Dr. agr. Wilfried Hübner  
Tel: 0 30/ 96 27 55 14  
Fax: 0 30/ 96 27 55 50  
E-Mail: [wilfried.huebner@agr.ar.hu-berlin.de](mailto:wilfried.huebner@agr.ar.hu-berlin.de)  
Postanschrift:  
Unter den Linden 6  
10099 Berlin

Sitz:  
Albrecht-Thaer-Weg 5  
14195 Berlin-Dahlem

ism  
Ingenieurbüro für Spezialmesstechnik GmbH  
Agastraße 24  
12489 Berlin

Herr Helmut Schlawatzky  
Tel: 0 30/ 67 04 45 90  
Fax: 0 30/ 67 04 45 95  
E-Mail: [ismsab@compuserve.com](mailto:ismsab@compuserve.com)

Roland Plocher Energiesysteme  
Torenstraße 26  
88709 Meersburg

Herr Roland Plocher  
Tel: 0 75 32/ 4 33 30  
Fax: 0 75 32/ 4 33 310  
E-Mail: [energiesystem@plocher.de](mailto:energiesystem@plocher.de)  
Internet: [www.plocher.de](http://www.plocher.de)

Ansprechpartner Firma Plocher:

Herr Dipl.-Ing. Manfred Hercher  
Tel: 0 30/ 56 26 870  
Fax: 0 30/ 56 26 870

## Internationale Projekte



### Zusammenarbeit zwischen Usbekistan und Deutschland

(im Rahmen der AiF-Gesellschaft Otto von Guericke, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit)

**SANIGMI, Glavgidromet, Taschkent, Usbekistan**  
**INNO-Concept GmbH, Strausberg, Deutschland**

### Projekt

#### „Optimierte Messmethoden zur Erfassung von Umweltfaktoren über sensitive Bioindikatoren“

Ziel:

Früherkennung des Einflusses von Umweltfaktoren auf einzelne Komponenten des gesamten Ökosystems.

Aufgaben:

1. Untersuchung des Einflusses von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässern auf die aquatische Flora
2. Einwirkung von Pestiziden auf ortsspezifische Pflanzen unter den klimatischen Bedingungen von Trockenzonen
3. Vergleich der Messmethode „CO<sub>2</sub> – Aufnahme“ von Pflanzen gegenüber der Messmethode „O<sub>2</sub> – Abgabe“ im Photosynthese-Prozess unter den extremen Bedingungen von Trockengebieten und dem Einfluss von relevanten Schadstoffen
4. Optimierung des Geräte-Systems „PlantVital<sup>®</sup> 5000“ für mittelasiatische Trockenzonen

#### Für Interessenten an der internationalen Zusammenarbeit:

Sollten Sie an einer Zusammenarbeit mit usbekischen und anderen mittelasiatischen Organisationen auf den Gebieten Umweltschutz, Landwirtschaft und Forstwirtschaft interessiert sein, so sind Sie herzlich eingeladen, sich mit der Firma INNO-Concept GmbH diesbezüglich in Verbindung zu setzen.

Know-how-Transfer im Rahmen des Förderprogramms  
„Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen“ (PRO-INNO)

### Zu erwartende Ergebnisse

- **Übergabe des Gerätes PlantVital® 5000 an Glavgidromet, Taschkent (September 2004) mit dem Ziel:**
  - **den Baumwollanbau optimieren (Bewässerung, Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln);**
  - **die Verteilung von Schadstoffen, emittiert von Metallurgie-, Chemie- und anderen Industriekomplexen, in den Einzugsgebieten Chirchik und Achangaran bestimmen;**
  - **erforderliche Maßnahmen für die Verbesserung der Luftgüte in Taschkent und anderen großen Städten vorbereiten.**
- **Hilfe bei der Lösung einiger Umweltprobleme in Usbekistan (Gebietsklassifizierung des Landes mit Hilfe der Pflanzenvitalität)**
- **Durchführung von gemeinsamen Seminaren**
- **Durchführung von gemeinsamen Projekten**
- **Gemeinsame Veröffentlichungen und Patente**
- **Eröffnung einer Vertretung der Firma INNO-Concept GmbH in Taschkent (Joint Venture)**