

Stickstoff-Deposition in Ökosystemen

Critical Loads in der Luftreinhaltung

Beat Rihm, Meteotest, Bern

Daten: erstellt im Auftrag des Bundesamtes für
Umwelt (BAFU)

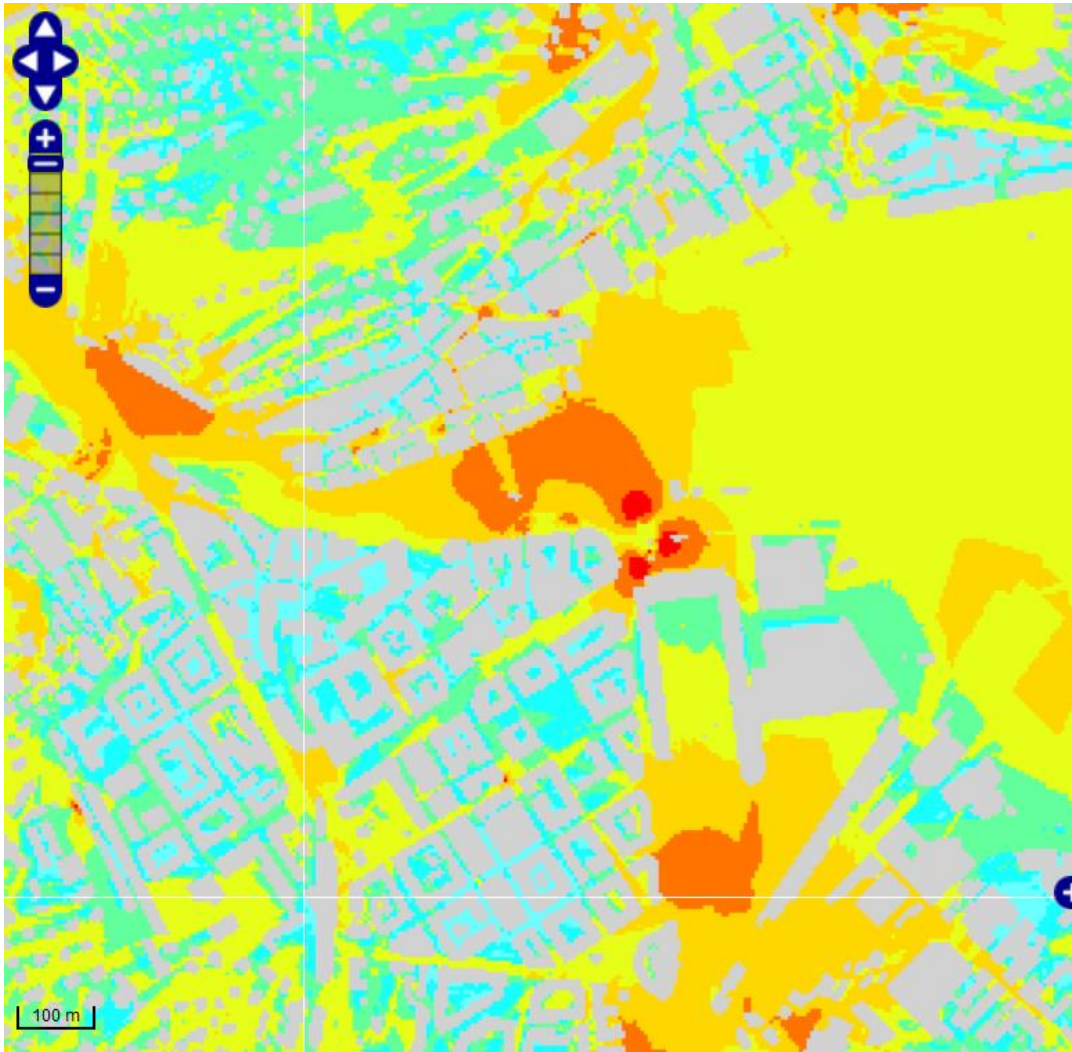
GeoSummit, 7.6.2016 in Bern
svu-Workshop 'Umwelt GIS Visualisierung Virtual Reality'



- Private Firma (Genossenschaft) in Bern
- 35 Naturwissenschaftler, Ingenieure und Informatiker
- 30 Jahre Erfahrung in den Bereichen Wettervorhersage, Meteorologie, erneuerbare Energien, Luftreinhaltung und Geoinformatik

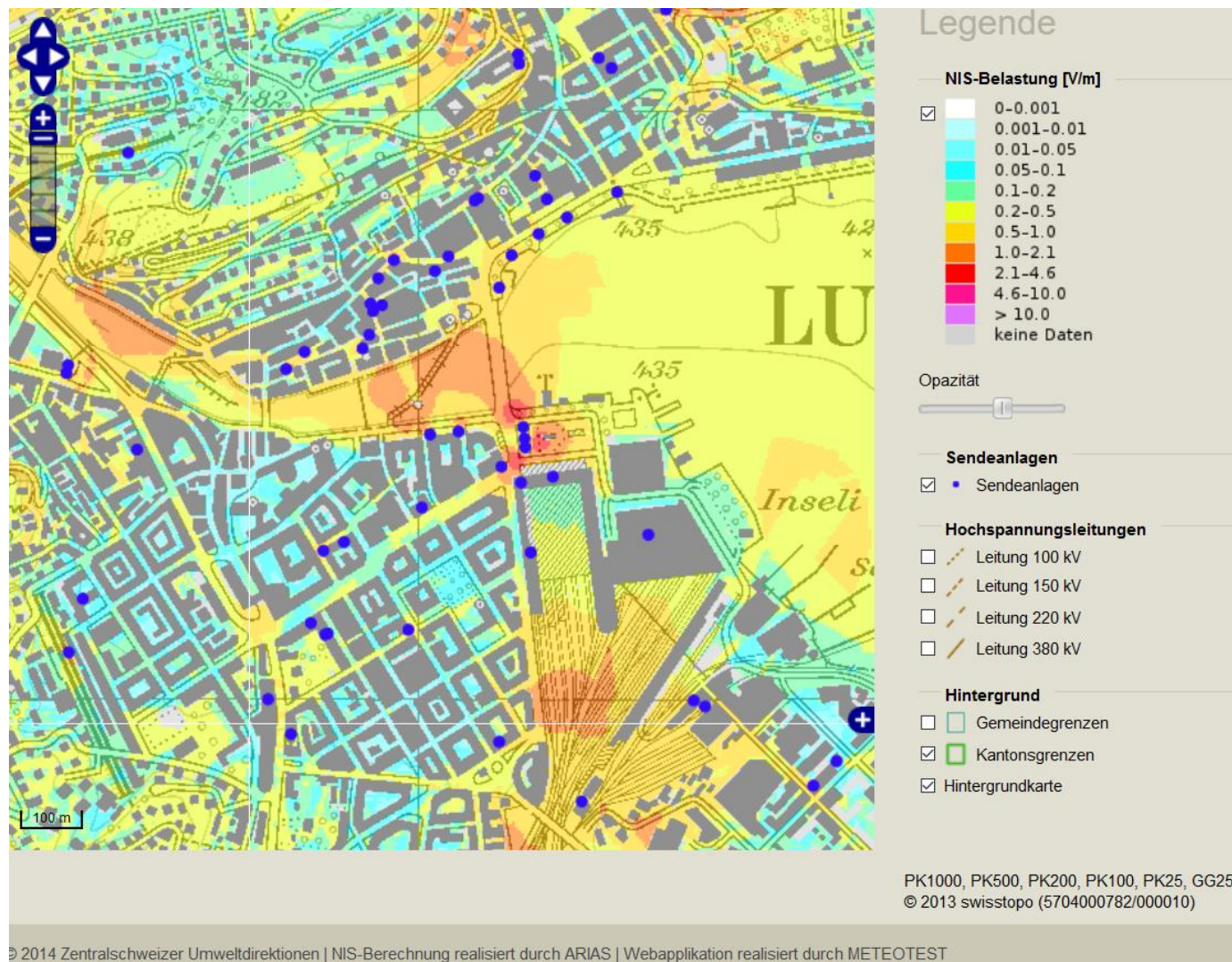


Quiz: Was zeigt diese Karte?



Antwort: Elektromog (NIS) 2015

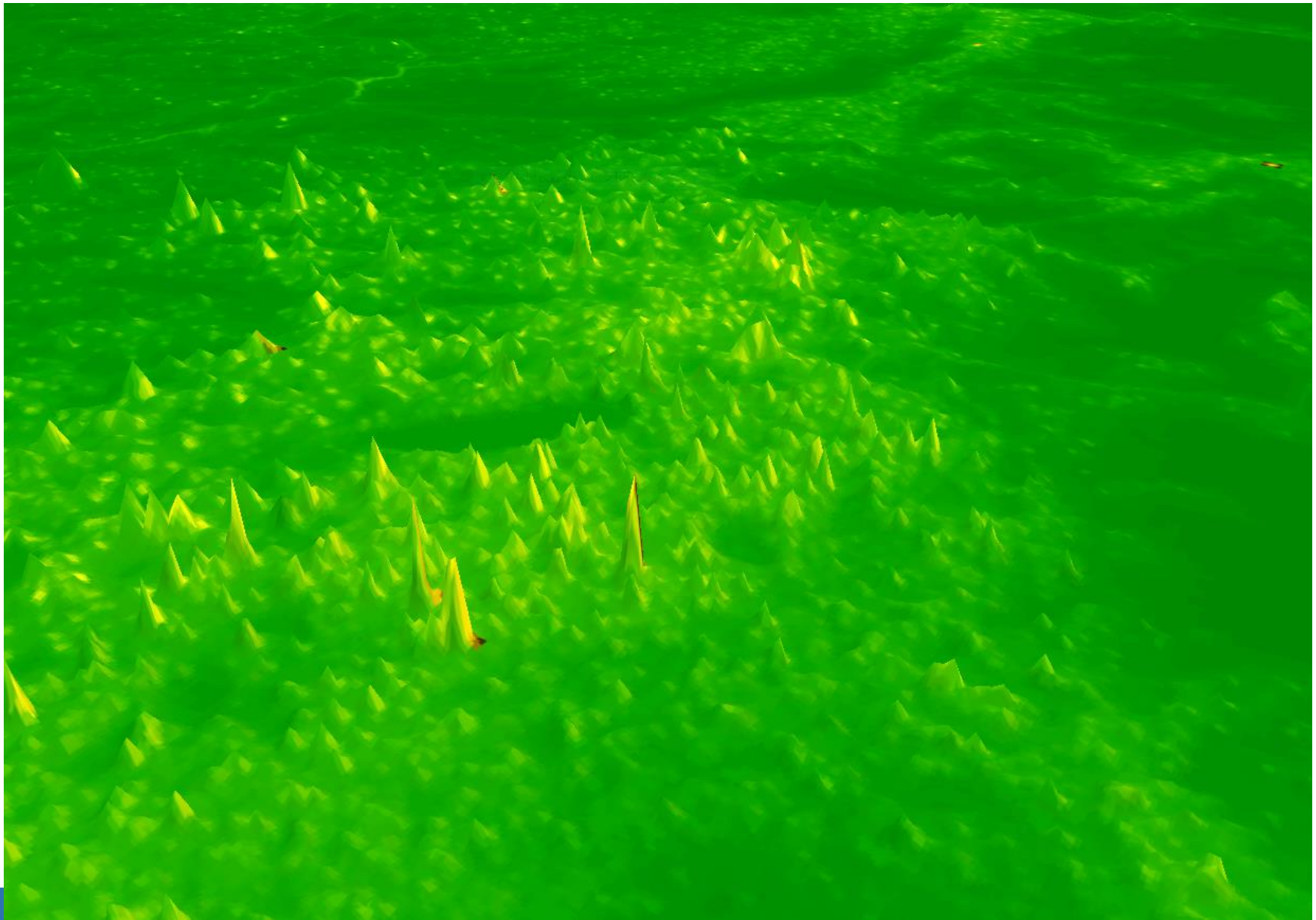
Hört, sieht und riecht man nicht! Ist aber real, im Prinzip messbar.



Übersicht Critical Loads für N

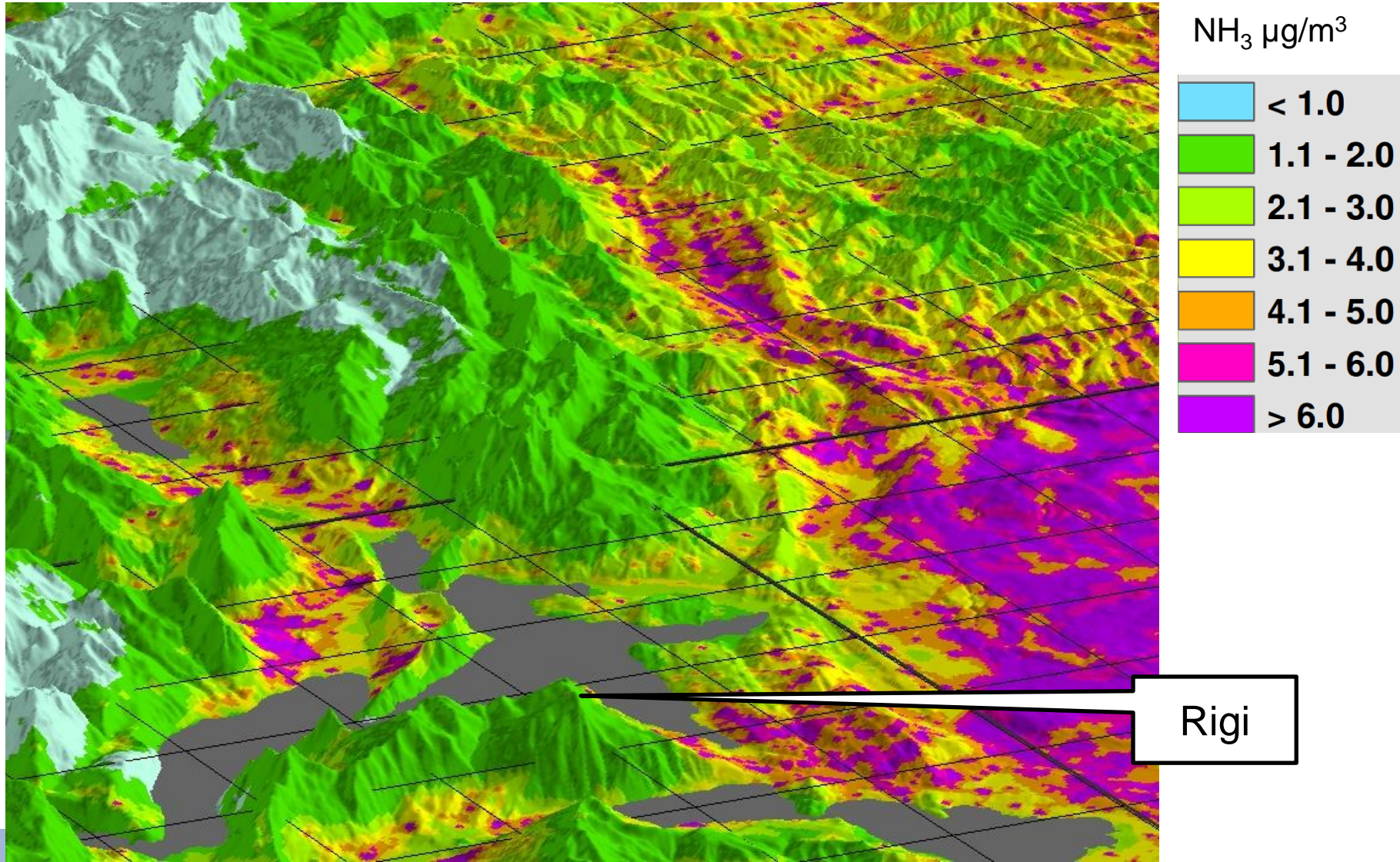
- Reaktiver Stickstoff: NO_x (Stickoxide) und NH_y (Ammoniak NH₃, Ammonium NH₄⁺) haben **unerwünschte Düngewirkung**, wenn sie
 - 1) in die Luft (Emission) und dann
 - 2) in Ökosysteme (Deposition, Immission) gelangen.
- Empfindliche **Ökosysteme** sind nährstoffarm, (halb-)natürlich, vom Landwirt nicht oder wenig gedüngt:
- **Critical Loads** für Stickstoff (CLN): Wirkungsorientierte Grenzwerte im Rahmen der UNECE Convention on LRTAP, <http://icpmapping.org>
- Keine **Immissionsgrenzwerte** für N-Deposition in der Luftreinhalteverordnung; CLN können stattdessen verwendet werden!
 - Die Schadstoffe sieht und riecht man nicht, werden aber gemessen.
 - Auswirkungen auf Umwelt oft erst nach Jahren feststellbar; qualitative Einbussen bei Naturschutzgebieten/Lebensräumen.

Q2: Was ist das für eine Landschaft?



Q2: eine andere Visualisierung

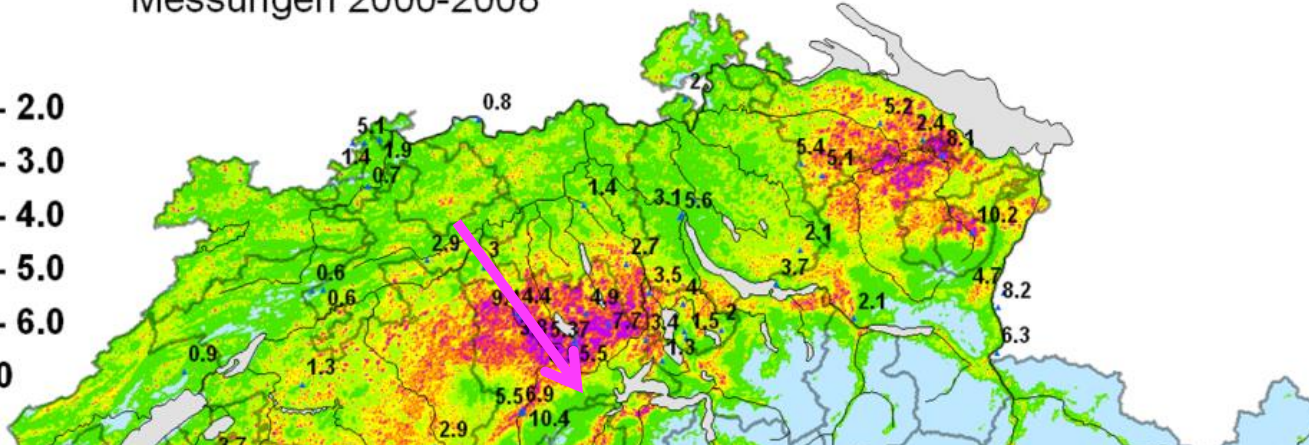
DHM25(c)swisstopo. 5x5 km Gitter auf 1'000 m.ü.M.



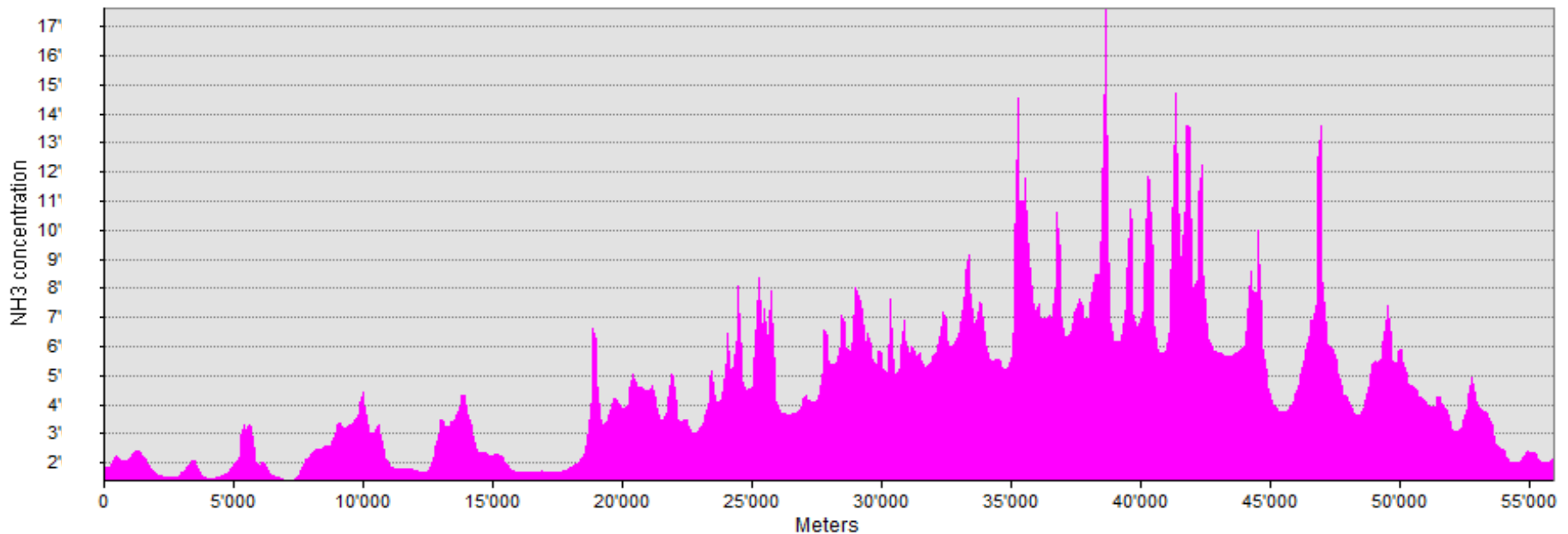
Ammonia Landscape: a Sea Urchin

$\mu\text{g m}^{-3}$

Messungen 2000-2008

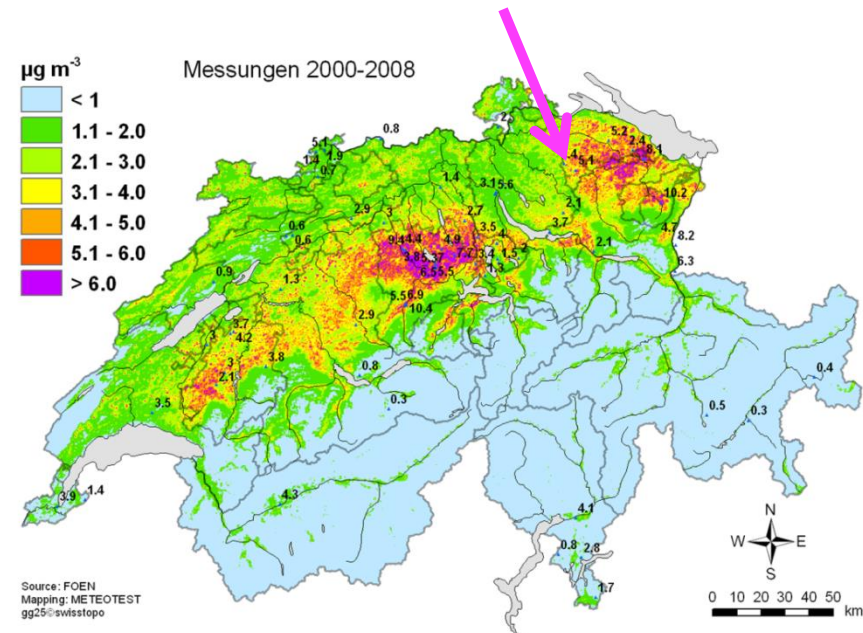
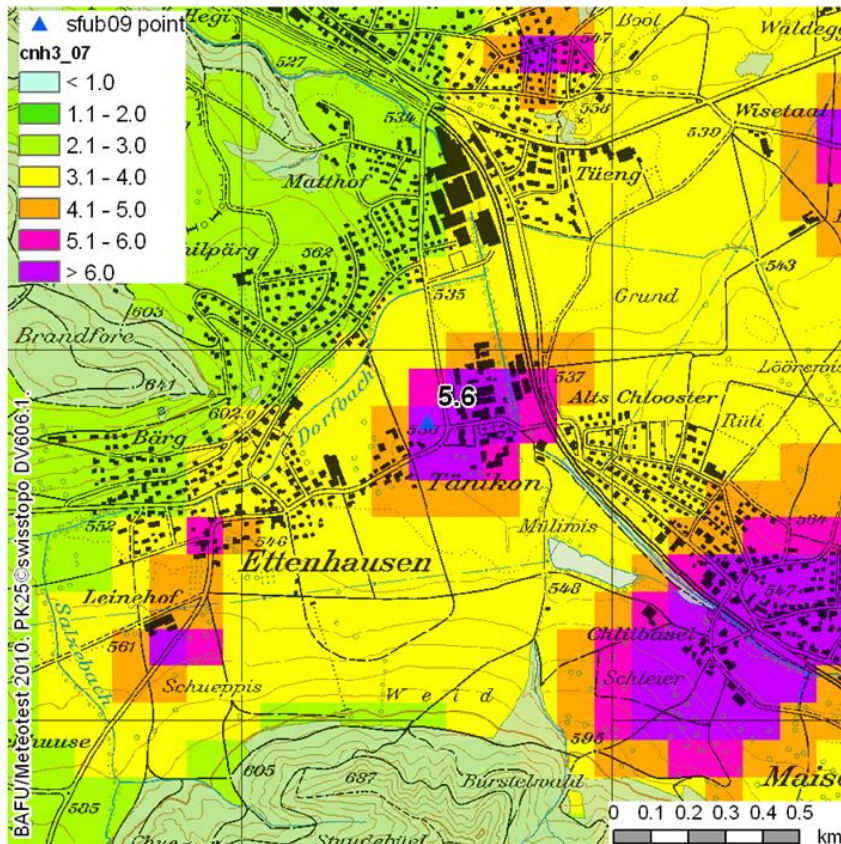


Profile NH₃ Jura-Alps



NH₃-Konzentration in der Luft

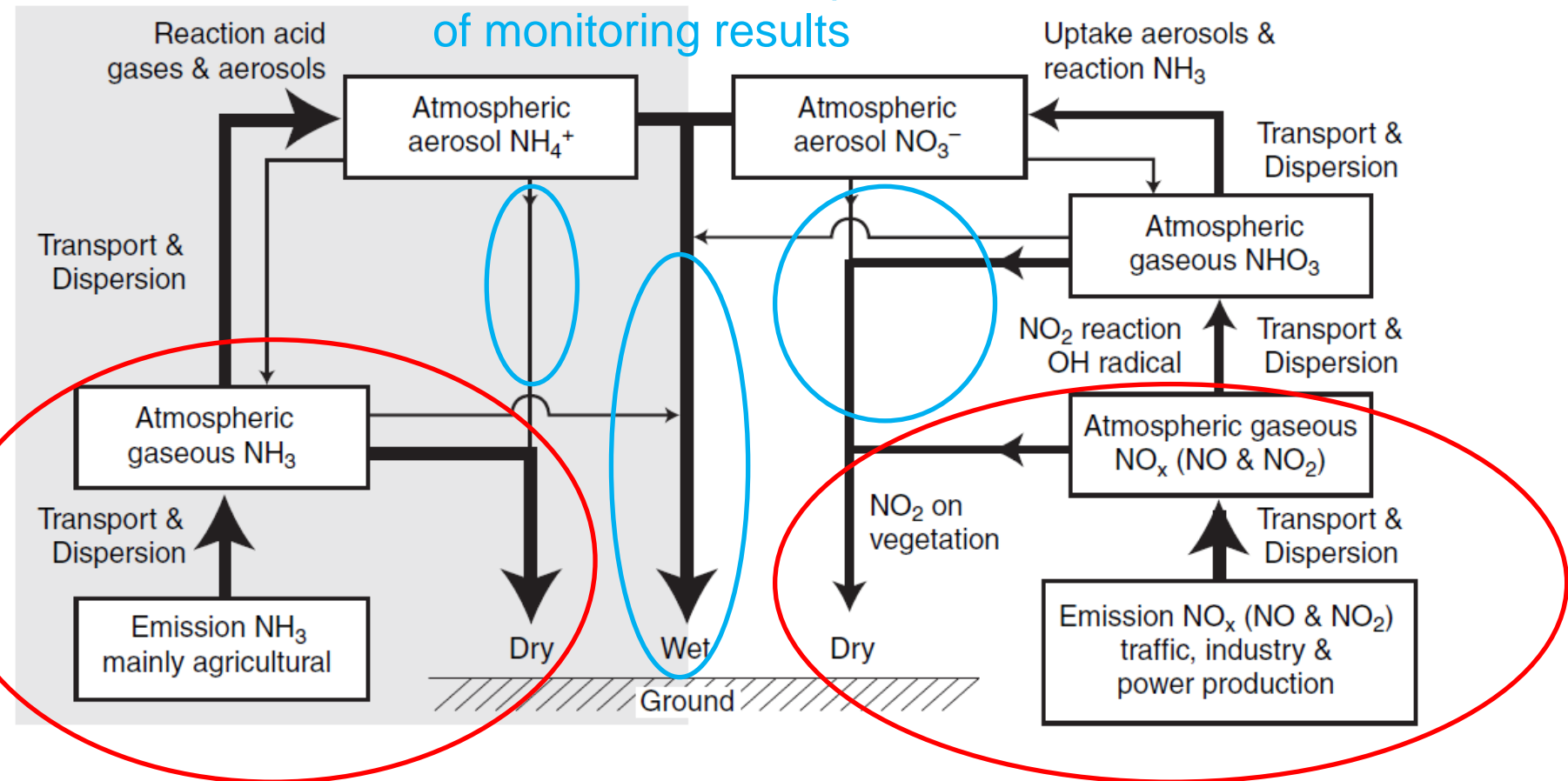
- Ammoniak (NH₃) stammt zu 82% aus der Tierhaltung → hohe Konzentrationen in der Nähe von Ställen und Hofdüngerlager, sowie beim Ausbringen der Gülle.



Modellierung Stickstoff-Deposition

Path ways of reactive N in the atmosphere (Hertel et al. 2011, <http://www.nine-esf.org/ENA>)

Geo-statistical interpolation of monitoring results



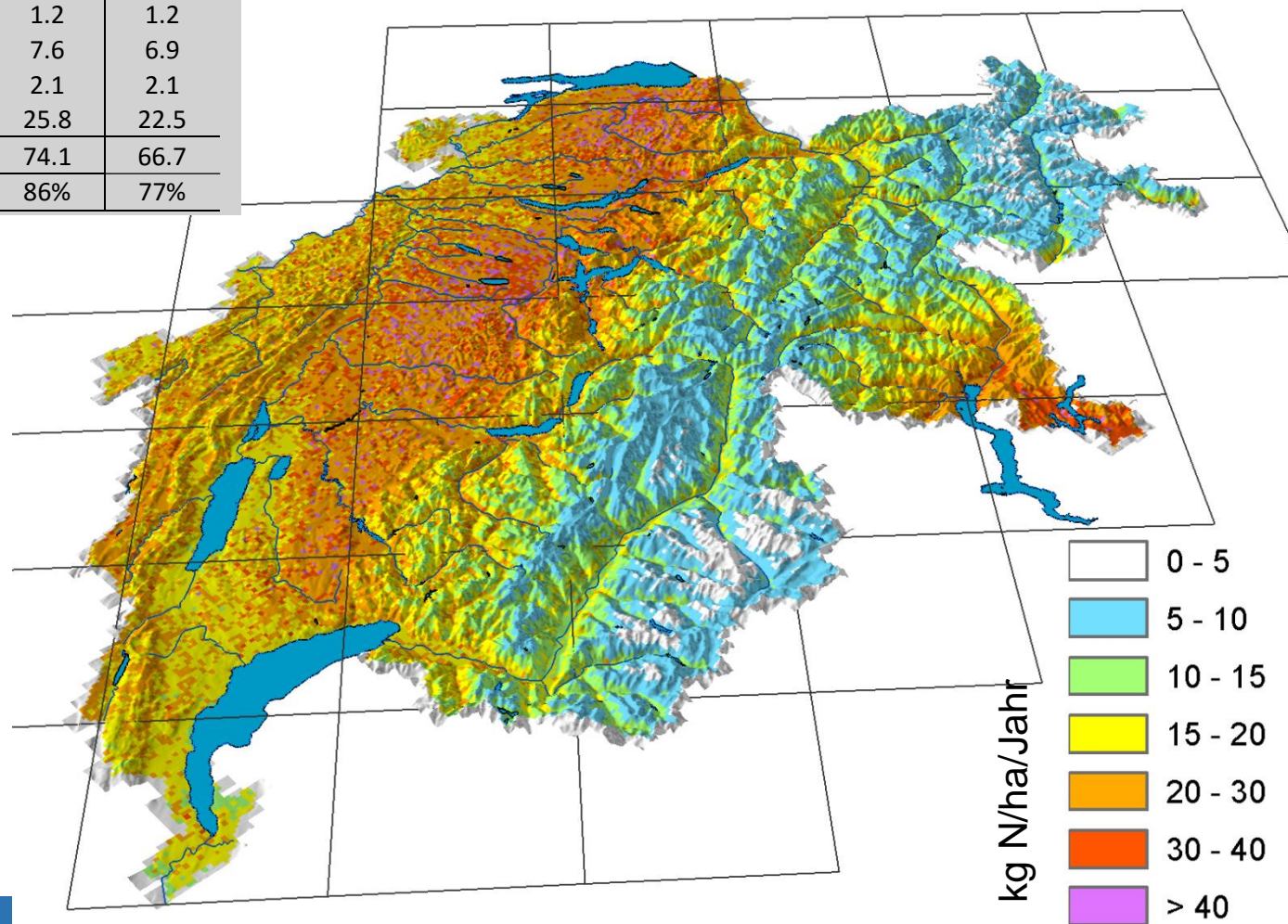
Model 100x100 m

Model 100x100 m

Stickstoff-Deposition Schweiz

Compounds	1990	2000	2010
Wet: NH_4^+	24.9	21.4	17.7
Dry: NH_4^+ aerosol	2.9	2.9	2.9
NH_3 gas	26.9	23.9	23.6
Total $\text{NH}_y\text{-N}$:	54.7	48.3	44.2
Wet: NO_3^-	18.9	14.9	12.3
Dry: NO_3^- aerosol	1.2	1.2	1.2
NO_2 gas	9.2	7.6	6.9
HNO_3 gas	2.4	2.1	2.1
Total $\text{NO}_y\text{-N}$:	31.7	25.8	22.5
Total N	86.4	74.1	66.7
Percent	100%	86%	77%

Kilotonnen N/Jahr



Definition:

“A **quantitative estimate** of an exposure to one or more pollutants below which significant harmful effects on specified sensitive elements of the environment do not occur according to **present knowledge**” (Nilsson & Grennfelt 1988).

Signifikante schädliche Auswirkungen von übermässigen N-Depositionen (Beispiele):

- Rückgang Biodiversität (Artenverlust) auf Grünland, Mooren und alpinen Heiden, Bodenvegetation im Wald
- Waldbäume: Nährstoffungleichgewichte, erhöhte Empfindlichkeit auf Trockenheit und Schädlinge
- Rückgang Mykorrhiza-Pilze im Waldboden (wichtige Symbiose mit Bäumen)

Auswahl empfindlicher Ökosysteme

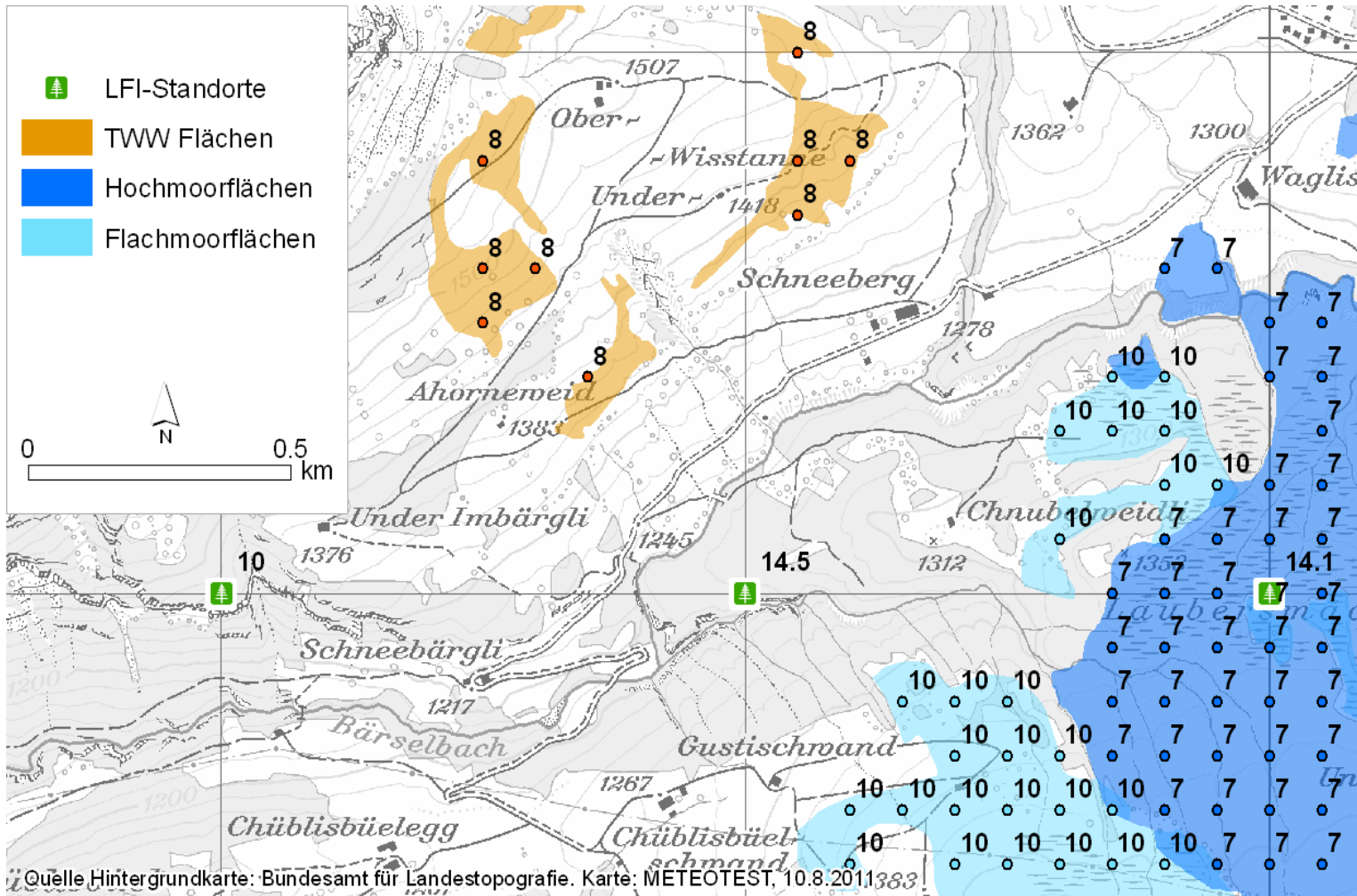


- Ziel: Wirkungsorientierte Luftschadstoff-Reduktionsziele im Rahmen der UNECE *Convention on Long-range Transboundary Air Pollution* LRTAP.
- → Schutzgebiete gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) oder Waldgesetz:
Wald, Hoch-/Flach-Moore, Trockenwiesen/-weiden, Alpweiden etc.
- Beispiel: Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung (1991),
 $\text{CLN}_{\text{empirical}}$ ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$) gemäss Manual icpmapping.org:

Ecosystem type	CLN range	Relevant vegetation types in Switzerland	CLempN	EUNIS code
Raised bogs	5-10	Sphagnion fusci (<i>Hochmoor</i>)	7	D1.1

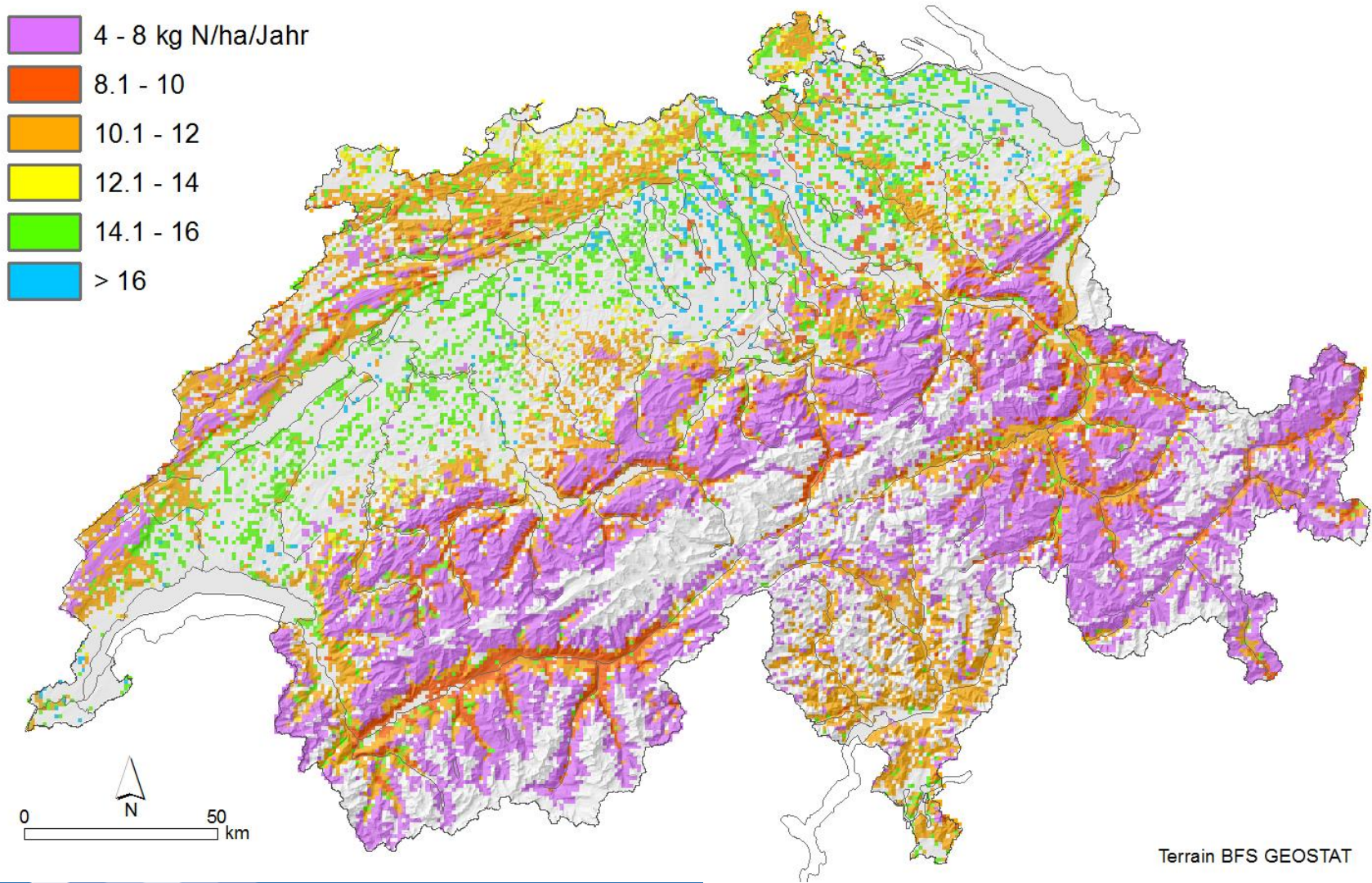
Detailkarte CLN_{emp} (Beispiel)

Waldstandorte (LFI), Trockenwiesen (TWW), Hochmoore, Flachmoore mit CLN_{emp} (kg N/ha/Jahr):



CLN Übersicht Schweiz

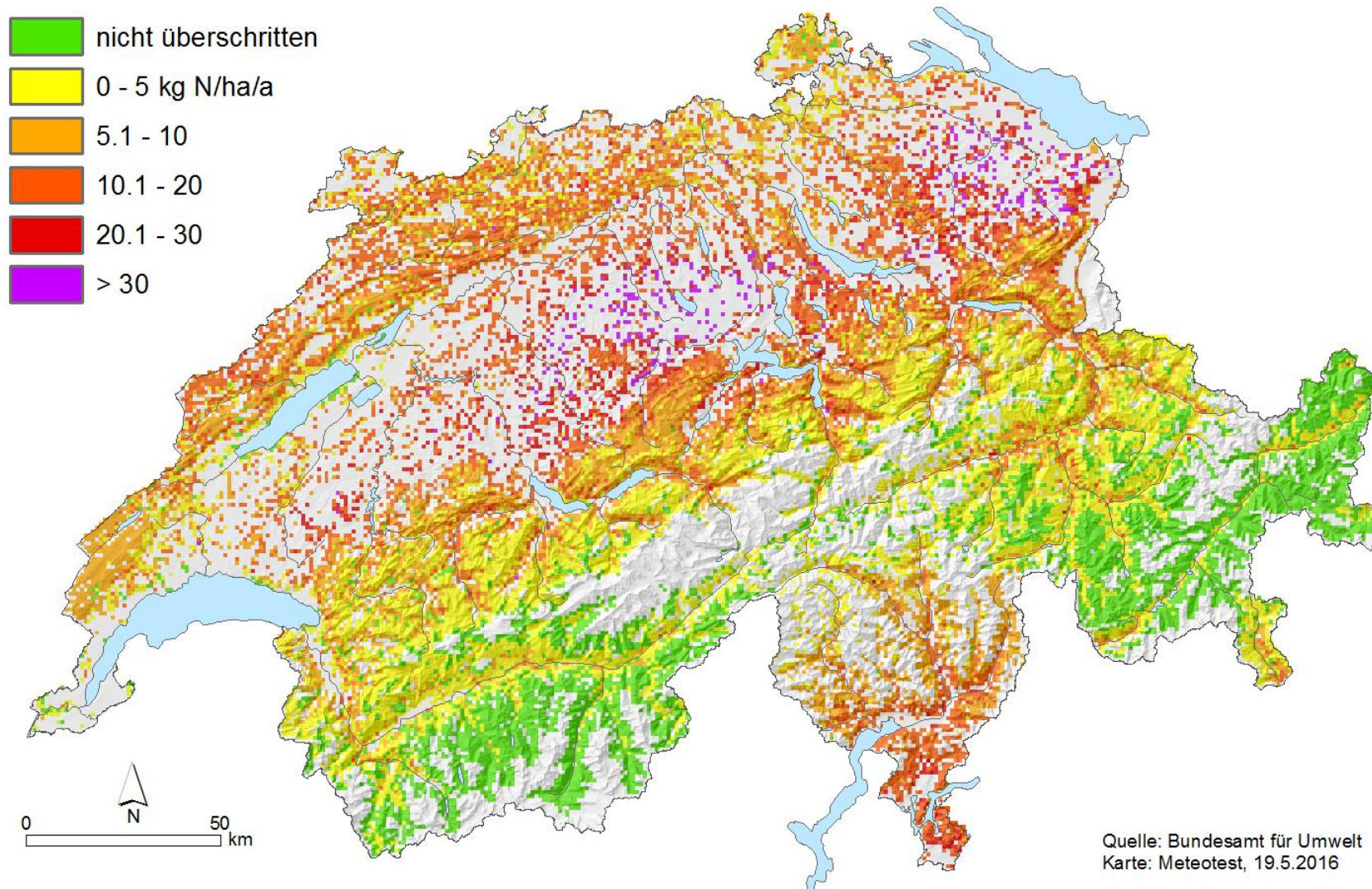
Wald, Trockenwiesen (TWW), Hochmoore, Flachmoore, alpine Heiden, alpine Seen:



Überschreitung der CLN

Waldstandorte: 95% der Fläche überschritten.

Andere naturnahe Ökosysteme: 71% der Fläche überschritten.



Lokale CLN-Anwendung in der Schweiz, rechtliche Situation

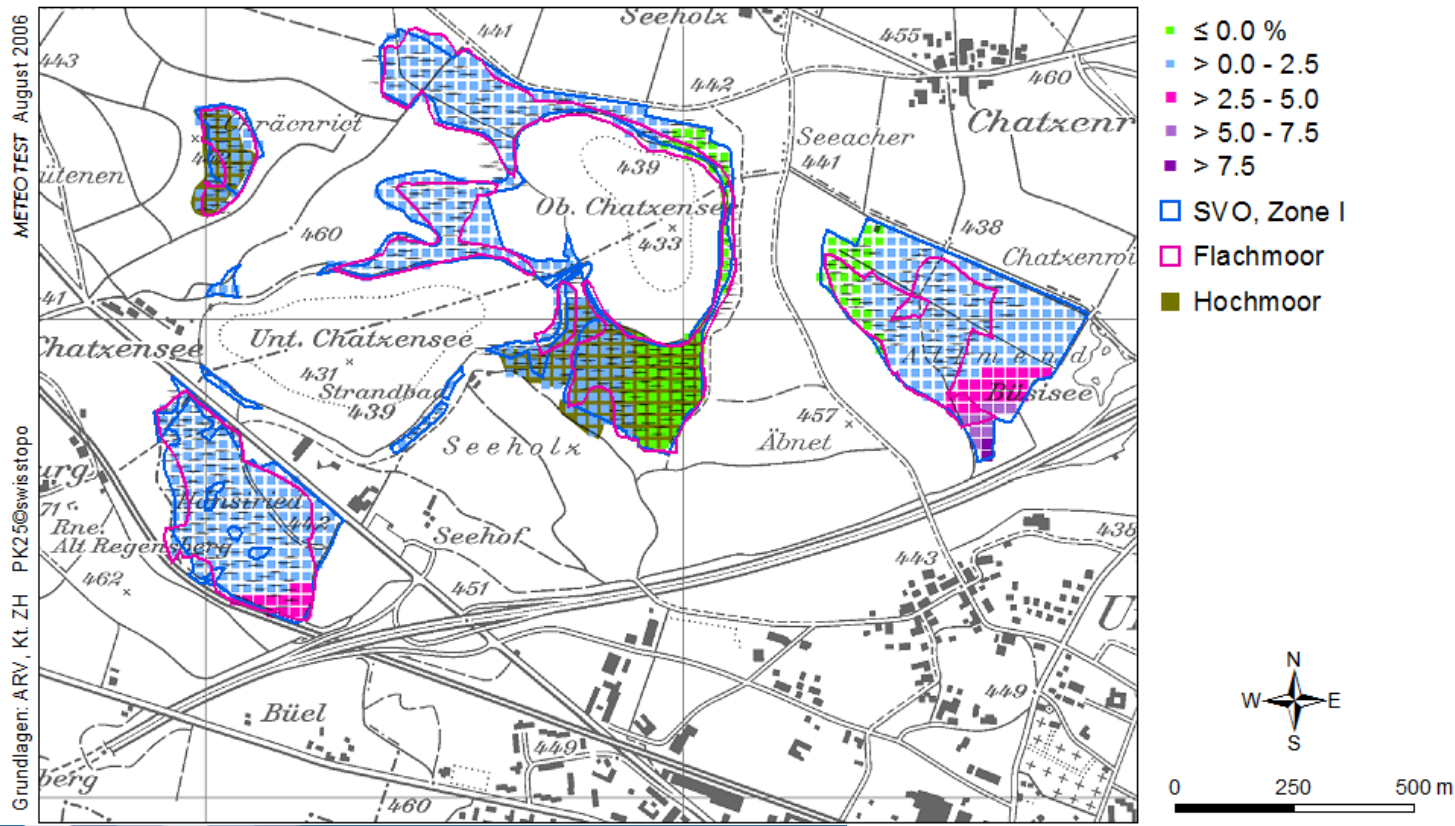
- Critical Loads als international anerkannte Beurteilungswerte können **anstelle von Immissionsgrenzwerten** (IGW gemäss Luftreinhalteverordnung) angewendet werden. (EKL 2014, www.ekl.admin.ch/de/dokumentation/publikationen/index.html)
- Einzelanlage: Vorsorgeprinzip → Begrenzung der Emissionen unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung soweit technisch/ betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar.
- Die **Anlage allein darf nicht zur Überschreitung des IGW führen.** (schwaches Kriterium!)
- Überschreitung des IGW durch mehrere Anlagen gemeinsam: Der Kanton erstellt einen **Massnahmenplan** in welchem weitergehende Emissionsbeschränkungen in einer Region möglich sind.

Lokale CLN-Anwendungen

Mir selber sind nur wenige Beispiele bekannt:

- UVP Neu-/Ausbau von Strassen (Bsp. Nordumfahrung Zürich, ANU)
- Bewilligung Stallbauten in einzelnen Kantonen.
- Massnahmenpläne einzelner Kantone thematisieren N-Deposition.

Prozentuale Anteile der induzierten N-Depositionen am CLN durch den ANU



- 1) Parameter im Umweltbereich sind oft 'virtuell' in dem Sinn, dass sie nicht direkt wahrnehmbar und oft auch schwierig zu messen sind (z.B. Gesamt-Deposition). Nur Modellierungen können flächenhafte Aussagen liefern.
- 2) Critical Loads für Stickstoff (CLN) wurden gesamtschweizerisch auf der Grundlage des UNECE Mapping Manual erhoben (mit Modifikationen aufgrund nationaler Daten, Studien oder Tests).
- 3) N-Depositionen wurden mit einem einfachen, pragmatischen Ansatz modelliert und validiert.
- 4) Die unerwünschten Auswirkungen von CLN-Überschreitungen sind (auch für die Schweiz) belegt.
<http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/11210>
- 5) Lokale/regionale Anwendung der CLN in der Luftreinhaltung wären deshalb sinnvoll und möglich, sind aber noch selten.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Beat Rihm



Churfürsten in Wolken