

Forstwirtschaft steuert Wasser- und Nährstoffaustrag

A. Göttlein

Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt

• TU München, Standort Weihenstephan



Fachgebiet
Waldernährung u.
Wasserhaushalt

TUM

Technische Universität München



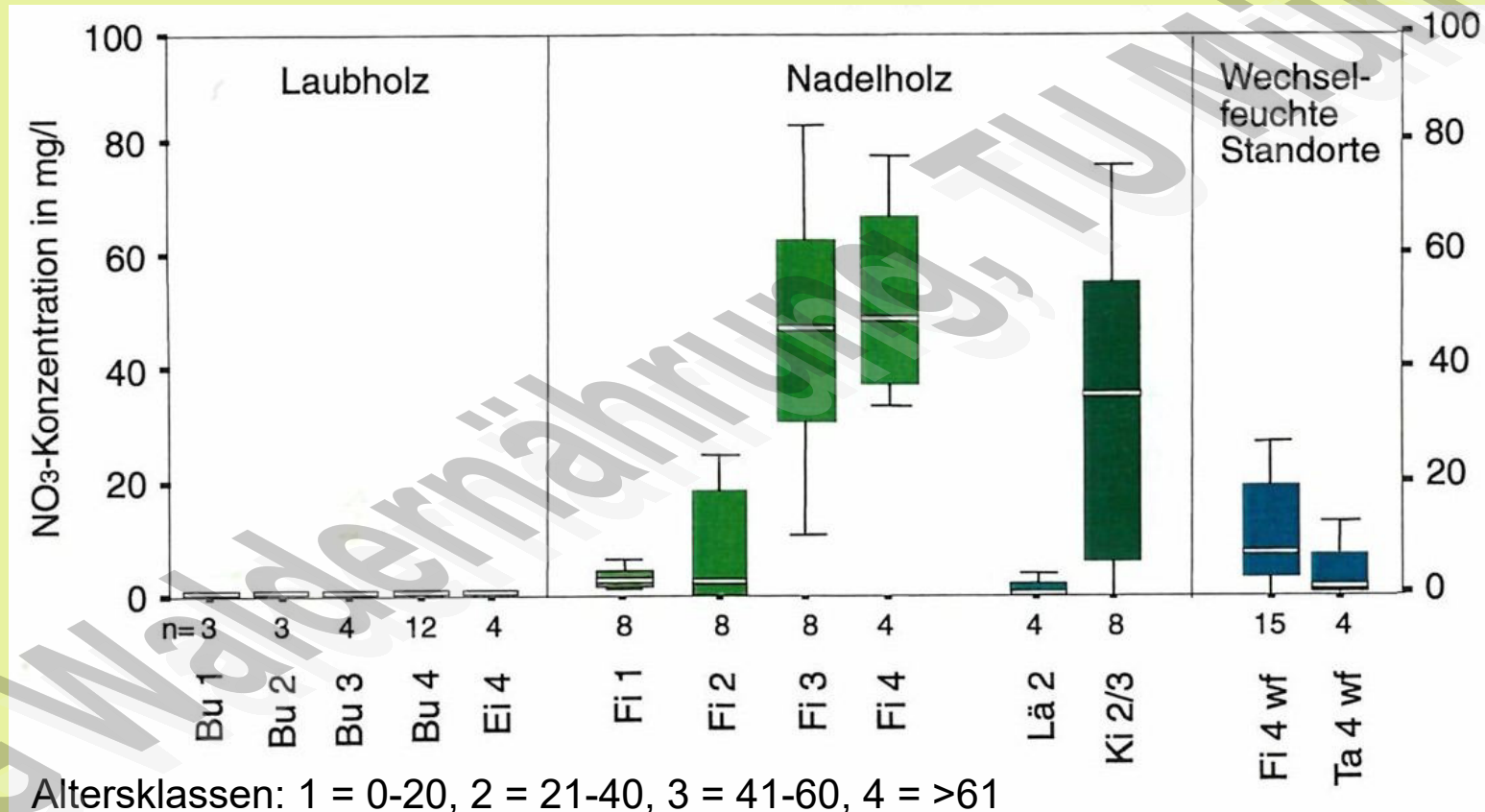
ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Wasser- und Nährstoffaustrag

- **Einfluß der Baumartenwahl**
- **Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen**
- **Einfluß von Naturereignissen**

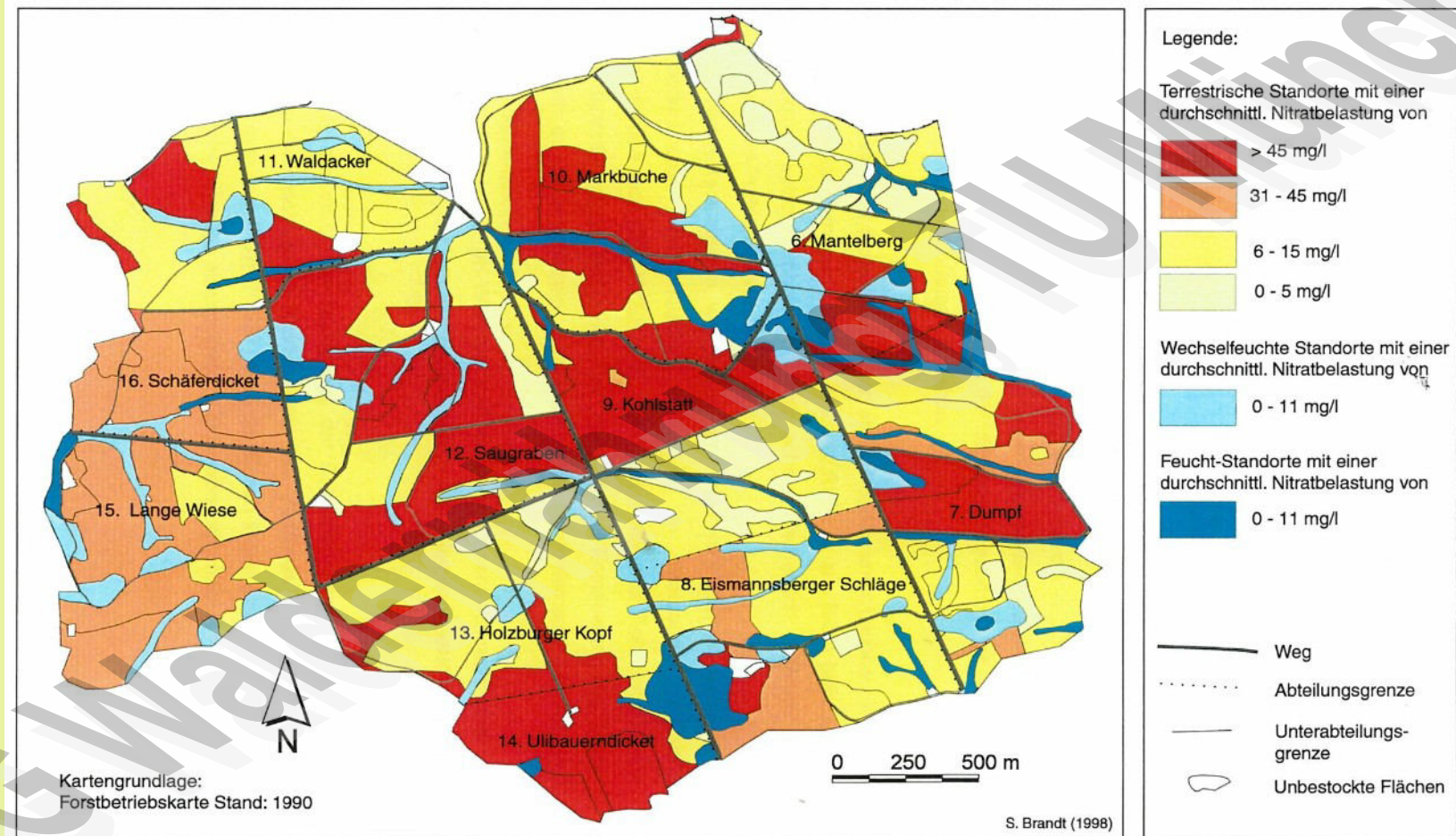
Einfluß des Bestandes auf die Nitrat-Konzentration des Sickerwassers

aus Diplomarbeit S. Brandt, Fachgebiet Waldernährung 1998



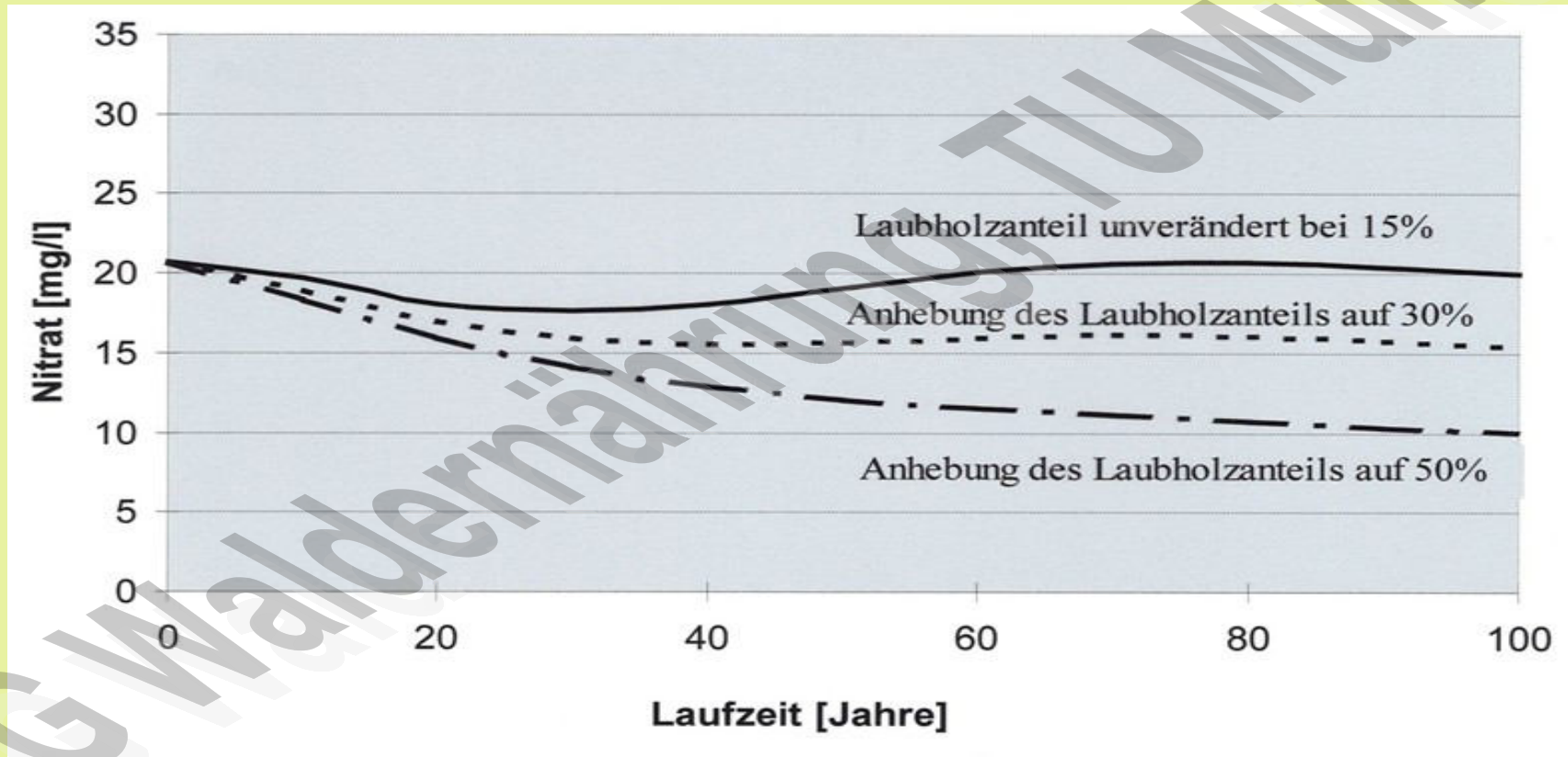
extrapolierte Nitratkonzentrationen im Eurasburger Forst

aus Diplomarbeit S. Brandt, Fachgebiet Waldernährung 1998



prognostizierte Entwicklung der Nitratkonzentrationen im Eurasburger Forst bei unterschiedlichem Laubholzanteil

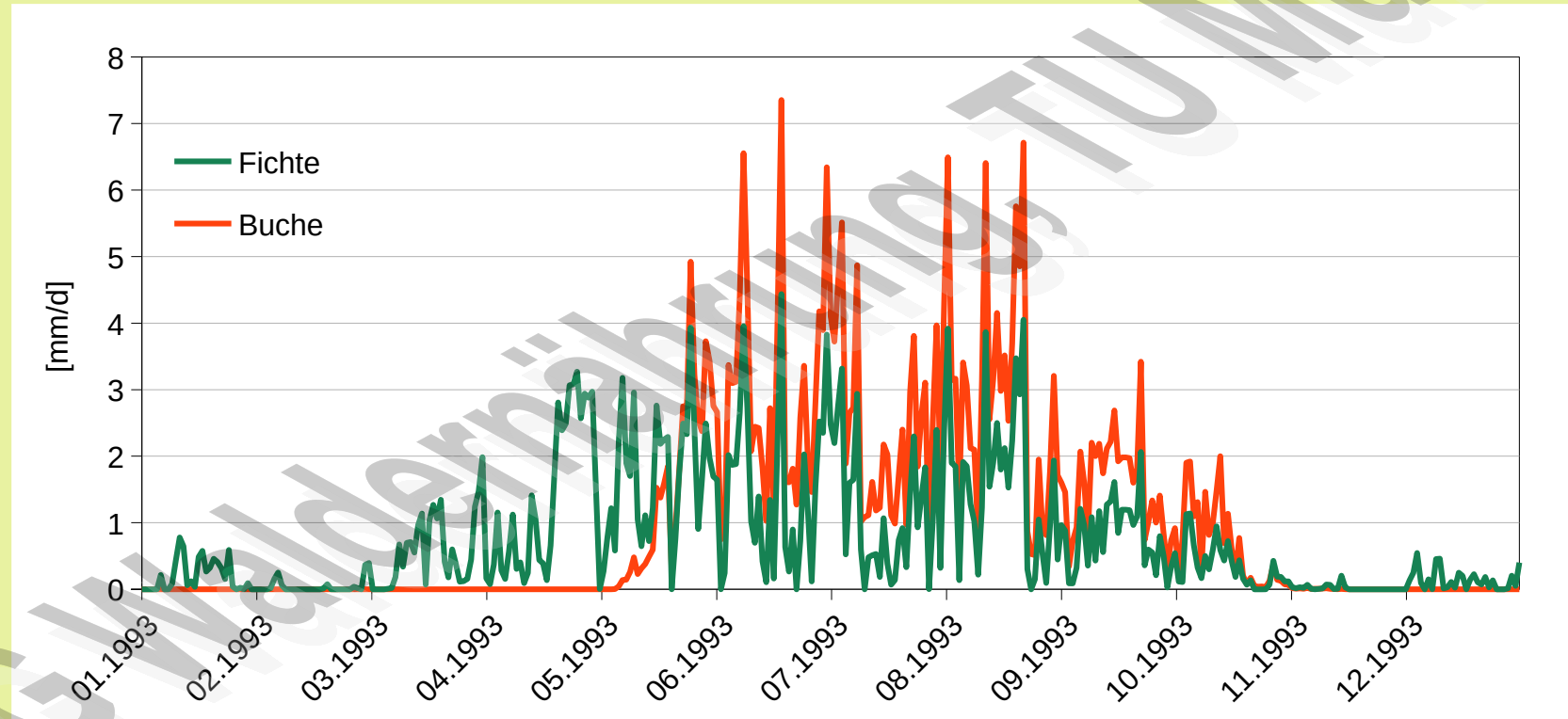
aus Rothe et al. (1999): Waldbewirtschaftung und Nitratbelastung des Grundwassers. AFZ/DerWald 10/99, 531-533



Einfluß des Bestandes auf die Wasserflüsse

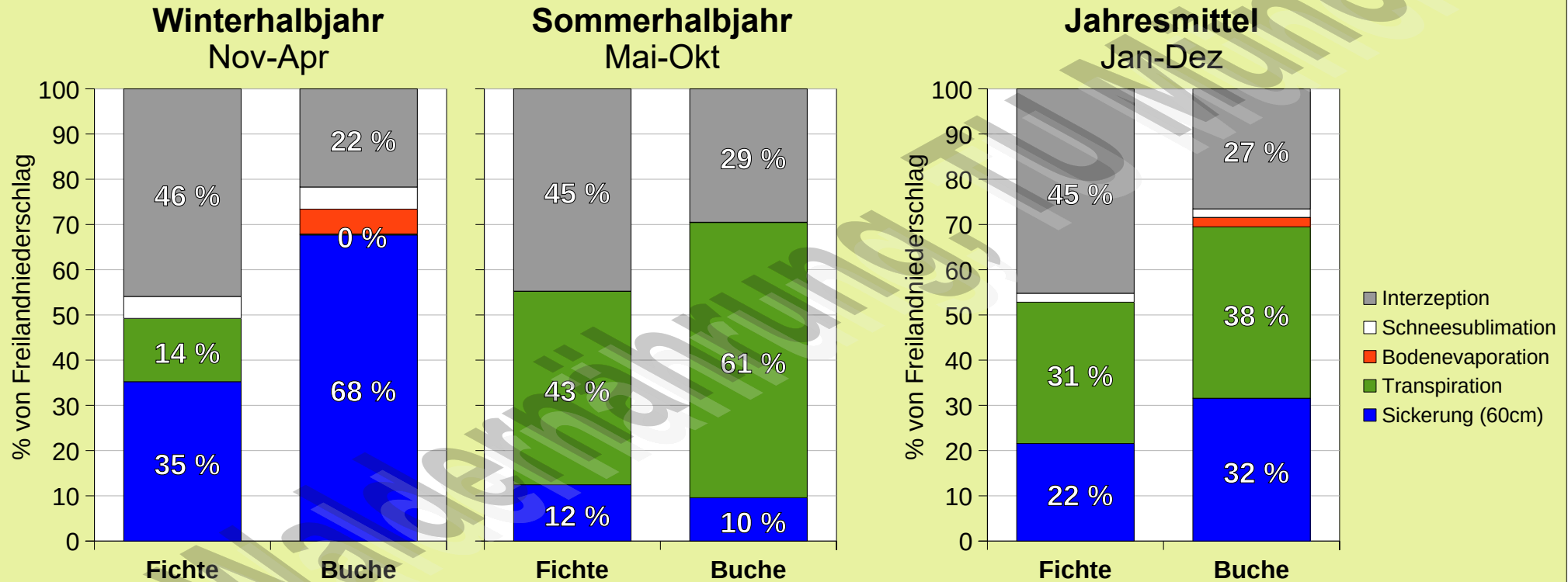
Tageswerte Höglwald 1993

Tageswerte Bestandestranspiration



Einfluß des Bestandes auf die Wasserflüsse

Mittelwert der Jahre 1984 bis 2005 am Standort Höglwald



Zwischenfazit 1

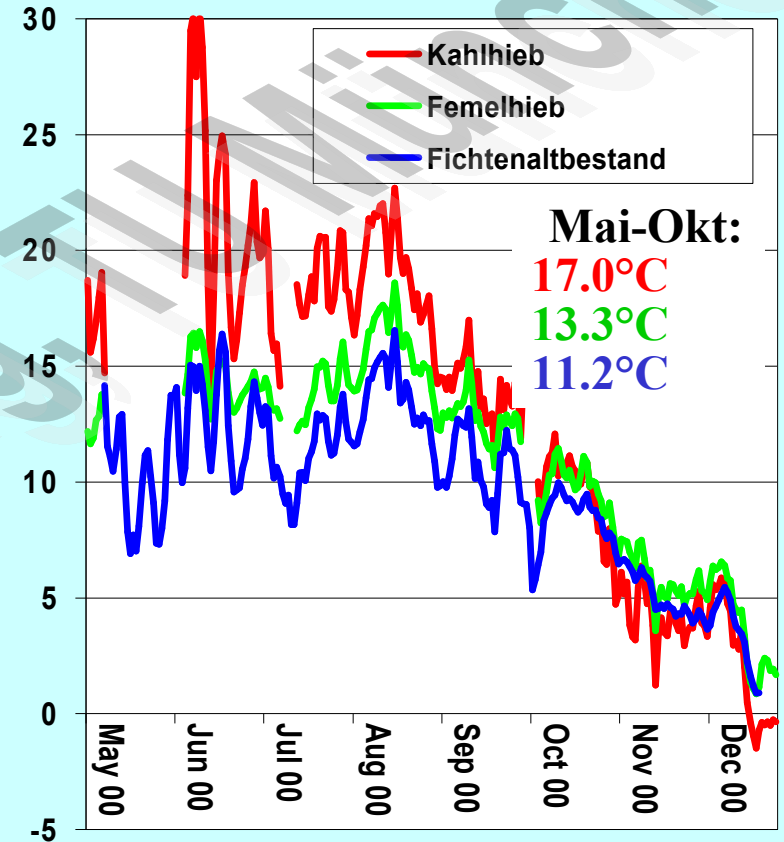
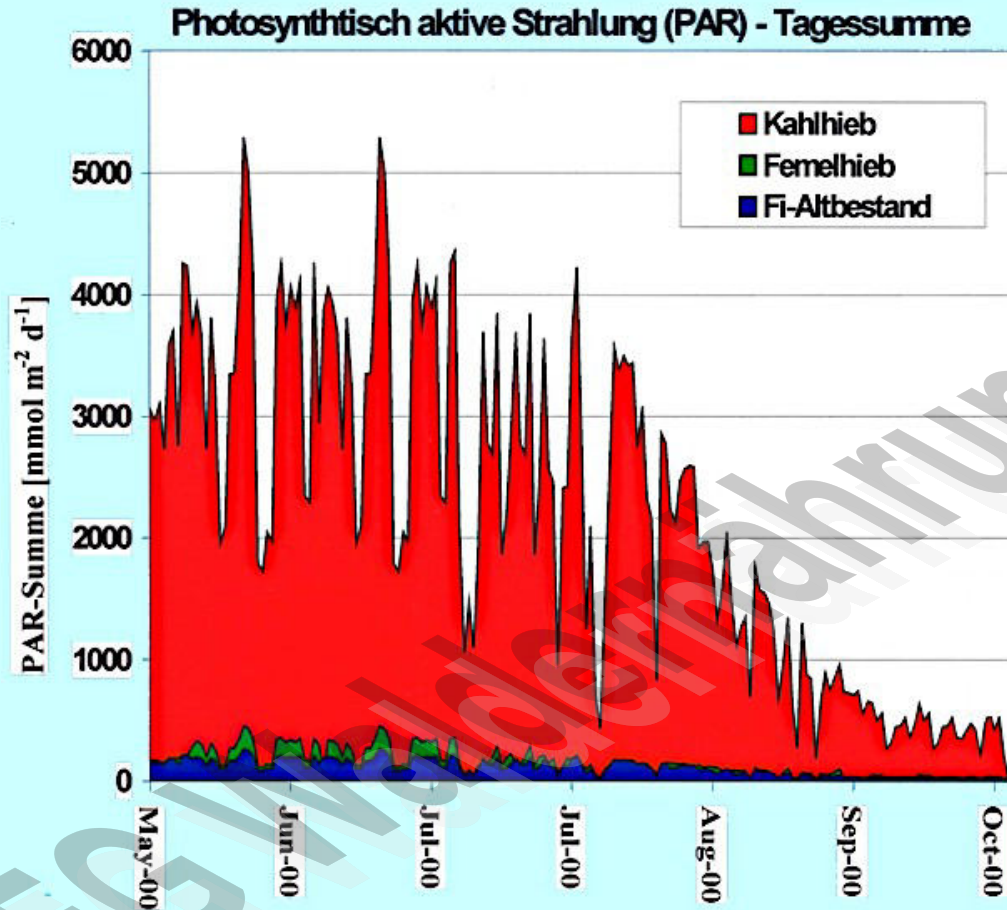
- Laubwald ,entsorgt‘ ein Zuviel an Stickstoff in die Luft
- Nadelwald ,entsorgt‘ ein Zuviel an Stickstoff mit dem Sickerwasser
- Buche transpiriert im Sommerhalbjahr deutlich mehr als die Fichte
- Die Sickerwasserspende der Buche ist im Sommerhalbjahr etwas geringer, im Winterhalbjahr aber fast doppelt so hoch wie die der Fichte
- der größte Wasserverlust bei Fichte ist die Interzeption

**die Baumartenwahl steuert massiv
Sickerwasserquantität und -qualität**

Wasser- und Nährstoffaustrag

- Einfluß der Baumartenwahl
- **Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen**
- Einfluß von Naturereignissen

Strahlung und Temperatur am Waldboden



Auswirkungen der Hiebsmaßnahmen auf die Bodenvegetation

Femelhie

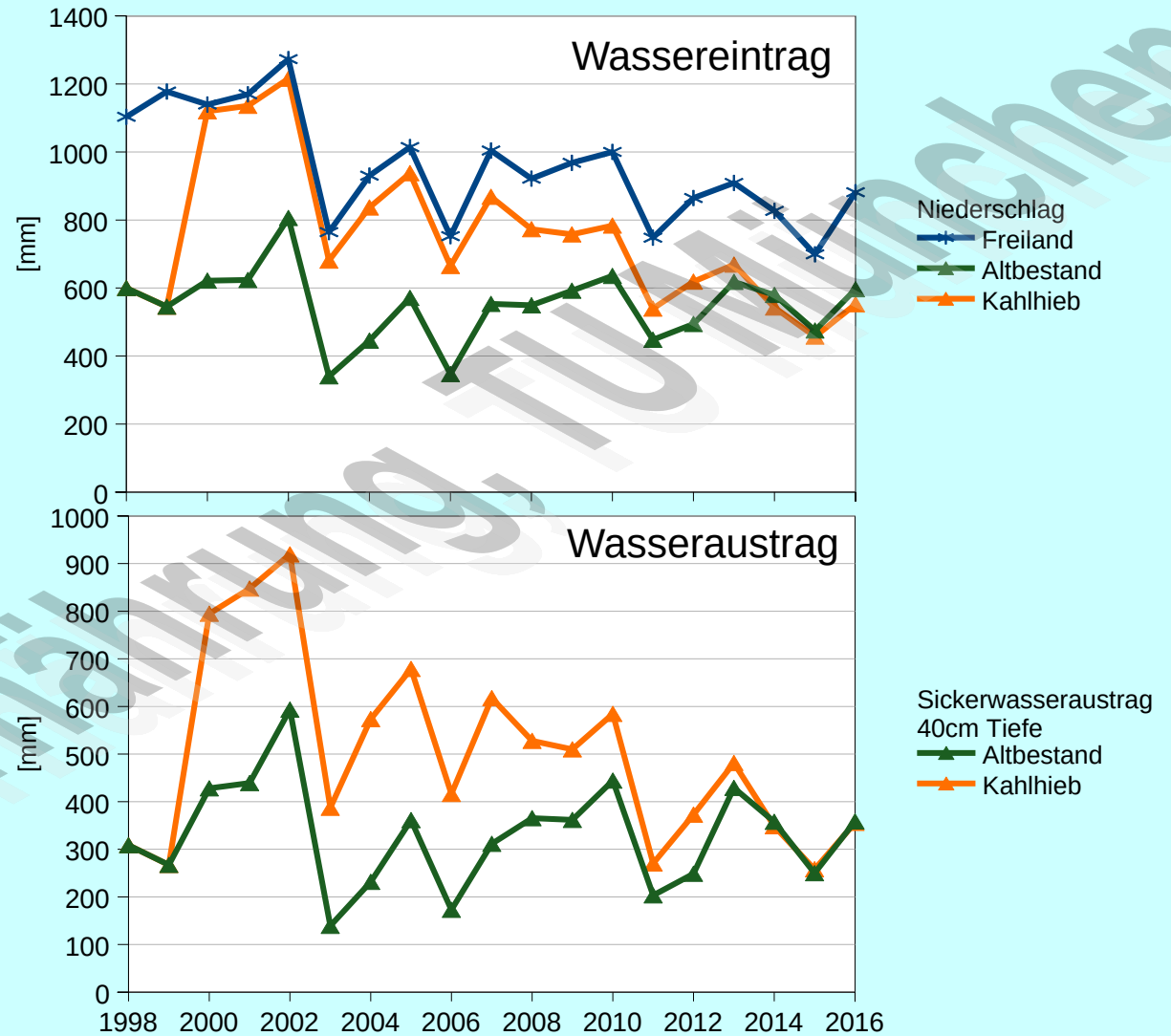


Kleinkahlschlag

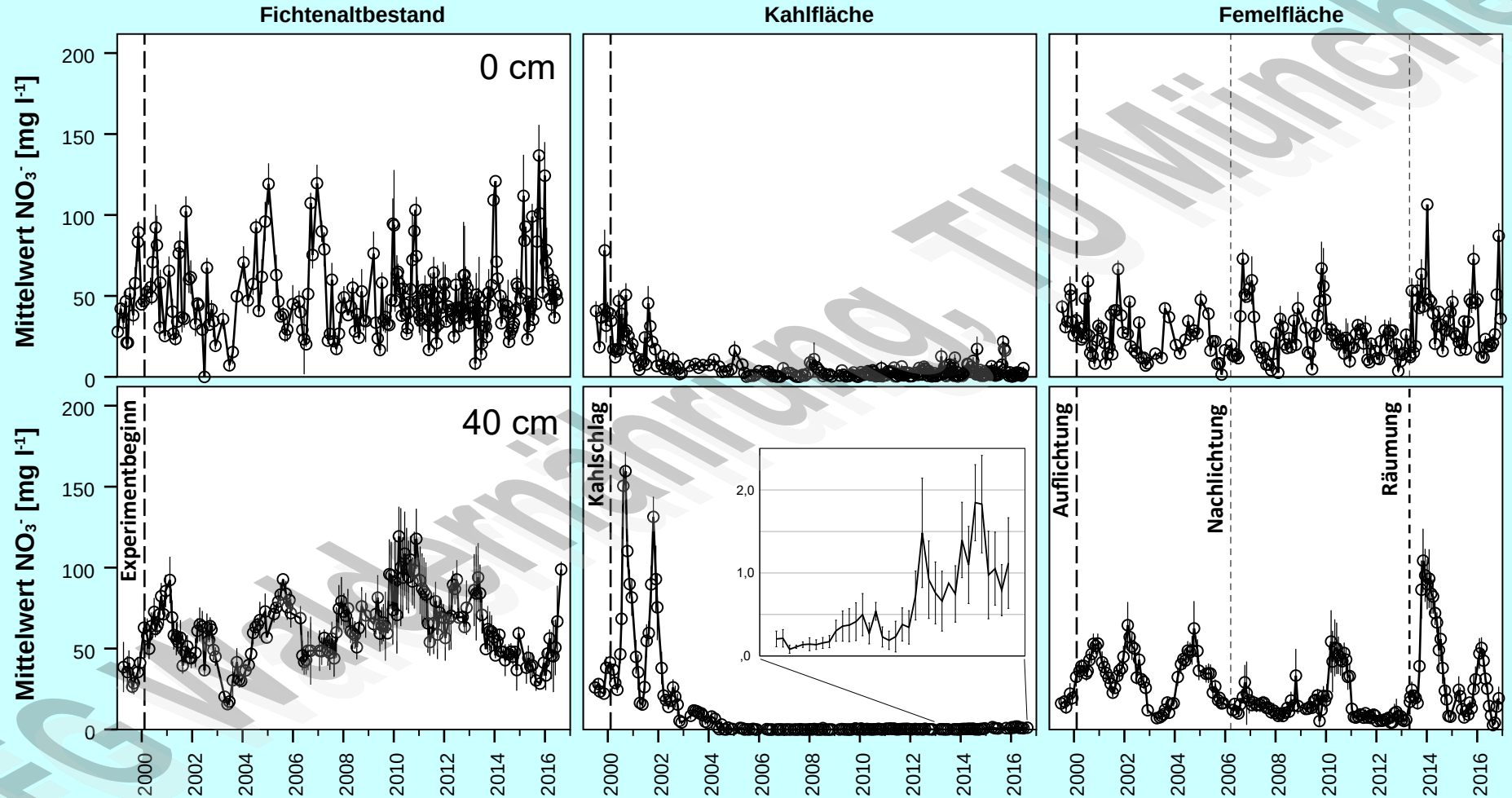


Sickerwasseraustrag nach Kahlhieb

(Fichte Höglwald)



Entwicklung der Nitratkonzentration



Korrelationen der Kationen zu Nitrat Sickerwasser 40cm Tiefe

	Altbestand	Kahlfläche	Femel
Al	0,470	0,949 ↑	0,652 ↗
Ca	0,102	0,476 ↑	0,092 ⇔
Fe	0,000	0,070 ⇔	0,002 ⇔
K	0,004	0,196 ↗	0,017 ⇔
Mg	0,333	0,825 ↑	0,425 ↗
Mn	0,404	0,812 ↑	0,459 ⇔

Zwischenfazit 2

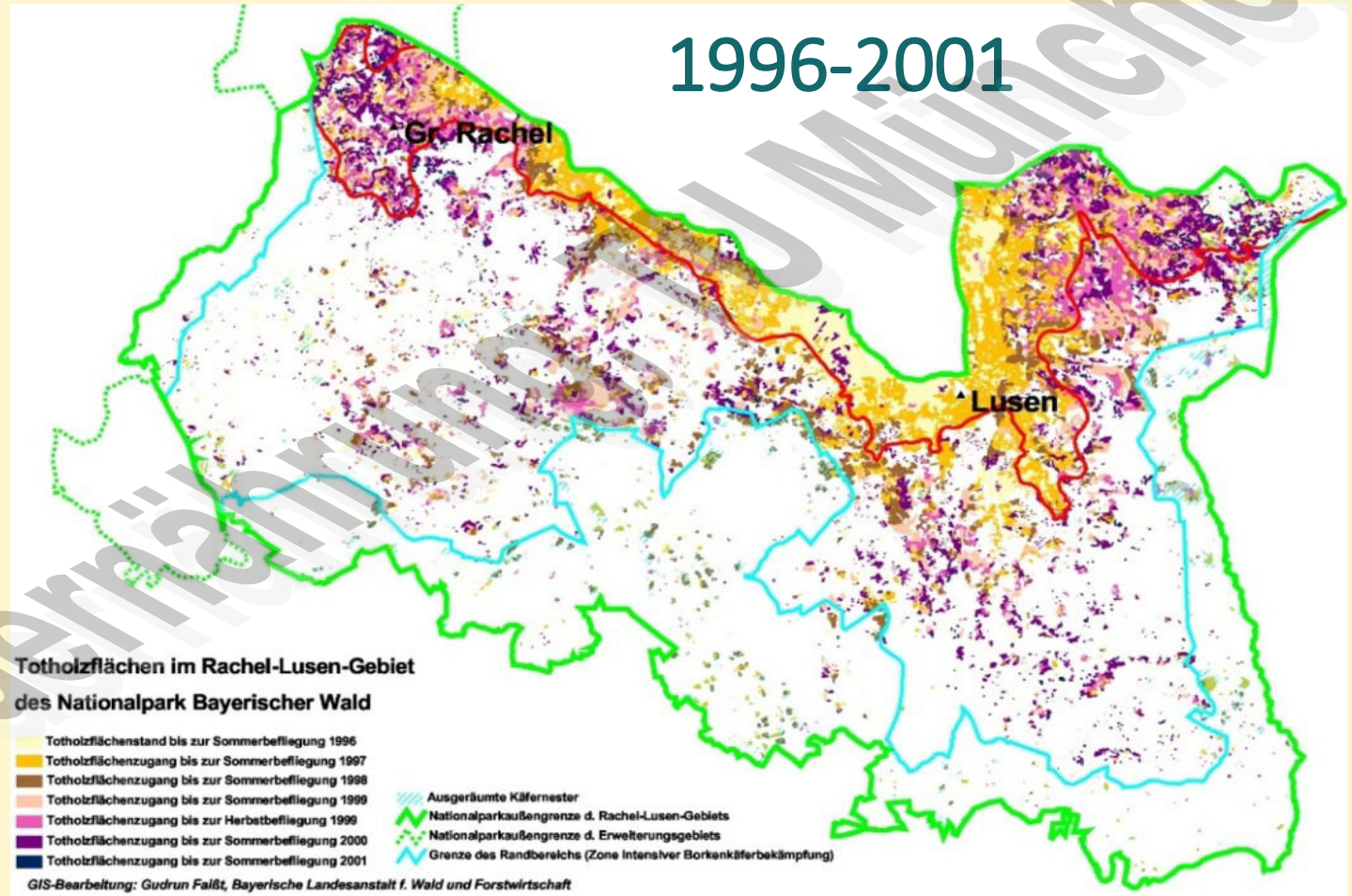
- **Kahlhieb erhöht massiv den Sickerwasseraustrag; es wird trockener und feuchter zugleich**
- **nach den anfänglich unerwünscht hohen Stoffausträgen bei Kahlschlag folgte eine lange Zeit erfreulich niedriger Austräge**
- **integrativ betrachtet sind die Stoffausträge nach Kahlschlag in dem beobachteten Zeitfenster niedriger als im Femelschlag**
- **der Femelschlag mit Voranbau ist das insgesamt schonendere Verfahren und erzeugt bessere Qualitäten in der Verjüngung**

**die bodenchemischen Effekte von Kahlschlag und Femelhieb sind vor allem vom Stickstoff getrieben
die hohe N-Belastung ist das eigentliche Problem**

Wasser- und Nährstoffaustrag

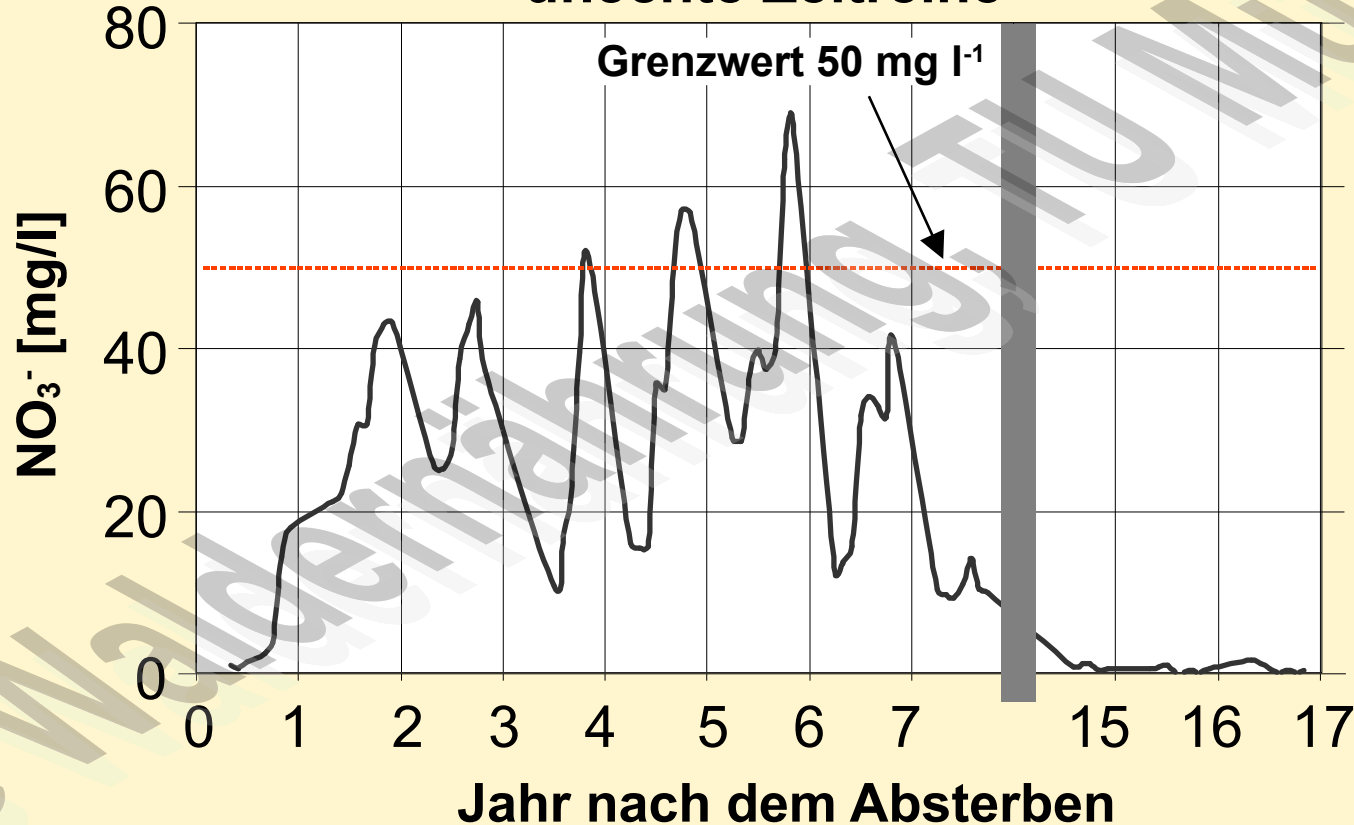
- **Einfluß der Baumartenwahl**
- **Einfluß von Bewirtschaftungsmaßnahmen**
- **Einfluß von Naturereignissen**

Entwicklung der Schadensflächen im NP Bayerischer Wald

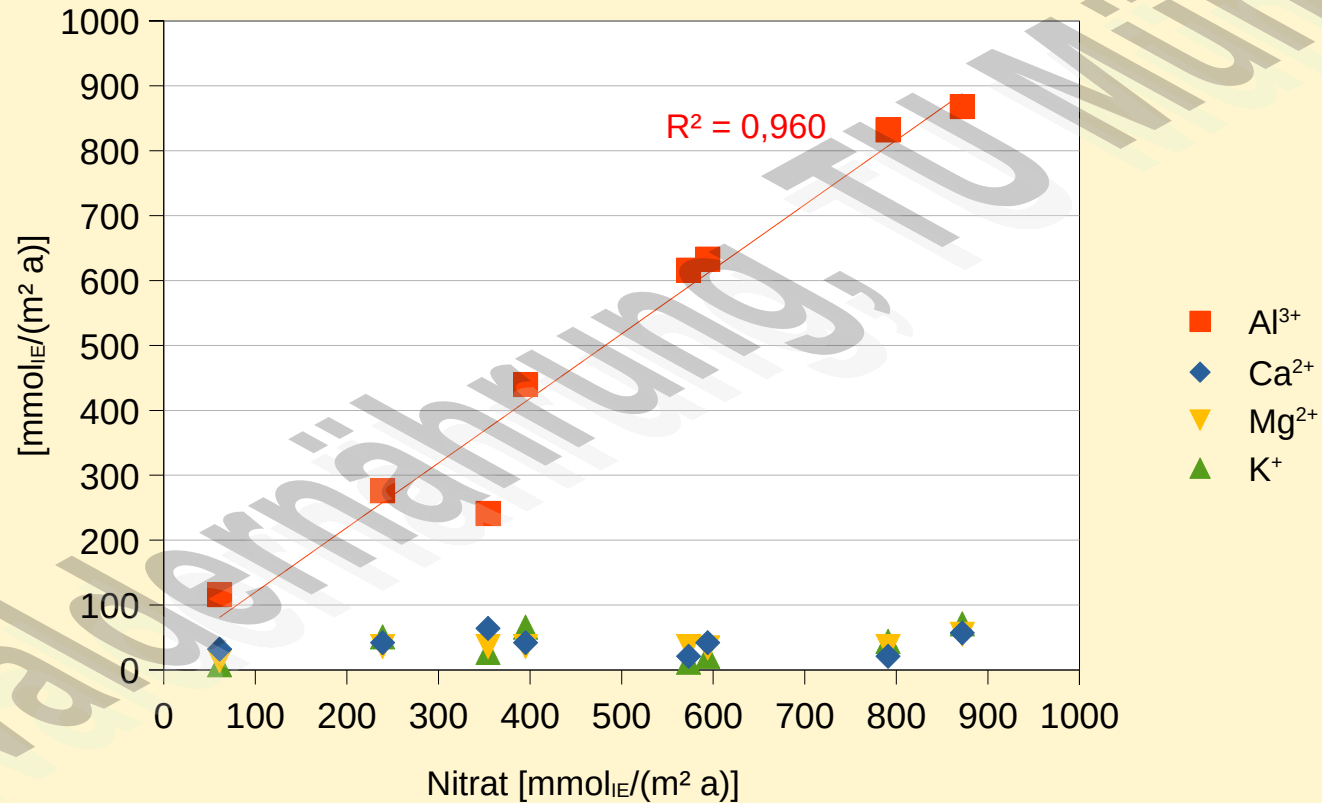


Gefahr von Nitrat- und Nährstoff-Austrägen (Nationalpark Bayerischer Wald)

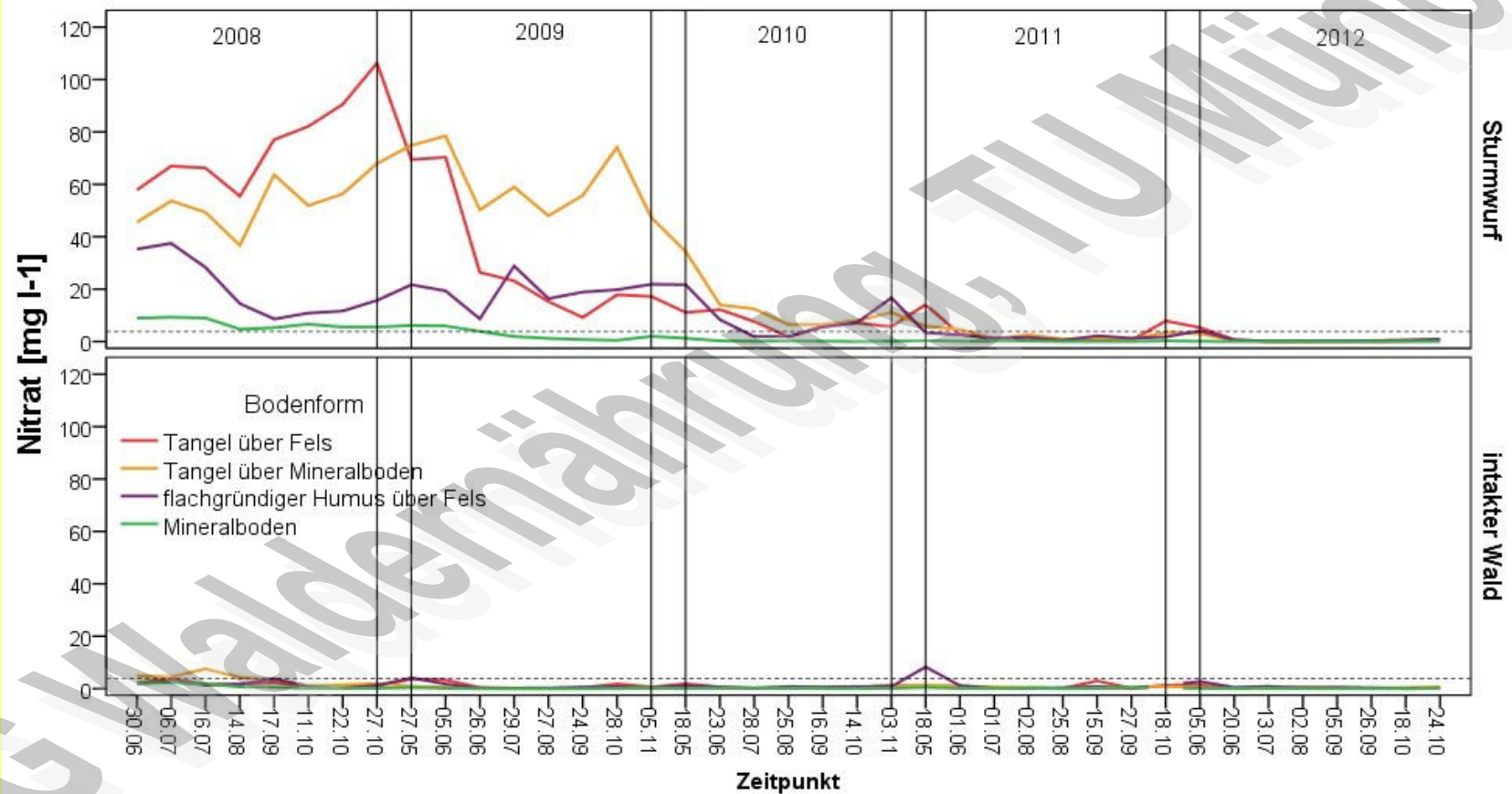
"unechte Zeitreihe"



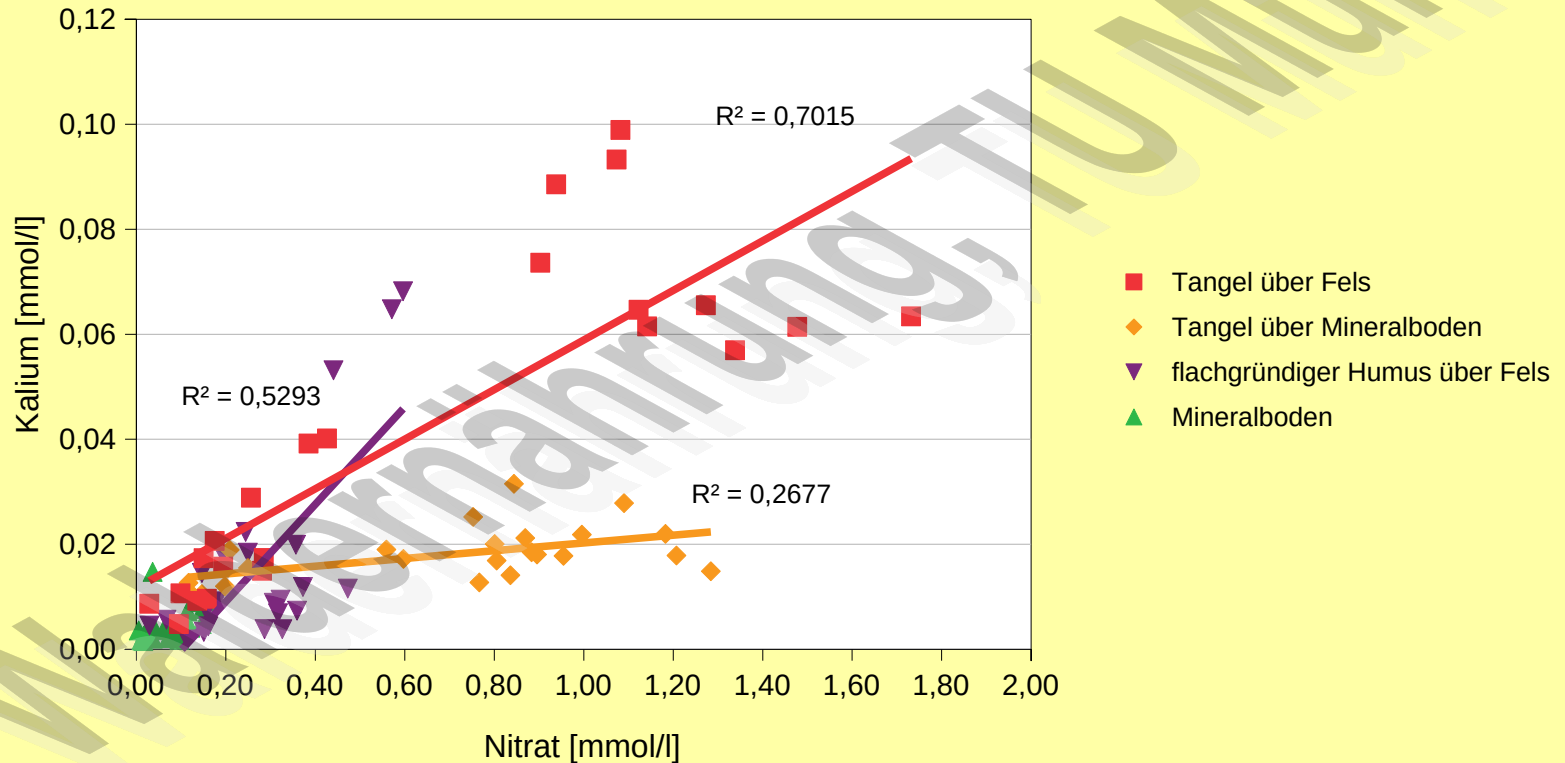
Gefahr von Nitrat- und Nährstoff-Austrägen (Nationalpark Bayerischer Wald)



Gefahr von Nitrat- und Nährstoff-Austrägen (Sturmwurf Lattenberg)



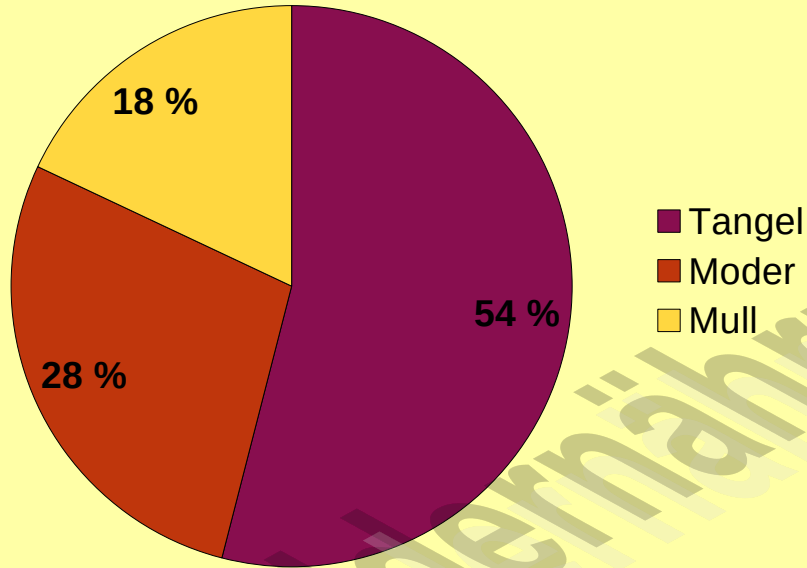
Gefahr von Nitrat- und Nährstoff-Austrägen (Sturmwurf Lattenberg)



Kohlenstoff- und Nährstoffspeicherung im Bergmischwald

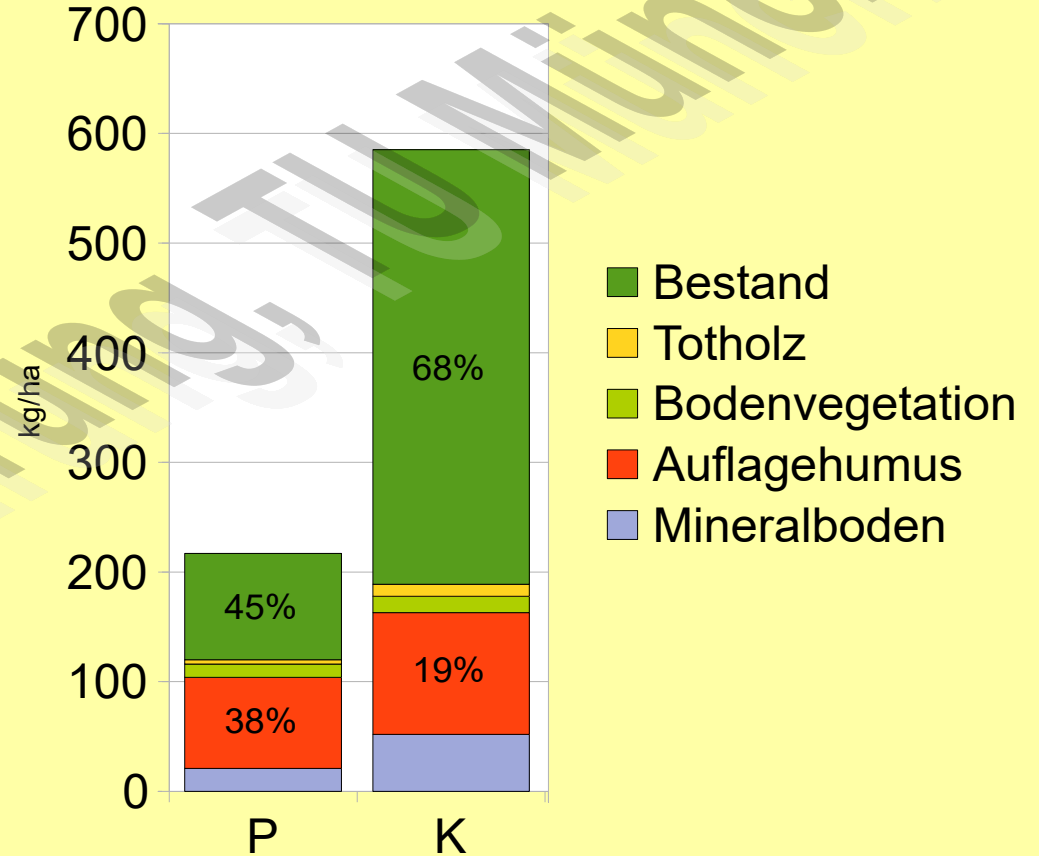
Wilnhammer 2006: Ausmaß der Standortsveränderung im Hauptdolomitgebiet der Bayerischen Kalkalpen. Diplomarbeit FG Waldernährung

Humusformen



Humusvorräte

120 t/ha



„fliegende Wurzeln“ sind ein Zeichen für massiven Humusschwund



Fahrenberg (BY) 2013

„fliegende Wurzeln“ sind ein Zeichen für massiven Humusschwund



Ballenberg (CH) 2022



Haltekapazität für pflanzenverfügbares Wasser (nFK)

AK Standortskartierung 1996: Forstliche Standortsaufnahme. IHW-Verlag, Eching

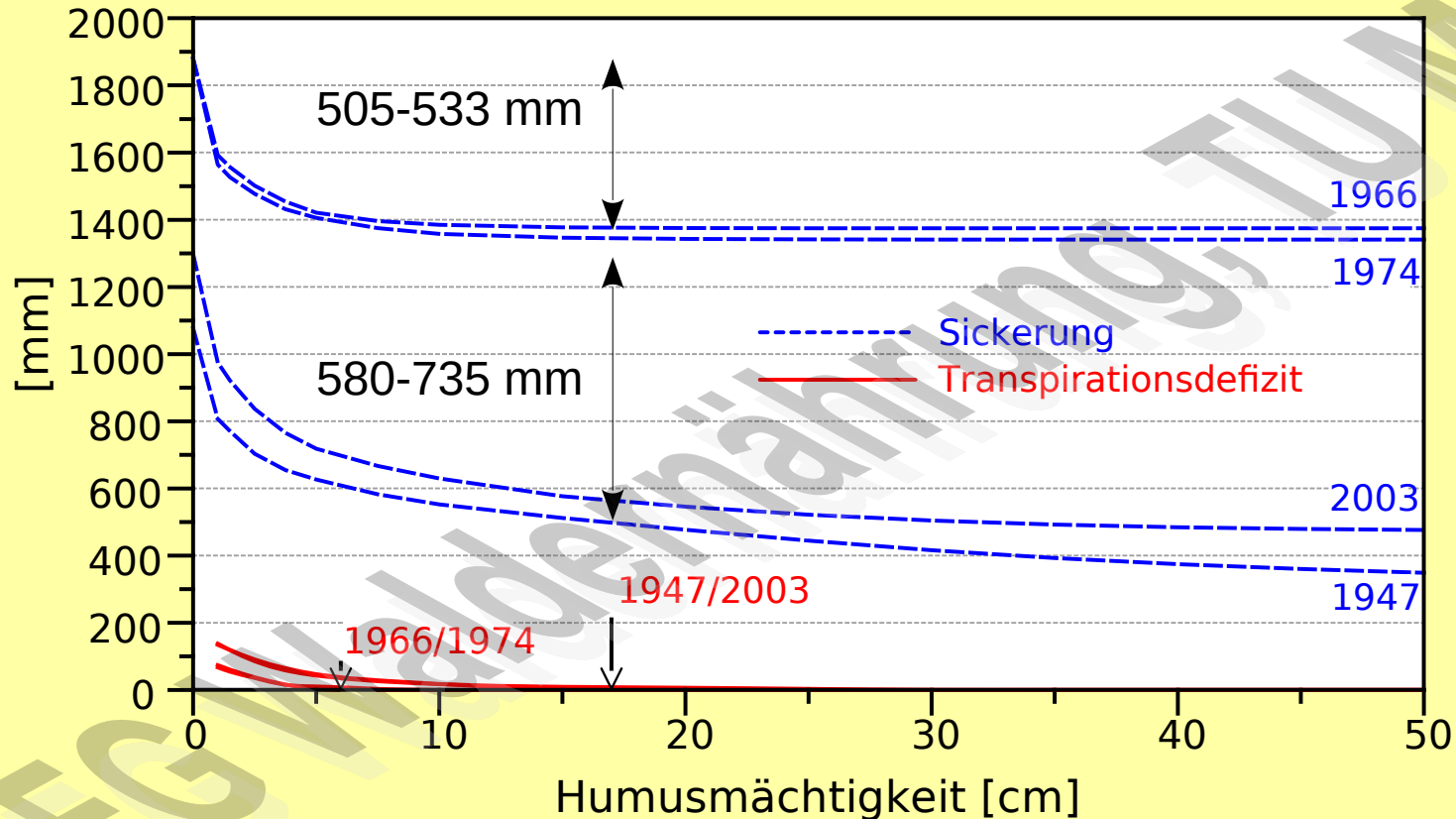
Göttlein, A., Kohlpaintner, M. 2025: Humus on the Rocks—Water Storage Capacity of Tangelhumus is Essential for Water Retention in Limestone Mountains. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2025; 188:549–553. <https://doi.org/10.1002/jpln.12022>

Bodenart	nFK in mm/dm
Reinsande	8-20
Tone	9-15
Lehme	11-16
Schluffe	21-26
stark humose Schichten	37
Tangelhumus	46-60

die Wasserhaltekapazität verringert sich um den Skelettgehalt (alles größer 2 mm)

Transpirationsdefizit und Sickerung in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der Humusauflage

Göttlein, A., Kohlpaintner, M. 2025: Humus on the Rocks—Water Storage Capacity of Tangelhumus is Essential for Water Retention in Limestone Mountains. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2025; 188:549–553. <https://doi.org/10.1002/jpln.12022>



1947: trockenste VP
1966: feuchteste VP
1974: kühlfste VP
2003: wärmste VP

VP=Vegetationsperiode
Mai-Oktober

Zwischenfazit 3

- auf vielen alpinen Standorten stecken die meisten Nährstoffe im Bestand und im Humus
- Humus hat eine enorme Wasserspeicherkapazität
- es gibt akute Katastrophen (Borkenkäfer, Sturm) und schleichende Katastrophen (Humusschwund)
- beide führen zu einer Beeinträchtigung der Waldfunktion

Katastrophen kann man nicht vermeiden, aber man kann Wälder durch Vorausverjüngung resilienter machen

Ersatz der Waldfunktion durch technische Maßnahmen

Lawinenverbauung



Maßnahmen im Bereich der Ursachen möglich,
aber auf großer Fläche nicht bezahlbar

ein waldverträglicher Wildbestand, d.h. eine effektive Jagd wäre im Alpenraum für die Gesellschaft die kostengünstigste Katastrophenvorsorge

Steinschlagschutz



Wasserrückhalt

Maßnahmen nur
im Bereich der
Wirkung möglich,
Schäden müssen
bezahlt werden



über 320 Mio. € Schaden durch Hochwasser 2021 in Bayern

<https://www.bgland24.de/bgland/region-bad-reichenhall/landkreis-berchtesgadener-land-ort77362/bilanz-der-hochwasserkatastrophe-2021-auch-fuer-berchtesgadener-land-91267073.html>



**Hauptschadensgebiet: Landkreis Berchtesgaden
bei einem Niederschlagsereignis am 17.7.2021
mit einer Intensität von ca. 60mm in 3 Stunden**

© Kilian Pfeiffer/dpa

Fazit

- **Baumartenwahl und Waldbewirtschaftung haben einen großen Einfluß auf Wasserrückhalt und Nährstoffhaushalt**
- **bezüglich Wald und Wasser gibt es ein Dilemma**
 - **wenn das Klima trockener wird bräuchten wir Wälder, die weniger Wasser speichern bzw. verbrauchen**
 - **wenn es mehr Starkregen gibt bräuchten wir Wälder, die viel Wasser speichern und dieses auch verbrauchen**

standortsangepaßte, verjüngungsfreudige und klimaresiliente Wälder im Verbund mit Humuspflege sind die beste Vorsorge für eine an sich unsichere Zukunft