



# Praktischer Einsatz der Bioindikation mit Waldbäumen zur Feststellung von Luftverunreinigungen

*Alfred Fürst*

*Bundforschungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)  
Waldschutz - Pflanzenanalyse*

An aerial photograph of a large industrial facility, likely a steel mill, situated in a valley. The plant features several tall smokestacks emitting white plumes of smoke, various buildings, and a large, prominent orange-colored dome structure. The surrounding landscape is a mix of green fields and dense, dark green forests covering the hillsides. The sky is clear and blue.

Österreich ist  
ein Industrieland

Knapp die Hälfte  
der Landesfläche  
Österreichs ist Wald

**auf der Bioindikatoren vorhanden sind!**

# Bioindikator „Baum“

- Akkumulationsindikator reichert Schadstoffe in den Assimilationsorganen an z.B.: S, F, Cl, Staub (als P, K, Ca, Mg), NH<sub>3</sub> (als N)
- Passives Verfahren (Bioindikator in der natürlichen Umgebung)
- Indikator für das *Schutzgut*:
  - **Wald/Forst**
  - Ökosystem Wald
  - Umwelt



# Basis für den praktischen Einsatz von Bioindikatoren

- Erfahrung mit den Bioindikator & Methode
  - Jährliches Monitoring - *Bioindikatornetz* (räumliche/zeitliche Variabilität)
  - Gleichbleibend hohe Analysenqualität (über Jahrzehnte)
- **gesetzliche** Grenzwerte je nach *Schutzziel*
- kostengünstig



# Gesetzliche Grenzwerte

2. Verordnung gegen **Forstschädliche** Luftverunreinigungen BGBl.:199/1984

Element	<b>z.B. FICHTE - Gehalte im Nadeljahrgang</b>		
	1	2	3
Schwefel	0,11 g/100g	0,14 g/100g	0,17 g/100g
Fluor	0,8 mg/100g	1,0 mg/100g	1,0 mg/100g
Chlor	0,10 g/100g	0,10 g/100g	0,10 g/100g
Stickstoff	2,2 g/100g	-	-
Phosphor	0,3 g/100g	-	-
Kalium	0,85 g/100g	-	-
Calcium	0,9 g/100g	-	-
Magnesium	0,2 g/100g	-	-



**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

# Österreichisches Bioindikatornetz

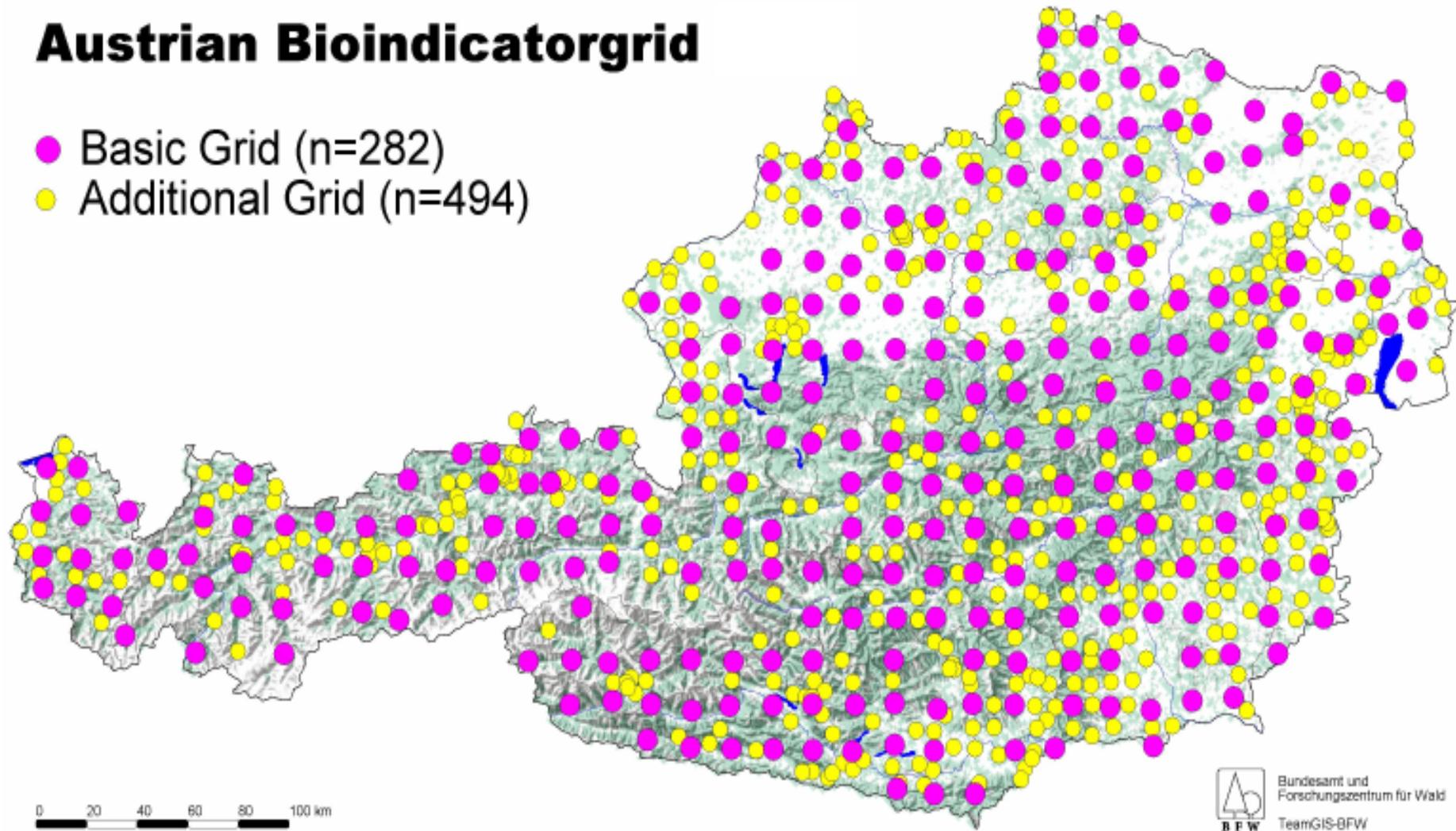
- Jährliche Probenahme ab 1983
- 2007:
  - 750 Punkte
  - 1500 Bäume
  - 3000 Proben
- Baumarten: Fichte, Kiefer, Buche
- S, N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, (Hg)
- Bei speziellen Emissionsquellen:  
F, Cl, Cd, Cu, Pb
- Sonstige: Cs<sup>137</sup>, Sr<sup>90</sup>
- Probenbank mit 100.000 Proben



**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

# Austrian Bioindicatorgrid

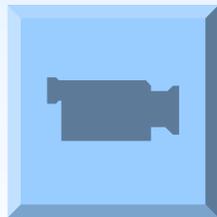
- Basic Grid (n=282)
- Additional Grid (n=494)



**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

# Bioindikatornetz historische Schwefel-Belastungsschwerpunkte

- Lenzing AG
- BBU- Arnoldstein
- Waldviertel
- Kärnten&Südsteiermark

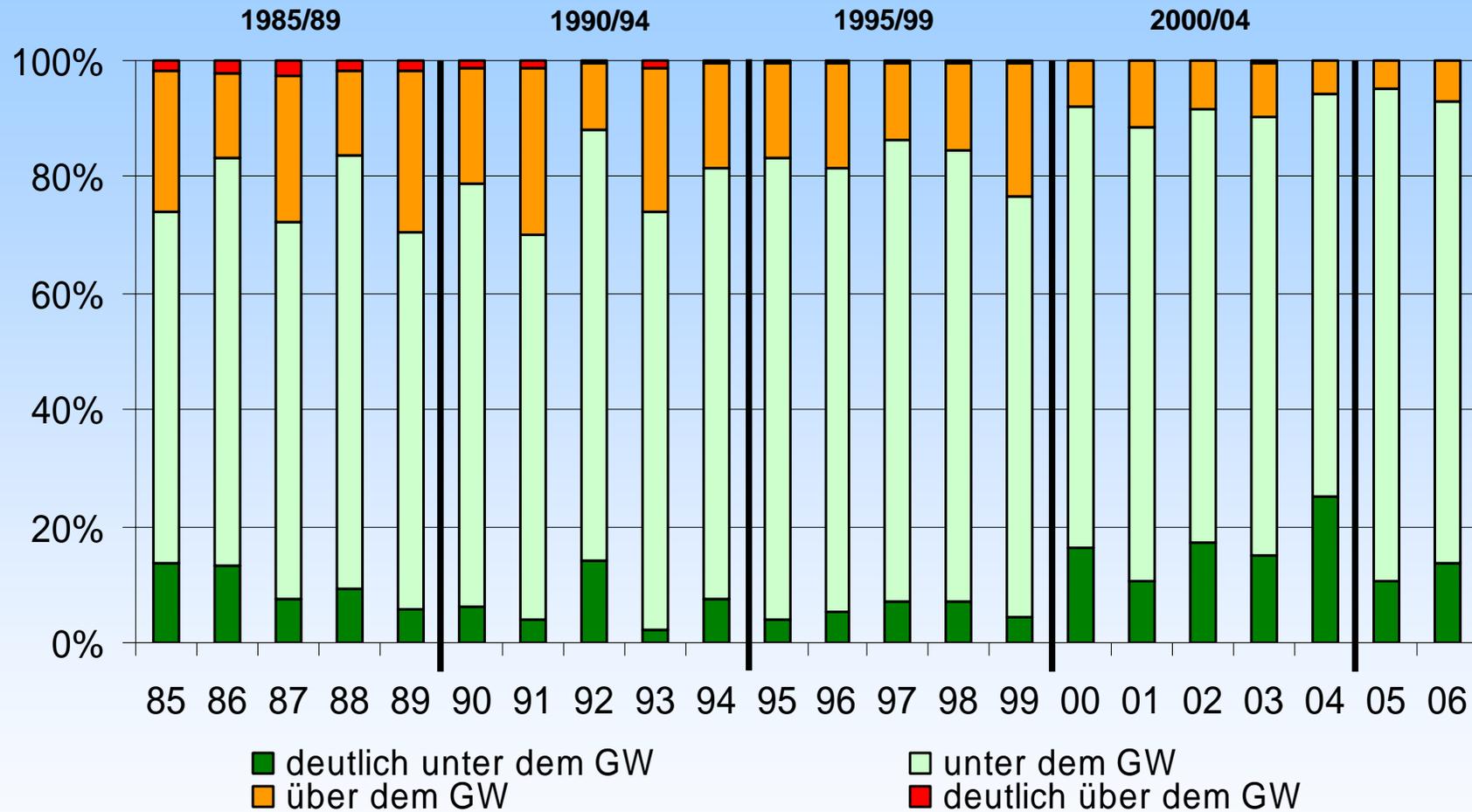


→ Animation  
(n=85000)



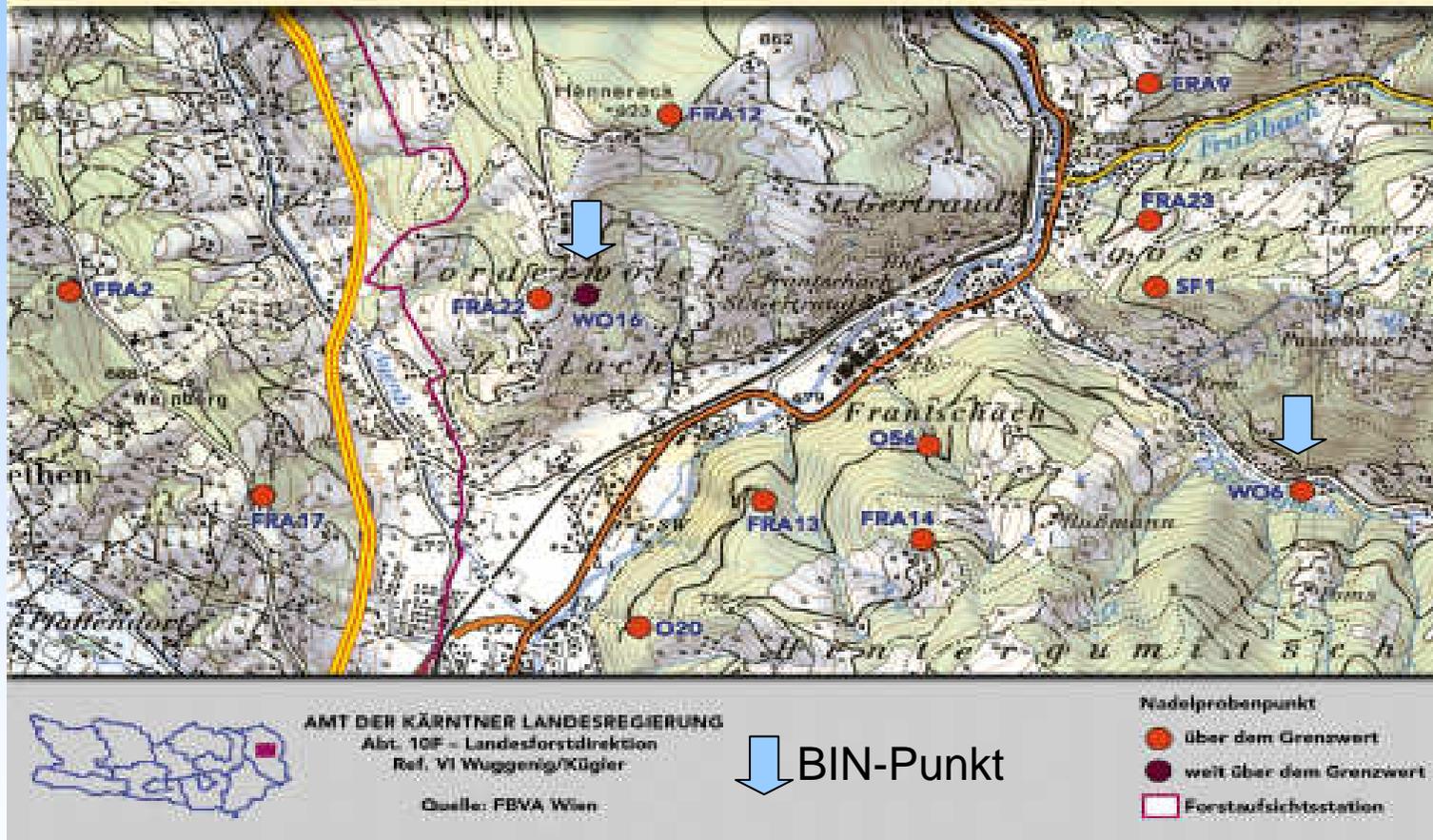
**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

# Bioindikatornetz - Schwefel 1985-2006



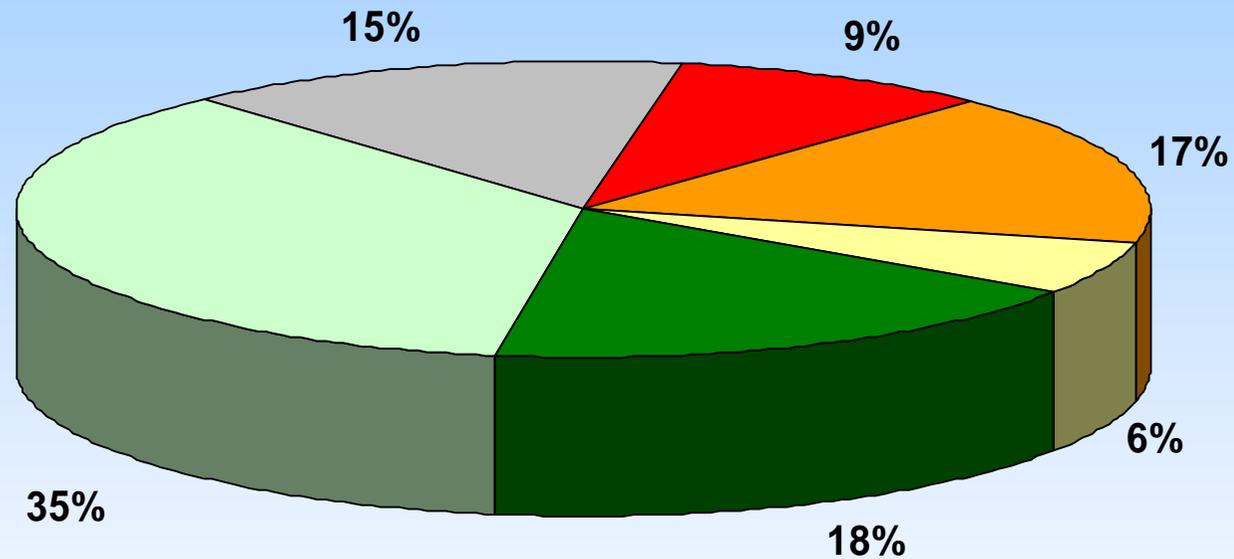
**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

# Schwefelbelastung im Raum Frantschach/Kärnten



BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse

# Gesetzliche Basis der Einsendungen 2005/2006 (n=3830)



■ AWG ■ GWO ■ UVP/UE ■ FG (§52) ■ FG ■ keine/sonstige



BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse

# Anteil an diesen Proben mit Grenzwertüberschreitung

- Schwefel (14,7%)
- Fluor (7,7%)
  - Baustoffe,
  - metallverarbeitende Industrie
- Chlor (13,3%)
  - Strasse (Auftausalze)
  - Müllverbrennung, Deponie



# Bioindikator „Baum“ kann mehr

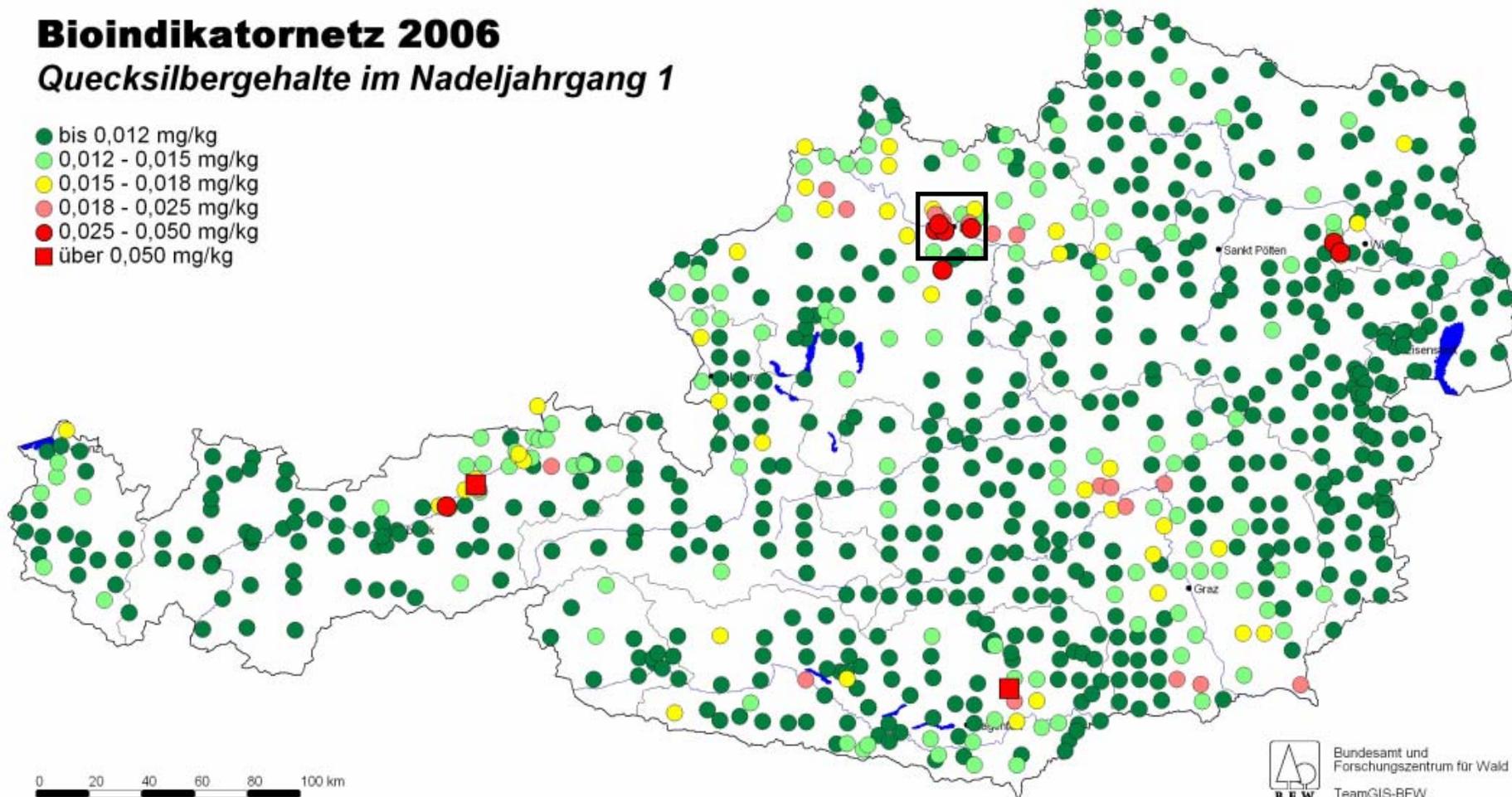
- Akkumulationsindikator  
er reichert auch andere  
Schadstoffe an (Cd, Pb,  
Hg, Cs<sup>137</sup>, Sr<sup>90</sup>, ....)
- Indikator für die  
*Schutzgüter*:
  - *Ökosystem* Wald
  - **Umwelt**



# Bioindikatornetz 2006

## Quecksilbergehalte im Nadeljahrgang 1

- bis 0,012 mg/kg
- 0,012 - 0,015 mg/kg
- 0,015 - 0,018 mg/kg
- 0,018 - 0,025 mg/kg
- 0,025 - 0,050 mg/kg
- über 0,050 mg/kg



BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse

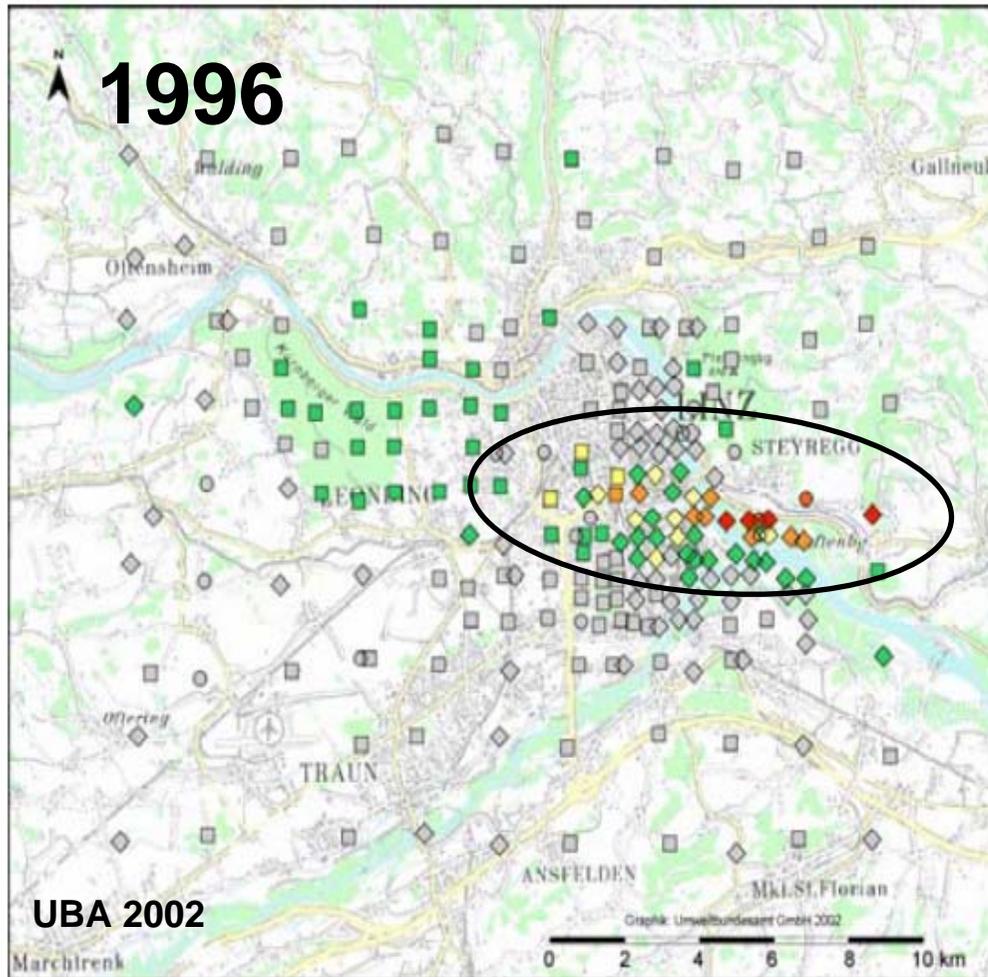


Abbildung 8.33 (links): Zonierung der Quecksilbergehalte in ½-jährigen Fichtennadeln und Pappelblättern im Großraum Linz

> 8\*UH

≤ 8\*UH

≤ 4\*UH

≤ 2\*UH

UH

UH...“urbane Hintergrundkonzentration“ für den Großraum Linz

**Wie weit ist dieser Immissionseinfluss nachweisbar?**

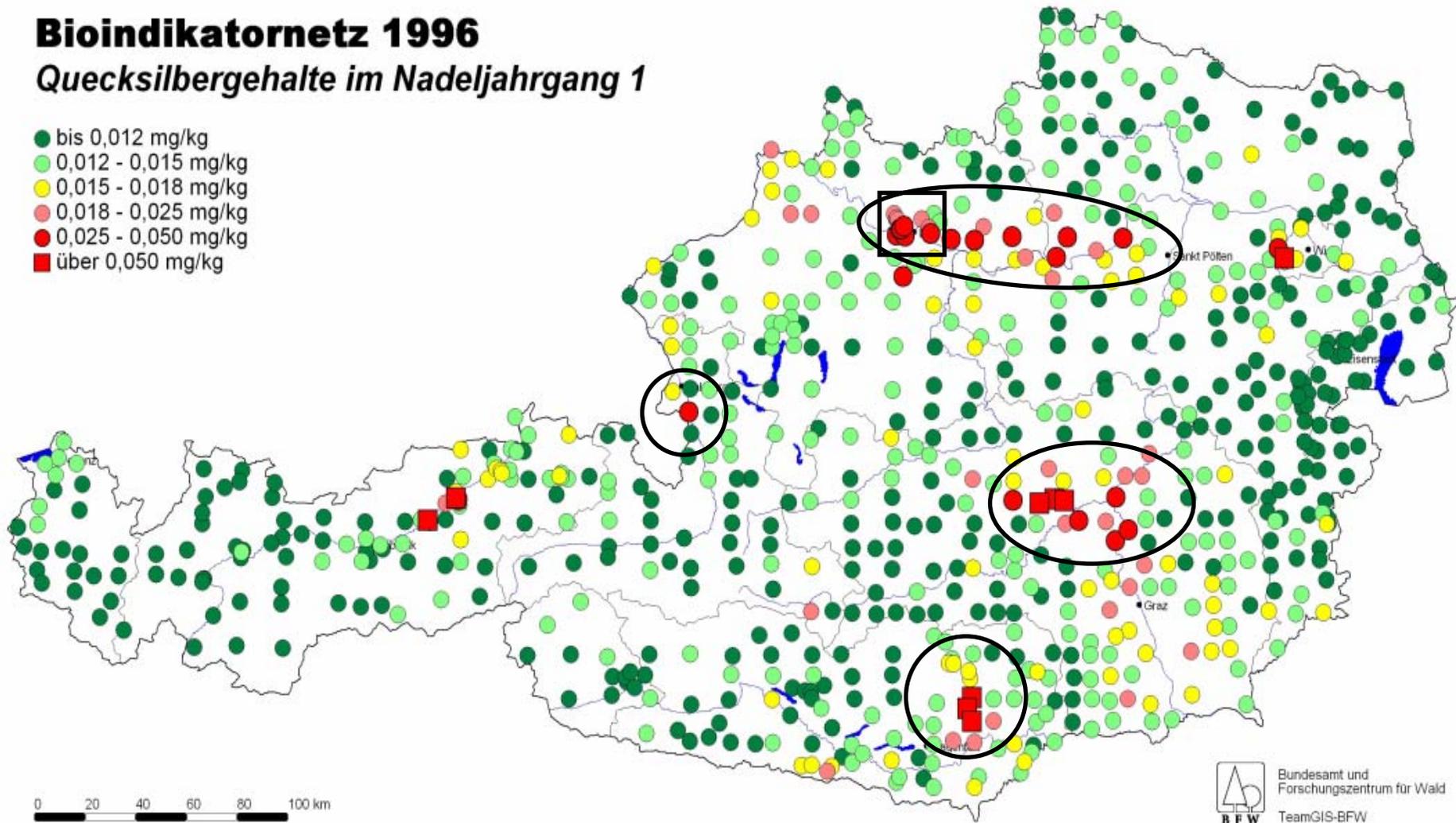


**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

# Bioindikatornetz 1996

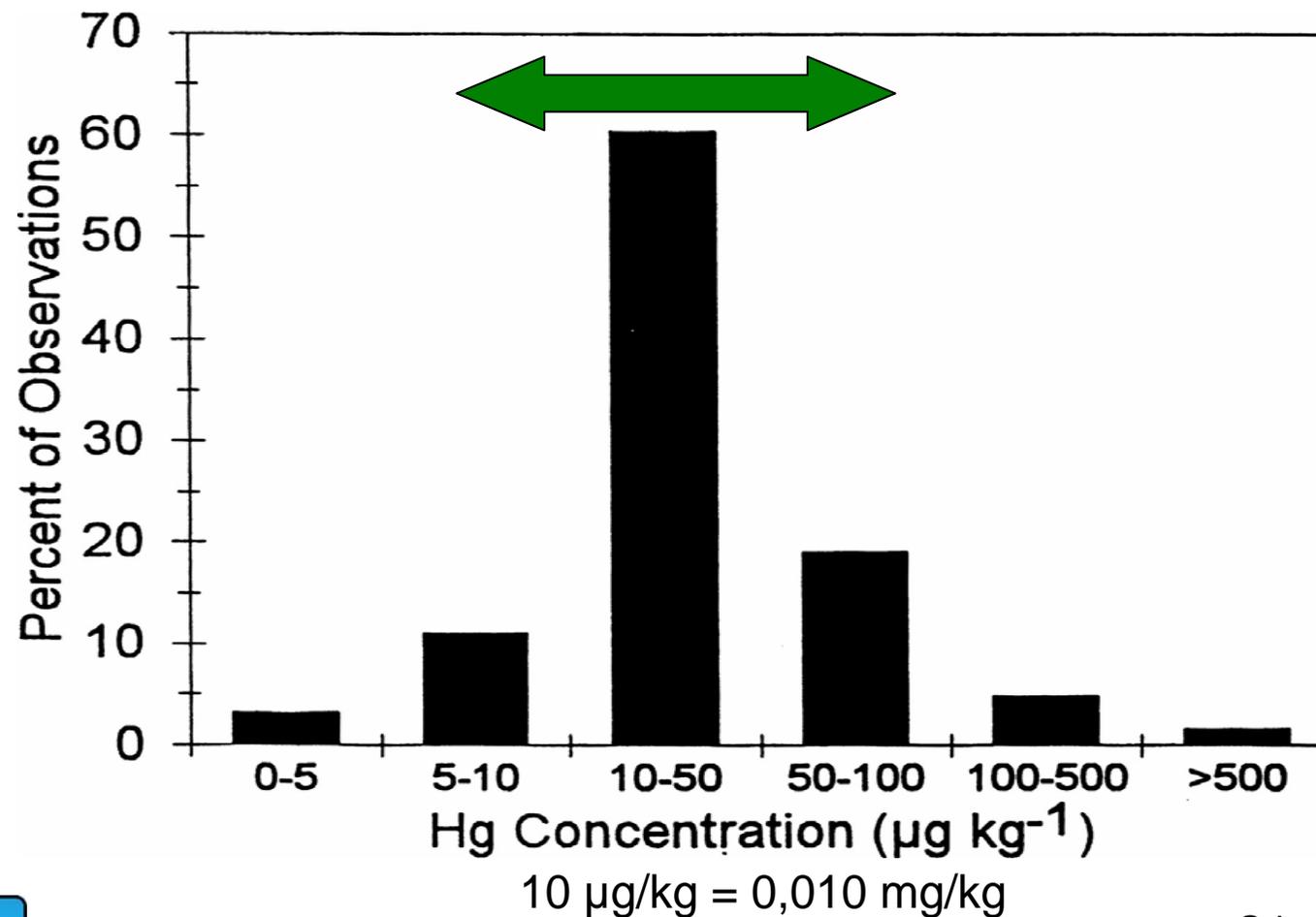
## Quecksilbergehalte im Nadeljahrgang 1

- bis 0,012 mg/kg
- 0,012 - 0,015 mg/kg
- 0,015 - 0,018 mg/kg
- 0,018 - 0,025 mg/kg
- 0,025 - 0,050 mg/kg
- über 0,050 mg/kg



BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse

# Hg concentrations in foliage reported in 63 studies in Europe



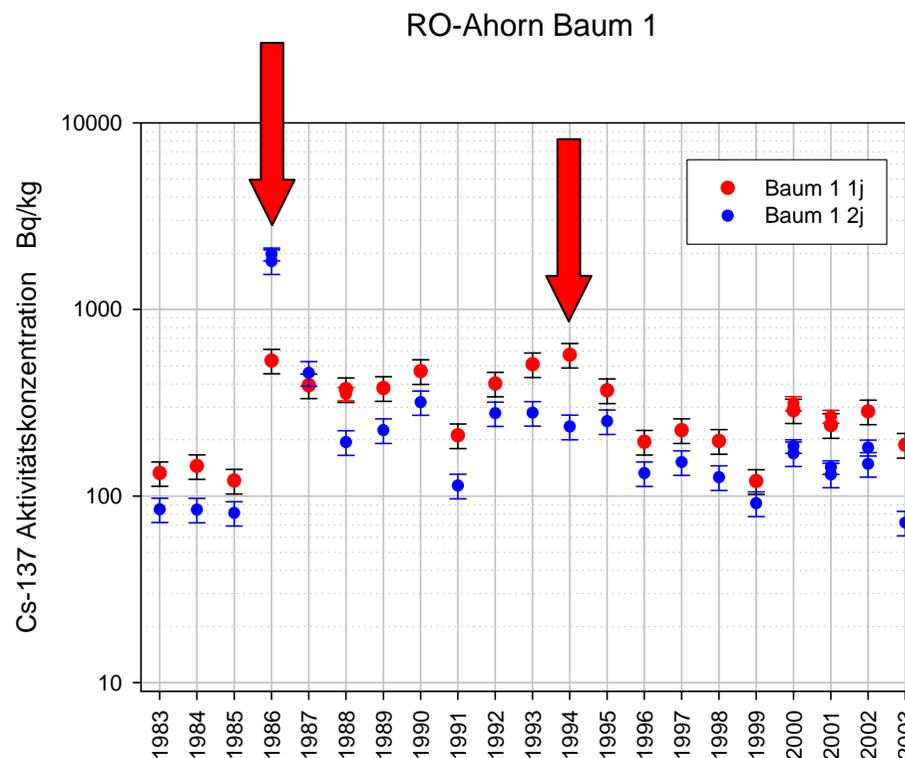
# Radioökologische Untersuchung Oberösterreichs unter Anwendung des Bioindikators Fichtennadeln



**Projektdurchführung:** Universität f. Bodenkultur,  
Department für Wald- und  
Bodenwissenschaften, Low-Level Counting  
Labor Arsenal unter der Leitung von *HR Univ.-  
Doz. DI Dr. Franz Josef Maringer*

**Projektteam:** Claudia Seidel, Valeria Gruber,  
Andreas Baumgartner, Jaqueline Idinger

**Projektpartner:** Land OÖ – Abt. f. Umwelt- und  
Anlagentechnik, UA Umwelttechnik,  
Strahlenschutz  
BFW - Bundesforschungs- und  
Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren  
und Landschaft



**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

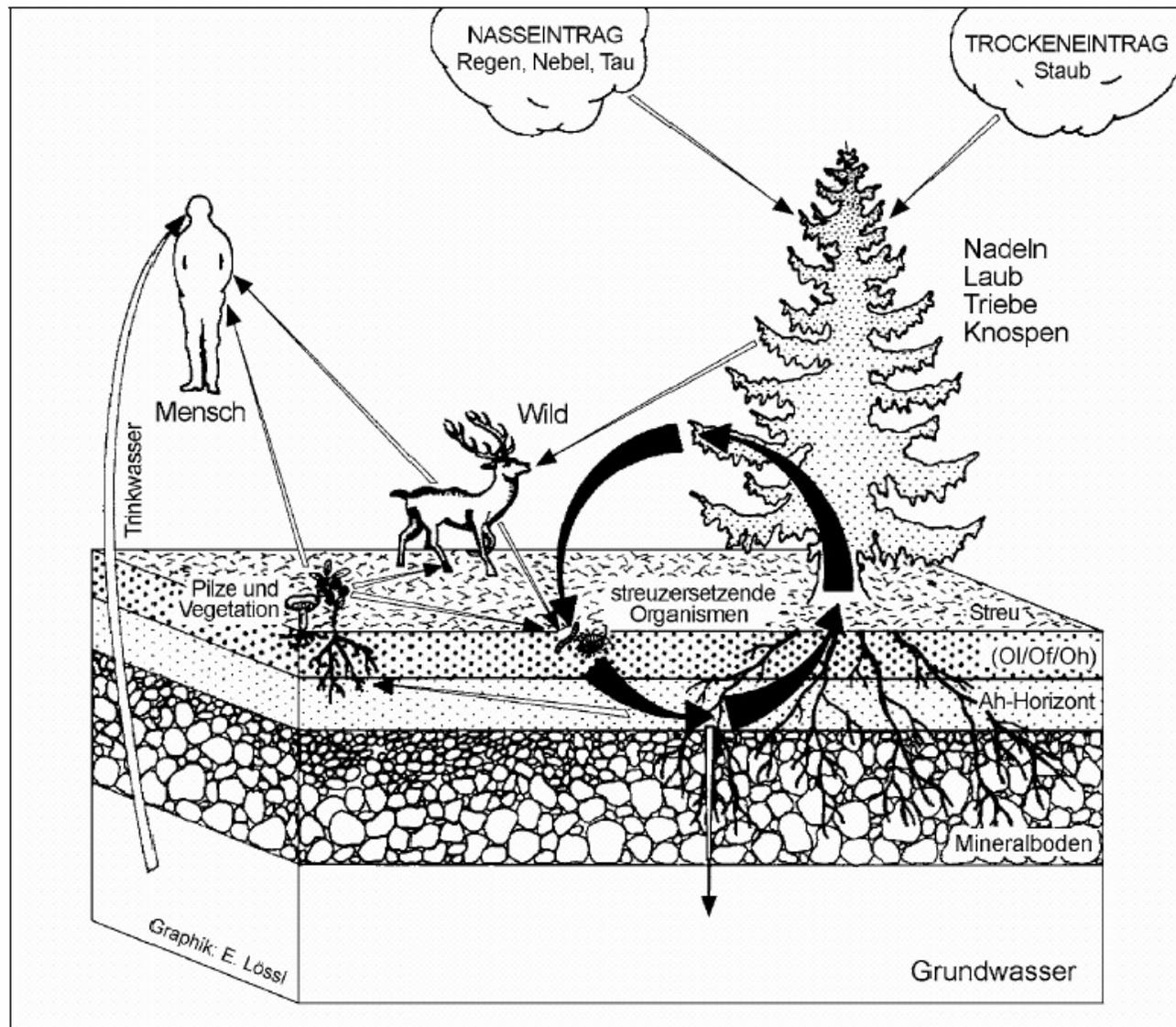
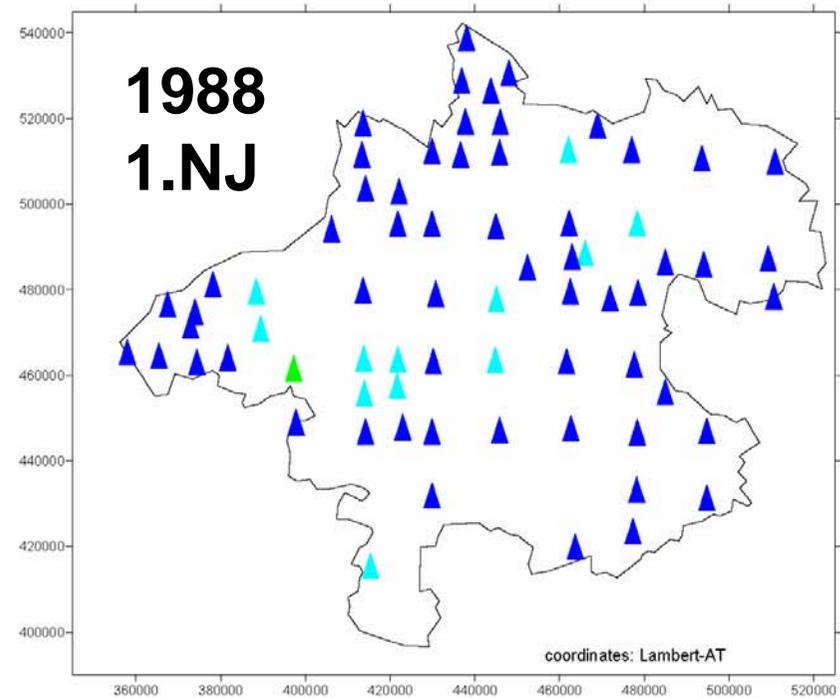
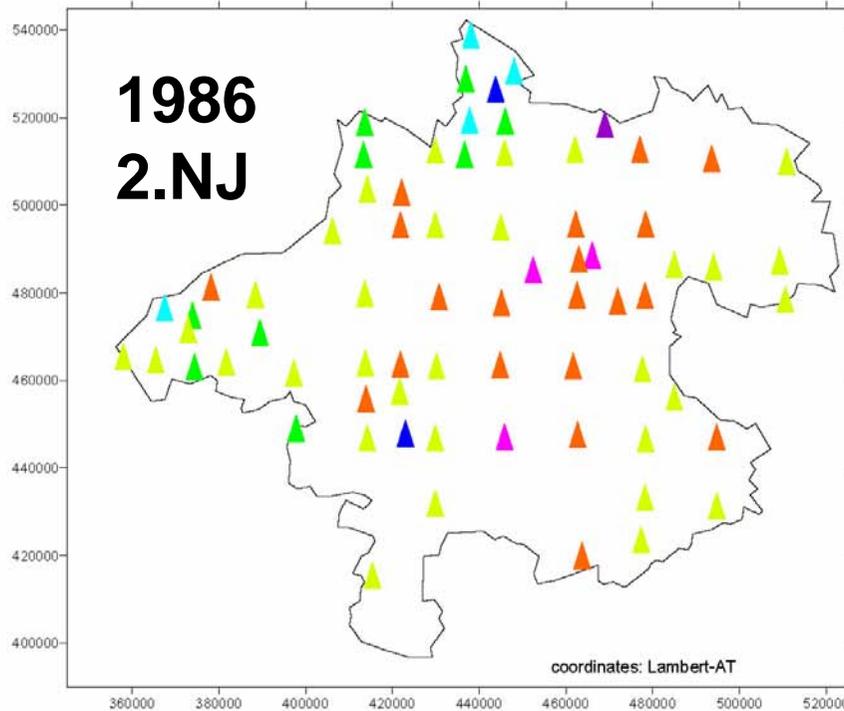


Abb.4: Cäsium-Kreislauf in Waldökosystemen  
 Quelle: Strebl et al. 2000



**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

# Verteilung von Cs-137



Cs-137 Bq/kg	
▲	< 300
▲	300 - 600
▲	601 - 1000
▲	1001 - 2000
▲	2001 - 3000
▲	3001 - 4000
▲	> 4000

**Abbildung 23 (links):** 1986 Baum 1, 2. Nadeljahrgang –  $^{137}\text{Cs}$ -Aktivitätskonzentration <EG – 5.150 Bq/kg

**Abbildung 24 (rechts):** 1988 Baum 1, 1. Nadeljahrgang –  $^{137}\text{Cs}$ -Aktivitätskonzentration 36 – 1.130 Bq/kg



**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

**Waldforschung aktuell**  
**BFW 2.10.2008 – 15:00**

*Radioökologische Untersuchung unter  
Anwendung des Bioindikators  
Fichtennadeln*

Univ. Prof Dr. DI. Josef Maringer (BOKU)

Mag. Claudia Seidel (BOKU)

Ing. Alfred Fürst (BFW)



**BFW – Institut für Waldschutz / Pflanzenanalyse**

# Vorzüge der Bioindikation mit dem Bioindikatornetz

- Bewährtes Bioindikationsverfahren
- Aktuelle Umweltdaten
- Raschere Anlagenehmigungsverfahren
- Umweltprobenbank (1983-2007) –  
Zusatzerhebungen jederzeit leicht möglich
- Kostengünstig

