Experimentelle Untersuchungen zur Empfindlichkeit von Flechten gegenüber NO_x und Dieselabgasen unter Laborbedingungen

U. Langmann[1], P. Madl[2], R. Türk[1], W. Hofmann[2], G. Brunauer[1]

[1] Fachbereich Organismische Biologie,
[2] Fachbereich Materialforschung und Physik
Universität Salzburg, A-5020 Salzburg, Austria

Übersicht

- 1. Einleitung
- 2. Material – Flechten
- 3. Versuchsaufbau und Messmethoden
- 4. Durchführung
- 5. Datenerfassung - Erste Ergebnisse
- 6. Zusammenfassung - Vorschau
- 7. Danksagung
- 8. Literatur - Auszug

1. Einleitung

- **Rückgang der Flechtendiversität** aufgrund von Luftverschmutzung entlang eines Höhengradienten im Bluntautal
- **Verschiebung der Flechtendiversität** zugunsten von nitrophytischen Flechten
- **Einfluss von Dieselabgasen auf Flechtendiversität**
- **Kontrollierte Laborbedingungen**: Ausschluss von anderen Schadstoffeinflüssen, gleichbleibende Temperatur und Luftfeuchtigkeit

UNIVERSITÄT SALZBURG

2. Material - Flechten

- **6 Flechtenarten** mit unterschiedlicher Schadstoff-Toleranz
  5 Grünalgenflechten, 1 Blaualgenflechte
- **gesammelt** im November 2011
- **Fundorte**: Krimmler Wasserfall, Lamprechtshausen *(Xanthoria parietina)*
- **Dieselabgas** von einem VW-Transporter ohne Katalysator, BJ 2004

Hypogymnia physodes

Xanthoria parietina

Peltigera praetextata

Lobaria pulmonaria

Usnea filipendula

Pseudevernia furfuracea

WALZ High Quality Instrumentation for Plant Sciences

Land Salzburg

Edelstahlkammer: ca.1 m^3 Volumen

Glasplatte: 8 mm dick

Halogenlampe: 400 W,

ca. 300 µmol Quanten $m^{-2}s^{-1}$ in Höhe der Flechten

Wasserkühlung: perforierter Schlauch und Umwälzpumpe, Eis

Reinluftzufuhr, hier Anschluss für Tedlar-Bag mit Diesel-Abgasen möglich, Verteilung mit Ventilator

Einführöffnung für das Netz mit Flechtenproben

Anschluss für SMPS-Messgerät

Öffnungen für Thermometer und Hygrometer

Chlorophyll-Fluoreszenz-Messung mit Mini-PAM („Puls-Amplituden-Modulations-Fluorometer") vor bzw. nach jeder zweiten Begasung

Falschfarben-Aufnahmen mit Imaging-PAM jeweils am Anfang und am Ende der Versuchsreihe

CO_2-Gaswechsel-Messung vor und nach der Versuchsreihe

Temperatur-Kontrolle (ca. 20 °C)

Luftfeuchtigkeit-Kontrolle (ca. 75 %)

Aerosol: Dispersion aus festen oder flüssigen Schwebeteilchen und Gas

Partikelgröße: 0,01 – 100 µm

Dieselabgas: Ruß, NO, NO_x,

flüchtige organische Verbindungen (z. B. Benzol, Toluol, Aldehyde,…)

Messung: mit SMPS – Scanning Mobility Particle Sizer

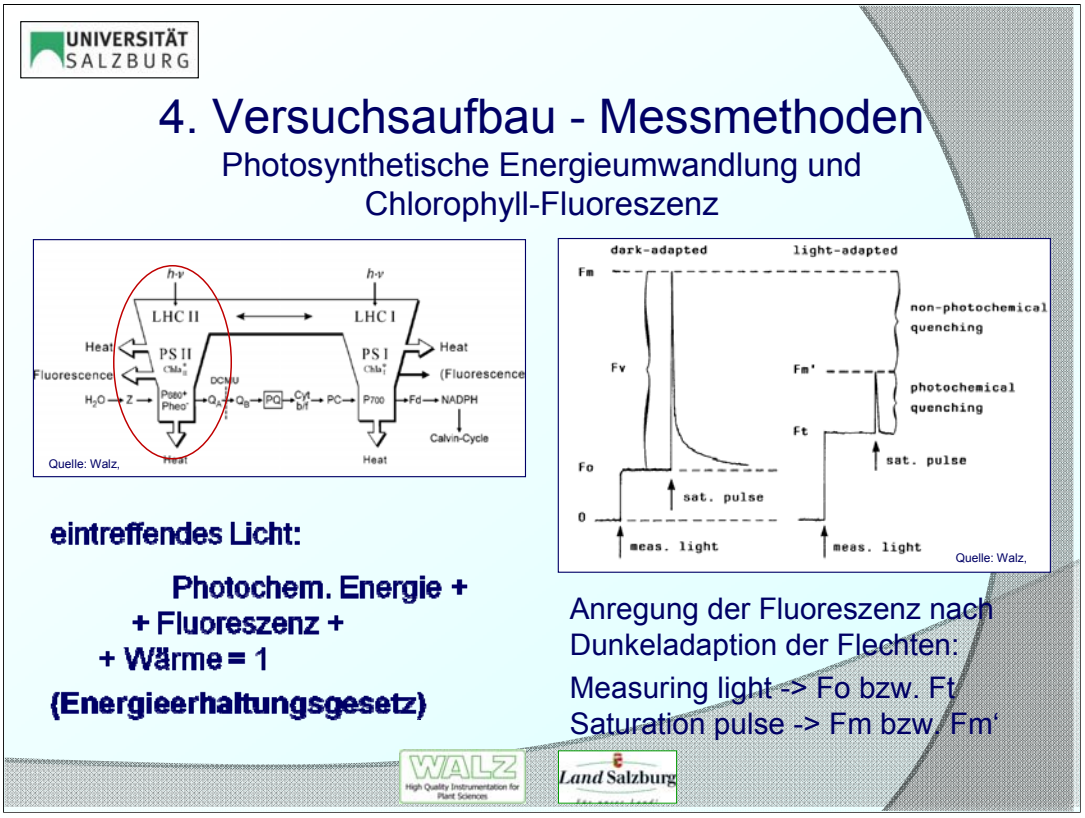
UNIVERSITÄT SALZBURG

4. Durchführung

- **Dauer der Versuchsreihe**: 3 Wochen, je 5 Tage mit Tag- Nachtrhythmus + 2 Tage Ruhephase
- **Tag-Nacht-Rhythmus**: 10 h Tag-Phase, 14 h Nacht-Phase
  ca. 20 °C Temperatur, ca. 75 % Luftfeuchtigkeit
- **Tag-Phase:** täglich Besprühen mit dest. Wasser,
  2 h Begasung mit Dieselabgasen, anschließend wieder Besprühen
  2x wöchentl. Fluoreszenz-Messung mit Mini-PAM **vor** Begasen
  2x wöchentl. Fluoreszenz-Messung mit Mini-PAM **nach** Begasen
  während jeder Begasung Messung mit SMPS
- **Ruhephase:** keine Begasung, kein Besprühen,
  trocken in Petrischalen auf kühler Fensterbank
- **Lagerung:** nicht benötigte Proben: trocken, tiefgekühlt bei -20°C

WALZ High Quality Instrumentation for Plant Sciences

Land Salzburg



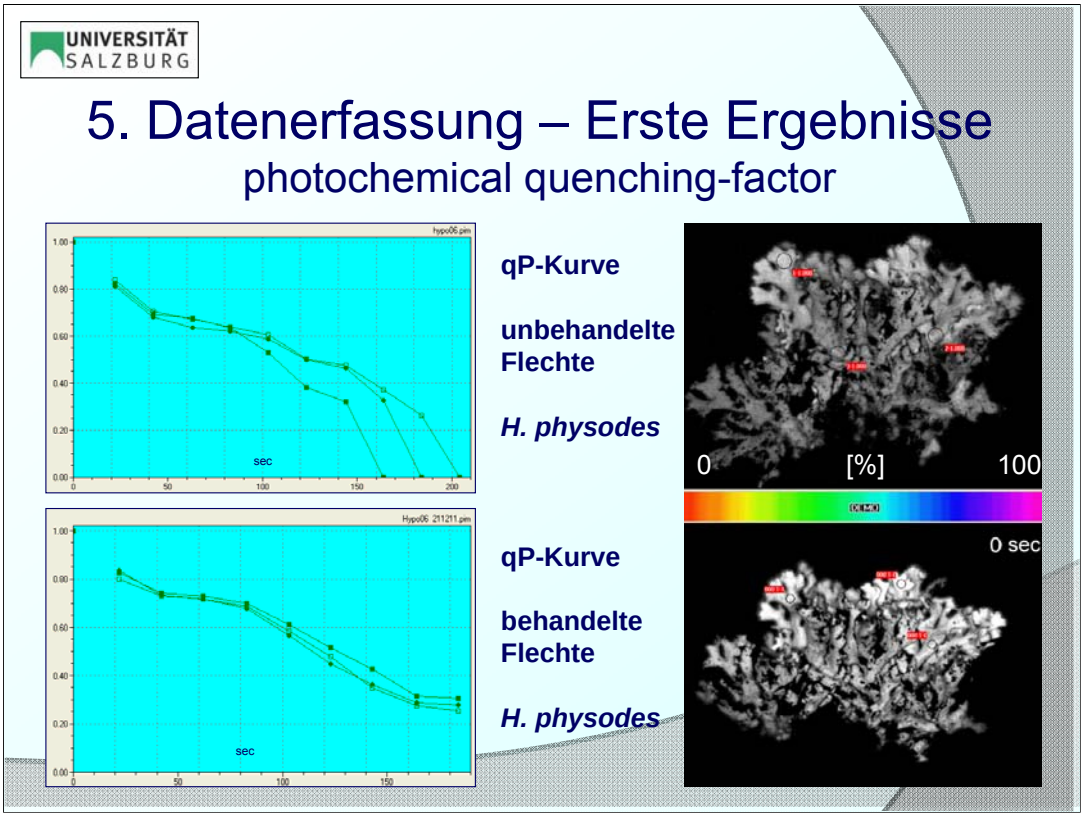
Was ist Fluoreszenz?

Die Absorption von blauem oder rotem Licht bewirkt im Chlorophyllmolekül die Anhebung eines Elektrons aus dem Grundzustand in einen angeregten Zustand (S1, S2). Beim Übergang eines Elektrons vom angeregten in den Grundzustand (S1→S0) wird elektromagnetische Strahlung emmitiert, was als Fluoreszenz bezeichnet wird.

Unter natürlichen Bedingungen geht das (rote) Fluoreszenzlicht fast vollständig von Chlorophyll-a-Molekülen des LHC II aus.

Fluorometer verwenden 3 Arten von Licht:

Nach Einschalten des Messlichtes (ML, sehr schwach, 0,15 micromol photonen/m2/s, induziert Fluoreszenz ohne Photosynthese) wird die minimale Fluoreszenz gemessen (Fo, Anteil der geschlossenen Reaktionszentren). Ein Licht-Sättigungspuls (SP, Pfeile > 10.000 micromol,) bewirkt kurzzeitig eine vollständige Reduktion aller Reaktionszentren (simulierter ‚knock-out' der Photosynthese) und erlaubt dadurch die Messung des maximalen Fluoreszenz-Levels im Dunkel-adaptierten (Fm) oder Licht-adaptierten Zustand (Fm') der Flechten. Bei Beleuchtung wird das Fluoreszenzsignal unmittelbar vor einem Licht-Sättigungsblitz Ft genannt. Actinic light: induziert die Phtosynthese und wird schrittweise erhöht.



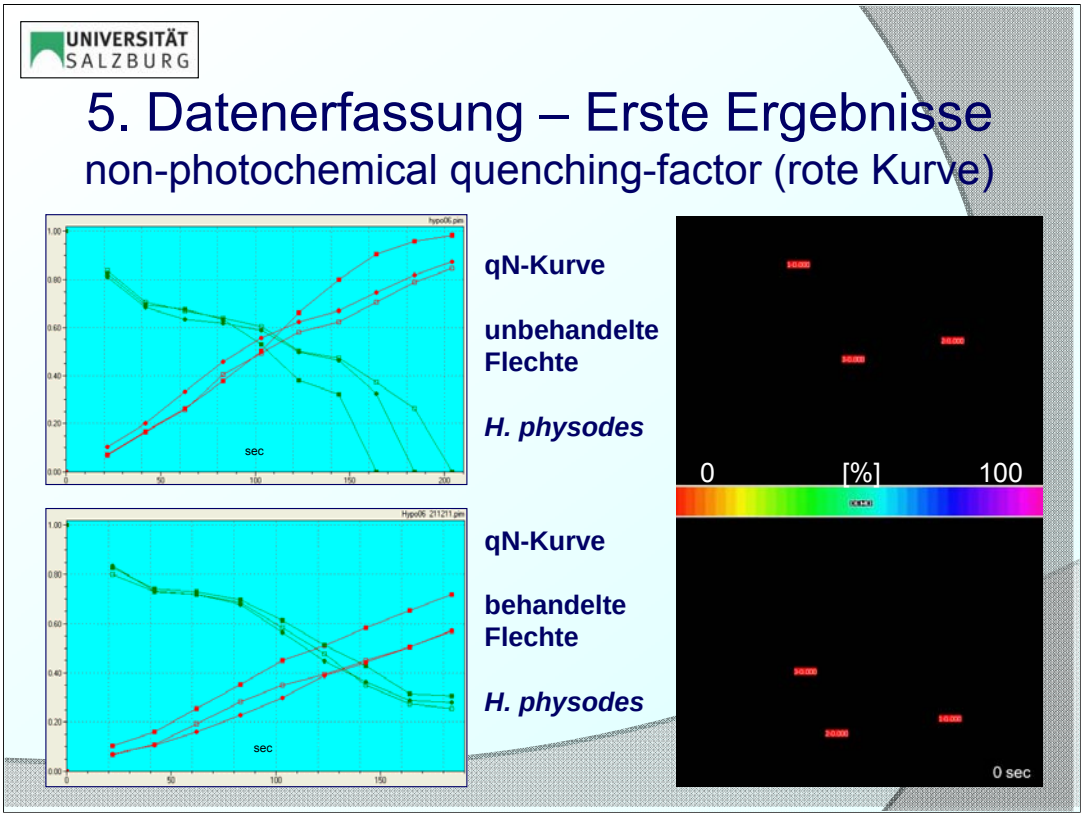
Teil der Anregungsenergie wird für photosynthetischen Elektronentransport verwendet und steht für Ausstrahlung von Fluoreszenzlicht nicht mehr zur Verfügung

qP= 1, wenn QA oxidiert vorliegt, Elektronenstau

qP (grün) = 0, wenn QA (Plastochinon im D2-Protein im PS II) vollständig reduziert ist

alle Elektronen können weitergereicht werden, nur wenige bleiben für Fluoreszenz übrig

unteres Bild: qP-Kurve erreicht nicht 0 –> es bleibt eine Restfluoreszenz, Elektronen können nicht mehr optimal weitergereicht werden.



Nicht-photochemische Fluoreszenz-Löschung (NPQ) = Maß für die Aktivierung eines Lichtschutzmechanismus‘ in den PS II-Antennen, bei dem überschüssige absorbierte Energie in Form von Wärme abgegeben wird.

Bei Abnahme von qP nimmt qN im gleichen Maße zu Energieerhaltungssatz

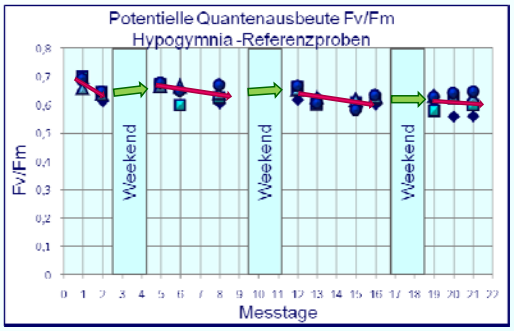
Durch die Erhöhung der Wärmeabgabe in PSII, die mit Fluoreszenzabgabe in Konkurrenz steht, verringert sich die Chlorophyll-Fluoreszenz.

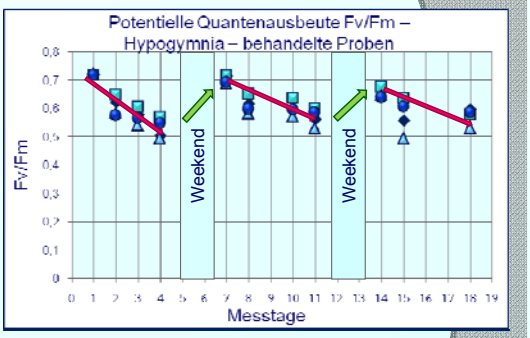
Protonengradient über der Thylakoidmembran (Ansäuerung des Thylakoidlumens) trägt zur Verringerung der Fluoreszenz und zu einer Verstärkung der Dissipation als Wärme bei (energieabhängiges Quenching)

Photoinhibitorisches Quenching: Zerstörung des PSII

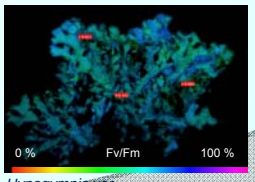
5. Datenerfassung – Erste Ergebnisse

potentielle Quantenausbeute Fv/Fm

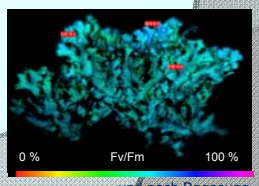




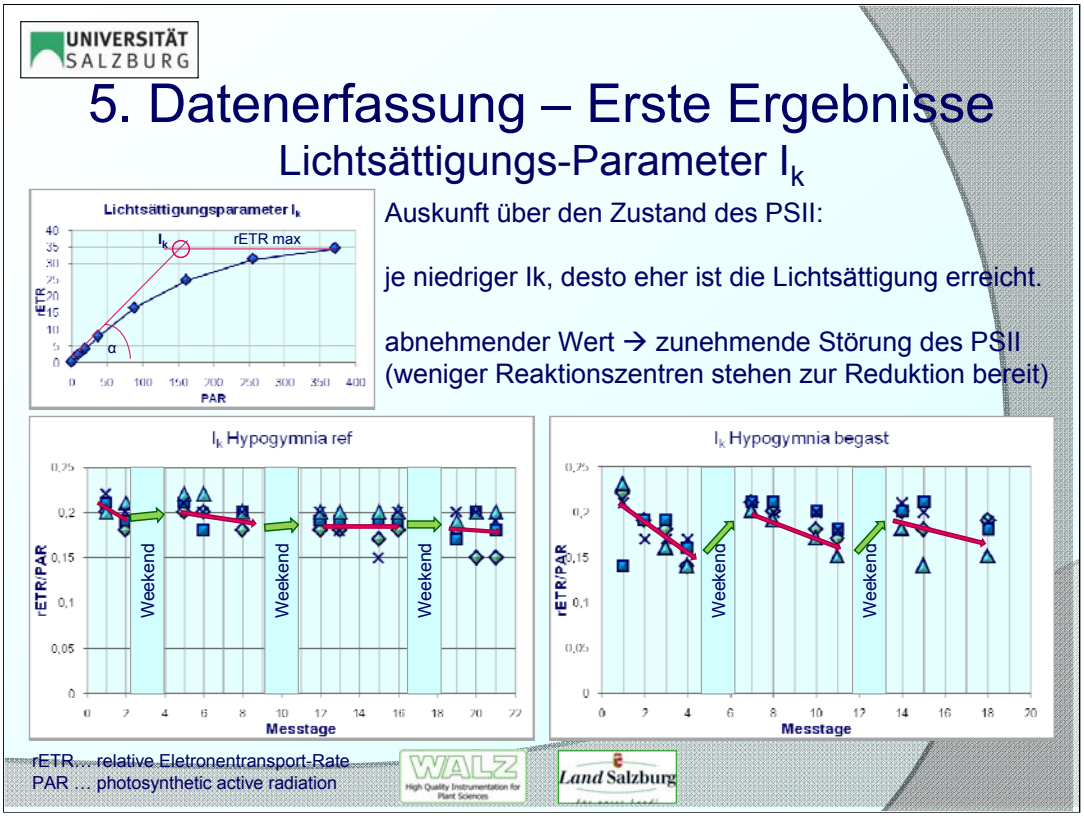
- Fv/Fm nimmt innerhalb der 5 Begasungstage ab
- erholt sich an den 2 begasungsfreien Tagen
- erreicht aber nicht mehr den Ausgangswert



Hypogymnia vor …

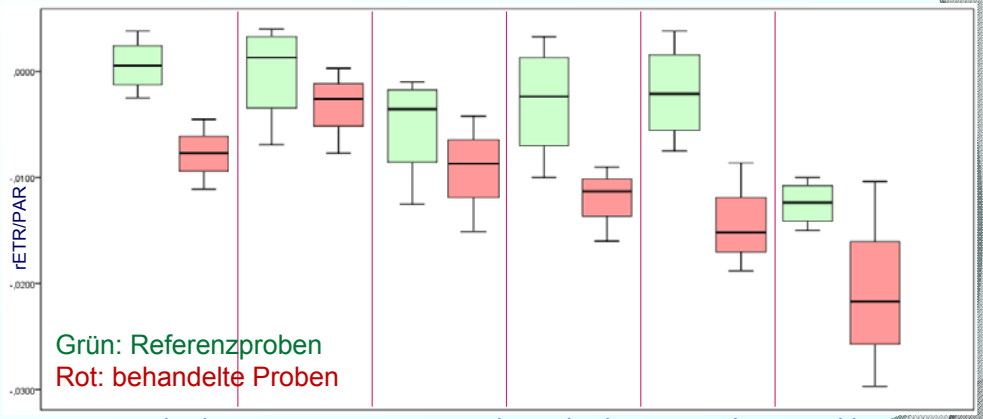


…und nach Begasung



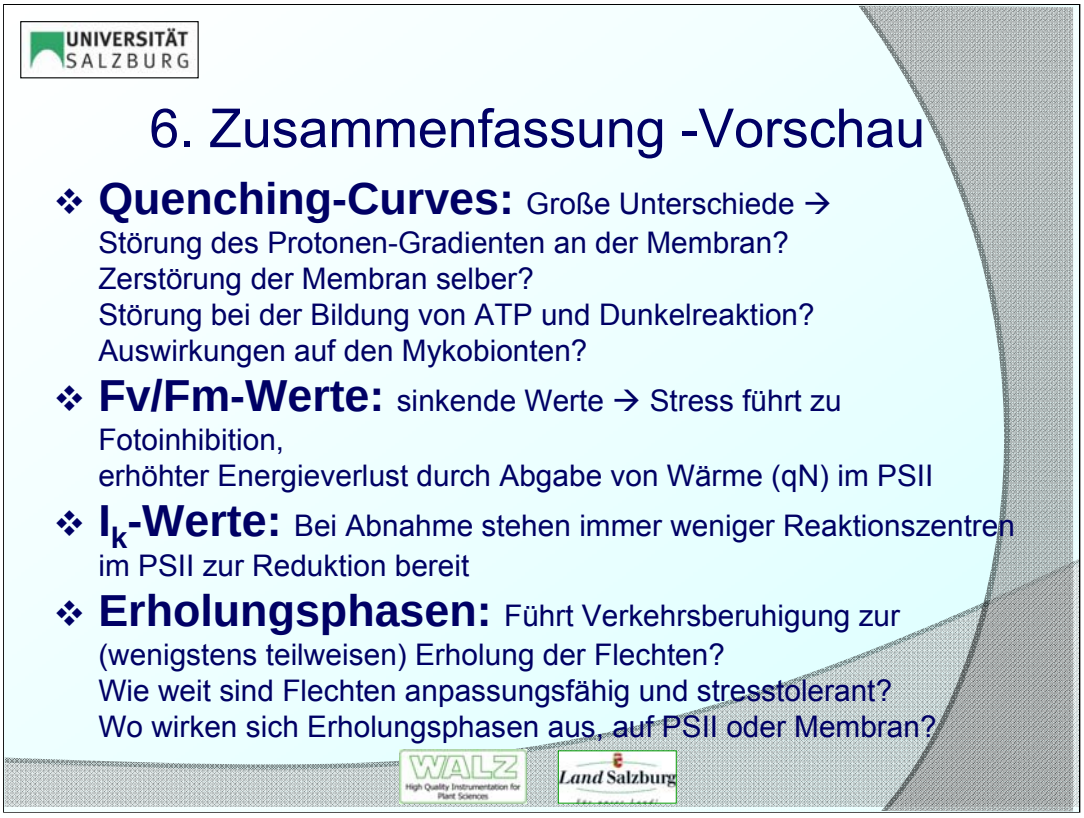
Ik = Schnittpunkt der Tangenten durch Nullpunkt und Maximum der rETR-Kurve

5. Datenerfassung – Erste Ergebnisse
Empfindlichkeit der Flechten



Xanthoria *Usnea* *Hypogymnia* *Lobaria* *Pseudev.* *Peltigera*

Boxplots aus den Ik-Wert-Trendlinien der einzelnen Untersuchungswochen



qP: Änderung von qP erfolgt durch die Schließung der Reaktionszentren als Ergebnis der Lichtsättigung

Fv/Fm: Änderung in der Effizienz des non-photochemical quenching, Abnahme von Fm → erhöhter Energieverlust durch Wärmeabgabe, Ausdruck von höherer Photoprotektion → Werte von Fv/Fm sinken

Ik-Werte: Strahlung als Photosynthese limitierender Faktor, zeigt die niedrigste Strahlung, bei der Sättigung erreicht wird. Sinkende Werte → weniger Rekationszentren sind für Aufnahme von Elektronen (Reduktion) offen. Frage, ob Reaktionszentren selbst geschädigt oder Elektronenstau, weil Gradient an der Thylakoid-Membran nicht aufrecht erhalten werden kann und ATP-Synthese gestört wird.

7. Danksagung

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit und …

WALZ
High Quality Instrumentation for Plant Sciences

Herrn Dr. Erhard Pfündel

Herrn Dr. Oliver Meyerhoff

Betreuer der Dissertation:

Univ. Prof. Dr. Roman Türk
Univ. Prof. Dr. Werner Hofmann
Dr. Georg Brunauer
Dr. Pierre Madl

Land Salzburg
Für unser Land!

Herrn Dr. Andreas Falkensteiner

Herrn Dr. Othmar Gläser

Frau Dr. Constanze Sperka-Gottlieb

8. Literatur-Auszug

BRITTON A., FISHER J., 2010, Terricolous alpine lichens are sensitive to both load and concentration of applied nitrogen and have potential as bioindicators of nitrogen deposition, Environmental Pollution 158, Elsevier Verlag

HAUCK M., 2010, Ammonium and nitrate tolerance in lichens, Environmental Pollution Vol. 158, Issue 5, Elsevier Verlag

HEINZELMANN E., 2007, Highway exhaust aerosols and their effects on Alpine Lichen populations, Diplomarbeit, Paris Lodron Universität Salzburg, Fachbereich Organismische Biologie

MADL P., Heinzelmann E., Hofmann W., Tuerk. R., 2010, Motorway exhaust aerosols and their effects on epiphytic lichen populations, Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf Vol.4:147-153