Methode zur Oberflächenmessung der Absorptionszonen des Fichtenwurzelsystems

R. Ulrich - J. Neruda - Z. Stanek

FORMEC 2004

8.-10.9.2004

Die Methode liegt darin, dass:

- der elektrische Strom aus den Wurzeln in den Boden über dieselben Wege eintritt als das Wasser aus dem Boden in den Baum transportiert wird
- die Kontaktfläche der Wurzeln mit der Erde wurde als Absorptionszone bezeichnet
- angeführte Übertragung des elektrischen Stromes erfolgt nur dann, wenn Baum und Boden Bestandteil eines aus der diskreten Quelle gespeisten elektrischen Kreises sind.

Ein Ausgangspunkt: einfache Formel zur Berechnung der gesuchten Fläche:

$$S = \rho L \frac{I}{U} \left[m^2, m, \Omega m, A, V \right]$$

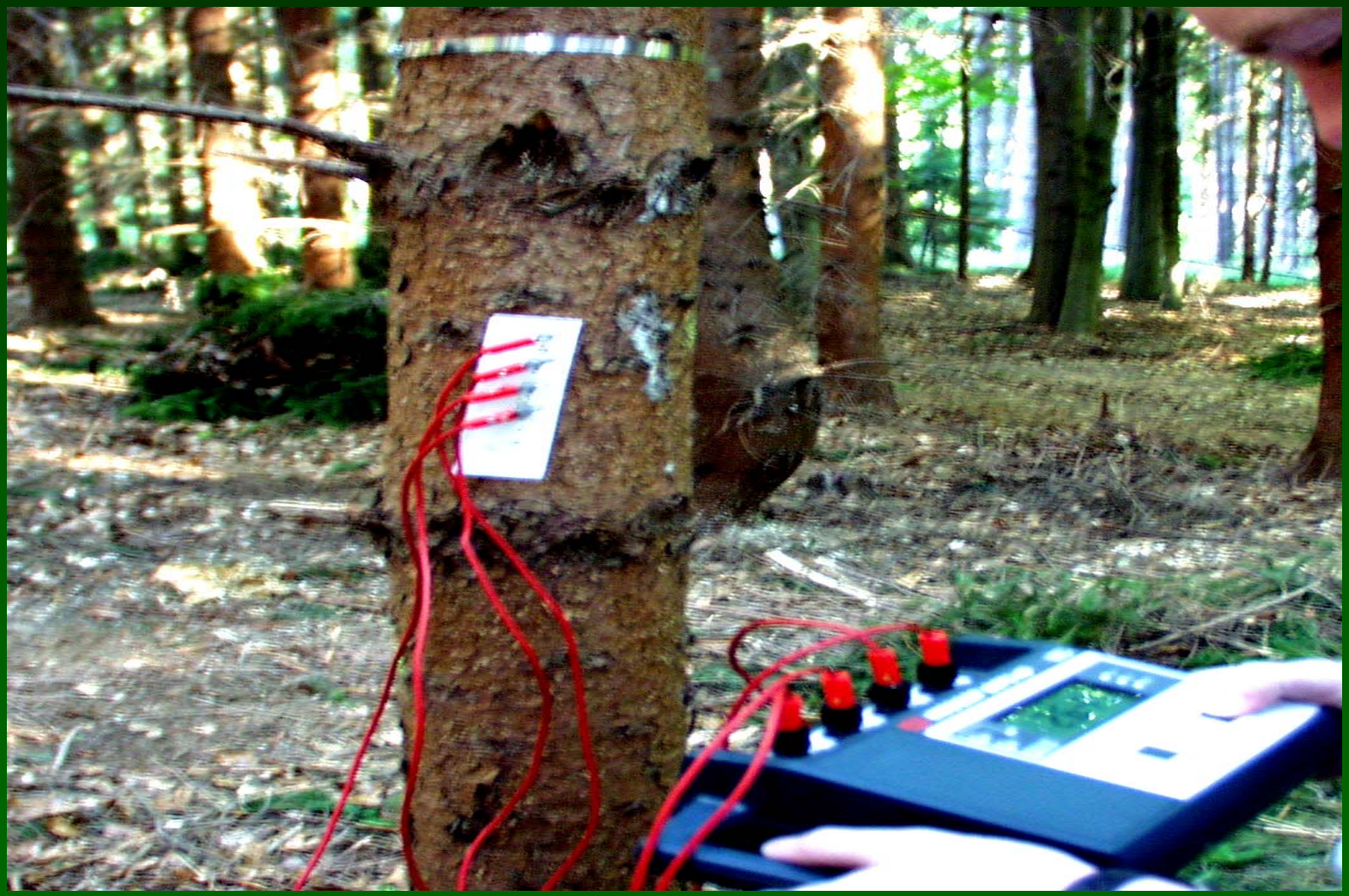
ρ - elektrische Wasserwiderstandsfähigkeit der Leitgewebe (separate Messung zu ermitteln)

I - der aus Aussenquelle durch den Stamm, durch das Wurzelsystem und durch den Boden fliessende Strom

U - Unterschied der elektrischen Potentiale zwischen dem Scheidenpunkt Boden – Stamm und der potentialen Elektrode

L - definierter Abstand der potentialen Elektrode ab Stamm

Weise der Messung der Stammresistivität nach F. Wenner



Das ideale Verfahren bei Messung:

- Hilfsstromelektrode in Form eines Ringes oder mindestens mancher rund den Baum angeordneten Stäbe (Durchfluss des Meßstromes durch die Gesamtfläche der Absorptionszone der Wurzeln gesichert ist)
- ist gleichzeitig ziemlich mühsam

Eine reale Anordnung:

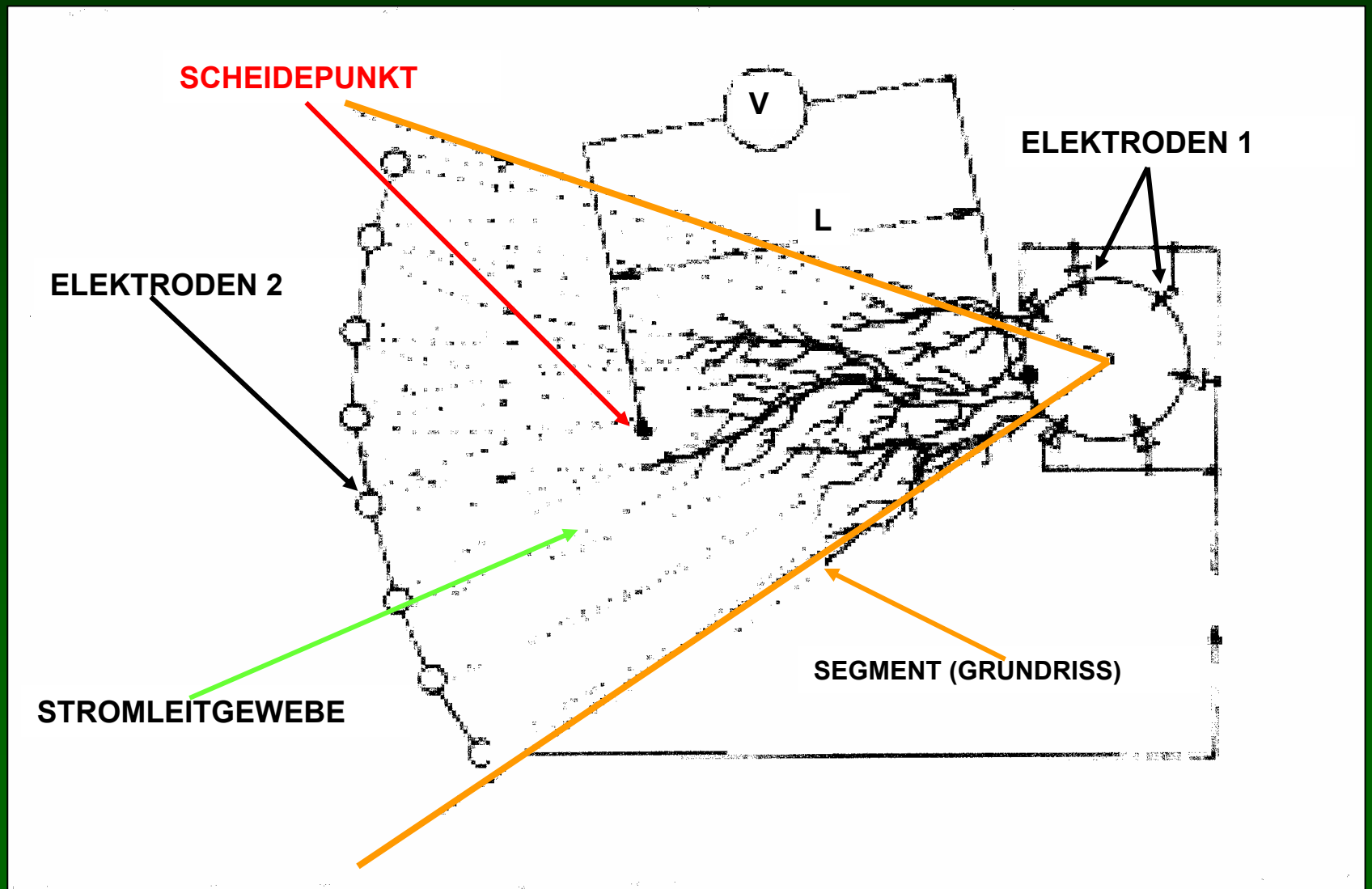
- unter Verwendung von beschränkter Zahl der Stabstromelektroden

Zwei betribsfähige Verfahren der Messung:

A. Segmentverfahren

- die zu messende Baumart vom Stamm in den Boden radial ausgehende sichtbare Hauptwurzeln im regelmässigen Abstand besitzt
- die Messung der Absorptionsfläche, die den einzelnen Hauptwurzeln entspricht
- die Hilfsstromelektrode (Stabgruppe) stufenweise in die radialen den Hauptwurzeln entsprechenden Richtungen umgestellt
- die Gesamtfläche der Absorptionszone des Baumes stellt eine einfache Summe der Absorptionszonen von Segmenten dar.

Schema der Distribution des Stromleitgewebes beim gemessenen Baumwurzelsystem



Zwei betribsfähige Verfahren bei Messung:

B. Methode der Winkelzonen

- bei Baumarten, deren Stamm in den Boden ohne Andeutung der Richtung und Zahl der Hauptwurzeln übergeht
- sie stellt kleinere Zeitansprüche und berücksichtigt die gegenseitige Segmentüberdeckung
- dies ermöglicht der genau bestimmte Zonenkoeffizient
- zu seiner Bestimmung sind die Verhältnisse im Boden mit Wurzeln zu modellieren
- mit diesem Koeffizienten wird die Fläche der Absorptionszonen multipliziert

Messung der Absorptionszonen (AZ) wurde experimentell verwendet:

- als eventuelles Mittel zur objektiven Bestimmung der Wurzelbeschädigungsstufe infolge des Befahrens der Schwer-forstmaschinen
- Scheidepunkt der Potentialcharakteristik ist ein Ort, dessen Abstand *L* ab Stamm (Formel 1)
- die Grundmethode wurde für die praktische Nutzung verbessert und die Formeln präzisiert - *siehe den Text des Beitrages*

Die AZ-Messung mittels separater Geräte zur Messung *U* und *I* nach manchen Formeln ist praxisbezogen ziemlich kompliziert

$\Downarrow$

Ein Logometer mit eingebautem Generator des Messtromes

MEGGER

wurde deshalb verwendet

Garnitur der Messgeräte

- **Bei der Verwendung des MEGERs wird die AZ-Fläche berechnet nach Formel:**

$$S = \frac{\rho L}{R}\left[\Omega m, m^2, m, \Omega\right]$$

R = Angabe des MEGGER-Gerätes

Korrektionskoeffizienten bleiben unverändert

Logometer MEGGER mit eingebautem Meßstromgenerator

(Messung der Absorptionszonen vor und nach dem Befahren der Gasse durch Forwarders)

Leitungssegment mit dem Winkel von 50-70° mit Erdeelektroden und Leitungsverbing mit dem Meßgerät MEGGER

Messung einer Differentialresistivität für die Beurteilung der Absorptionsfläche von Wurzeln (Stromelektroden am Stamme)

Randbaum an einer Gasse (Fichte, 45 Jahre alt)

Messung des elektrischen Potentiales bei einer Distanz der Potentialelektrode – Erfindung der Grenzwerten

Die theoretische Voraussetzungen wurden praktisch auf den Lokalitäten Vranov 1-2, Telč und auf einigen weiteren überprüft

- Die AZ der Wurzelsegmente wurden immer durch ihre Achse sowohl in die Gasse als auch daraus nach aussen gerichtet und gemessen
- Die AZ wurden immer vor und nach dem Befahren von schweren Forstmaschienen gemessen
- Es wurden interessante Informationen bekommen

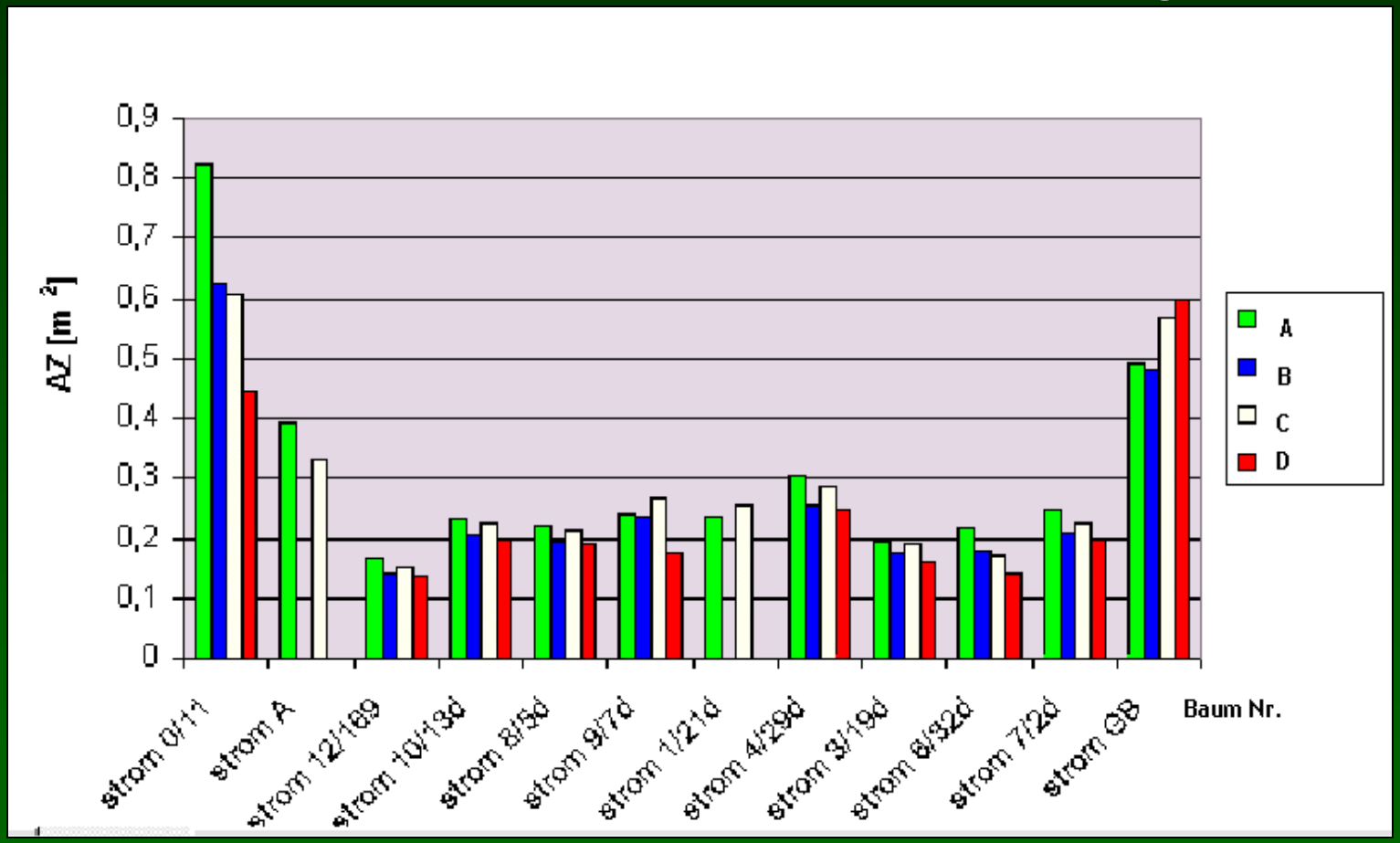
Forwarder FMG Mini Bruunet 678
während der Forschung (Gesamtgewicht 18 t)

Bei Befahren des Forwarders durch schmalen Gassen sind vor allem die Randbäume stark bedroht.

Ergebnisse der Messung der AZ

Fichtenbestand 45 Jahre alt, Forste in Telč

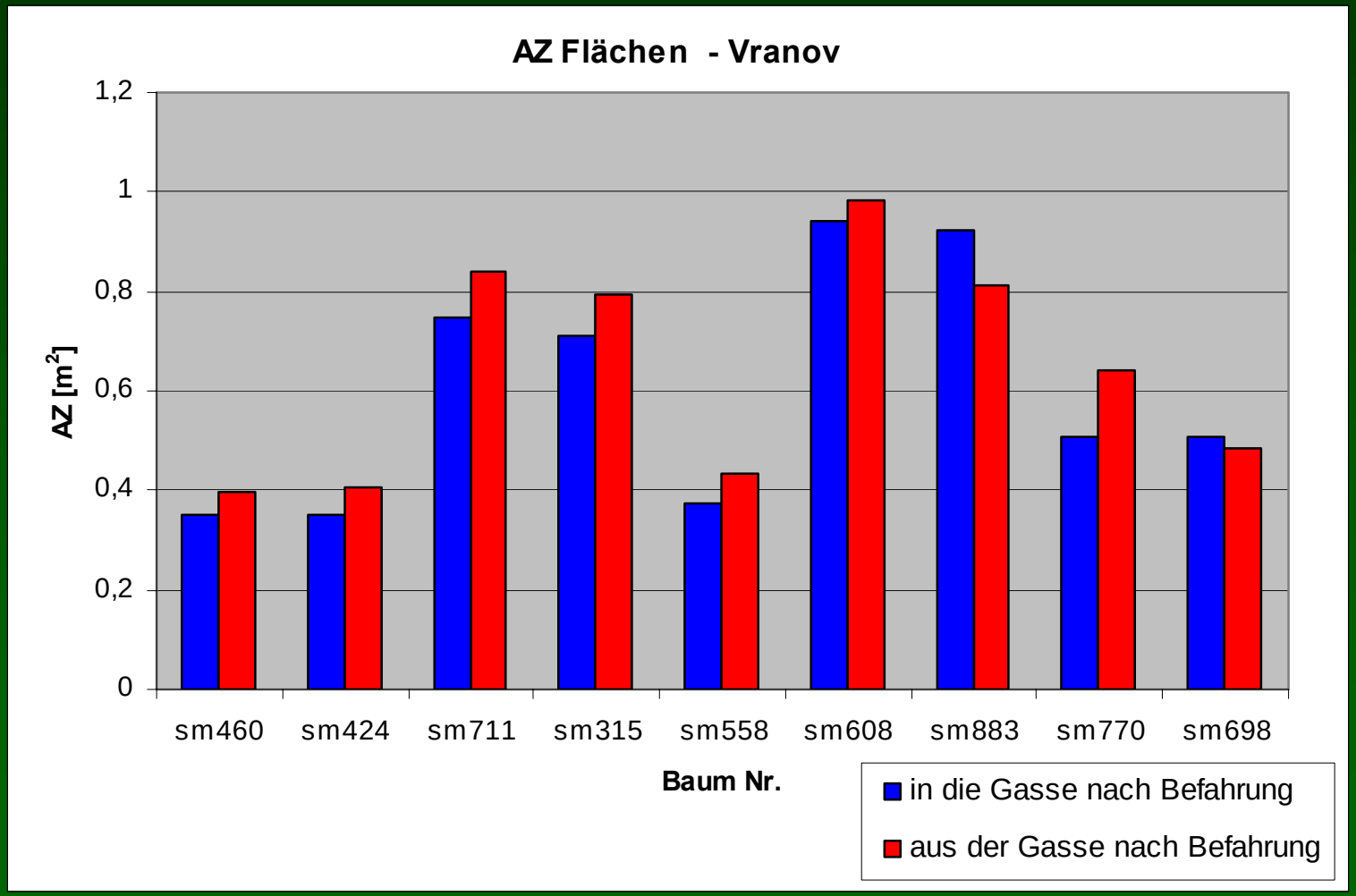
Forwarder FMG Mini Bruunett 678, 10 Befahrungen



A... Messung der AZ in der Richtung aus der Gasse – vor der Befahrung, B... Messung der AZ in der Richtung aus der Gasse – nach der Befahrung, C... Messung der AZ in der Richtung in die Gasse – vor der Befahrung, D... Messung der AZ in der Richtung in die Gasse – nach der Befahrung.

Ergebnisse der Messung der AZ
Fichtenbestand 26 Jahre alt, Forste in Vranov

Forwarder FMG Mini Bruunett 678, 10 Befahrungen



Neue Erkenntnisse

- die Beschädigung (d.h. Reduzierung der AZ-Fläche) nach dem Befahren, zeigt sich nicht nur bei Wurzeln auf der befahrenen Fläche, sondern z.T., jedoch konsequent auch ausserhalb der befahrenen Fläche
- die Wurzelschädigung zeigt sich in der Erhöhung der Widerstandsbeständigkeit, soweit sie im zeitlichen Abstand von mehreren Stunden unter Berücksichtigung insbesondere der Temperatur-abhängigkeit gemessen wird
- offensichtlich äussert sich auch keine Schädigung, und zwar durch Null- oder schwache Änderung der Widerstandbeständigkeit.

Schlussfolgerungen

- Mittels AZ-Messung kann man Wurzelschädigung oder –nichtschädigung von Baumarten infolge des Befahrens durch Forstmaschinen feststellen.
- Der Beschädigungsumfang kann quantifiziert werden.
- Der evidente Nachteil ist ein ziemlich kompliziertes Messverfahren mit mehreren Schritten.
- Eine weitere Entwicklung und Vereinfachung kann nicht ausgeschlossen werden.
- Bis jetzt ist sie für Kontroll- und Hilfsmethode zu halten.

APPENDIX

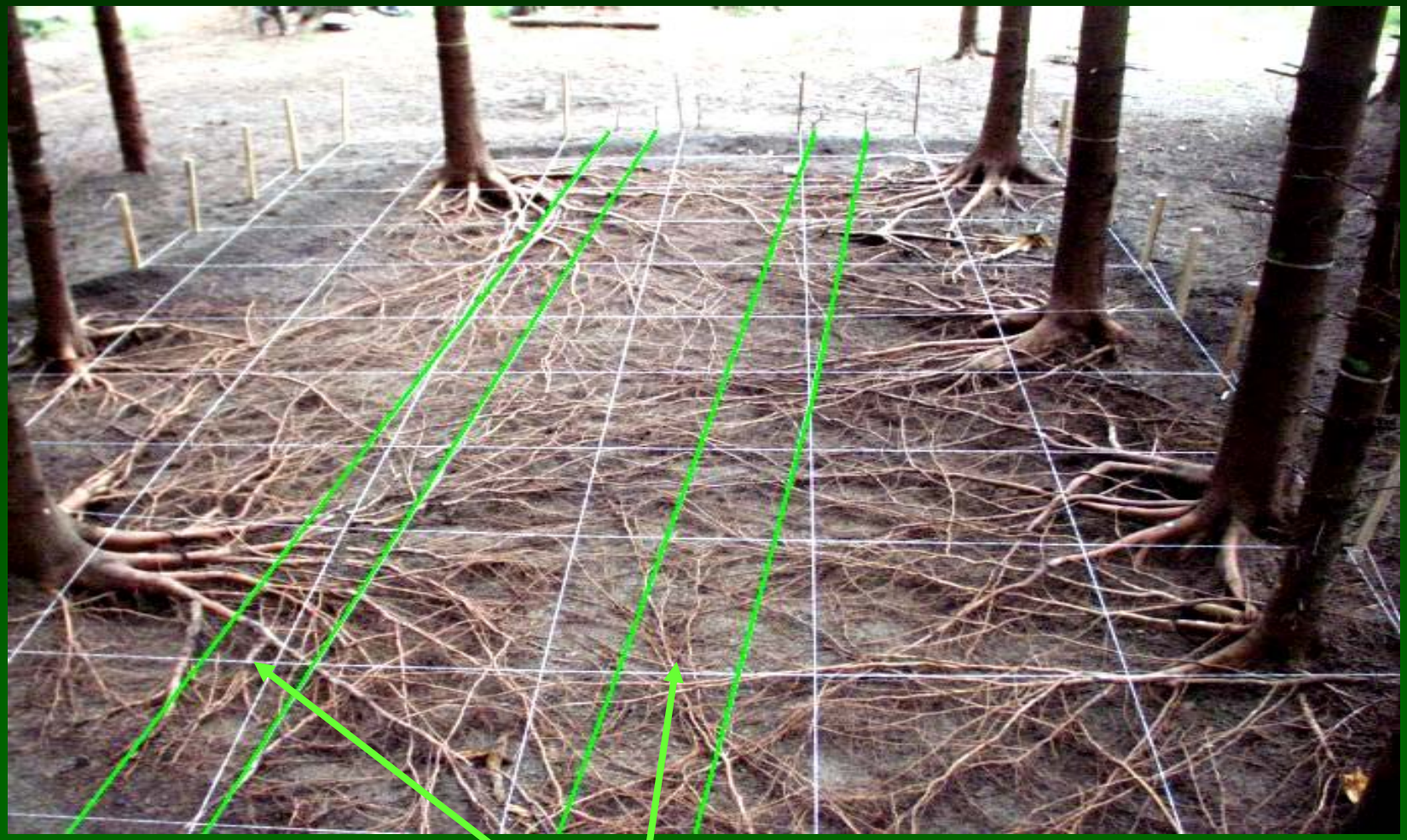
Die Methode zur Oberflächenmessung der AZ des Fichtenwurzelsystems bildet nur ein Teil der Forschungsarbeiten, die einen Komplexcharakter haben (haben möchten):

- **Kontrolle des Wurzelsystemszustandes mit der Hilfe seiner Entdeckung durch die ultrasonische Luft**
- **Bodenuntersuchungen (Verdichtung, Spurentiefemessung, Penetrationswiderstand des Bodens, CO_2-Gehalt)**
- **Zuwachsmessung der Bäume**
- **Registrierung der Baumbeschädigungen**
- **Möglichkeiten der Schädenniederung usw.**

Einige von diesen Tätigkeiten sind in volgenden Bilder vorgeführt.

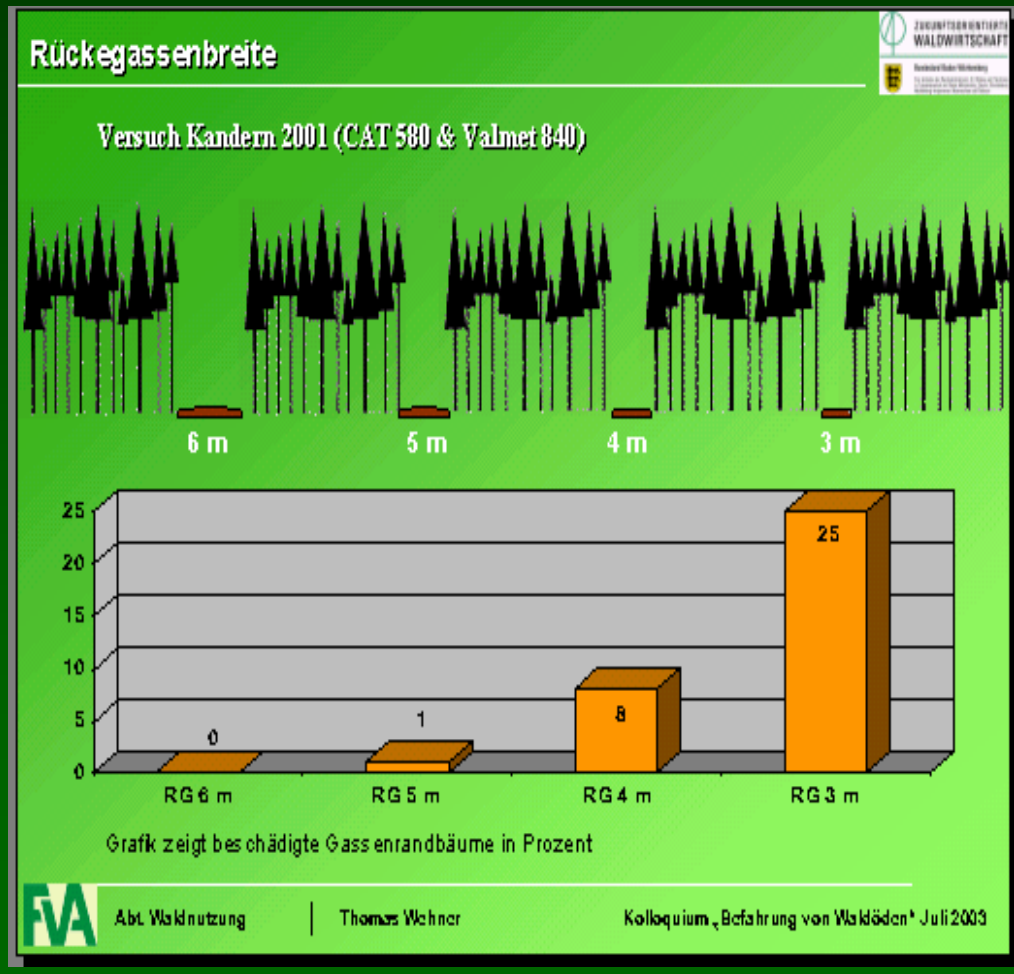
Arbeit mit einer spezielle Düse für die Entdeckung des Wurzelsystems durch die ultrasonische Luft

Quadratnetzt an einer entdeckte Versuchsfläche im Fichtenbestand



angesteckte Spuren der Forstmaschine

In einer Distanz der Spuren von 0,5 m von einem Randbaum besteht eine Wurzelbeschädigung von min. 30% (unsere Resultate korrespondieren mit Wästerlund und Wehner)



Messung der Spurentiefe

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Die Autoren bedanken sich dem GAČR für Unterstützung bei Lösung der gegebenen Problemstellung sowie dieses Beitrags, ausgedrückt durch Zuteilung des Grantprojekts Nr. 526/02/0792 "Methoden zur Verbesserung der Determination der Wurzelschädigung der Bäume in den Fichtenbeständen von Forwardern".