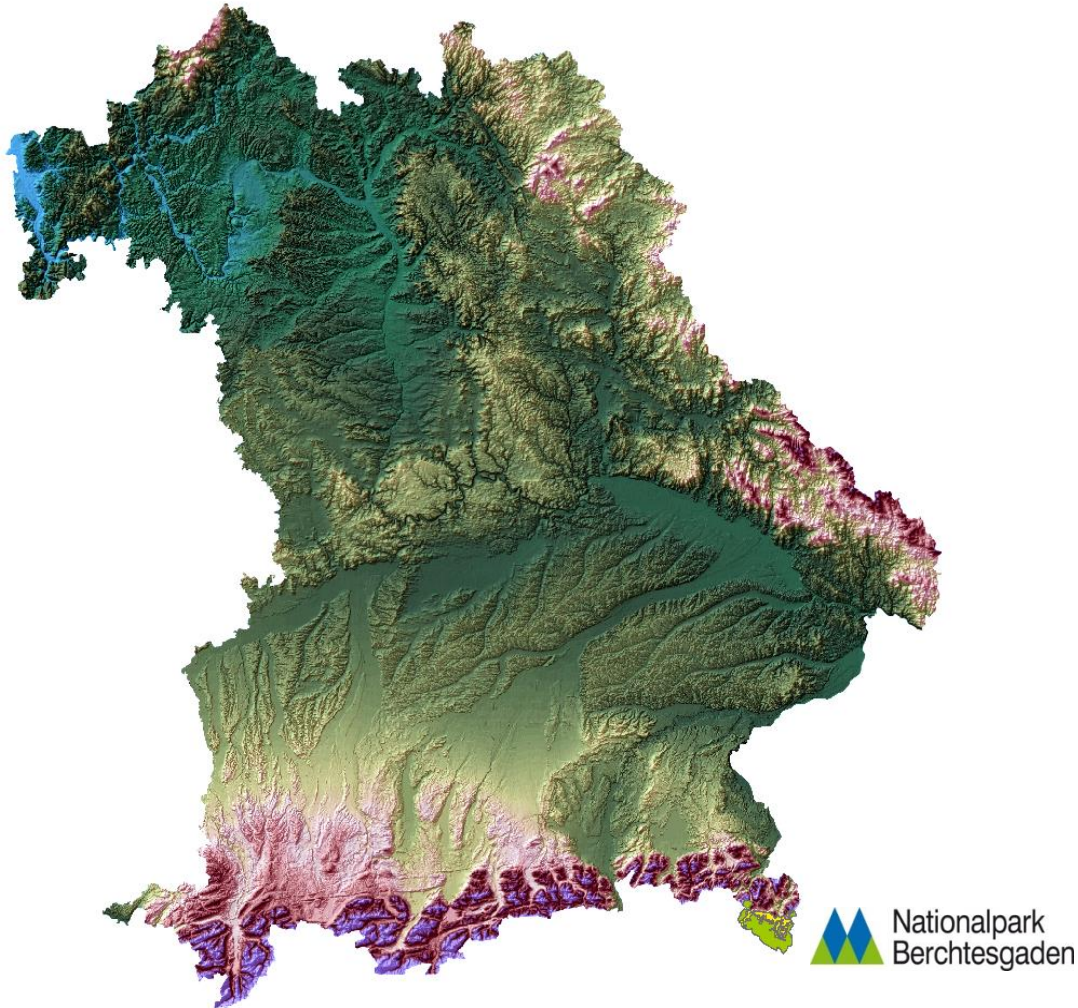


Stickstoffeintrag und Pflanzendiversität alpiner Rasen im Nationalpark Berchtesgaden

Helmut Franz, Dr. Manfred Kirchner, Dr. Ludwig Peichl,
Wolfgang Fegg, Joachim Nittka
Dr. Thomas Kudernatsch, Doris Huber

Perle des bayerischen Naturschutzes

Nationalparkverwaltung
Berchtesgaden



Lage: Südosten Deutschlands und Bayerns

Eckdaten:

- 1910 Pflanzenschonbezirk
- 1920 Naturschutzgebiet
- 1978 Nationalpark
- 1991 Biosphärenreservat

Rechtsgrundlage:

Nationalparkverordnung

BayNatSchG

BNatschG

IUCN-Leitlinien

Alpenkonvention

FFH-Richtlinien

Europadiplom

Rechtsgrundlagen Nationalparkverordnung

(erlassen vom Bayerischen Landtag)

• § 6 Zweck

(1) Der Nationalpark bezweckt

1. **Schutz**

2. die natürlichen und naturnahen Lebensgemeinschaften sowie

**Forschung und langfristige
Umweltbeobachtung**

und bei Erhaltung der Schutzfunktion möglichst einer natürlichen Entwicklung zuzuführen

3.

Erholung und Umweltbildung

Forschung und langfristige Umweltbeobachtung im Nationalpark Berchtesgaden

Beobachtung und Erfassung langfristiger Umweltveränderungen (Nationalparkplan 2001):

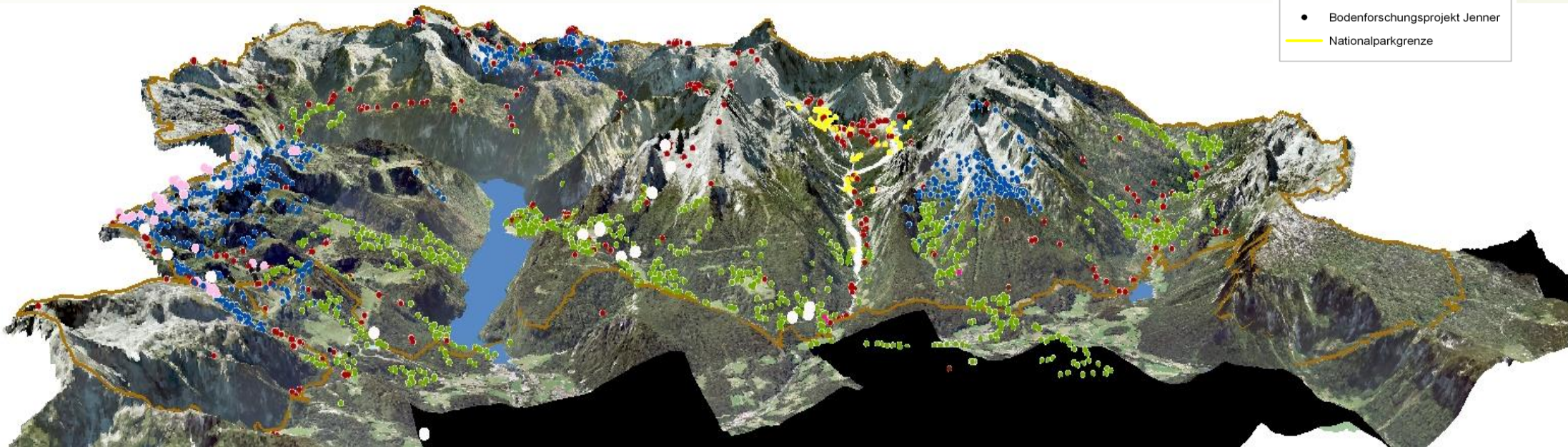
- **Schwerpunkt Klimafolgenforschung**
- **Auswirkungen überregionaler Schadstoffimmissionen auf alpine Ökosysteme** (insbesondere Stickstoffverbindungen, Kap. 11, S. 167)

Ca. 4000 pflanzensoziologische Aufnahmen

Legende:

Pflanzensoziologische Aufnahmen

- Lippert 1966
- Michael Storch 1978 - 1990
- MAB 1988
- Kudernatsch 2000
- Vegetationsmosaik
- Liss
- Schmidt-Heckel
- Bodenforschungsprojekt Jenner
- Nationalparkgrenze







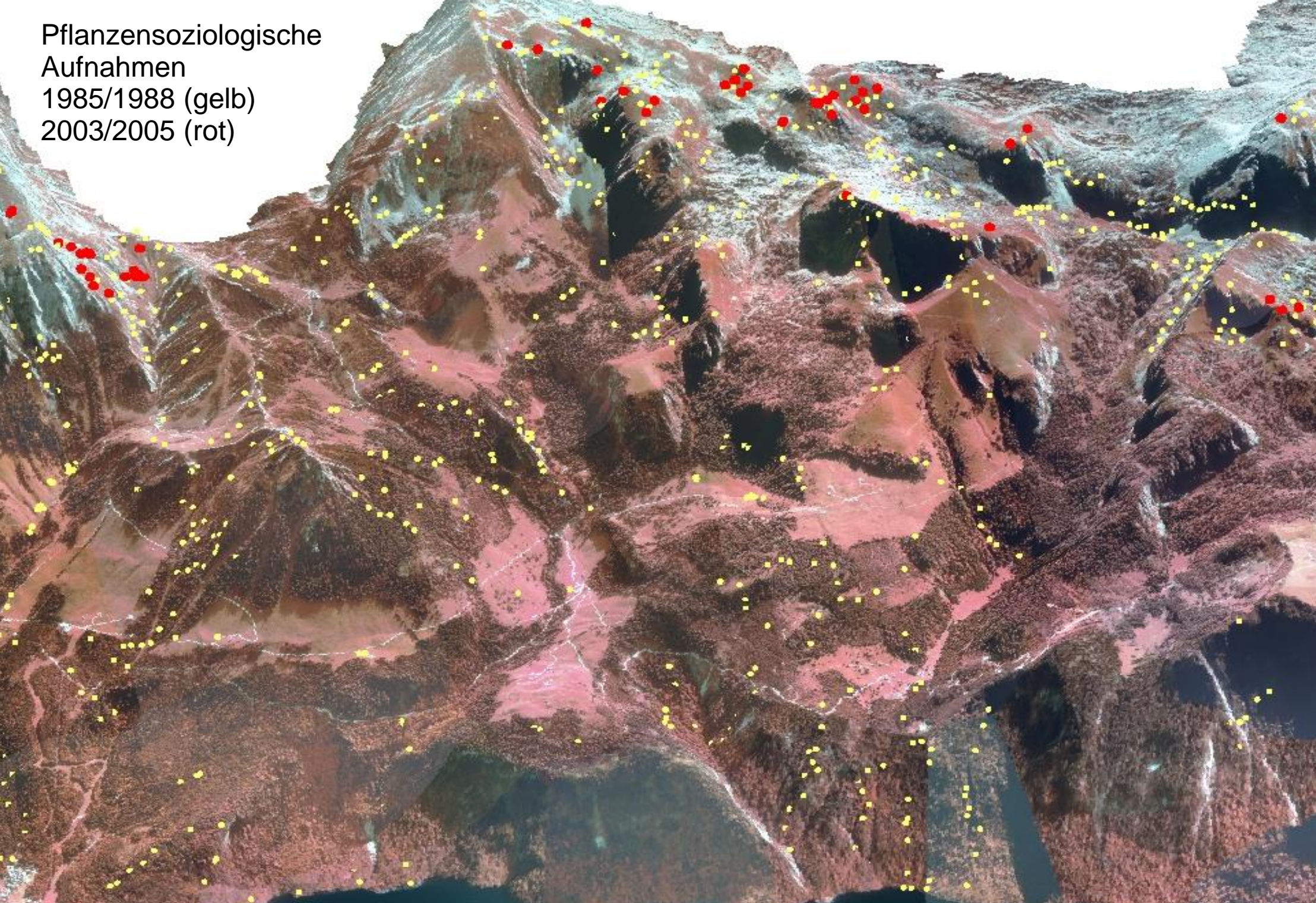
Thomas Kudernatsch 2005
Auswirkungen des
Klimawandels auf alpine
Pflanzengemeinschaften im
Nationalpark Berchtesgaden
Fachgebiet Geobotanik TUM

Forschungsbericht 52

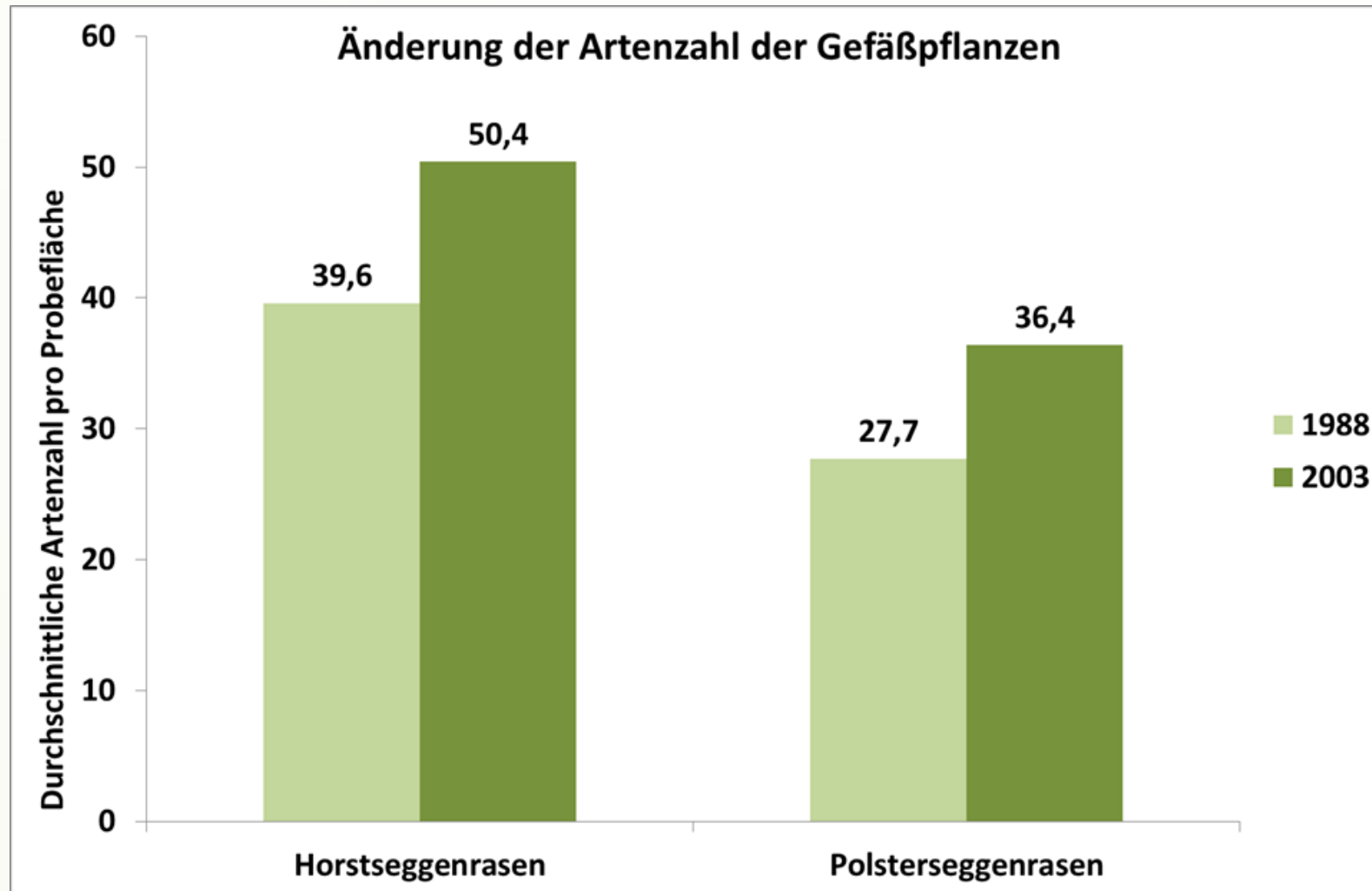
Methodik

- Pflanzensoziologische Aufnahmen von Horst- und Polsterseggenrasen von 1985 – 1988 oberhalb 2000 m NN
- Erneutes Aufsuchen der Flächen in 2003 - 2005
- Erfassung der Vegetation gemäß der Methodik von 1985/88
- Vergleich des historischen und des aktuellen Datensatzes

Pflanzensoziologische
Aufnahmen
1985/1988 (gelb)
2003/2005 (rot)





Ergebnis



Mögliche Ursachen der Veränderungen



- ~~• Natürliche Sukzession (Reifung)~~
- ~~• Landnutzungsänderungen~~
- Stickstoffeinträge 
- Globale Erwärmung 



- Luft besteht zu 78 Vol % aus gasförmigem Stickstoff N_2
- Pflanzen brauchen neben C, O, H auch N (2 – 4 %, Eiweissstoffe 15 – 19 %) zum Wachstum
- Pflanzen brauchen N-Verbindungen in Form von Nitrat NO_3^+ oder Ammoniak NH_4^-
- Diese Verbindungen können natürlicherweise nur von spezialisierten symbiotischen oder freilebenden N_2 -fixierenden Mikroorganismen hergestellt werden
- Sie sind natürlicherweise begrenzender Wachstumsfaktor

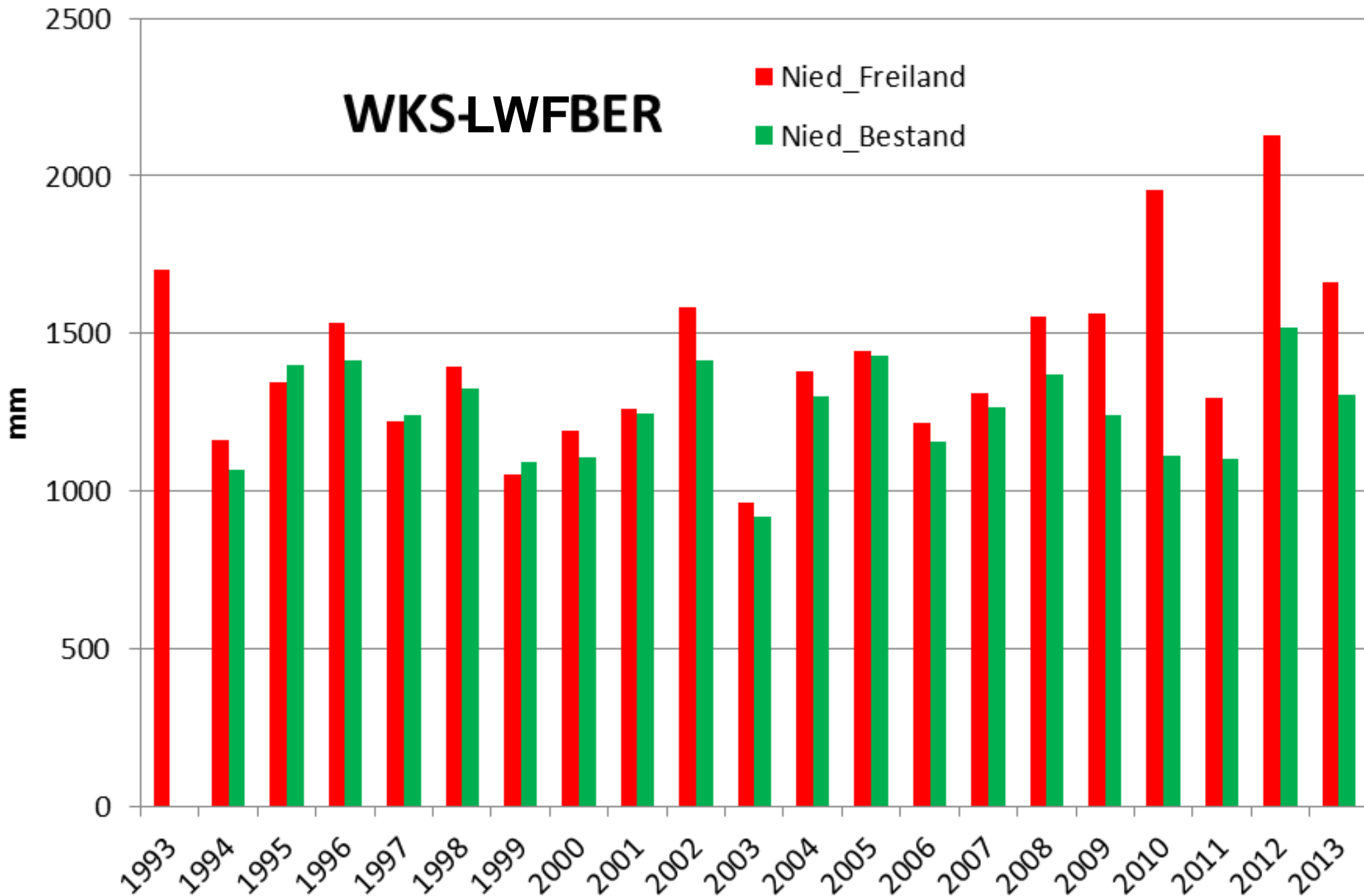


Durch menschliche Aktivitäten gelangt Stickstoff als für Pflanzen leicht verfügbare Verbindungen in die Umwelt

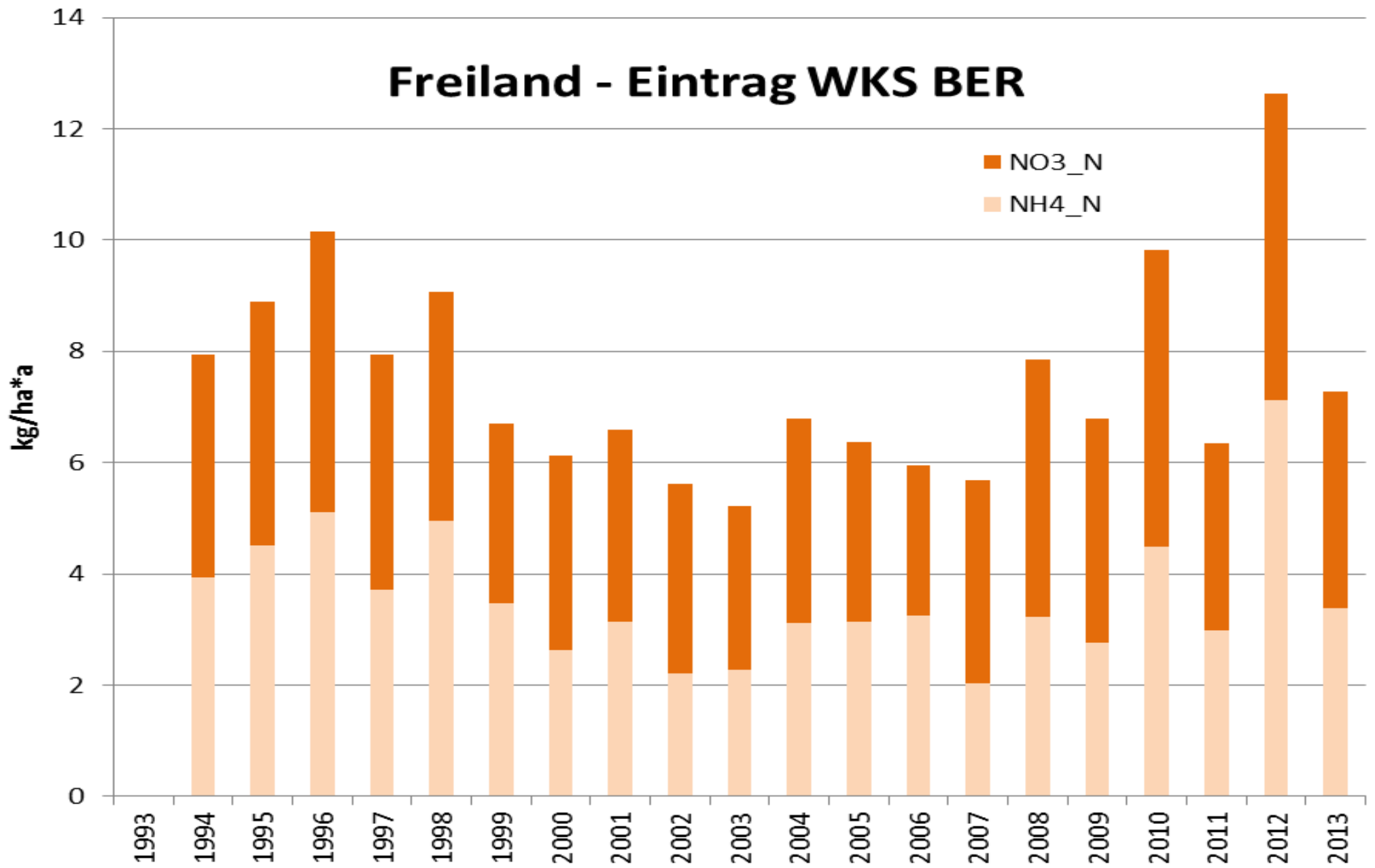
- als Stickstoffoxide (NO_x) durch Verbrennung fossiler Energieträger
- Als Ammoniak (NH_3^+) bei der Düngemittelherstellung
- durch den Anbau von Hülsenfrüchten (können N_2 aus der Luft binden)

Folge: Nährstoffübersättigung (Eutrophierung) verursacht erst Zunahme und dann Verlust an biologischer Vielfalt

WKS-LWFBER



Freiland - Eintrag WKS BER

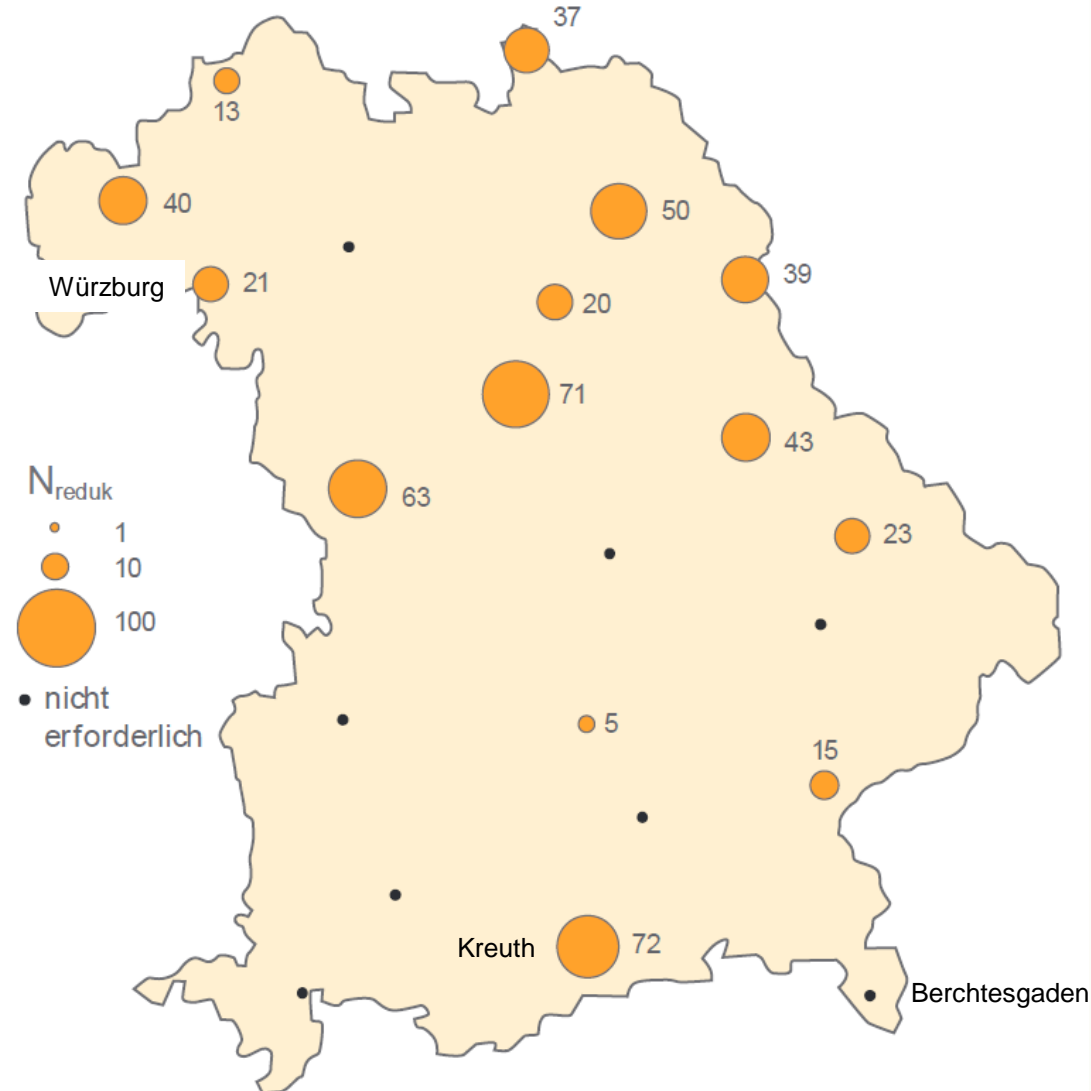


Liegt weit unter den Durchschnittswerten in Bayern und Deutschland

Stickstoff und Waldklimastationen der LWF



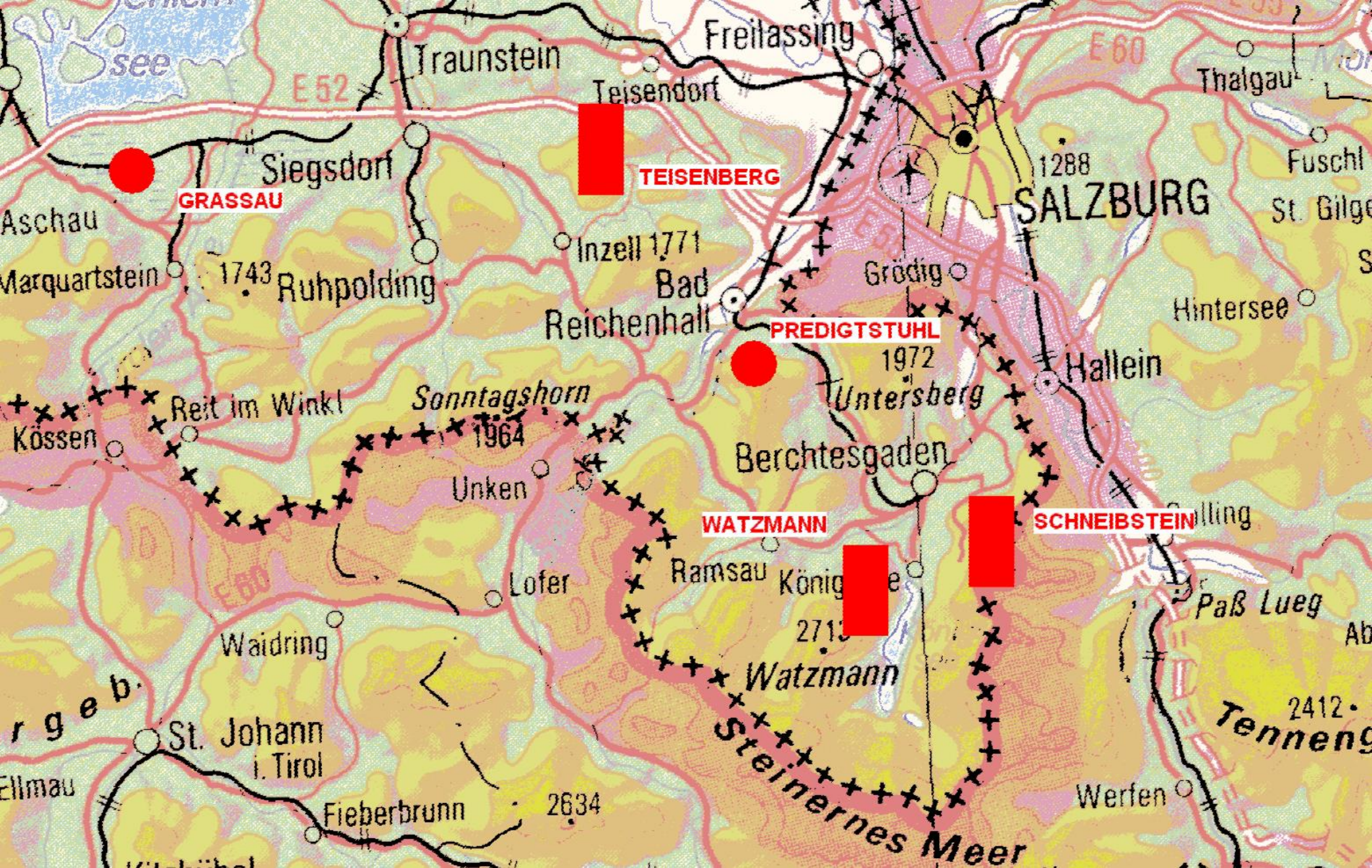
Erforderliche N-Reduktion in %





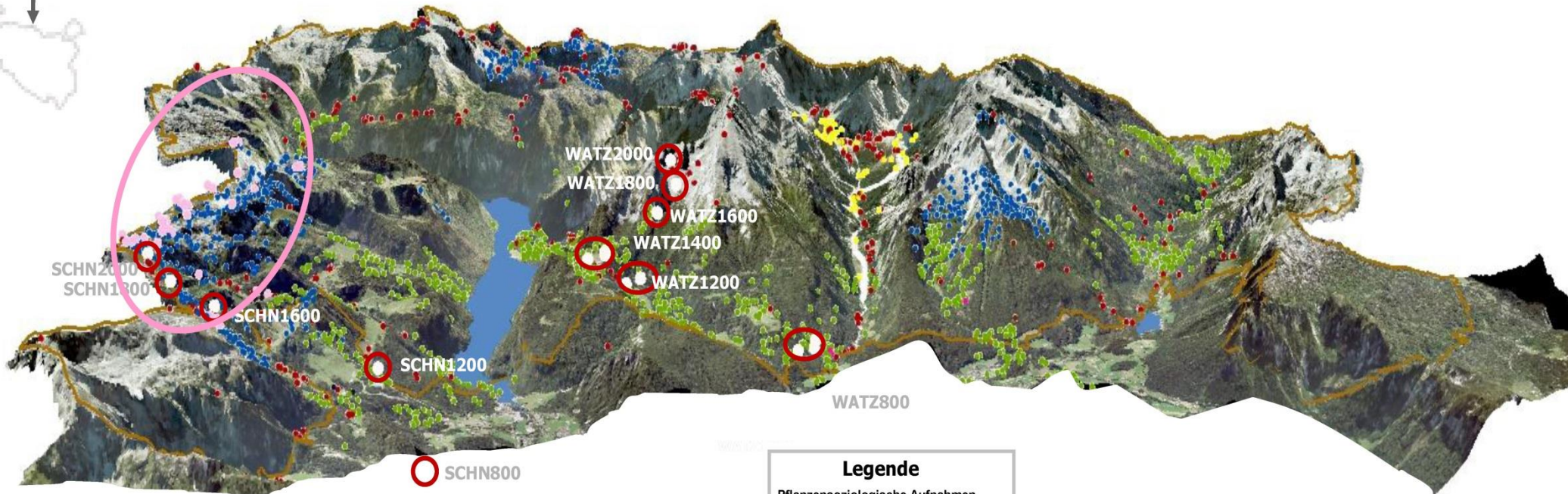
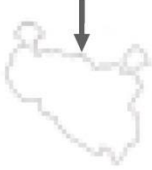
Fragen:

- Wie hoch sind Stickstoffeinträge für Stickstoffdioxid und Ammoniak über Luft und Niederschlag?
- Zeigen vergleichende pflanzensoziologische Untersuchungen eine Änderung der Artenzusammensetzung und der Phytodiversität in den nährstoffarmen alpinen Rasen?
- Stellen die anthropogenen Stickstoffeinträge die wahrscheinlichste Hauptursache dieser Veränderungen dar?





Überblick (von N):



Legende

Pflanzensoziologische Aufnahmen

- Lippert (1966)
- Storch (1978 – 1990)
- MaB (1988)
- Kudernatsch (2000)
- Vegetationsmosaik
- Liss
- Schmidt-Heckel
- Bodenforschungsprojekt Jenner

Monitoringflächen N-Projekt

Messstationen N-Projekt

Nationalparkgrenze

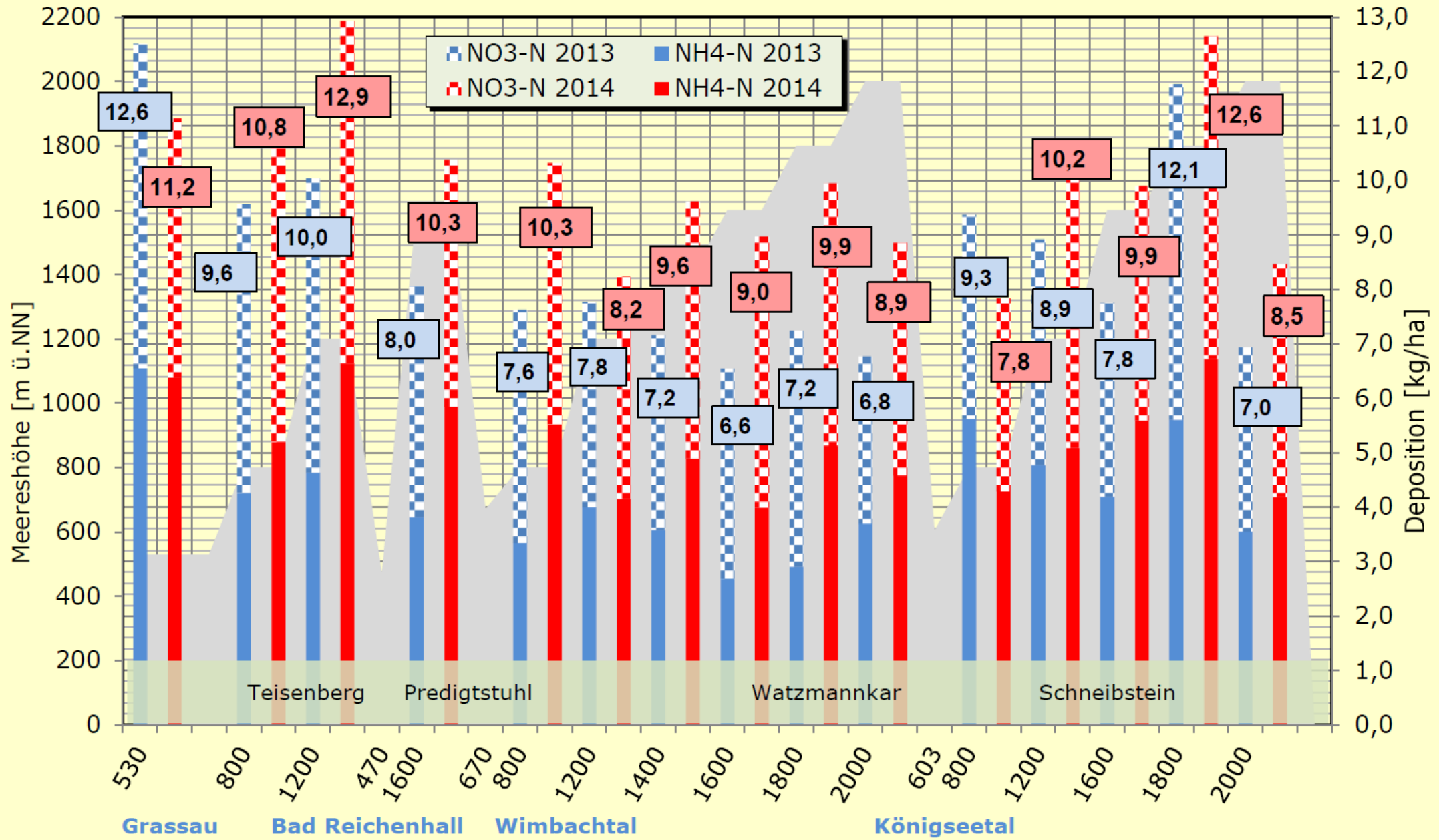
GIS Nationalparkverwaltung Berchtesgaden

Luftbild 2009

Bearbeitung: Doris Huber

Stand: 03/2015

Deposition NO₃-N & NH₄-N 2013 und 2014



Einträge sind als gering zu bezeichnen (FEGG et al. 2015)



Ein Vergleich zwischen Freiland und Bestandesmessung am Probepunkt Kühroint ergab, dass es im Bestand keine Stickstoffsättigung gab.



- Die nassen Einträge betragen zwischen 7 und 13 kg ha¹ a¹.
- Leichte Abnahme vom Alpenrand zum Nationalpark Berchtesgaden
- Eindeutige Höhenabhängigkeit war nicht nachweisbar
- Einträge lagen im Bereich der Critical Loads für die FFH-Lebensraumtypen ‚Kalkfelsen mit Felsspaltvegetation‘ und ‚alpine Kalkrasen‘
- Sie lagen im unteren Bereich der aus anderen Alpenregionen bekannten Einträge
- Die Immissionskonzentrationen von Ammoniak und Stickstoffdioxid, lagen im Höhenbereich der alpinen Rasen im Jahresmittel jeweils unter 1,5 µg m⁻³ und damit unter den bekannten Critical Levels

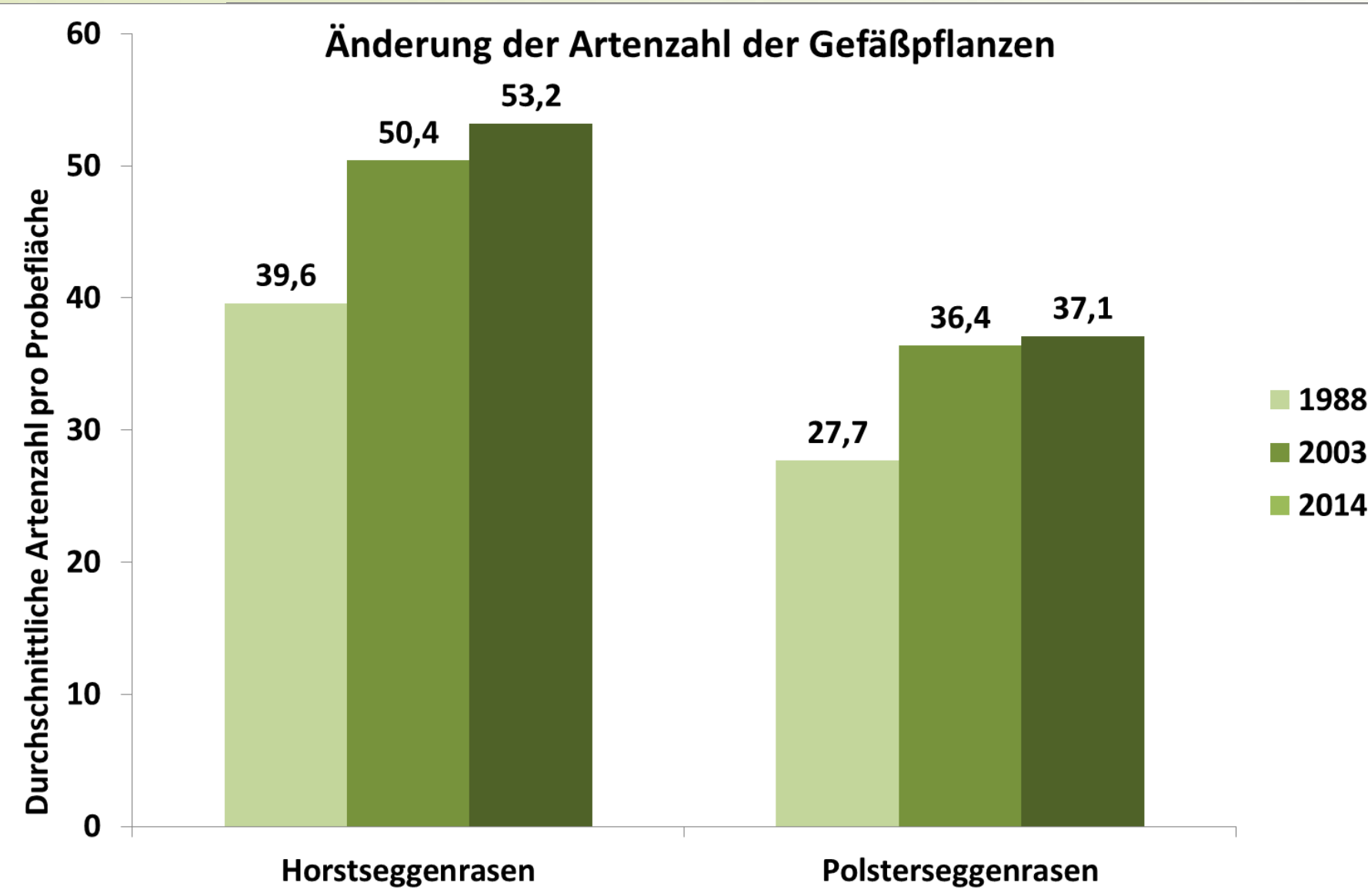
Erfassung und Bewertung der alpinen Rasen

Nationalparkverwaltung
Berchtesgaden



- Die Artenzahlen und –bedeckungen der alpinen Rasen wurden mit Hilfe der pflanzensoziologischen Kartierung erfasst
- Der Einfluss der Stickstoffeinträge wurde auf der Grundlage der Ellenbergschen Zeigerwerte bewertet

Ergebnis





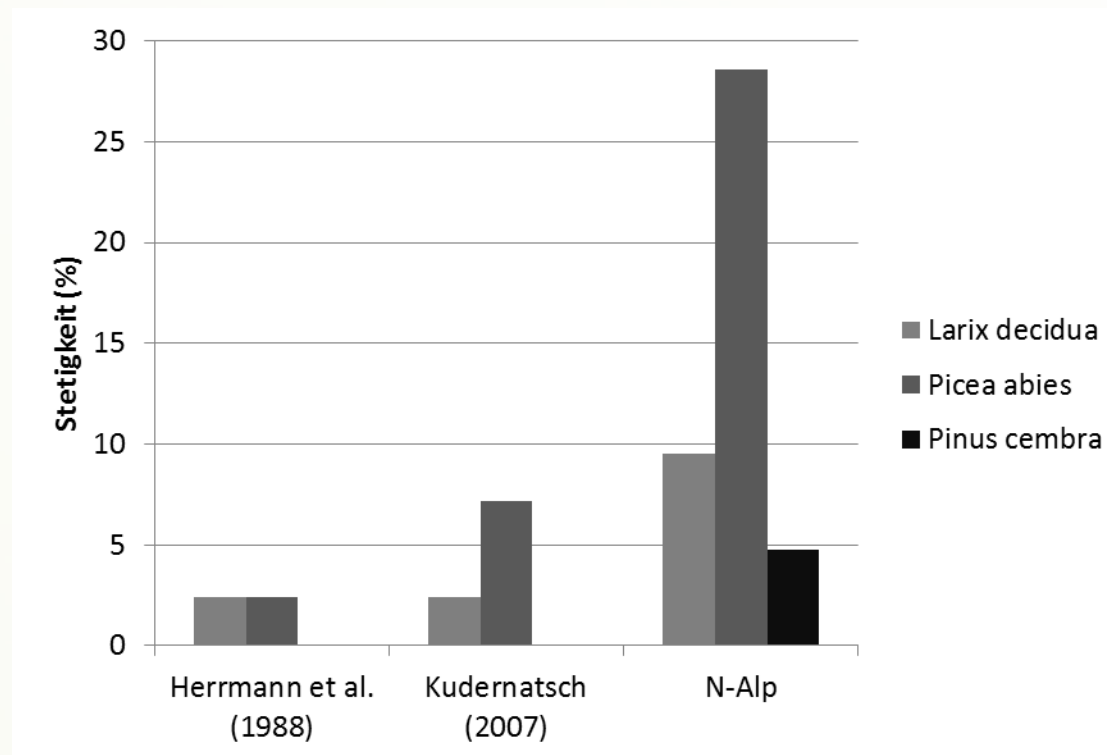
Community	Year	Valid N	Mean	Std.Dev.	Diff.	Sign.
Polsterseggenrasen	1988	22	25,1	6,0	12,0	**
	2014	22	37,1	10,5		
Horstseggenrasen	1988	19	38,5	7,4	14,7	***
	2014	19	53,2	8,7		

Thomas Kudernatsch in FEGG et al (2015)

- Seit 1988 hat sich die mittlere Artenzahl sowohl im Polsterseggenrasen als auch im Horstseggenrasen signifikant erhöht.
- Der Anstieg beruht im Wesentlichen auf einer Stetigkeitszunahme bereits damals vorhandener Arten und nicht auf einer Erweiterung der Artenpools der Pflanzengesellschaften.
- Bei den Arten, die in ihrer Häufigkeit zugenommen haben, handelt es sich in den allermeisten Fällen um typische Kalk-Magerrasen-Arten (also keine N-anzeigenden Arten)!



Auf den Probeflächen der Horst- und Polsterseggenrasen konnte sich vermehrt Gehölz-Jungwuchs (v. a. Fichte) etablieren.



Zeigerwerte

nach Ellenberg

Nationalparkverwaltung
Berchtesgaden



Lichtzahl (L-Zahl): 1 Tiefschattenpflanze ... 9 Volllichtpflanze									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Halblicht- bis Volllichtpflanze					Halblicht- bis Volllichtpflanze				
Temperaturzahl (T-Zahl): 1 Kältezeiger 9 extremer Wärmezeiger									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kälte- bis Kühlezeiger					Kühlezeiger				
Kontinentalitätszahl (K-Zahl): 1 ozeanisch 9 eukontinental (4 subozeanisch = Schwergewicht in Mitteleuropa)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
See-/Steppen-Übergangsklima zeigend					subozeanisch				
Feuchtezahl (F-Zahl): 1 Starktrockniszeiger 9 Nässezeiger ... 12 Unterwasserpflanze (hier nicht berücksichtigt)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Trockenheits- bis Frischezeiger					Frische- bis Feuchtezeiger				
Reaktionszahl (R-Zahl) 1 Starksäurezeiger 9 Basen- und Kalkzeiger									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Schwachbasen- bis Basen-/Kalkzeiger					Schwachsäure- Schwachbasenz.				
Stickstoffzahl (N-Zahl) 1 Extremer Stickstoffarmutzeiger ... 9 Übermäßiger Stickstoffzeiger									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Extremer Stickstoff- bis Stickstoffarmuts- zeiger					Übermäßiger Stickstoffzeiger				



Edelweiß

Leontopodium nivale

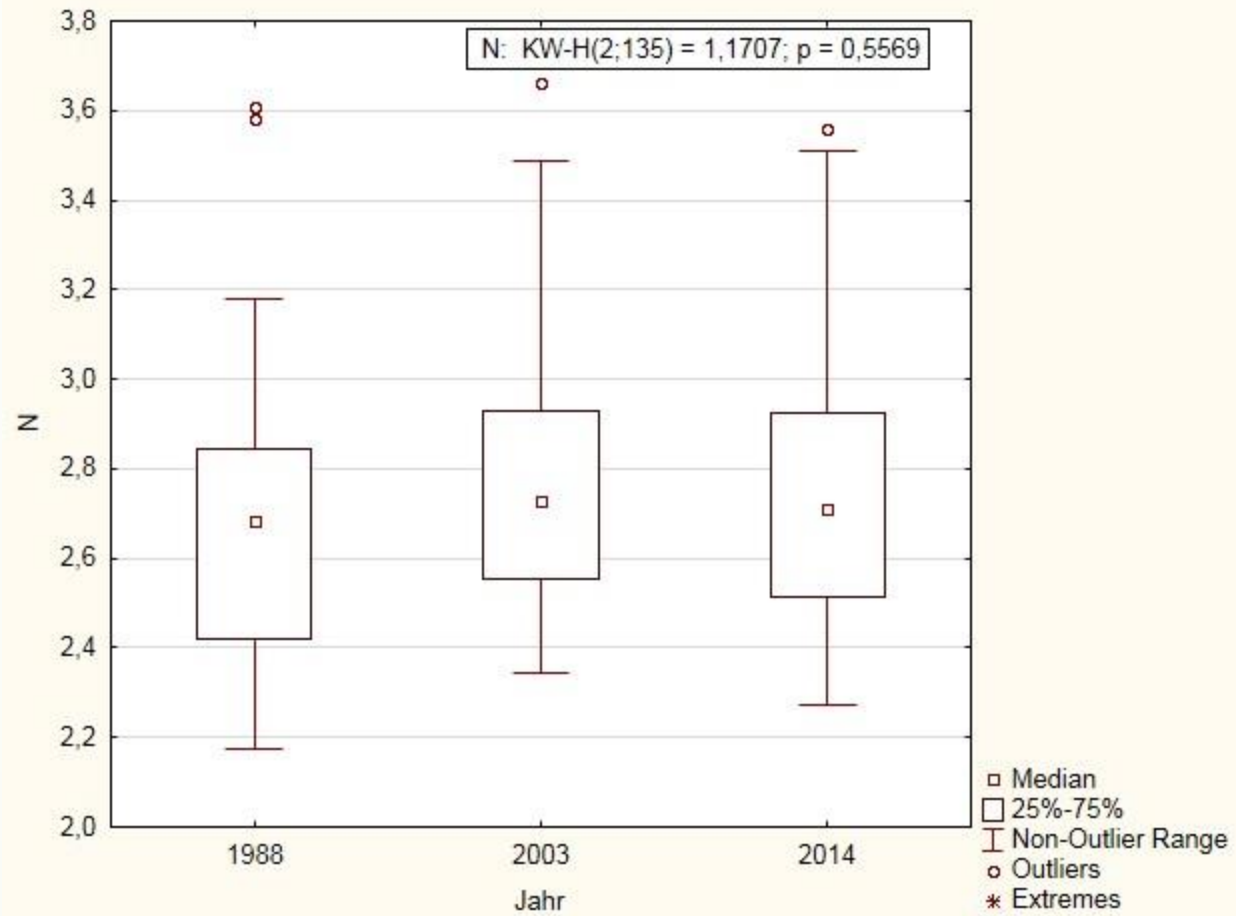


Alpen-Ampfer

Rumex alpinus

Bildquelle: <https://de.wikipedia.org>

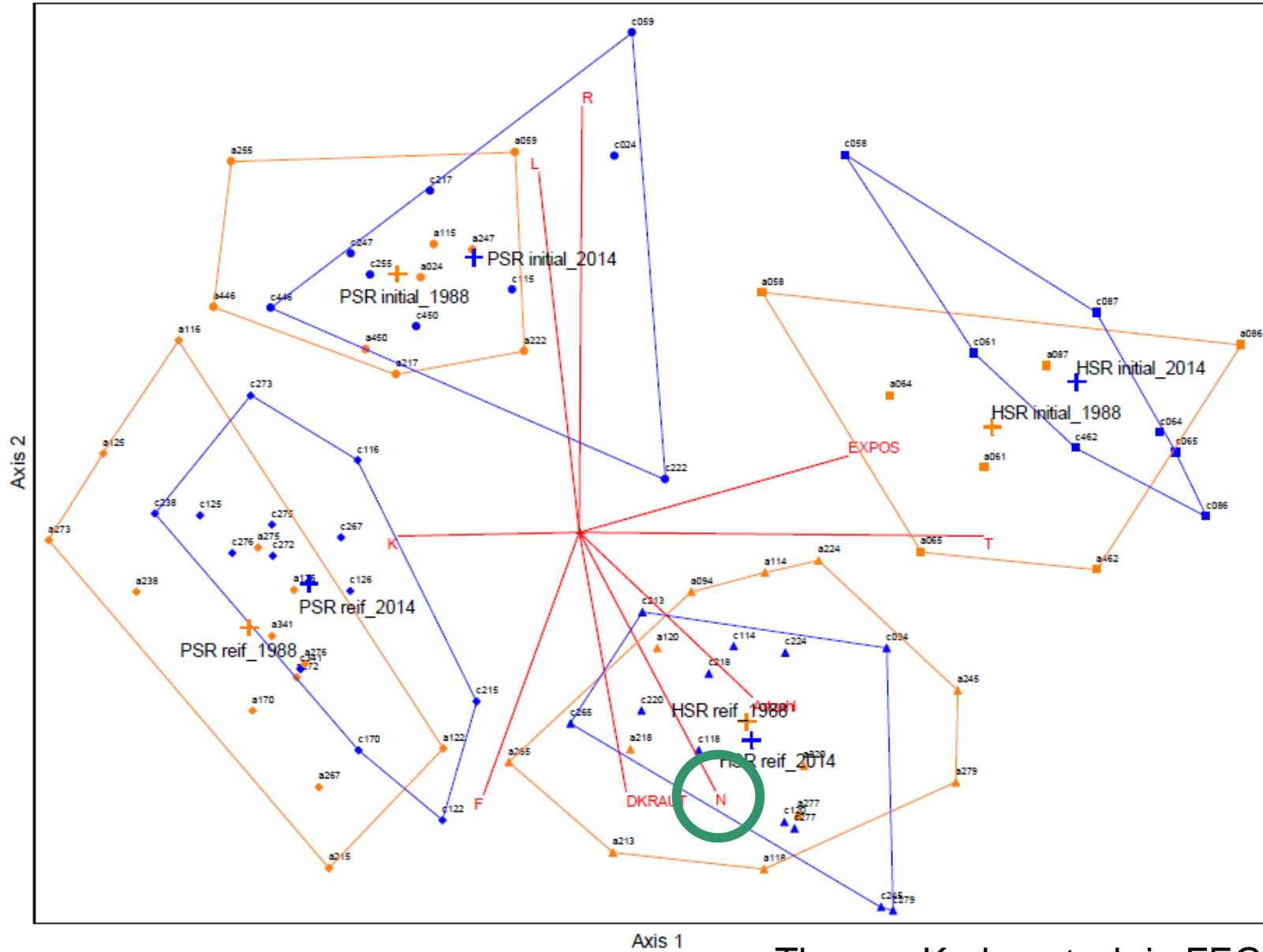
N-Zeigerwerte



→ Keine Änderung der mittleren N-Zeigerwerte über die Zeit



- VEGGES3
- ◆ PSR reif_1988
 - ◆ PSR reif_2014
 - ◆ PSR initial_1988
 - ◆ PSR initial_2014
 - ▲ HSR reif_1988
 - ▲ HSR reif_2014
 - HSR initial_1988
 - HSR initial_2014



Thomas Kudernatsch in FEGG et al (2015)

Abbildung 43: Ordinationsdiagramm der historischen (orange Punkte) und aktuellen Vegetationsaufnahmen (blaue Punkte). Für jede ausgeschiedene Untergruppe ist sowohl der durch die ersten zwei Achsen beschriebene Ordinationsraum der historischen Aufnahmen (orange Linien) als auch der Ordinationsraum der aktuellen Aufnahmen dargestellt (blaue Linien)







Die Zunahme der Artenzahlen in den jeweiligen Probeflächen ist nach diesen Auswertungen nicht auf anthropogene Stickstoffeinträge zurückzuführen.

Die Änderungen sind demnach mit großer Wahrscheinlichkeit ein Effekt des Klimawandels.

Um den Trend weiter zu verfolgen, sollte das Projekt in 10 Jahren wiederholt werden.

Mögliche Ursachen der Veränderungen alpiner Rasen



- ~~• Natürliche Sukzession (Reifung)~~
- ~~• Landnutzungsänderungen~~
- ~~• Stickstoffeinträge~~ 
- Globale Erwärmung 



- Nach den Ergebnissen des Projekts scheint der Stickstoffeintrag aufgrund der Gunstlage des Nationalparks Berchtesgaden dort keine Rolle zu spielen. Damit dies so bleibt, sind weitere Anstrengungen notwendig, um die Stickstoffemissionen in Verkehr und Landwirtschaft zu reduzieren.
- Nach den Ergebnissen des Projekts wirkt sich insbesondere der Klimawandel nachweisbar auf die alpinen Pflanzengemeinschaften und damit auf die gesamte Tier- und Pflanzenwelt des Nationalparks aus. Alle Maßnahmen zum Klimaschutz, insbesondere die Maßnahmen zur Energiewende und zur Reduktion anthropogener Stickstoffquellen, haben einen positiven Einfluss auf das Kernstück des Naturschutzes in Bayern.
- Um die Effekte nachzuweisen, ist die langfristige Umweltbeobachtung zur Klimafolgenforschung im Nationalpark Berchtesgaden zu intensivieren, z.B. durch das Monitoring empfindlicher Lebensgemeinschaften wie alpine Rasen und Quell-Lebensgemeinschaften.

Finanzierung und Durchführung

Nationalparkverwaltung
Berchtesgaden



Koordination des chemischen Teils und
Gesamtkoordination des Berichts
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Referat 16 – Medienübergreifende Umweltbeobachtung
Dr. Ludwig Peichl
Joachim Nittka

Finanziert durch
**Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz**
Referat 76 - Klimapolitik, Klimaforschung

Pflanzensoziologische Kartierung
und -auswertung
**Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft**
Dr. Thomas Kudernatsch

Chemische Analysen
**Helmholtz Zentrum München
(Comprehensive Molecular Analytics)**
Dr. Manfred Kirchner
Wolfgang Fegg

Koordination des botanischen Teils
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden
Doris Huber
Helmut Franz

Probenahme
Wolfgang Fegg
**Nationalparkdienst (vor allem
Winterdienst)**



Stickstoffeinträge als Mitverursacher von Diversitätsänderungen im alpinen Raum (N-Alp)

16-8733.3-39420/2012
PSP: S-700332-5045-004

Schlussbericht

W. Fegg¹, D. Huber², T. Kudernatsch³, H. Römmelt⁴, H. Franz², M. Kirchner¹

¹ Helmholtz Zentrum München, CMA

² Nationalparkverwaltung Berchtesgaden

³ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

⁴ ROE GmbH

Vielen Dank...

...für Ihre Aufmerksamkeit!

