Vom Punkt in die Fläche – Kognition und Vision

Festkolloquium zu Ehren des 75. Geburtstags von

Dr. habil. Klaus Bellmann

Critical Loads: Von der Vision zur Strategie

Modelle für die Umweltpolitik

Heinz-Detlef Gregor & Hans-Dieter Nagel

8. Juni 2004

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

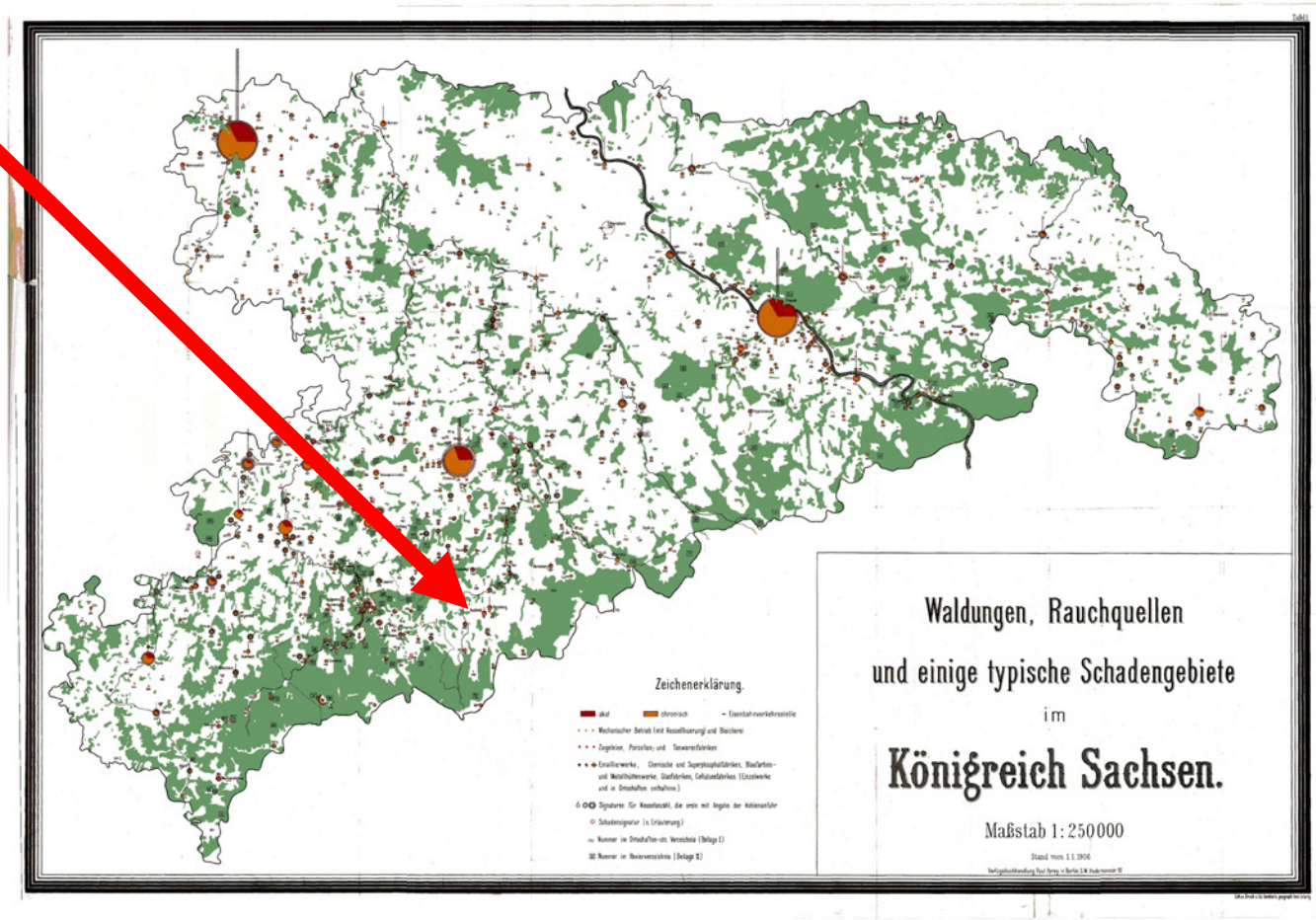
Heinz-Detlef Gregor
UBA

Waldungen, Rauchquellen und einige typische Schadensgebiete im Königreich Sachsen, 1906

Karte 1
Erfassung und Kartierung von ökologischen Belastungsgrenzen im Freistaat Sachsen

Auftraggeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
WV 0345.40

ÖKO-DATA, Gesellschaft für Ökosystemanalyse und Umweltdatenmanagement mbH
Am Annafließ 4D, 15344 Strausberg



Datengrundlage:

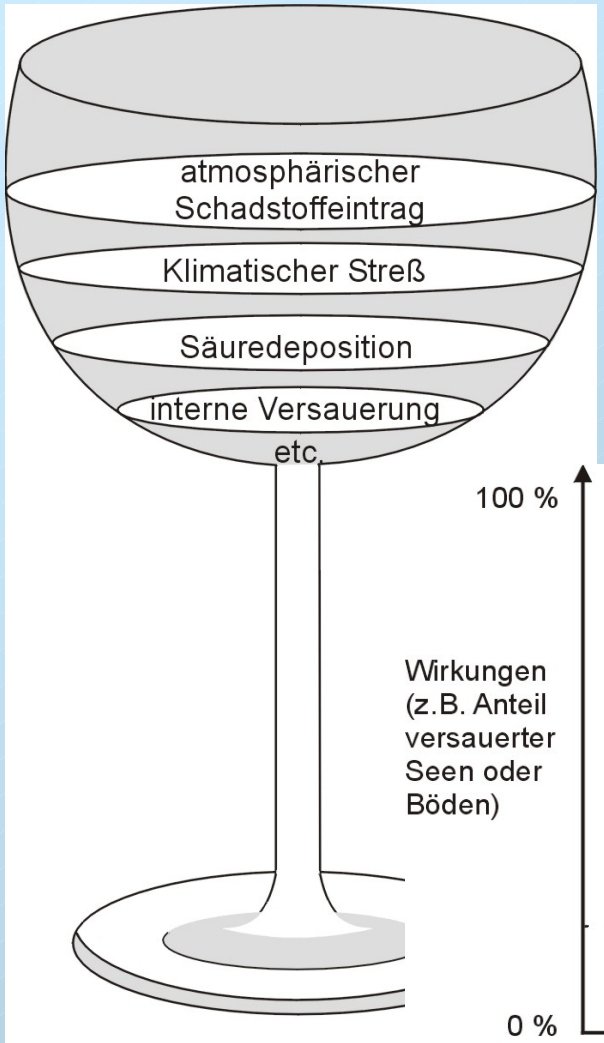
Sammlungen von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden

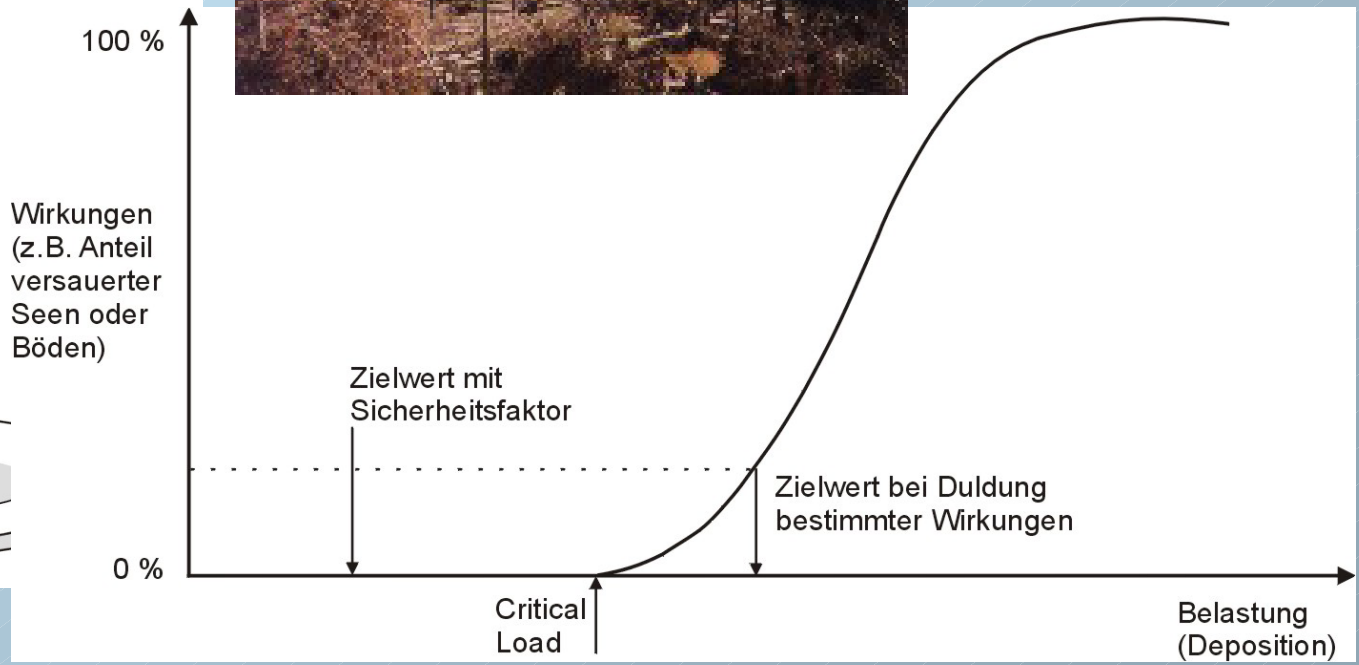
Projektleitung: Dr H.- D. Nagel

GIS-technische Bearbeitung: H. Eitner

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA





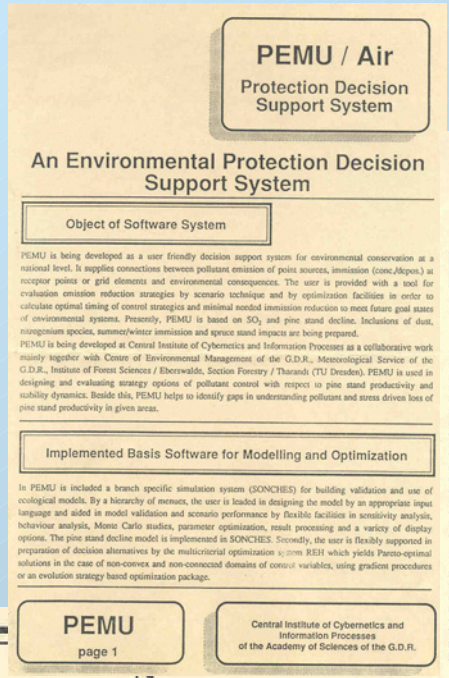
Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

PEMU: Prognose und Entscheidungs-Modell Umwelt



PEMU / Air
Protection Decision Support System

An Environmental Protection Decision Support System

Object of Software System

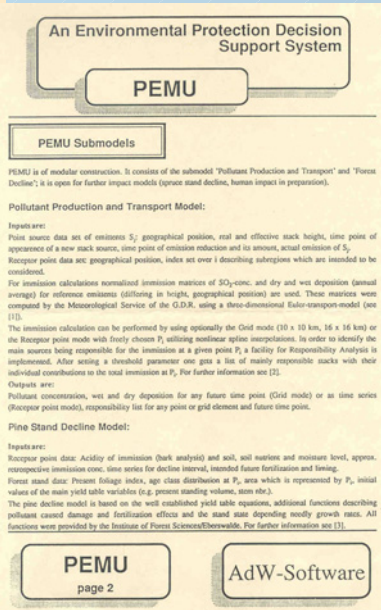
PEMU is being developed as a user friendly decision support system for environmental conservation at a national level. It supplies connections between pollutant emission of point sources, immission (conc./depos.) at receptor points or grid elements and environmental consequences. The user is provided with a tool for evaluation emission reduction strategies by scenario technique and by optimization facilities in order to calculate optimal timing of control strategies and minimal needed immission reduction to meet future goal states of environmental systems. Presently, PEMU is based on SO_2 and pine stand decline. Inclusions of dust, nitrogenium species, summer/winter immission and spruce stand impacts are being prepared.
PEMU is being developed at Central Institute of Cybernetics and Information Processes as a collaborative work mainly together with Centre of Environmental Management of the G.D.R., Meteorological Service of the G.D.R., Institute of Forest Sciences / Eberswalde, Section Forestry / Tharandt (TU Dresden). PEMU is used in designing and evaluating strategy options of pollutant control with respect to pine stand productivity and stability dynamics. Beside this, PEMU helps to identify gaps in understanding pollutant and stress driven loss of pine stand productivity in given areas.

Implemented Basis Software for Modelling and Optimization

In PEMU is included a branch specific simulation system (SONCHES) for building validation and use of ecological models. By a hierarchy of menues, the user is leaded in designing the model by an appropriate input language and aided in model validation and scenario performance by flexible facilities in sensitivity analysis, behaviour analysis, Monte Carlo studies, parameter optimization, result processing and a variety of display options. The pine stand decline model is implemented in SONCHES. Secondly, the user is flexibly supported in preparation of decision alternatives by the multicriterial optimization system REH which yields Pareto-optimal solutions in the case of non-convex and non-connected domains of control variables, using gradient procedures or an evolution strategy based optimization package.

PEMU
page 1

Central Institute of Cybernetics and Information Processes of the Academy of Sciences of the G.D.R.



An Environmental Protection Decision Support System

PEMU

PEMU Submodels

PEMU is of modular construction. It consists of the submodel 'Pollutant Production and Transport' and 'Forest Decline'; it is open for further impact models (spruce stand decline, human impact in preparation).

Pollutant Production and Transport Model:

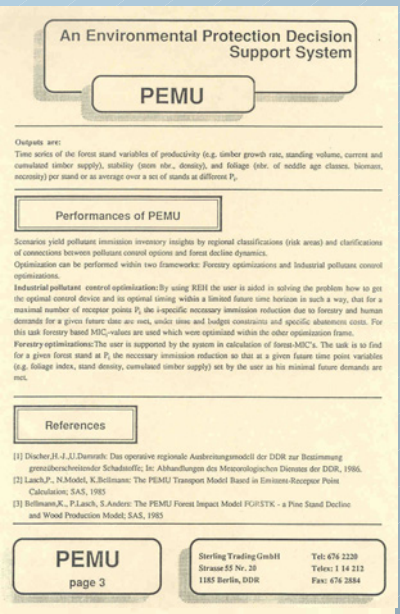
Inputs are:
Point source data set of emittents S_j: geographical position, real and effective stack height, time point of appearance of a new stack source, time point of emission reduction and its amount, actual emission of S_j.
Receptor point data set: geographical position, index set over i describing subregions which are intended to be considered.
For immission calculations normalized immission matrices of SO_2-conc. and dry and wet deposition (annual average) for reference emittents (differing in height, geographical position) are used. These matrices were computed by the Meteorological Service of the G.D.R. using a three-dimensional Euler-transport-model (see [1]).
The immission calculation can be performed by using optionally the Grid mode (10 x 10 km, 16 x 16 km) or the Receptor point mode with freely chosen P_i utilizing nonlinear spline interpolations. In order to identify the main sources being responsible for the immission at a given point P_i a facility for Responsibility Analysis is implemented. After setting a threshold parameter one gets a list of mainly responsible stacks with their individual contributions to the total immission at P_i. For further information see [2].
Outputs are:
Pollutant concentration, wet and dry deposition for any future time point (Grid mode) or as time series (Receptor point mode), responsibility list for any point or grid element and future time point.

Pine Stand Decline Model:

Inputs are:
Receptor point data: Acidity of immission (bark analysis) and soil, soil nutrient and moisture level, approx. retrospective immission conc. time series for decline interval, intended future fertilization and liming.
Forest stand data: Present foliage index, age class distribution at P_i, area which is represented by P_i, initial values of the main yield table variables (e.g. present standing volume, stem nbr.).
The pine decline model is based on the well established yield table equations, additional functions describing pollutant caused damage and fertilization effects and the stand state depending needly growth rates. All functions were provided by the Institute of Forest Sciences/Eberswalde. For further information see [3].

PEMU
page 2

AdW-Software



An Environmental Protection Decision Support System

PEMU

Outputs are:
Time series of the forest stand variables of productivity (e.g. timber growth rate, standing volume, current and cumulated timber supply), stability (norm nbr., density), and foliage (nbr. of needle age classes, biomass, necrosity) per stand or as average over a set of stands at different P_i.

Performances of PEMU

Scenarios yield pollutant immission inventory insights by regional classifications (risk areas) and clarifications of connections between pollutant control options and forest decline dynamics.
Optimization can be performed within two frameworks: Forestry optimizations and Industrial pollutant control optimizations.
Industrial pollutant control optimization: By using REH the user is aided in solving the problem how to get the optimal control device and its optimal timing within a limited future time horizon in such a way, that for a maximal number of receptor points P_i the i-specific necessary immission reduction due to forestry and human demands for a given future date are met, under time and budget constraints and specific abatement costs. For this task forestry based MIC_i-values are used which were optimized within the other optimization frame.
Forestry optimizations: The user is supported by the system in calculation of forest-MIC's. The task is to find for a given forest stand at P_i the necessary immission reduction so that at a given future time point variables (e.g. foliage index, stand density, cumulated timber supply) set by the user as his minimal future demands are met.

References

[1] Discher,H.-J.,U.Damrath: Das operative regionale Ausbreitungsmodell der DDR zur Bestimmung grenzüberschreitender Schadstoffe; In: Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der DDR, 1986.
[2] Lasch,P., N.Model, K.Bellmann: The PEMU Transport Model Based in Emittent-Receptor Point Calculation; SAS, 1985
[3] Bellmann,K., P.Lasch, S.Anders: The PEMU Forest Impact Model FORSTK - a Pine Stand Decline and Wood Production Model; SAS, 1985

PEMU
page 3

Sterling Trading GmbH
Strasse 55 Nr. 20
1185 Berlin, DDR
Tel: 676 2220
Telex: 1 14 212
Fax: 676 2884

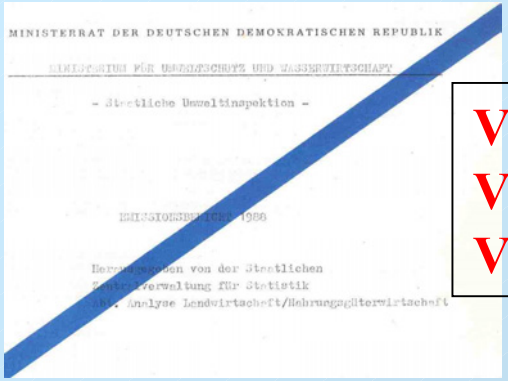
References

[1] Discher,H.-J.,U.Damrath: Das operative regionale Ausbreitungsmodell der DDR zur Bestimmung grenzüberschreitender Schadstoffe; In: Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der DDR, 1986.
[2] Lasch,P., N.Model, K.Bellmann: The PEMU Transport Model Based in Emittent-Receptor Point Calculation; SAS, 1985
[3] Bellmann,K., P.Lasch, S.Anders: The PEMU Forest Impact Model FORSTK - a Pine Stand Decline and Wood Production Model; SAS, 1985

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

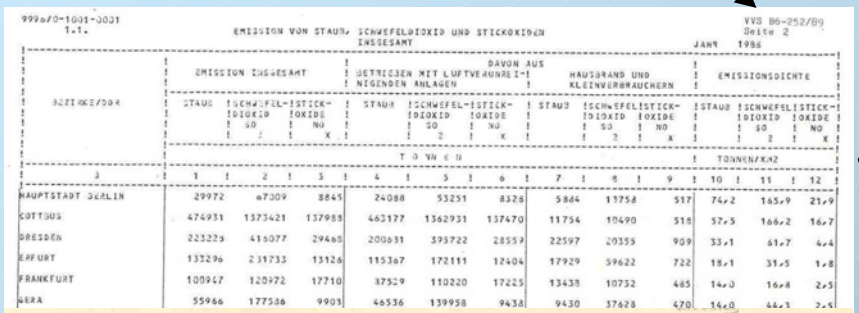
Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt


MINISTERRAT DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

- Staatliche Umweltinspektion -

VVS = Vertrauliche Verschluss-Sache


EMISSION VON STAUB, SCHWEFELDIOXID UND STICKOXIDEN INSGESAMT

VVS B6-252/89 Seite 2

JAHR 1986

BEZIRKE/STADT	EMISSION INSGESAMT			DAVON AUS BETRIEBEN MIT LUFTVERUNREINIGENDEN ANLAGEN			HAUSBRAND UND KLEINVERBRAUCHERN			EMISSIONSDICHTE		
	STAUB	SCHWEFELDIOXID SO2	STICKOXIDE NO X	STAUB	SCHWEFELDIOXID SO2	STICKOXIDE NO X	STAUB	SCHWEFELDIOXID SO2	STICKOXIDE NO X	STAUB	SCHWEFELDIOXID SO2	STICKOXIDE NO X
	TONNEN									TONNEN/KM2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HAUPTSTADT BERLIN	29972	87309	8845	24088	53251	8328	5884	13758	517	74,2	165,9	21,9
COTTBUS	474931	1373421	137985	462177	1362931	137470	11754	10490	515	57,5	166,2	16,7
DRESDEN	223229	416077	29465	200831	395722	28559	22597	20355	909	53,1	61,7	4,4
ERFURT	133296	231733	13126	115367	172111	12404	17929	59622	722	18,1	31,5	1,8
FRANKFURT	100947	120972	17710	87529	110220	17225	13433	10752	485	14,0	16,8	2,5
GERA	55966	177536	9903	46536	139958	9438	9430	37628	470	14,0	44,3	2,5

Wissenschaftlicher Rat für Grundlagen der Umweltgestaltung und des Umweltschutzes beim Präsidium der AdW

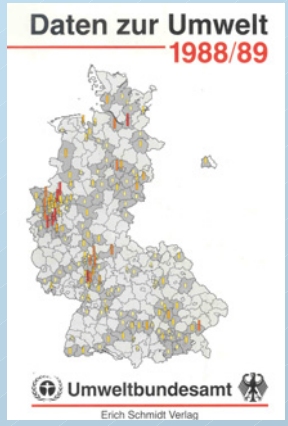
Berlin, den 21.01.1987

Vertrauliche Dienstsache

Nachweisbereich	Lfd.-Nr.	Jahr	Ausf.-Nr.	Blatt
RFU	1	87	26	1-6

E m p f e h l u n g e n zur Aufklärung von Ursache - Wirkungsbeziehungen im Erscheinungsbild von Waldschäden in der DDR

Die 4. Tagung des Wissenschaftlichen Rates für Grundlagen der Umweltgestaltung und des Umweltschutzes beim Präsidium der AdW, an der als Gast der Stellvertreter des Vorsitzenden der Forschungskooperationsgemeinschaft Waldschäden (FKG) und weitere Gäste teilnahmen, befaßte sich am 5. November 1986 mit der ökologischen Situation der Wälder und Maßnahmen zur Vitalitätssteigerung von Forstökosystemen in der DDR.



IV. DEVELOPMENT OF A COMMON UNDERSTANDING OF CRITICAL LOADS

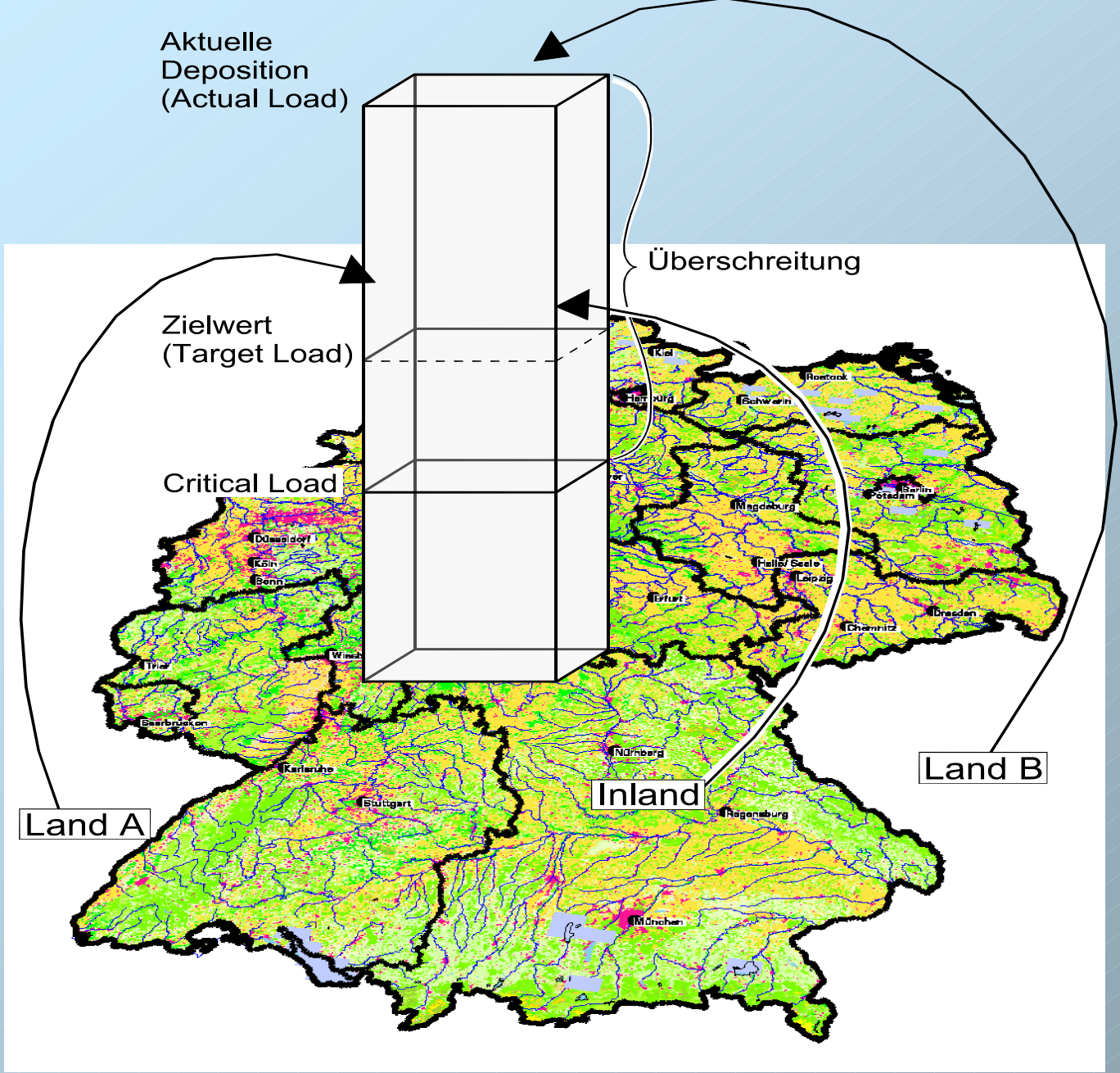
16. The Chairman recalled that the aim of the Working Group, awarding to its terms of reference, was to develop a common understanding of critical loads, and proposals for abatement strategies….. (ECEM.AIR/18, Annex 11, paragraph 2).

17. Some delegations drew attention to abatement strategies other than critical loads; in particular, application of the best-available technology. Other delegations,.., reiterated their preference for the critical loads approach as a basis for the Group's future work.

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt



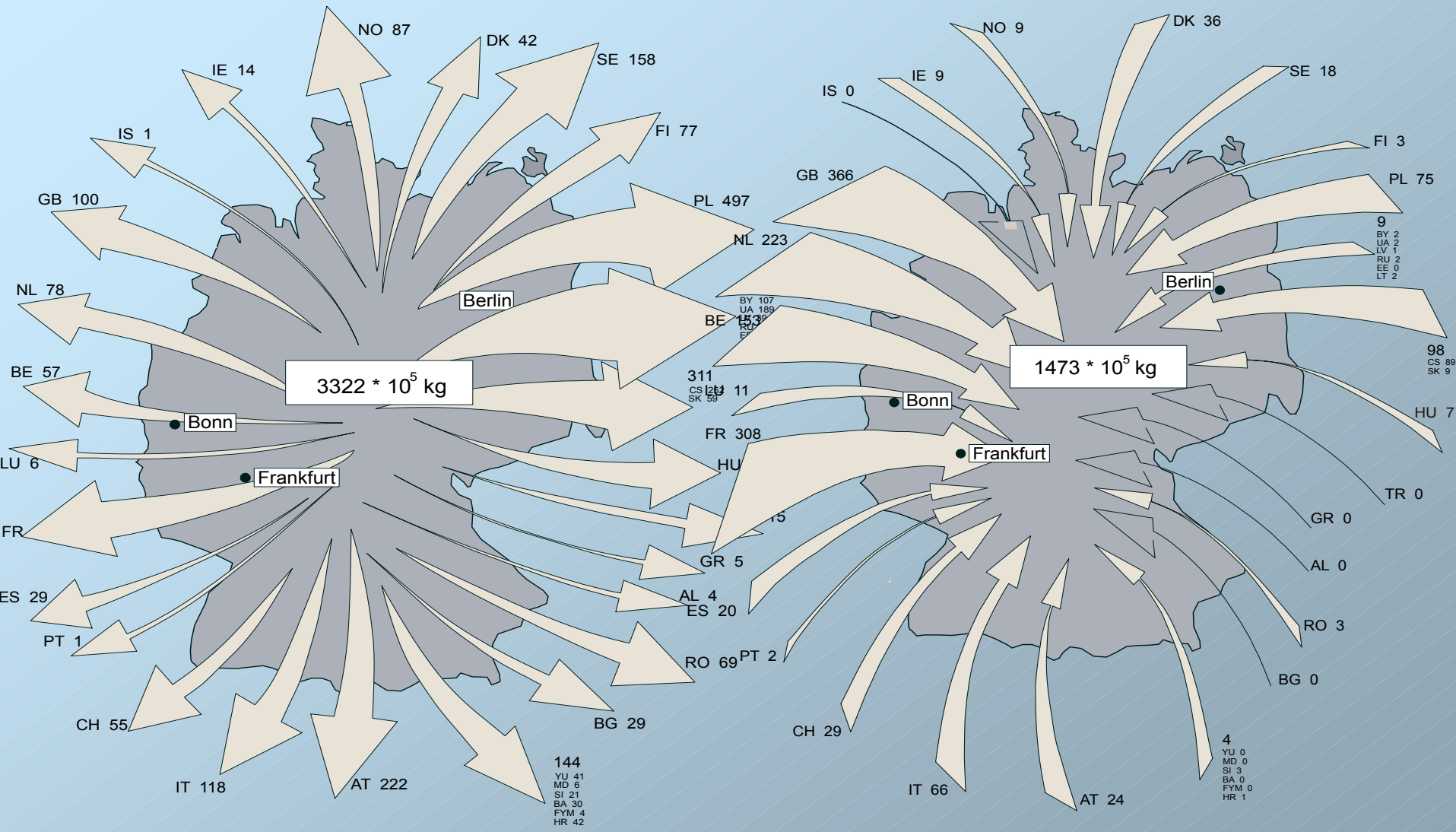
Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt

Export [10^5 kg nitrogen], i.e. Depositions in other European countries, caused by Germany

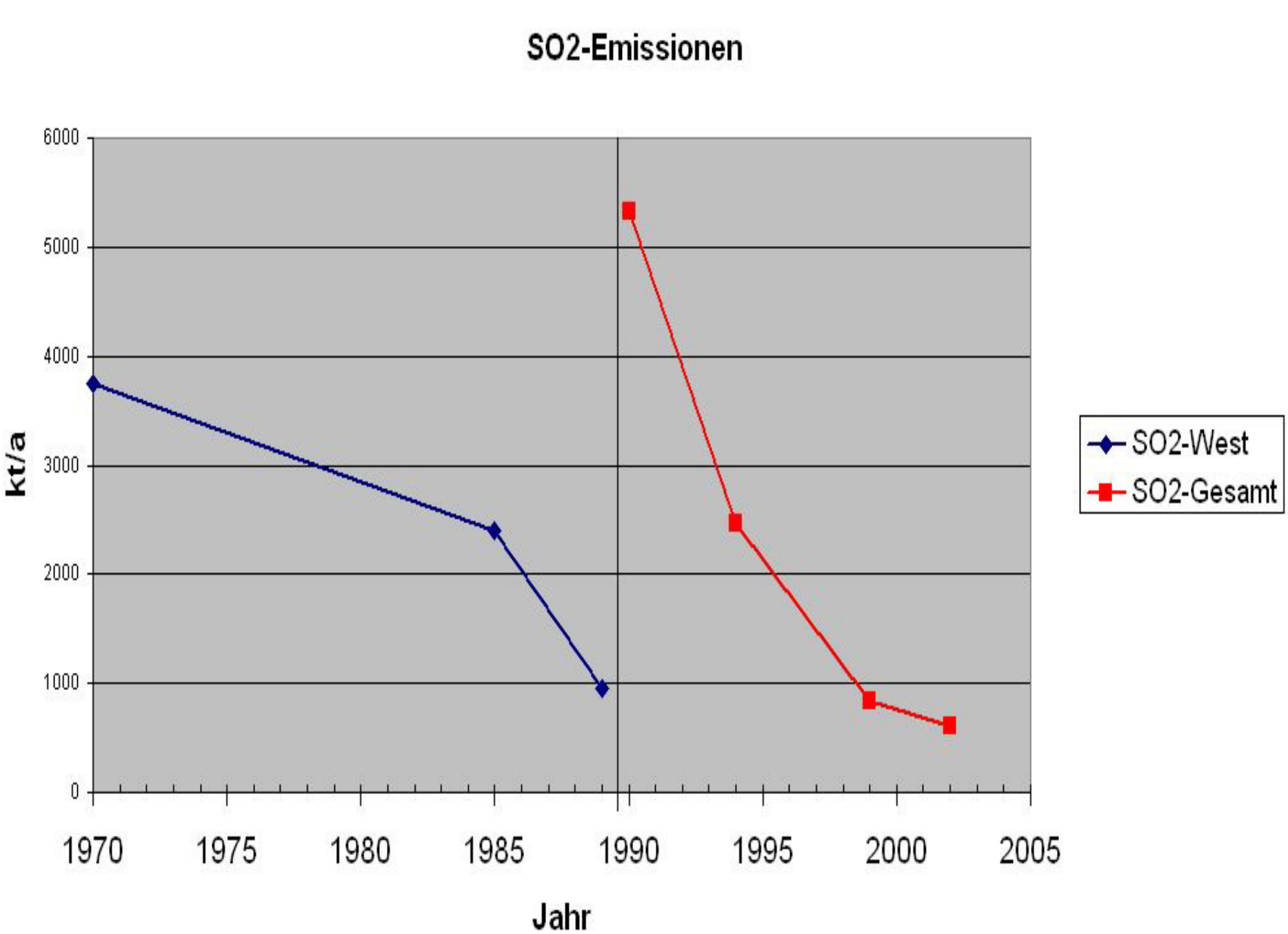
Import [10^5 kg nitrogen], i.e. depositions in Germany, caused by other European countries



Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt


SO2-Emissionen
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
kt/a
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
Jahr
SO2-West
SO2-Gesamt

Institut für Ökosystemforschung

der Akademie der Wissenschaften der DDR

DDR - 1130 Berlin, Magdalenenstraße 17/19

Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
1000 Berlin 33

Ihre Zeichen	Ihr Schreiben vom	Unsere Zeichen	Datum

A n t r a g

auf Zuwendungen des Umweltbundesamtes zur Durchführung von Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Umweltschutzes

Thema des FE-Vorhabens

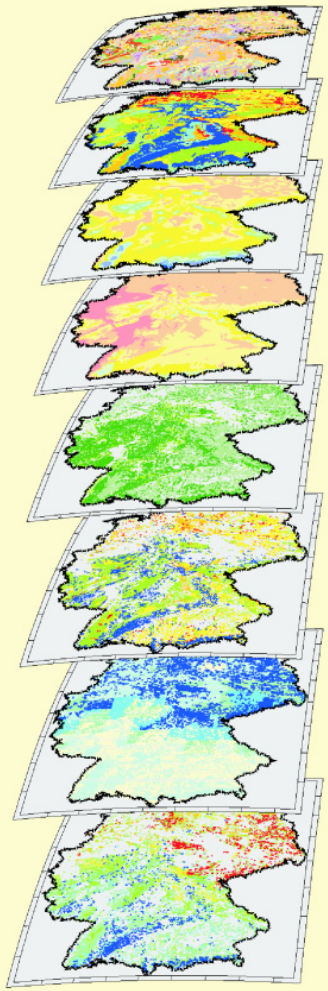
Zusammenführung, Vereinheitlichung und Weiterentwicklung der Forschungsansätze zur Bestimmung und Kartierung ökologischer Belastungsgrenzen unter Berücksichtigung der grenzüberschreitenden Naturraumtypen und Ökosysteme zwischen der DDR und der BRD.

Beginn und Ende des FE-Vorhabens

Beginn: sofort

Ende : Juli 1992

Umweltbundesamt / ÖKO-DATA



- Bodenübersichtskarte BÜK 1000
- Freisetzung basischer Kationen durch Verwitterungsprozesse
- Sickerwasserrate
- Temperatur
- Waldverteilung nach CORINE Land Cover
- Critical Loads für Säure- und Stickstoffeinträge in Waldökosysteme
- aktuelle Säure- und Stickstoffdeposition
- Überschreitung der Critical Loads für Säure- und Stickstoffeinträge

aus Grundkarten abgeleitete Informationen

Grundkarte

$$CL_{\max}(S) = BC^{*}_{dep} - Cl^{*}_{dep} + BC_{w} - BC_{u} - ANC_{le(crit)}$$

$$CL_{\max}(N) = N_{u} + N_{i} + \frac{CL_{\max}(S)}{(1 - f_{de})}$$

$CL_{max}(S)$	*The critical load for sulphur-based acidity*
$CL_{max}(N)$	*The critical load for nitrogen-based acidity*
BC_w	*Base cations weathering derived from soil type and parent material class*
BC^*_{dep}	*Base cations deposition (sea salt corrected)*
Cl^*_{dep}	*Deposition of chloride (sea salt corrected)*
BC_u	*Base cations uptake and removal by biomass under steady state conditions*
N_u	*Nitrogen uptake and removal by biomass under steady state conditions*
N_i	*Long-term immobilisation of nitrogen*
f_{de}	*Denitrification factor derived from the soil type, (between 0 and 1, lower and higher denitrification)*
$ANC_{le\ (crit)}$	*Acceptable leaching of acid neutralisation capacity*

$$CL_{nut}(N) = N_{u} + N_{i} + N_{le\,(acc)} + N_{de}$$

$CL_{nut}(N)$	*The critical load for nutrient nitrogen*
N_u	*Nitrogen uptake and removal by biomass under steady state conditions*
N_i	*Long-term immobilisation of nitrogen*
$N_{le(acc)}$	*Acceptable leaching of nitrogen*
N_{de}	*Denitrification*

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt

UNECE

Environment and Human Settlements Division

Convention on Long-range Transboundary Air Pollution

UNECE Konvention über den weiträumigen grenzüberschreitenden Transport von Luftverunreinigungen:

The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone

Verpflichtungen aus dem Multikomponenten-Protokoll

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt

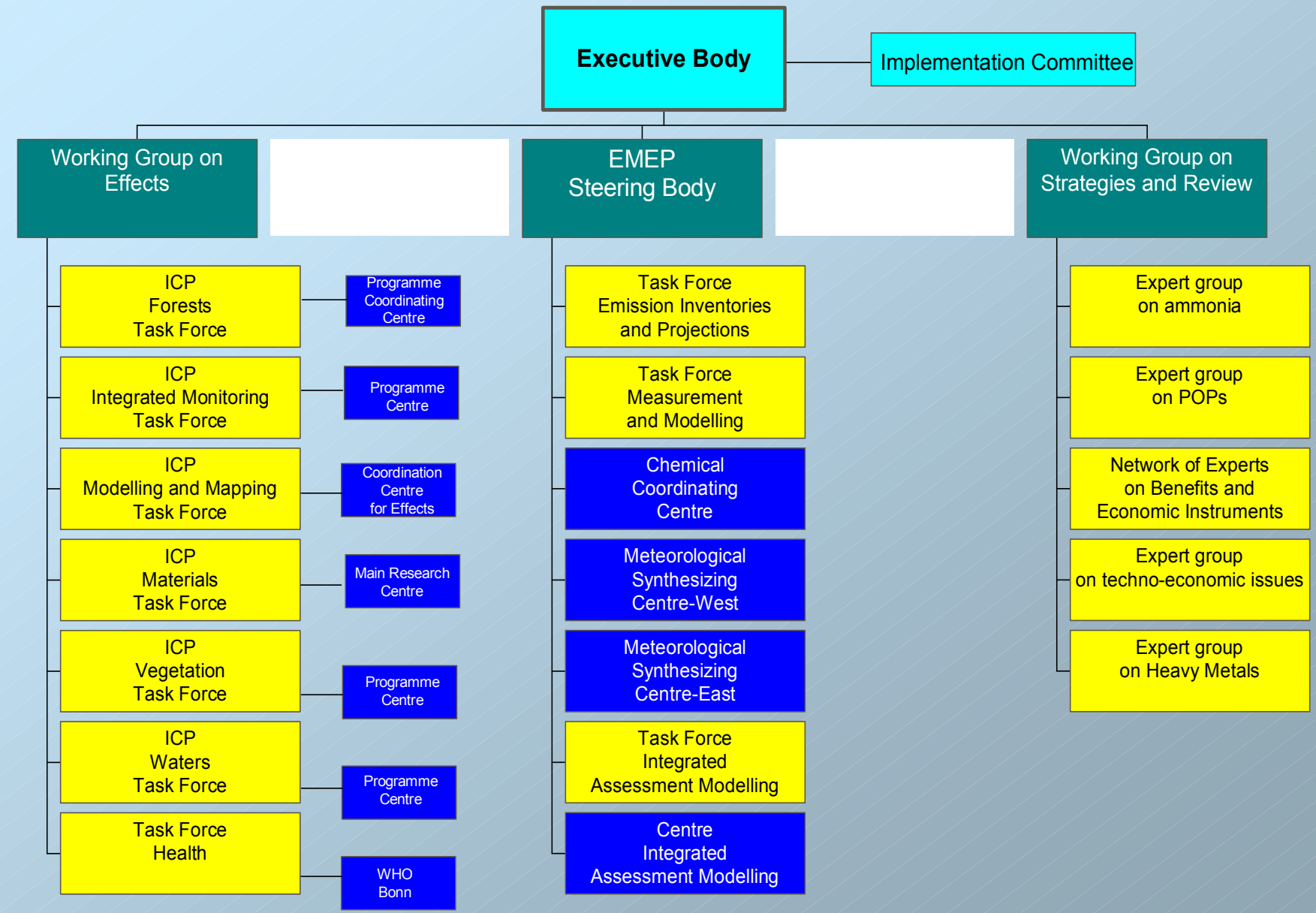
Protokolle im Rahmen des Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung von 1979 der UN ECE (Wirtschaftkommission der UN für Europa; BGBl. 1982 II S. 373)

Protokoll	Verpflichtungen	Stand
Finanzierungsprotokoll EMEP 1984	Leistung von Pflichtbeiträgen zur langfristigen Finanzierung der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von Luftschadstoffen	Ratifiziert (BGBl. 1989 II S. 421)
1. Schwefelprotokoll 1985	30%-Reduzierung der nationalen Schwefeldioxidemissionen (SO_2) bis 1993, verglichen mit 1980	Ratifiziert (BGBl. 1986 II S. 1116)
Stickstoffprotokoll 1988	Einfrieren der Stickstoffemissionen (NO_X) bis 1994 auf der Basis von 1987; Deutschland verpflichtet sich zusammen mit weiteren 11 Staaten zu einer 30%-Reduzierung bis spätestens 1989, verglichen mit 1985	Ratifiziert (BGBl. 1990 II S. 1278)
VOC-Protokoll 1991	Reduzierung der Emissionen flüchtiger Kohlenwasserstoffe (VOC) um mindestens 30% bis 1999, verglichen mit 1988	Ratifiziert (BGBl. 1994 II S. 2358)
2. Schwefelprotokoll 1994	Festlegung nationaler Emissionsobergrenzen für SO_2 für die Jahre 2000, 2005, 2010; erstmals auf der Grundlage eines wirkungsorientierten Ansatzes	Ratifiziert (BGBl. 1998 II S. 130)
Schwermetallprotokoll 1989	Regelung zur Verringerung der Emissionen der Schwermetalle Cadmium, Blei und Quecksilber	Ratifiziert 2003
POP-Protokoll 1989	Regelung zur Verringerung der Emissionen von 16 persistenten organischen Verbindungen (u.a. DDT, Dioxine, PCB, Furane)	Ratifiziert (BGBl. 2002 II S. 803)
Multikomponentenprotokoll 1999	Gleichzeitige Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon durch die Festlegung von länderspezifischen Emissionshöchstmengen für SO_2, NO_X, NH_3 und VOC, die ab 2010 nicht mehr überschritten werden dürfen.	Gezeichnet 1999

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt



Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Artikel 2
Ziel

Ziel dieses Protokolls ist es, die anthropogenen Emissionen von Schwefel, Stickstoffoxiden, Ammoniak und flüchtigen organischen Verbindungen, die aufgrund von Versauerung, Eutrophierung oder bodennahem Ozon infolge weiträumigen grenzüberschreitenden atmosphärischen Transports wahrscheinlich nachteilige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die natürlichen Ökosysteme, Materialien und Ernten haben, zu begrenzen und zu verringern, und soweit wie möglich zu gewährleisten, dass die atmosphärischen Depositionen oder Konzentrationen langfristig und schrittweise sowie unter Berücksichtigung des wissenschaftlichen Fortschritts folgende Werte nicht überschreiten:(…)

Artikel 8
Forschung, Entwicklung und Überwachung

Die Vertragsparteien fördern Forschung, Entwicklung, Überwachung und Zusammenarbeit in Bezug auf

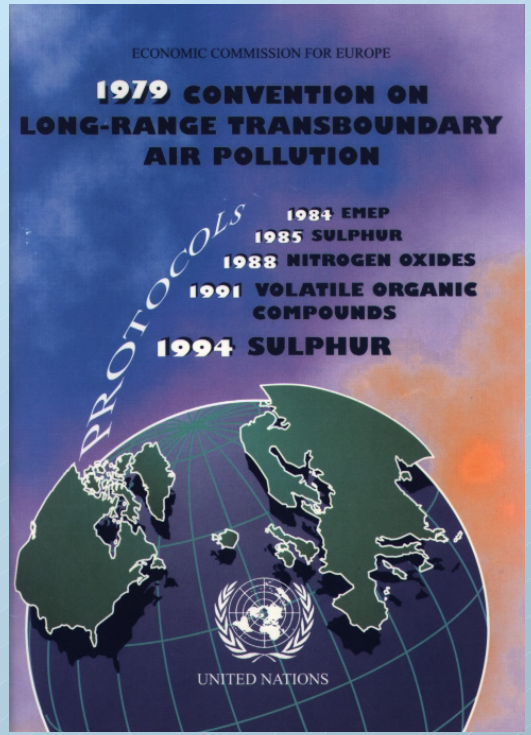
a) die internationale Harmonisierung von Methoden zur Berechnung und Bewertung nachteiliger Auswirkungen, mit denen die durch dieses Protokoll erfassten Stoffe in Verbindung gebracht werden, zur Verwendung bei der **Festlegung von kritischen Eintragsraten und kritischen Konzentrationen** und, sofern erforderlich, die Ausarbeitung von Verfahren für eine solche Harmonisierung;

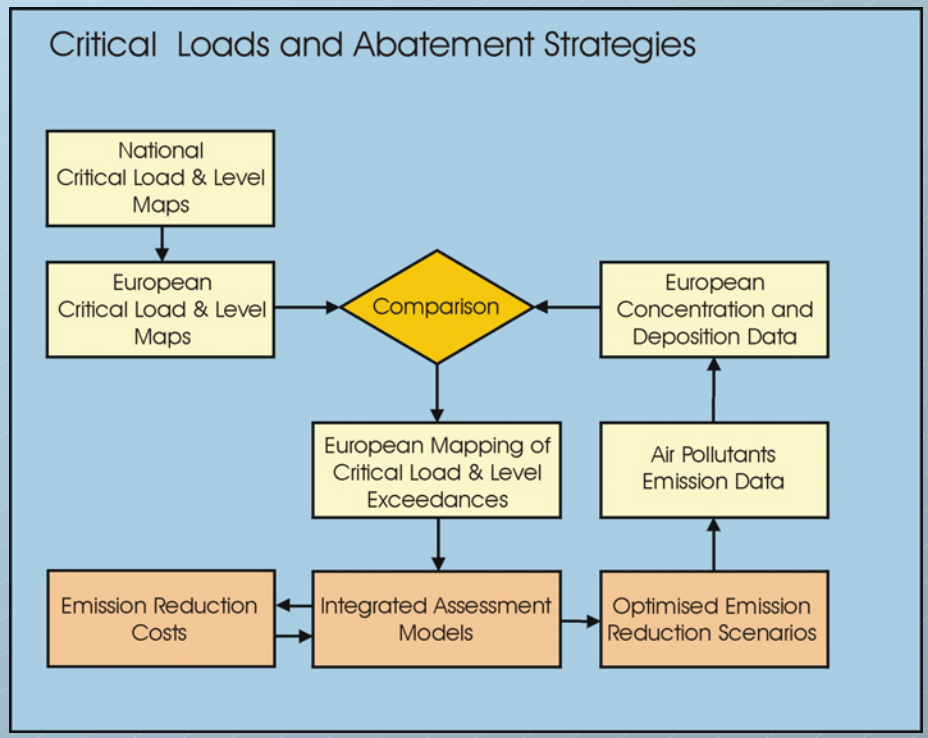
(.....)

UNECE

Environment and Human Settlements Division

Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution





Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

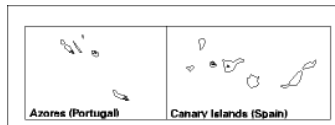
Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt

Level I plots in Europe

- Annual Crown Condition Survey
- Soil Condition Survey
- Foliar Chemistry Survey

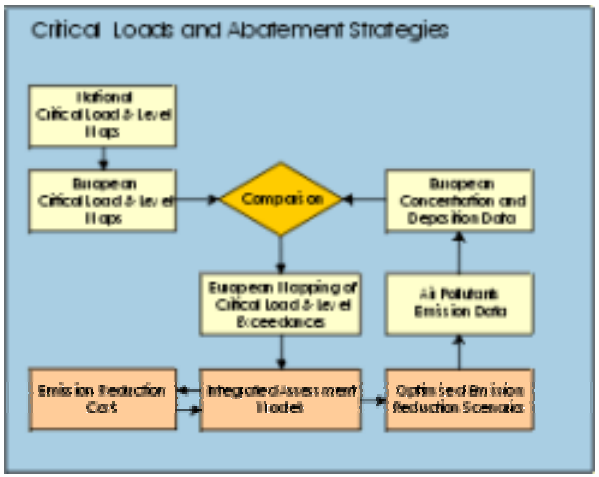
Level II plots



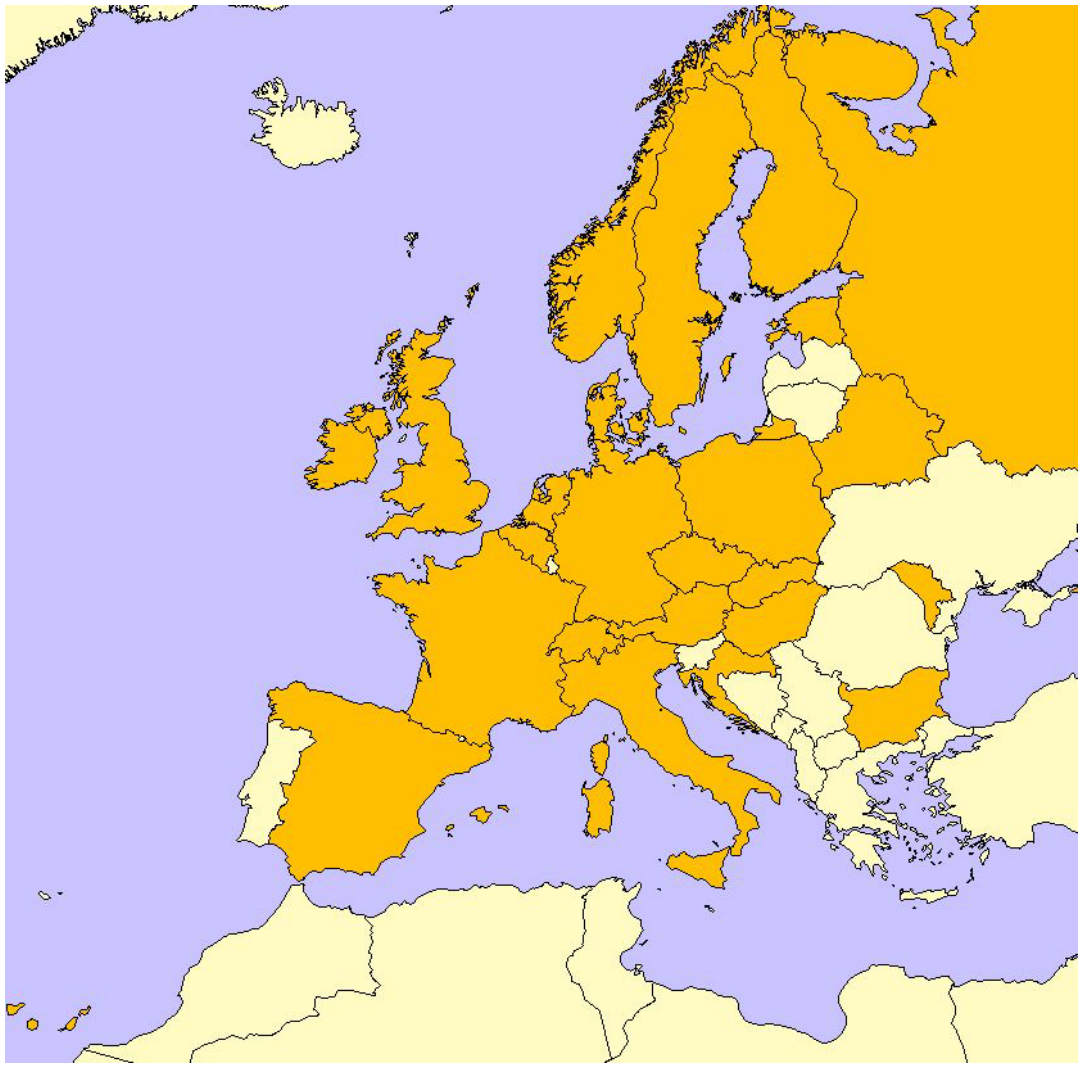
0 250 500 750 1000 kilometers

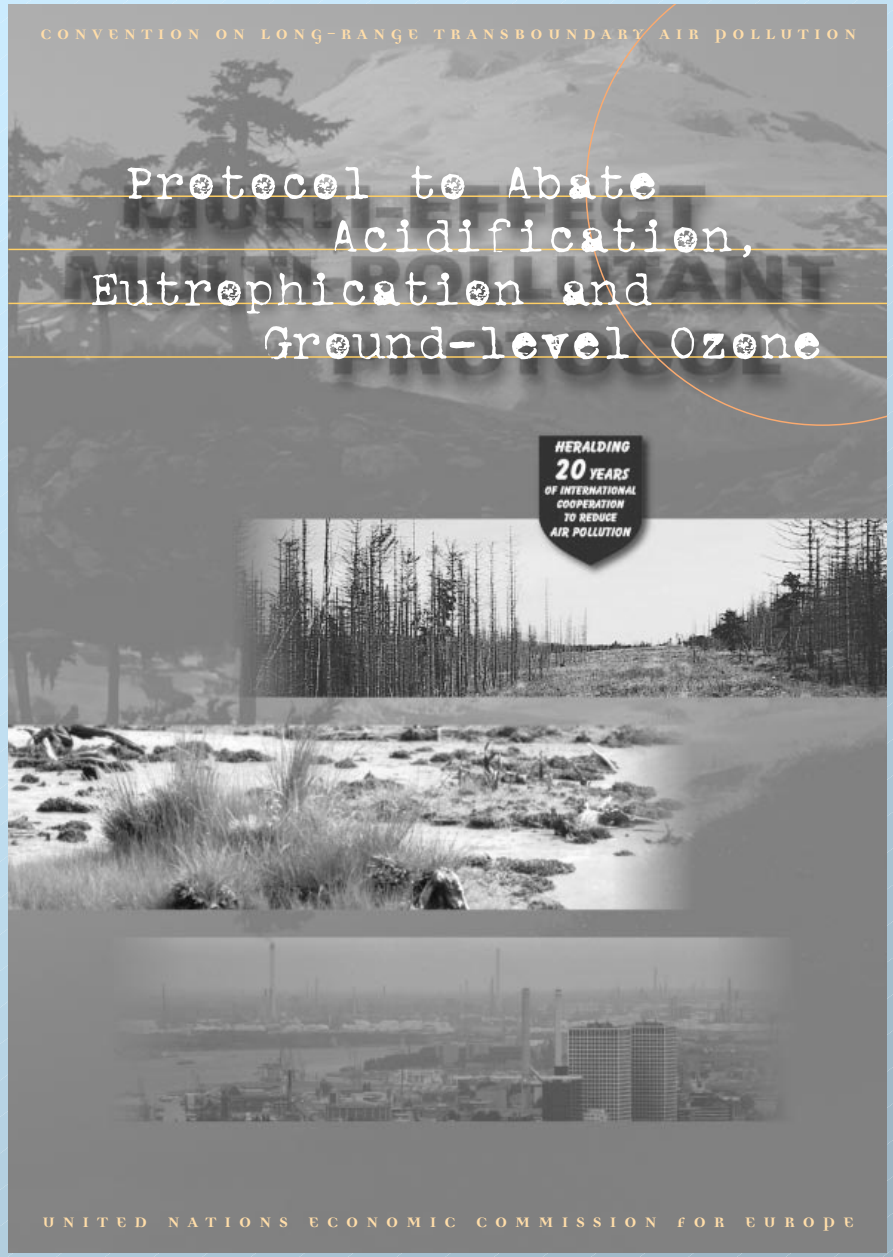
ICP Modelling & Mapping

$$CL_{nut}(N) = N_u + N_i + \frac{N_{le(acc)}}{1 - f_{de}}$$



International Cooperative Programme on Modelling and Mapping of Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends





UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE

UN/ECE NEWS

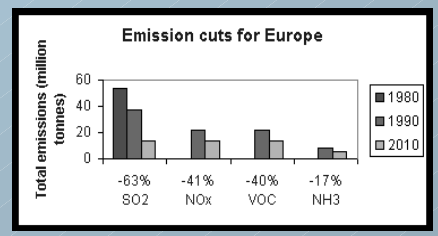
NEW AIR POLLUTION PROTOCOL

TO SAVE LIVES AND THE ENVIRONMENT

On 1 December, Environment Ministers from Europe and North America met in Gothenburg (Sweden) to sign a new Protocol to the UN/ECE Con on Long-range Transboundary Air Pollution. It is the Convention's e protocol since its adoption at the United Nations Economic Commis Europe (UN/ECE) exactly 20 years ago.

The Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone aims to cut emissions of sulphur, nitrogen oxides, volatile organi (VOCs) and ammonia from energy generation, industrial sources, motor agriculture and products.

The Protocol sets reduction targets for all four pollutants. By 2 sulphur emissions should be cut by 63%, its NOx emissions by 41%, its VOC emissions by 40% and its ammonia emissions by 17% compared to thei levels. Each country's individual ceilings depend (a) on the imp emissions have on public health and (b) on the vulnerability of the that they pollute.



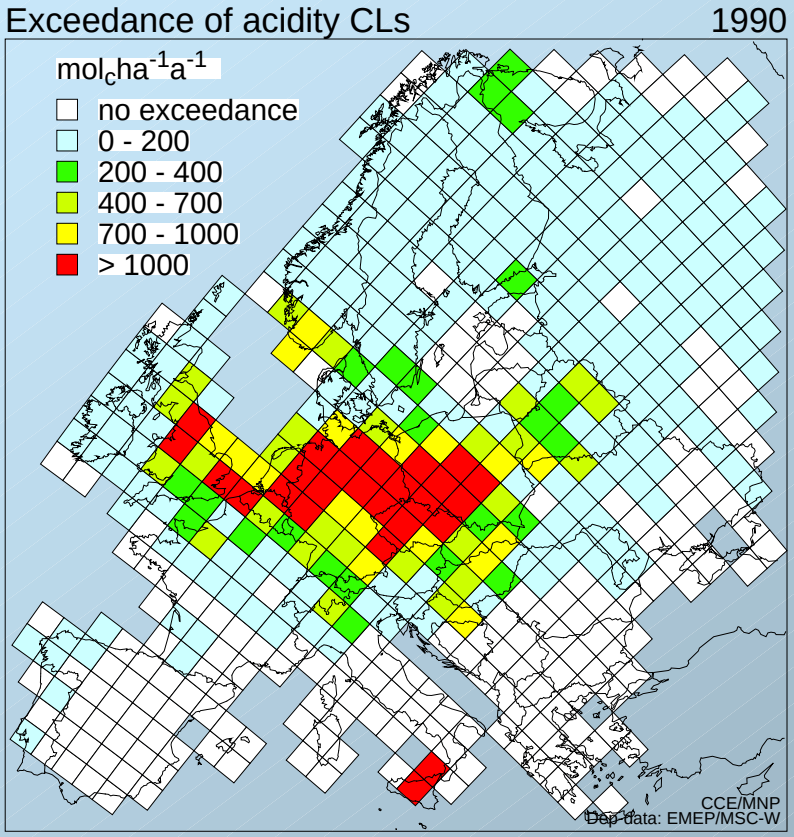
Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

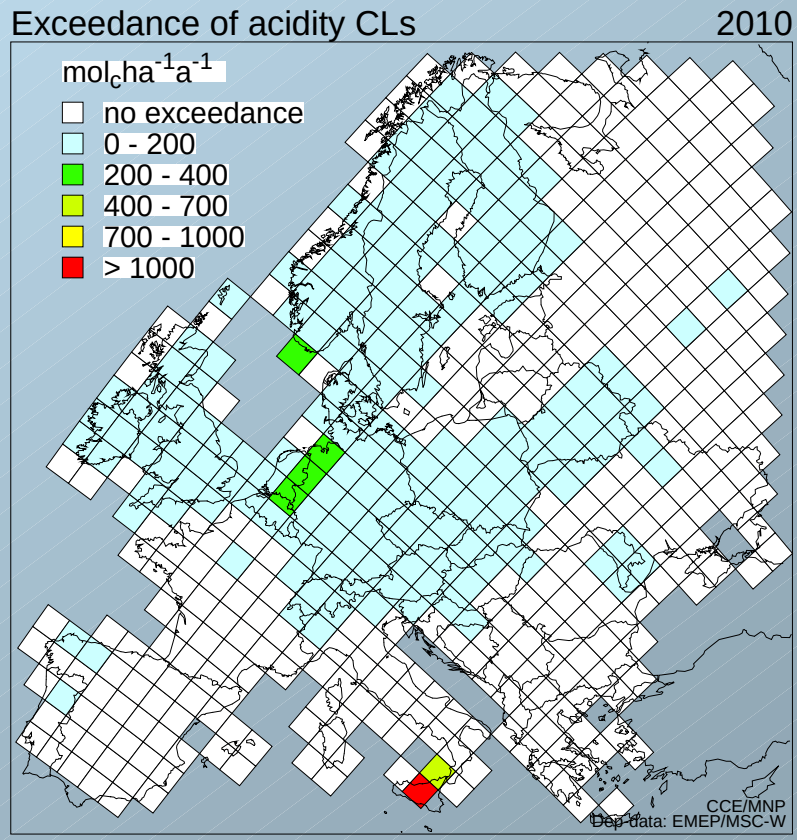
Heinz-Detlef Gregor
UBA

Schadstoff	Emissionen		Emissionsziele		Reduktion
			Multi-schad-stoff-protokoll	Entwurf NEC-Richt-linie[1)]	
	1980	1990	2010	2010	(Basisjahr 1990)
Schwefel [kt SO_2]	7514	5313	550	520	- 90 %
Stickoxide [kt NO_2]		2693	1081	1051	- 61 %
Ammonium [kt NH_3]		764	550	550	- 28 %
Flüchtige organische Ver-bindungen [kt VOC]		3195	995	995	- 69 %

[1)] Stand Oktober 2001

Exceedance of critical loads of acidity due to sulphur and nitrogen depositions in 1990 (left) and 2010 (Gothenburg Protocol; right)

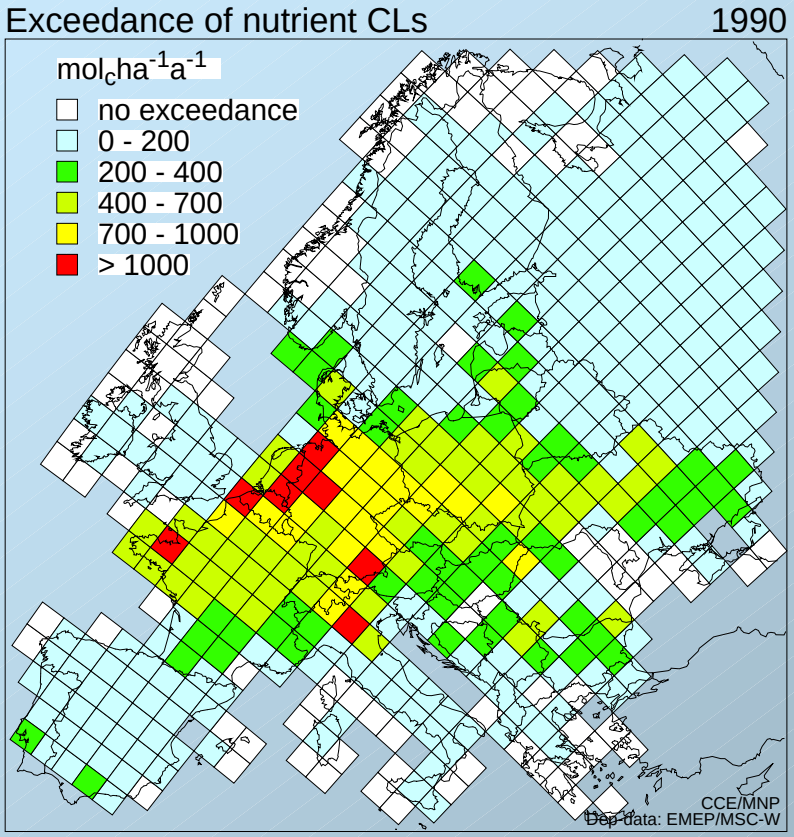


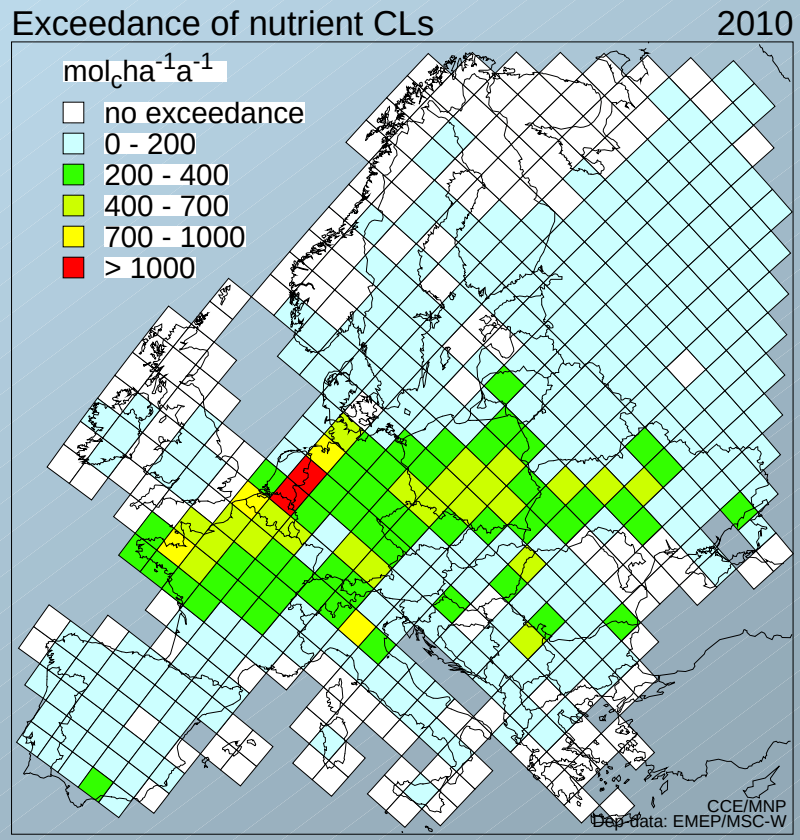


Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

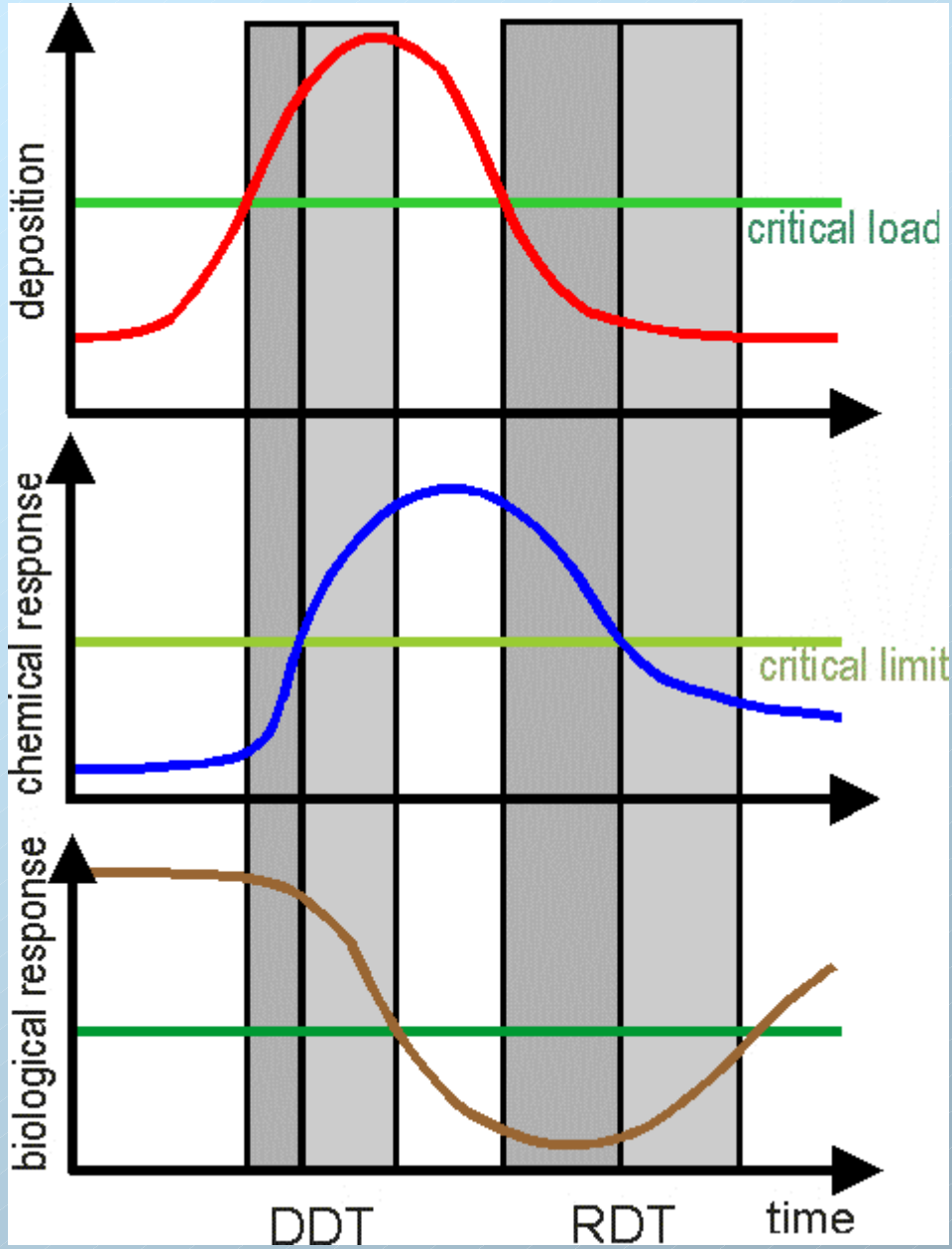
Exceedance of critical loads of nutrient nitrogen due to nitrogen depositions in 1990 (left) and 2010 (Gothenburg Protocol; right)





Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA



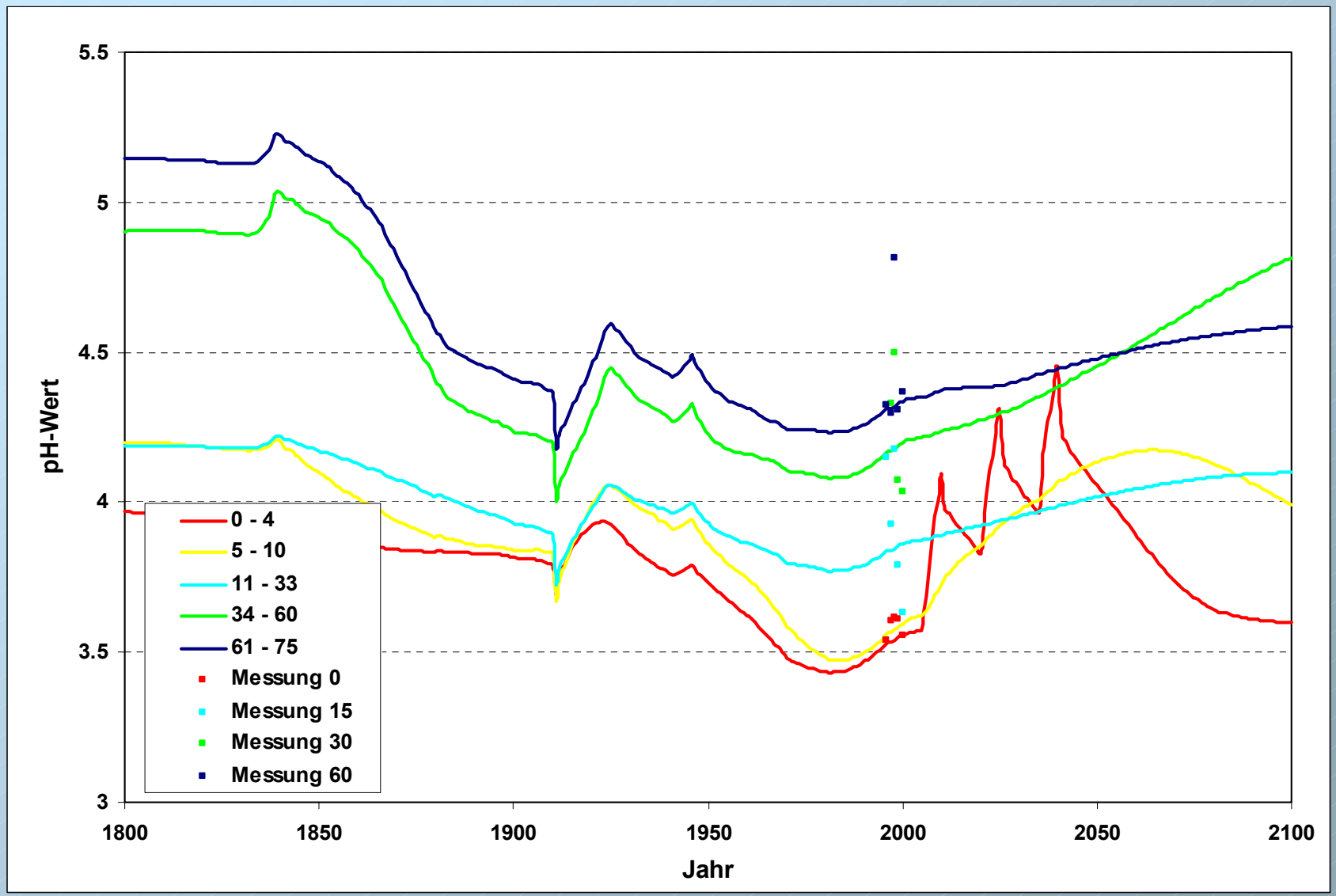
DDT =
Damage delay time

RDT =
Recovery delay time

Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Level II plot 802 Heidelberg: pH (with liming scenario)

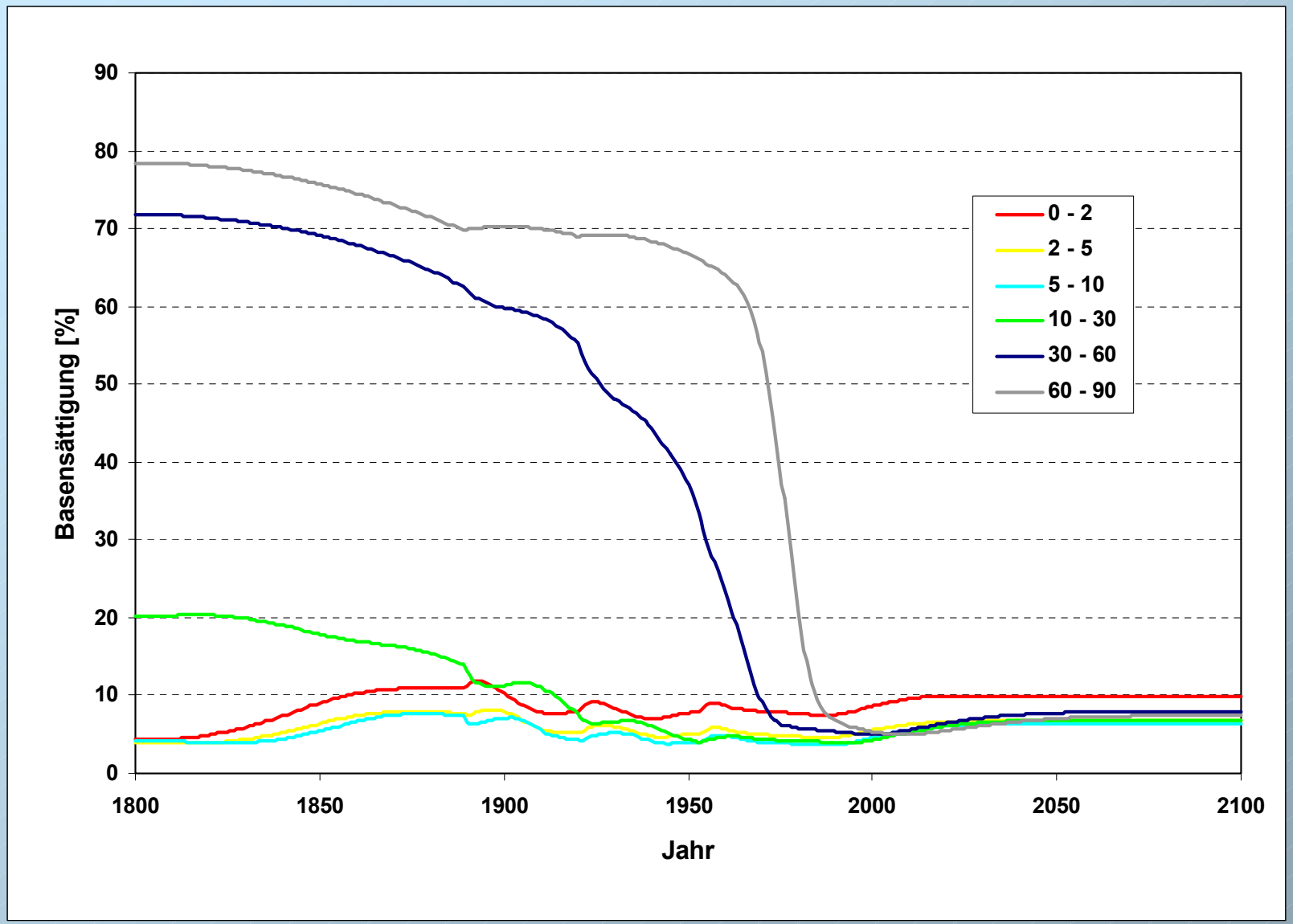


Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt

Level II plot 506 Elberndorf: Base saturation



Hans-Dieter Nagel
ÖKO-DATA

Heinz-Detlef Gregor
UBA

Umwelt Bundes Amt
für Mensch und Umwelt

Dir, lieber Klaus Bellmann,
mit unseren Glückwünschen
und unserer Gratulation zum 75.
auch im Namen der Konvention...
herzlichen Dank für die Inspiration !