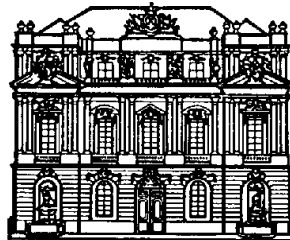


**Umweltwissenschaftliche Grundlagen und Zielsetzungen**  
**im Rahmen des Nationalen Umweltplans**  
**für die Bereiche Klima, Luft, Geruch und Lärm**

im Auftrag des

Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie

(GZ. 01 2939/1-I/7/93)



**ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN**  
**KOMMISSION FÜR REINHALTUNG DER LUFT**

2. Auflage, Wien, Juni 1994



## MITGLIEDER DER KOMMISSION FÜR REINHALTUNG DER LUFT

Univ. Prof. Dr. Othmar Preining (Obmann)	Institut für Experimentalphysik Universität Wien
Univ. Prof. DDr. Manfred Haider (Stellvertreter)	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Siegfried Bauer	Institut für Meteorologie und Geophysik Universität Graz
Univ. Prof. Dr. Axel Berner	Institut für Experimentalphysik Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Karl Burian	Institut für Pflanzenphysiologie Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Albert Hackl	Institut für Verfahrens-, Brennstoff- und Umwelttechnik Technische Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Gottfried Halbwachs	Zentrum für Natur- und Umweltschutz Universität für Bodenkultur Wien
Univ. Prof. Dr. Michael Hantel	Institut für Meteorologie und Geophysik Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Helger Hauck	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Edmund Hlawka	Institut für Analysis, Techn. Mathematik und Versicherungsmathematik Technische Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Helmuth Horvath	Institut für Experimentalphysik Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Josef Huber	Institut für Analytische Chemie Universität Wien
Univ. Doz. Dr. Helga Kromp-Kolb	Institut für Meteorologie und Geophysik Universität Wien

Univ. Prof. Dr. Wolfgang Kummer	Institut für Theoretische Physik Technische Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Hanns Malissa	Institut für Analytische Chemie Technische Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Manfred Neuberger	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Hans Puxbaum	Institut für Analytische Chemie Technische Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Peter Steinhauser	Institut für Meteorologie und Geophysik Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Friedrich Steininger	Institut für Paläontologie Universität Wien

# VERZEICHNIS DER MITARBEITER

## PROJEKTLEITUNG

Univ. Prof. Dr. Othmar Preining                      Institut für Experimentalphysik  
Universität Wien

## REDAKTION

Univ. Prof. Dr. Othmar Preining                      Institut für Experimentalphysik  
Universität Wien

Univ. Prof. Dr. Helger Hauck                        Institut für Umwelthygiene  
Universität Wien

## ARBEITSGRUPPEN

### **Kapitel 1: Vorbemerkung**

Univ. Prof. Dr. Othmar Preining                      Institut für Experimentalphysik  
Universität Wien

### **Kapitel 2: Grundsätzliche Überlegungen**

Univ. Prof. Dr. Othmar Preining                      Institut für Experimentalphysik  
Universität Wien

Univ. Prof. Dr. Albert Hackl                        Institut für Verfahrens-, Brennstoff- und  
Umweltechnik  
Technische Universität Wien

Univ. Prof. DDr. Manfred Haider                    Institut für Umwelthygiene  
Universität Wien

Univ. Prof. Dr. Gottfried Halbwachs                Zentrum für Natur- und Umweltschutz  
Universität für Bodenkultur

Univ. Prof. Dr. Helger Hauck                        Institut für Umwelthygiene  
Universität Wien

Univ. Doz. Dr. Helga Kromp-Kolb                    Institut für Meteorologie und Geophysik  
Universität Wien

Univ. Prof. Dr. Manfred Neuberger                Institut für Umwelthygiene  
Universität Wien

### **Kapitel 3: Klima**

Univ. Prof. Dr. Michael Hantel                      Institut für Meteorologie und Geophysik  
Universität Wien

Mag. Annemarie Haslinger                        Institut für Meteorologie und Geophysik  
Universität Wien

#### **Kapitel 4: Luft**

Univ. Prof. Dr. Helger Hauck	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Dr. Helga Dieberger	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Albert Hackl	Institut für Verfahrens-, Brennstoff- und Umwelttechnik Technische Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Gottfried Halbwachs	Zentrum für Natur- und Umweltschutz Universität für Bodenkultur Wien
Univ. Doz. Dr. Helga Kromp-Kolb	Institut für Meteorologie und Geophysik Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Manfred Neuberger	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Univ. Ass. DI Dr. Wolfgang Vitovec	Institut für Verfahrens-, Brennstoff- und Umwelttechnik Technische Universität Wien
Univ. Prof. DI Dr. Werner Wruss	Institut für Chemische Technologie Anorga- nischer Stoffe Technische Universität Wien

#### **Kapitel 5: Geruch**

Univ. Prof. DDr. Manfred Haider	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Ing. Dr. Renate Cervinka	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Elisabeth Groll-Knapp	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Univ. Doz. DI Dr. Karl Pfeiffer	Institut für Physiologie Universität Graz

#### **Kapitel 6: Lärm**

Univ. Prof. DDr. Manfred Haider	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Univ. Prof. Dr. Margit Koller	Institut für Umwelthygiene Universität Wien
Hon. Prof. DI Dr. Judith Lang	Staatl. Versuchsanstalt für Wärme- und Schallschutz Technologisches Gewerbemuseum Wien
Ing. Hans Günther Stidl	Institut für Umwelthygiene Universität Wien

Darüber hinaus haben folgende Kollegen Hilfestellungen oder kleinere Beiträge zu einzelnen Fragen geliefert:

Hofrat DI Dr. Walter Kilian

Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien

Univ. Prof. DI Dr. Josef Pollanschütz

Institut für Waldwachstumsforschung  
Universität für Bodenkultur Wien

Mag. Andreas Stohl

Institut für Meteorologie und Geophysik  
Universität Wien

Univ. Prof. DI Dr. Kurt Zukrigl

Institut für Botanik  
Universität für Bodenkultur Wien

Ferner sei gedankt:

für Sekretariat, Protokoll und Organisation

Mag. Gudrun Breschar

für technische Bearbeitung

Ing. Hans Günther Stidl

für Graphiken

Richard Hauck



# INHALT

<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNG</b> (O.Preining) . . . . .	1.1
<b>2</b>	<b>GRUNDSÄTZLICHE ÜBERLEGUNGEN</b> (O.Preining, A.Hackl, M.Haider, G.Halbwachs, H.Hauck, H.Kromp-Kolb, M.Neuberger) . . . . .	2.1
<b>2.1</b>	<b>Die Lage der Umwelt</b> . . . . .	2.1
2.1.1	Wurzeln der Umweltprobleme . . . . .	2.1
2.1.2	Die globale Umweltsituation . . . . .	2.2
2.1.3	Die Umweltsituation in Europa . . . . .	2.4
2.1.4	Die Umweltsituation in Österreich . . . . .	2.4
<b>2.2</b>	<b>Kriterien eines NUP</b> . . . . .	2.09
2.2.1	Definition NUP . . . . .	2.09
2.2.1.1	Schutzprinzip . . . . .	2.10
2.2.1.2	Vorsorgeprinzip . . . . .	2.10
2.2.1.3	Kriterien . . . . .	2.11
2.2.2	Ziele des NUP . . . . .	2.11
2.2.2.1	Zielbestimmung . . . . .	2.11
2.2.2.2	Kurz- und mittelfristige Ziele . . . . .	2.11
2.2.2.3	Langfristige Ziele . . . . .	2.11
2.2.2.4	Neubestimmung und Änderung von Zielen . . . . .	2.11
2.2.2.5	Regulation von Fehlentscheidungen . . . . .	2.12
<b>2.3</b>	<b>Wirtschaftliche Aspekte des NUP - Vorreiterrolle Österreichs</b> . . . . .	2.12
<b>2.4</b>	<b>Die sachlichen Verflechtungen des NUP</b> . . . . .	2.12
2.4.1	NUP und Klima . . . . .	2.13
2.4.2	NUP und Luft . . . . .	2.13
2.4.3	NUP und Geruch . . . . .	2.13
2.4.4	NUP und Lärm . . . . .	2.13
2.4.5	NUP und Boden . . . . .	2.13

2.4.6	NUP und Wasser	2.14
2.4.7	NUP und Abfall	2.14
2.4.8	NUP und Wald	2.14
2.4.9	NUP und einige spezifische Problemfelder	2.15
2.4.9.1	NUP und radioaktive Belastungen	2.15
2.4.9.2	NUP und Flugverkehr	2.16
2.4.9.3	NUP und Lichtbelastung	2.16
2.4.9.4	NUP und elektrische und magnetische Felder	2.16
<b>2.5</b>	<b>Beurteilungsfragen des NUP</b>	<b>2.16</b>
2.5.1	Prioritäten	2.16
2.5.2	Experten	2.17
2.5.3	Die Austragung von Konflikten	2.17
2.5.3.1	Konflikte der Zielvorstellungen (Bewertung)	2.17
2.5.3.2	Konflikte der Prioritätensetzung	2.17
2.5.3.3	Konflikte durch Interessen von Einzelpersonen und Gruppen	2.17
<b>2.6</b>	<b>Maßnahmen aufgrund des NUP</b>	<b>2.18</b>
2.6.1	Raumordnung	2.18
2.6.2	Direkte Eingriffe (Gesetze und Verordnungen)	2.18
2.6.3	Indirekte Effekte (Steuern und Anreize)	2.18
2.6.4	Freiwillige Maßnahmen	2.18
<b>2.7</b>	<b>Information und Bildung</b>	<b>2.18</b>
2.7.1	NUP und Schule	2.18
2.7.2	NUP und Erwachsenenbildung	2.18
2.7.3	NUP und Forschung	2.19
2.7.4	NUP und Medien	2.19
<b>2.8</b>	<b>Literatur</b>	<b>2.19</b>
<b>3</b>	<b>KLIMA (M.Hantel und A.Haslinger)</b>	<b>3.1</b>
<b>3.1</b>	<b>Das Klima allgemein</b>	<b>3.1</b>

3.1.1	Das Klimasystem . . . . .	3.1
3.1.2	Beschreibung des Klimasystems . . . . .	3.2
3.1.3	Das Haushaltsprinzip für die Ordnung der Klimagrößen . . . . .	3.5
3.1.4	Instabilitäten - Das Skalenproblem . . . . .	3.7
3.1.5	Klimamechanismen . . . . .	3.10
3.1.6	Klimadefinition . . . . .	3.10
<b>3.2</b>	<b>Die Erfassung der globalen Situation . . . . .</b>	<b>3.12</b>
3.2.1	Weltweites Monitoring . . . . .	3.12
3.2.2	Der Strahlungshaushalt . . . . .	3.13
3.2.3	Der planetare Energiehaushalt . . . . .	3.15
3.2.4	Die Arbeitsweise von Klimamodellen . . . . .	3.16
3.2.5	Klimavorhersage und Klimaszenarien . . . . .	3.17
<b>3.3</b>	<b>Szenarien . . . . .</b>	<b>3.22</b>
3.3.1	Die natürliche Variabilität des Klimasystems . . . . .	3.22
3.3.2	Der Wasserhaushalt . . . . .	3.27
3.3.3	Der Kohlenstoffhaushalt . . . . .	3.28
3.3.4	Weitere Spurenstoffhaushalte . . . . .	3.29
3.3.5	Die Modellierung der anthropogenen Spurenstoffhaushalte . . . . .	3.32
3.3.6	Der anthropogene Treibhauseffekt . . . . .	3.32
3.3.7	Analogien zum Klimasystem im Bereich von Biologie und Wirtschaft . . . . .	3.37
<b>3.4</b>	<b>Auswirkungen auf Österreich . . . . .</b>	<b>3.38</b>
3.4.1	Die Möglichkeiten regionaler Aussagen . . . . .	3.38
3.4.2	Die Rolle der Gebirgsgletscher . . . . .	3.40
3.4.3	Zusammenhang Schneedeckendauer Österreich - Temperatur Europa . . . . .	3.43
3.4.4	Stadtklima . . . . .	3.45
<b>3.5</b>	<b>Systemkritische Aspekte . . . . .</b>	<b>3.48</b>
3.5.1	Das Klimaproblem in der öffentlichen Diskussion . . . . .	3.48
3.5.2	Die Sicherheit und Unsicherheit wissenschaftlicher Aussagen zum Klimaproblem . . . . .	3.49
3.5.3	Ansatzpunkte für Maßnahmen . . . . .	3.50
<b>3.6</b>	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>3.53</b>

<b>4</b>	<b>LUFT (H.Hauck, H.Dieberger, A.Hackl, G.Halbwachs, H.Kromp-Kolb, M.Neuberger, W.Vitovec, W.Wruss) . . . . .</b>	<b>4.1</b>
<b>4.1</b>	<b>Wirkungen von Luftschadstoffen (Grundsätzliches) . . . . .</b>	<b>4.1</b>
4.1.1	Wirkungen auf die Atmosphäre . . . . .	4.2
4.1.1.1	Aufbau der Atmosphäre . . . . .	4.2
4.1.1.2	Drei wesentliche globale Probleme . . . . .	4.2
4.1.2	Humantoxische Wirkungen . . . . .	4.4
4.1.2.1	Schwefeldioxid . . . . .	4.13
4.1.2.2	Stickstoffoxide . . . . .	4.14
4.1.2.3	Kohlenstoffmonoxid . . . . .	4.16
4.1.2.4	Organische Verbindungen . . . . .	4.16
4.1.2.4.1	Benzol, Toluol, Xylol . . . . .	4.17
4.1.2.4.2	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe . . . . .	4.18
4.1.2.4.3	Aliphatische Chlorkohlenwasserstoffe (Dichlormethan, Dichlorethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen . . . . .	4.19
4.1.2.4.4	Dibenzodioxine (PCDB) und Dibenzofurane (PCDF) . . . . .	4.20
4.1.2.4.5	Formaldehyd (HCHO) . . . . .	4.21
4.1.2.5	Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S) . . . . .	4.22
4.1.2.6	Halogenverbindungen . . . . .	4.22
4.1.2.6.1	Chlorwasserstoff (HCl) . . . . .	4.22
4.1.2.6.2	Fluorwasserstoff (HF) . . . . .	4.23
4.1.2.7	Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	4.24
4.1.2.8	Ozon (O <sub>3</sub> ) . . . . .	4.24
4.1.2.9	Aerosole (Staub) . . . . .	4.26
4.1.2.9.1	Schwermetalle (As, Cd, Cr, Hg, Pb) . . . . .	4.28
4.1.2.9.2	Faserförmige Stäube (Asbest, KMF) . . . . .	4.29
4.1.2.9.3	Mikroorganismen als Aerosole . . . . .	4.29
4.1.2.10	Kombinationswirkungen . . . . .	4.30
4.1.2.11	UV-Strahlung . . . . .	4.31
4.1.3	Phytotoxische Wirkungen . . . . .	4.32
4.1.3.1	Wirkungen - allgemein . . . . .	4.32

4.1.3.2	Wirkobjekte	4.33
4.1.3.3	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	4.38
4.1.3.4	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> )	4.41
4.1.3.5	Kohlenstoffmonoxid (CO)	4.43
4.1.3.6	Staub	4.43
4.1.3.6.1	Schwermetallhaltige Stäube	4.44
4.1.3.6.1.1	Arsen (As)	4.44
4.1.3.6.1.2	Cadmium (Cd)	4.44
4.1.3.6.1.3	Chrom (Cr)	4.42
4.1.3.6.1.4	Quecksilber (Hg)	4.45
4.1.3.6.1.5	Blei (Pb)	4.45
4.1.3.7	Organische Verbindungen	4.45
4.1.3.7.1	Benzol, Toluol, Xylol; polyzyklische Kohlenwasserstoffe	4.45
4.1.3.7.2	Aliphatische Kohlenwasserstoffe	4.45
4.1.3.7.3	Halogenierte Kohlenwasserstoffe	4.46
4.1.3.7.4	Formaldehyd (HCHO)	4.46
4.1.3.8	Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S)	4.47
4.1.3.9	Halogenverbindungen	4.47
4.1.3.10	Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	4.48
4.1.3.11	Ozon (O <sub>3</sub> )	4.48
4.1.3.12	Saure Niederschläge	4.50
4.1.3.13	Kombinationswirkungen	4.51
4.1.3.14	UV - Wirkungen	4.52
4.1.4	Wirkungen auf Sachgüter	4.52
4.1.4.1.	Metallische Werkstoffe	4.53
4.1.4.1.1	Eisen	4.53
4.1.4.1.2	Kupfer	4.53
4.1.4.1.3	Silber	4.54
4.1.4.1.4	Aluminium	4.54
4.1.4.2	Mineralische Werkstoffe	4.54
4.1.4.3	Organische Werkstoffe	4.54
4.1.4.4	Zusammenfassung	4.55
<b>4.2</b>	<b>Emissionssituation in Österreich</b>	<b>4.56</b>
4.2.1	Anthropogene Emission	4.56

4.2.1.1	Rahmenbedingungen (Energieverbrauch, KFZ-Bestand, Heizungen) . . . . .	4.56
4.2.1.2	Toxikologisch wirksame Stoffe . . . . .	4.62
4.2.1.2.1	Schwefeloxide (SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> ) . . . . .	4.62
4.2.1.2.2	Stickstoffoxide (NO, NO <sub>2</sub> ) . . . . .	4.70
4.2.1.2.3	Kohlenstoffmonoxid (CO) . . . . .	4.75
4.2.1.2.4	Organische Verbindungen (Aromaten, Halogenkohlenwasserstoffe, Aldehyde) . . . . .	4.78
4.2.1.2.5	Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S) . . . . .	4.87
4.2.1.2.6	Halogene (Cl, HCl, F, HF) . . . . .	4.89
4.2.1.2.7	Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	4.93
4.2.1.2.8	Ozon (O <sub>3</sub> ) . . . . .	4.96
4.2.1.2.9	Staub . . . . .	4.96
4.2.1.2.9.1	Schwermetalle (As, Cd, Cr, Hg, Pb) . . . . .	4.101
4.2.1.2.9.2	Faserförmige Stäube . . . . .	4.107
4.2.1.3	Klimawirksame Stoffe . . . . .	4.109
4.2.1.3.1	Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ) . . . . .	4.109
4.2.1.3.2	Methan (CH <sub>4</sub> ) . . . . .	4.113
4.2.1.3.3	Fluorchlorkohlenwasserstoffe . . . . .	4.115
4.2.1.3.4	Distickstoffoxid (N <sub>2</sub> O) . . . . .	4.119
4.2.2	Phytogene Emission . . . . .	4.121
<b>4.3</b>	<b>Immissionssituation in Österreich</b> . . . . .	<b>4.123</b>
4.3.1	Atmosphärische Prozesse . . . . .	4.123
4.3.1.1	Globale Skala . . . . .	4.123
4.3.1.2	Regionale Skala . . . . .	4.123
4.3.1.3	Lokale Skala . . . . .	4.125
4.3.1.4	Episoden erhöhter Belastung . . . . .	4.126
4.3.1.5	Auswirkungen des Flugverkehrs . . . . .	4.127
4.3.2	Immissionsmessungen . . . . .	4.127
4.3.3	Immissionssituation in Österreich . . . . .	4.131
4.3.3.1	Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) . . . . .	4.131
4.3.3.2	Stickstoffoxide (NO <sub>x</sub> ) . . . . .	4.131
4.3.3.3	Kohlenstoffmonoxid (CO) . . . . .	4.135
4.3.3.4	Flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOC) . . . . .	4.135
4.3.3.5	Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S) . . . . .	4.138
4.3.3.6	Halogenwasserstoffe (HCl, HF) . . . . .	4.138

4.3.3.7	Ammoniak (NH <sub>4</sub> ) . . . . .	4.139
4.3.3.8	Ozon (O <sub>3</sub> ) . . . . .	4.140
4.3.3.9	Staub . . . . .	4.142
4.3.3.10	Schwermetalle . . . . .	4.143
4.3.3.11	Fasern (Asbest, KMF) . . . . .	4.145
4.3.4	Messungen mit Passivsammlern . . . . .	4.145
4.3.5	Deposition von Schadstoffen . . . . .	4.147
4.3.5.1	Trockene Deposition . . . . .	4.147
4.3.5.2	Nasse Deposition . . . . .	4.150
4.3.5.3	Okkulte Deposition . . . . .	4.151
4.3.6	Schadstoffimporte und Schadstoffexporte . . . . .	4.152
<b>4.4</b>	<b>Gesetzliche Regelungen, Richtlinien und Normen . . . . .</b>	<b>4.174</b>
4.4.1	Emission . . . . .	4.174
4.4.1.1	Gewerberecht . . . . .	4.174
4.4.1.2	Dampfkesselrecht . . . . .	4.177
4.4.1.3	Bergrecht . . . . .	4.188
4.4.1.4	Abfallwirtschaftsrecht . . . . .	4.188
4.4.1.5	Chemikalienrecht . . . . .	4.189
4.4.1.6	Kraftfahrzeugrecht . . . . .	4.196
4.4.1.7	Sonstige Gesetze . . . . .	4.197
4.4.1.8	Multilaterale Verträge . . . . .	4.198
4.4.1.9	Länderrecht . . . . .	4.202
4.4.1.10	Recht der Europäischen Gemeinschaft . . . . .	4.204
4.4.1.11	Rechtsvorschriften in Deutschland und der Schweiz . . . . .	4.206
4.4.2	Immission . . . . .	4.206
4.4.2.1	Grenz- und Richtwerte . . . . .	4.207
4.4.2.1.1	Grenz- und Richtwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation . . . . .	4.209
4.4.2.1.2	Alarm- und Warnwerte . . . . .	4.221
4.4.3	Ö-NORMEN zur Luftreinhaltung . . . . .	4.224
4.4.4	VDI-Richtlinien zur Luftreinhaltung . . . . .	4.229
<b>4.5</b>	<b>Zielvorstellungen und Maßnahmen . . . . .</b>	<b>4.230</b>

<b>4.6</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	4.232
<b>5</b>	<b>GERUCH</b> (M.Haider, R.Cervinka, E.Groll-Knapp, P.K.Pfeiffer) . . . . .	5.1
<b>5.1</b>	<b>Problemstellung, Definition</b> . . . . .	5.1
<b>5.2</b>	<b>Derzeitige Situation im Wohnbereich in Österreich</b> . . . . .	5.2
5.2.1	Anzahl der im Wohnbereich durch Gerüche belästigten Personen . . . . .	5.2
5.2.2	Art der hauptsächlich genannten Geruchsquellen . . . . .	5.4
5.2.3	Auswirkungen der Geruchsbelästigung . . . . .	5.5
5.2.4	Durch Gerüche betroffene Wohnungen . . . . .	5.7
<b>5.3</b>	<b>Bedeutung der Geruchswirkung für den Menschen</b> . . . . .	5.8
5.3.1	Allgemeine Grundlagen (anatomische, physiologische, psychologische Gegebenheiten, Reizcharakteristika) . . . . .	5.8
5.3.1.1	Geruchsstoffkonzentration und Geruchseinheit . . . . .	5.8
5.3.1.2	Intensität der Geruchswahrnehmung . . . . .	5.9
5.3.1.3	Qualität der Geruchswahrnehmung . . . . .	5.9
5.3.1.4	Hedonische Geruchswirkung . . . . .	5.10
5.3.1.5	Riechschwellen . . . . .	5.12
5.3.1.6	Kombination von mehreren Gerüchen . . . . .	5.12
5.3.1.7	Adaptation, Habituation, Sensibilisierung . . . . .	5.13
5.3.1.8	Einfluß von Alter und Geschlecht . . . . .	5.13
5.3.1.9	Verminderung des Riechvermögens . . . . .	5.14
5.3.1.10	Akzeptanz, positive und negative Einstellung zum Geruch Vermeidbarkeit von Gerüchen . . . . .	5.14
5.3.2	Auswirkungen von Gerüchen auf Gesundheit und Wohlbefinden . . . . .	5.15
<b>5.4</b>	<b>Gesetzliche Regelungen und Grenzwertempfehlungen</b> . . . . .	5.17
<b>5.5</b>	<b>Beurteilungs- und Bewertungskriterien</b> . . . . .	5.22
5.5.1	Erfassung von Geruchsbelastungen durch Begehungen -	

	die modifizierte und erweiterte Rastermethode . . . . .	5.24
5.5.2	Ausbreitungsmodelle . . . . .	5.24
5.5.3	Weitere Erhebungsmethoden zur Erfassung von Geruchsbelästigungen . . . . .	5.25
5.5.3.1	Erfassung von Beschwerden: Beschwerdenstatistik (Community Reaction) . . . . .	5.25
5.5.3.2	Systematische Einmalbefragung von Anrainerstichproben in definierten Beurteilungsgebieten mittels eines Fragebogens . .	5.26
5.5.3.3	Systematische Mehrfachbefragung von ortsansässigen Probanden zur Bestimmung der Häufigkeit von momentanen Belästigungen . . . . .	5.26
5.5.3.4	Tagebuchbefragung . . . . .	5.26
<b>5.6</b>	<b>Allgemeine Umweltziele und Qualitätsziele für Geruchsbelastungen und Maßnahmenvorschläge . . . . .</b>	<b>5.27</b>
5.6.1	Allgemeine Umweltziele . . . . .	5.27
5.6.2	Qualitätsziele für Geruchsimmissionen . . . . .	5.27
5.6.2.1	Zielvorstellungen hinsichtlich der Verminderung des Anteils geruchsbelästigter Wohnungen . . . . .	5.27
5.6.2.2	Zielvorstellungen und Maßnahmenvorschläge hinsichtlich der Verminderung des Belästigungsgrades, der Begrenzung der Belästigungsdauer und der Sonderregelungen für spezielle Geruchsarten . . . . .	5.28
<b>5.7</b>	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>5.31</b>
ANHANG:	Modifizierte und erweiterte Rastermethode . . . . .	5.34
<b>6</b>	<b>LÄRM (M.Haider, M.Koller, J.Lang, H.G.Stidl) . . . . .</b>	<b>6.1</b>
<b>6.1</b>	<b>Einleitung und Übersicht . . . . .</b>	<b>6.1</b>
<b>6.2</b>	<b>Bewertungs- und Beurteilungssgrößen . . . . .</b>	<b>6.4</b>
6.2.1	Frequenzbewertung . . . . .	6.6
6.2.2	Zeitbewertung . . . . .	6.6
6.2.3	Empfehlungen für in Österreich zu verwendende Bewertungs- und Beurteilungssgrößen . . . . .	6.8

6.2.4	Gehörbezogene Bewertungsverfahren ("Psychoakustik") . . . . .	6.10
<b>6.3</b>	<b>Die derzeitige Situation in Österreich</b> . . . . .	<b>6.13</b>
6.3.1	Lärmbelastung durch den Straßenverkehr . . . . .	6.16
6.3.2	Lärmbelastung durch den Schienenverkehr . . . . .	6.20
6.3.3	Lärmbelastung durch den Flugverkehr . . . . .	6.21
6.3.4	Lärmbelastung durch Betriebe . . . . .	6.23
6.3.5	Lärmbelastung durch Freizeiteinrichtungen . . . . .	6.24
<b>6.4</b>	<b>Auswirkungen von Schallimmissionen auf den Menschen</b> .	<b>6.26</b>
6.4.1	Einfluß physikalischer Geräuschcharakteristika . . . . .	6.26
6.4.1.1	Lautstärke, Lautheit . . . . .	6.26
6.4.1.2	Frequenz . . . . .	6.27
6.4.1.3	Expositionszeit . . . . .	6.29
6.4.1.4	Zeitliche Variabilität . . . . .	6.29
6.4.1.5	Verhältnis zwischen Signal und Störgeräusch . . . . .	6.30
6.4.2	Einfluß nicht-physikalischer und situativer Faktoren . . . . .	6.31
6.4.2.1	Informationsgehalt . . . . .	6.31
6.4.2.2	Voraussagbarkeit und Kontrollierbarkeit . . . . .	6.31
6.4.2.3	Einstellung zur Geräuschquelle . . . . .	6.32
6.4.2.4	Aktivität zur Zeit der Geräuschexposition . . . . .	6.32
6.4.2.5	Tageszeit . . . . .	6.33
6.4.2.6	Empfundene "Notwendigkeit" der Schalleinwirkung . . . . .	6.34
6.4.3	Einfluß individueller Faktoren . . . . .	6.34
6.4.4	Betroffene physische, mentale, psychische und soziale Funktionen . . . . .	6.35
6.4.4.1	Kurzzeitig andauernde Reaktionen auf Schallreize . . . . .	6.37
6.4.4.2	Langzeitig andauernde Reaktionen auf Schallreize . . . . .	6.37
6.4.4.3	Beeinflussung des Schlafes . . . . .	6.38
6.4.4.4	Zwischenmenschliche Kontakte . . . . .	6.42
6.4.4.5	Nacheffekte . . . . .	6.42
6.4.5	Kombinationswirkungen von Lärm und anderen Umwelteinflüssen . . . . .	6.42
6.4.6	Gesundheitsgefährdungen . . . . .	6.43
<b>6.5</b>	<b>Gesetzliche Regelungen, Normen, Richtlinien und</b>	

	<b>Richtwerte</b> . . . . .	6.46
6.5.1	Gesetzliche Regelungen . . . . .	6.46
6.5.1.1	Begrenzung der Schallemission . . . . .	6.46
6.5.1.2	Begrenzung der Schallimmission . . . . .	6.51
6.5.1.3	Meß- und Rechenverfahren . . . . .	6.53
6.5.1.4	Vorschreibung des erforderlichen baulichen Schallschutzes . . . . .	6.53
6.5.2	Normen . . . . .	6.53
6.5.3	Richtlinien . . . . .	6.53
6.5.4	VDI-Richtlinien . . . . .	6.53
6.5.5	EG-Richtlinien . . . . .	6.54
<b>6.6</b>	<b>Rahmenbedingungen für die Lärminderung, Qualitäts- ziele für bestimmte Auswirkungen und Umwelten</b> . . . . .	6.54
6.6.1	Rahmenbedingungen für die Lärminderung, Mindestforderungen . . . . .	6.54
6.6.2	Qualitätsziele zum Schutz bestimmter Aktivitäten . . . . .	6.57
6.6.2.1	Sprachkommunikation, geistige Tätigkeiten . . . . .	6.57
6.6.2.2	Schlaf . . . . .	6.57
6.6.2.3	Schutz vor Belästigungswirkung . . . . .	6.58
6.6.3	Qualitätsziele für bestimmte Umwelten . . . . .	6.58
6.6.3.1	Außenpegel in Wohngebieten . . . . .	6.59
6.6.3.2	Wohnungen . . . . .	6.59
6.6.3.3	Schulen und Kindergärten . . . . .	6.59
6.6.3.4	Außenpegel in Ruhegebieten und Kurbezirken . . . . .	6.59
6.6.3.5	Spitäler . . . . .	6.59
<b>6.7</b>	<b>Maßnahmen zur Lärminderung</b> . . . . .	6.60
6.7.1	Raumordnung . . . . .	6.60
6.7.2	Geräuschminderung an der Quelle . . . . .	6.64
6.7.2.1	Allgemeines . . . . .	6.64
6.7.2.2	Kraftfahrzeuge . . . . .	6.64
6.7.2.2.1	Motorgeräusch . . . . .	6.65
6.7.2.2.2	Rollgeräusch . . . . .	6.66
6.7.2.2.3	Geschwindigkeit . . . . .	6.68
6.7.2.2.4	In Verkehr stehende Kraftfahrzeuge . . . . .	6.68

6.7.2.3	Schienenfahrzeuge . . . . .	6.68
6.7.2.4	Maschinen und Geräte . . . . .	6.69
6.7.2.5	Verfahren zur Definition "lärmarm" . . . . .	6.70
6.7.2.6	Ökonomische und sonstige Anreize (incentives) für den Einsatz lärmarmen Fahrzeuge und Maschinen . . . . .	6.72
6.7.2.7	Überwachung und Kontrolle der Geräuschemission . . . . .	6.72
6.7.3	Organisatorische Maßnahmen . . . . .	6.74
6.7.4	Maßnahmen zur Minderung der Geräuschemission . . . . .	6.75
6.7.4.1	Abstand Schallquelle - Immissionsort . . . . .	6.75
6.7.4.2	Abschirmung . . . . .	6.76
6.7.4.3	Schallschutz am Objekt . . . . .	6.79
6.7.4.4	Aktive Geräuschkürzung (active noise control) . . . . .	6.80
6.7.5	Erziehung und Ausbildung . . . . .	6.81
<b>6.8</b>	<b>Zusammenfassung und Empfehlungen . . . . .</b>	<b>6.83</b>
<b>6.9</b>	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>6.87</b>
ANHANG 6.1	Verzeichnis der verfügbaren Lärmkarten in Österreich, Stand 1990 . . . . .	A 6.1
ANHANG 6.2	Verzeichnis der ÖNORMEN zum Schallschutz . . . . .	A 6.2
ANHANG 6.3	Verzeichnis der Richtlinien des Österreichischen Arbeitsringes für Lärmbekämpfung . . . . .	A 6.3
ANHANG 6.4	Verzeichnis von VDI - Richtlinien zum Schallschutz . . . . .	A 6.4
ANHANG 6.5	Verzeichnis von EG - Richtlinien zum Schallschutz . . . . .	A 6.5

## Umweltwissenschaftliche Grundlagen und Zielsetzungen im Rahmen des Nationalen Umweltplans für die Bereiche Klima, Luft, Geruch und Lärm

Kurzfassung

ÖAW-KRL

Aufgrund einer Aufforderung des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie wurde im Rahmen der Erstellung eines Nationalen Umweltplans seitens der Kommission für Reinhaltung der Luft unter Beiziehung weiterer externer Mitarbeiter eine umfangreiche Grundlagenstudie und eine Zusammenstellung der internationalen Informationen zu den Bereichen Klima, Luft, Geruch und Lärm erstellt. Diese Studie soll als wissenschaftlicher Input für Arbeitskreise und weitere politische Gremien bei der Erstellung eines Nationalen Umweltplanes dienen.

In einem einleitenden Kapitel wird auf **grundsätzliche Überlegungen** zur Problematik eines nationalen Umweltplans eingegangen, da die Umweltproblematik nicht für die einzelnen Problemkreise gesondert behandelt werden darf. Gerade für die Vernetzung aller Gesichtspunkte sind interdisziplinäre Arbeitsgruppen, die neben dem naturwissenschaftlich-technischem auch das gesellschaftliche, soziale und ökonomische Umfeld berücksichtigen, unbedingt notwendig. Hochspezialisierte Fachwissenschaftler müssen sich unter Einbringung ihres Wissens an der politischen Meinungsbildung beteiligen. Sowohl ethische wie auch weitsichtige wirtschaftliche Ansatzpunkte, die einander keinesfalls widersprechen, sind zu berücksichtigen. Dem Prinzip der Nachhaltigkeit kommt dabei grundsätzliche Bedeutung zu.

Ausgangspunkt - auch für Österreich - ist die globale Situation insbesondere in den Bereichen Bevölkerungsentwicklung, Wasserressourcen und Energieverbrauch. Der status quo in Österreich für die behandelten und auch für die im weiteren nicht behandelten Problemkreise wie Boden, Wald, etc. wurde kurz zusammengefaßt.

Die Grundtatsachen über das **Klima** und seine Mechanismen sowie die regionalen und lokalen Besonderheiten des Klimas Österreichs werden besprochen. Als Klima wird die Gesamtheit der Eigenschaften des Klimasystems, d.h. derjenigen Komponenten der Erde, die am Klimageschehen teilnehmen, verstanden.

Das heutige Klima ist auf der globalen Skala und im Jahresgang gut durch Modelle simulierbar; aber weniger befriedigend werden kleinskalige Phänomene (lokales Klima) sowie Klimaschwankungen erfaßt.

Die Variabilität des Klimas hat eine Reihe natürlicher Ursachen. Sie folgen aus Veränderungen des Klimaantriebs (astronomisch bedingte sehr langfristige Änderungen der Sonnenstrahlung), aus natürlichen Änderungen der chemischen Zusammensetzung des Klimasystems (Vulkanausbrüche, Vegetationsänderungen), sowie aus internen Instabilitäten aufgrund der

Nichtlinearität der Klimadynamik.

Die Variabilität des Klimas aufgrund von Änderungen der Spurenstoffhaushalte wird anhand von Messungen und Modellrechnungen und im Zusammenhang mit möglichen anthropogenen Beeinflussungen diskutiert. Dabei sind zwei Gruppen von Spurenstoffen zu unterscheiden: die natürlichen Spurenstoffe (z.B. Wasser, Kohlendioxid), deren Gehalt auch vom Menschen beeinflusst wird, und die rein anthropogen erzeugten Spurenstoffe (z.B. FCKWs).

Die von der Erde einschließlich ihrer Atmosphäre absorbierte kurzwellige Strahlungsenergie wird im infraroten Bereich wieder abgestrahlt. Ein Teil dieser Abstrahlung wird in der Atmosphäre durch die Treibhausgase (Wasserdampf, CO<sub>2</sub>, Ozon u.a.) wieder absorbiert und zurückgestrahlt, was eine mittlere Oberflächentemperatur der Erdoberfläche von ca. 15°C bewirkt. Ohne diesen Treibhauseffekt würde sich eine Temperatur von etwa -18°C einstellen, im Falle vollständiger Absorption der langwelligen Abstrahlung etwa +30°C. Der Zusatztreibhauseffekt infolge von Absorption durch anthropogen in die Atmosphäre eingebrachte Spurengase (CO<sub>2</sub>, FCKWs etc.) wird derzeit mit einer Erwärmung von  $3,0 \pm 1,5^\circ\text{C}$  in den nächsten 100 Jahren abgeschätzt; wegen der Unsicherheiten in der anthropogenen Beeinflussung der natürlichen Spurenstoffhaushalte ist diese Abschätzung jedoch umstritten.

Das regionale Klima ist in das globale Klima eingebettet. Dennoch hat die regionale Komponente eine gewichtige Eigenbedeutung. Als für Österreich relevante Beispiele werden die Schneedeckendauer, die Gebirgsgletscher sowie Stadt-Klima-Einflüsse besprochen.

Der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung ist im Klimasystem vielfach nicht eindeutig erhebbbar, vor allem nicht im Bereich der anthropogenen Klimabeeinflussung. Derzeit kann die Wissenschaft weder beweisen noch widerlegen, daß die in den letzten 100 Jahren beobachtete Temperatursteigerung von etwa 0,4°C auf anthropogene Ursachen zurückzuführen ist. Monokausale Klimaargumente als Grundlage wirtschaftlicher und politischer Handlungsanweisungen erscheinen daher wissenschaftlich als nicht vertretbar. Um dennoch die möglichen anthropogenen Auswirkungen klein zu halten, wird eine gemäßigte No Regret Strategy empfohlen.

Die Ergebnisse von Klimamodellen sind als Szenarien und nicht als Prognosen zu sehen. Solange aber nicht bewiesen werden kann, daß die Klimaänderungen nicht eintreten werden, ist Handlungsbedarf gegeben. Dies umso mehr, als emissionsreduzierende Maßnahmen aus einer großen Zahl anderer Gründe (Ressourcenschonung, gesundheitliche Aspekte, Umweltqualität) notwendig sind.

Nur die Emission von Spurenstoffen ist vom Menschen beeinflussbar. Damit können Maßnahmen zur Reduktion des anthropogenen Treibhauseffektes auch nur an dieser Stelle ansetzen. Bei der Auswahl solcher Maßnahmen ist jedoch zu beachten, daß Vorteile in einem Bereich nicht durch Nachteile in anderen Bereichen erkauft werden dürfen.

Die von der österreichischen Bundesregierung beschlossenen CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele, welche eine Herabsetzung der CO<sub>2</sub>-Emission um 20% auf Basis 1988 bis zum Jahr 2005 vorsehen, müssen als Teil einer gemäßigten No Regret-Strategie betrachtet werden.

Im Kapitel LUFT werden zunächst die Wirkungen von Luftschadstoffen auf die Atmosphäre,

auf den Menschen, auf die Pflanzenwelt und auf Sachgüter diskutiert. Im ersten Fall ist die Verknüpfung der drei globalen Problemkreise des anthropogenen Treibhauseffekts, des stratosphärischen Ozonabbaus und der troposphärischen Oxidantienbildung wichtig. Bei den human- und ökotoxischen Wirkungen wird zunächst auf die klassischen Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenstoffmonoxid etc., aber auch auf Kohlenwasserstoffe, Dioxine, Formaldehyd, Schwefelwasserstoff und Halogenverbindungen eingegangen. Weitere Abschnitte sind den sekundären Schadstoffen wie Ozon sowie Staub und seinen verschiedenen Varianten, wie Schwermetallen, Fasern etc., gewidmet. In einer tabellarischen Zusammenfassung wird versucht, die wichtigsten Richtwerte und Risikoabschätzungen zusammenzustellen. Im Hinblick auf eine mögliche Zunahme der ultravioletten Sonnenstrahlung wird auch dieser Problemkreis kurz erörtert.

Ein zweiter Abschnitt widmet sich der anthropogenen und phytogenen Emission der genannten Schadstoffe. Dabei wird der derzeitige Stand (1991) möglichst umfassend in Tabellen und Graphiken dargestellt, wobei vielfach bisher noch nicht vorliegende Zusammenstellungen und Emissionsabschätzungen durchgeführt werden. Soweit absehbar werden auch die weitere Emissionsentwicklung und mögliche Ansätze zur Reduktion der Emissionen angeführt.

Im dritten Abschnitt wird die Immissionssituation in Österreich behandelt. Entsprechend den Vorgängen in der Atmosphäre wird hier zwischen globaler, regionaler und lokaler Skala bei Transmission und Bildung von Luftschadstoffen unterschieden. Bevor auf Immissionsmeßwerte eingegangen wird, werden kritische Überlegungen bezüglich Meßstrategien und Auswerteproblemen bei Immissionsmessungen angestellt. Da ein Gesamtüberblick der Immissionssituation in Österreich in diesem Rahmen aus Platzgründen nicht möglich ist, werden einzelne interessante Situationen für ausgewählte Luftschadstoffe vorgestellt. Beispielhaft sind für 1991 die Jahresmittel und die 97,5-Perzentile aller österreichischen Meßstationen (Bundesländer, UBA) zusammengestellt. Wichtige Fragestellungen wie Trends bei einzelnen Schadstoffen und die Situation im internationalen Einflußfeld (Schadstoffimporte und Exporte) werden gesondert diskutiert. Auch die Depositionsmechanismen - z.B. der Eintrag in den Boden - werden beschrieben und beispielhaft quantifiziert.

Im letzten Abschnitt dieses Kapitels werden gesetzliche Regelungen, Richtlinien und Normen für Emissionen und Immissionen zusammengestellt, wobei nicht nur die österreichische Rechtslage, sondern auch das Recht der Europäischen Gemeinschaft sowie Rechtsvorschriften im benachbarten Ausland (Schweiz, Deutschland) berücksichtigt werden.

**Geruchsbelästigungen** gehören nach Lärmbelästigungen zu den am meisten genannten Umweltbelästigungen. 23,3% der Österreicher, das sind 1,4 Millionen Personen, sind in ihren Wohnungen umweltbedingten Geruchsbelästigungen ausgesetzt. Anhand einer kurzen Übersicht über die derzeitige Geruchsbelastungssituation in Österreich kann gezeigt werden, daß, abgesehen von lokalen Geruchsquellen, vor allem der Verkehr einer der Hauptverursacher von Geruchsbelästigungen ist.

Im Gegensatz zu den im Kapitel Luft beschriebenen toxischen Schadstoffen oder den Lärmbelastungen ist im Bereich des Geruches sowohl die meßtechnische Erfassung als auch die Objektivierung von Geruchseinwirkungen sehr schwierig. Man ist in diesem Fall vielfach auf Befragungen angewiesen, weshalb auf die dabei auftretenden Probleme im besonderen eingegangen wird.

Viele geruchsaktive Substanzen sind zwar an sich toxisch, in den umweltrelevanten Konzentrationen führen sie aber meist zu keinen akuten gesundheitlichen Schäden. Die durch Geruchsbelästigung hervorgerufenen, teils massiven Belästigungen können jedoch Gesundheitsbeeinträchtigungen verursachen und die Lebensqualität entscheidend negativ beeinflussen.

In einem eigenen Abschnitt wird auf die wesentlichen Dimensionen der Geruchswahrnehmung, inklusive der besonderen emotionalen Komponente von Gerüchen, eingegangen, da diese für den Grad und die Art der zu erwartenden Geruchsbelästigung mitbestimmend sind. Es werden ferner die Fragen der Habituation, Adaptation und Sensibilisierung diskutiert und im speziellen Fragen der Akzeptanz von Geruchsbelästigungen angesprochen. Im anschließenden Abschnitt werden die Auswirkungen von Gerüchen auf den Menschen diskutiert.

Obwohl durch Geruchsbelastungen erhebliche Beeinträchtigungen von Gesundheit und Wohlbefinden auftreten können, ist eine gesetzliche Regelung sehr schwierig. Aus diesem Grunde gibt es auch kaum einschlägige gesetzliche Regelungen und Grenzwerte. Trotzdem wird abschließend versucht, Qualitätsziele für Geruchsimmissionen zu formulieren, und auf die Notwendigkeit gesetzlicher Regelungen hingewiesen.

**Lärm** ist die Umweltbelastung, von der sich die Bevölkerung wegen der direkten Wahrnehmbarkeit am meisten betroffen fühlt. Gemäß Mikrozensus 1991 sind insgesamt 33,5% der österreichischen Wohnungen durch Lärm gestört, 17,9% stark und sehr stark gestört. Als Ursache der Störung wird überwiegend (80%) der Verkehr genannt, insbesondere der KFZ-Verkehr. Das Ziel der Strategien in den nächsten 10 Jahren muß die wesentliche Herabsetzung des Anteils Betroffener auf etwa maximal 25% durch Lärm gestörter Personen und 10% stark und sehr stark gestörter Personen sein.

Wesentliche Elemente der Vorsorge gegen unerwünschte Schallimmissionen sind: die Minderung der Schallemission an der Quelle (Einsatz geeigneter Technologien, widmungsgemäße Benützung) und die Raumordnung (räumliche Trennung von Schallemissionen und Bereichen mit Ruheanspruch). Da Maßnahmen der Raumordnung ausreichende Abstände zwischen den Schallquellen und dem Immissionsort erfordern, müssen bei Neuplanungen von Betrieben, Verkehrswegen, etc. bestehende Widmungen für Wohngebiete sowie für Flächen mit besonderem Ruheanspruch unbedingt beachtet werden. Die Neuwidmung von Wohngebieten kann nur bei entsprechend niedrigen Immissionswerten erfolgen.

Lärmkarten und Lärmkataster sind eine wertvolle Unterlage für raumplanerische Maßnahmen, sie sollten vermehrt eingesetzt werden. Eine Vereinbarung über bundeseinheitliche Immissionsgrenzwerte für die Raumordnung (basierend auf ÖNORM S 5021) wäre zweckmäßig. Ein Lärmschutzplan muß bei jeder Neuplanung verpflichtend sein.

Der Verkehr als überwiegende Ursache der Lärmbelastung muß durch verbesserte Strukturen in der Raumplanung, verbessertes Angebot des öffentlichen Verkehrs und durch finanzielle Maßnahmen gesteuert werden. Dabei ist auch der Minderung der Schallemission der Verkehrsmittel selbst besonderes Augenmerk zu schenken.

Die derzeit gegebene Gesamtschallemission der Schienenstrecken sollte nicht überschritten werden. Erhaltung eines guten Schienenzustandes und Kompensation einer Frequenzerhöhung durch Verringerung der Emission des rollenden Materials sind entsprechende Ansatzpunkte.

Die in einer Prognose für das Jahr 2000 berechneten Fluglärmmzonen sollen in der Raumordnung und Flächenwidmung beachtet werden. Der dieser Berechnung zugrunde liegende Einsatz von lärmarmen Flugzeugen und die Einhaltung der vorgesehenen Flugwege ist zu überwachen.

Die Geräuschemission von Betrieben einschließlich des betriebsinduzierten Verkehrs durch wesentliche Erweiterungen muß verhindert werden. Bei Überschreiten der zulässigen Immissionsgrenzwerte in angrenzenden Gebieten durch die Schallpegel des Betriebsgeräusches sollte eine Herabsetzung der Emission des Betriebes erfolgen.

Die Geräuschemission von Maschinen und Geräten kann nach dem Stand der Technik lärmarmen Technologien vermindert werden. Zur Förderung des Einsatzes dieser Technologien trägt die Einführung einer allgemeinen Lärmauszeichnungspflicht sowie die Definition einer Qualifikation "lärmarm" für Kraftfahrzeuge und die am häufigsten eingesetzten Maschinen und Geräte bei. Die Berücksichtigung der Geräuschemission neben Preis und Leistung bei der Anschaffung von Fahrzeugen und Geräten - insbesondere durch die öffentliche Hand - und die Schaffung von Anreizen kann den Einsatz derselben fördern (z.B. lärmabhängige Gebühren für Fahrzeuge, Subventionierung des Kaufes lärmarmen Fahrzeuge und Geräte, Ausnahme von dem Lärmschutz dienenden Fahrverboten und Arbeitszeitbegrenzungen für lärmarme Fahrzeuge und lärmarme Maschinen, Information der Konsumenten für den Kauf lärmarmen Fahrzeuge und Geräte).



## NATIONAL ENVIRONMENTAL PLAN OF AUSTRIA

H. Hauck and O. Preining

This summary was presented at the 5<sup>th</sup> Global Warming Conference in San Francisco, April 4-7, 1994, and will be published in World Resource Review.

### Introduction

As in many other industrialized countries environmental protection has become a major issue after and perhaps as a consequence of the booming economy ("Wirtschaftswunder") following World War II. In Austria a special ministry of - at that time - Health and Environmental Protection was first established in 1970. Compared to other European countries Austria pursued a progressive environmental policy. The environmental investment for 1991 in Austria was the highest within the OECD-countries compared to the gross social product (Figure 1). Mandatory use of catalytic converters in cars since 1987, higher price for leaded gasoline and exclusively sale of unleaded gasoline since 1993, and emission limit of 0.1 ng/m<sup>3</sup> dioxin equivalent for incineration plants since 1989 are some examples of this policy. Because of its geographic position in the center of Europe, Austria is a net importer of air pollutants. In Figure 2 the deposition pattern for nitrates in Europe as computed within EMEP for 1980



Figure 1: Environmental investment 1991, percent of gross social product (OECD)

is shown (Alcamo and Bartnicki, 1988). Highest deposition rates occur - and this is similar for sulfates - in the central areas of the continent. Another main problem is the transalpine traffic situation for cargo and passenger traffic. Since Switzerland is very strict in her traffic policy, a great part of the transalpine road traffic goes across Austria, where transalpine railroads still are not accepted in the same extent. In addition the changed political situation in Eastern Europe furthers the traffic going east-west as well.

The Clean Air Commission within the Austrian Academy of Sciences was founded in 1962. Its main activities of national importance were the compiling of air quality criteria for SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, and Ozone as well as a project about the impacts of climate change on Austria. When the Federal Ministry of Environment, Youth and Family Affairs started to set up a national environmental plan of Austria, the Clean Air Commission was asked to prepare the scientific

input in the fields of climate, air pollution, noise and odor (ÖAW 1993). Because of limited working capacity and expertise in the fields of forest, water, and soil these areas were covered by additional experts from Austrian universities.

### General remarks

The procedure to set up this national environmental plan of Austria (Nationaler Umweltplan - NUP) should be a three level process. To speed up the whole process as much as possible the first two steps should be taken simultaneously. Step 1 was to collect all the information necessary and to compile the scientific input. In a second step 7 working parties were convoked from universities, federal administration, industry, etc. These working groups should combine the scientific input and discuss all the problems with respect to their own interests, they should also come up with final proposals for regulations and actions. This step is still going on whereas the scientific input was available by the end of 1993. There are special working parties for industry, energy and oil industry, traffic and transport, agriculture, forest and water management, tourism, management of resources and consumer problems. Of course, there is some overlapping between these 7 areas, and on the other side some problems are not covered at all. Within level 3 a very large body representing all government agencies and professional organizations in Austria should compose a final version of the environmental plan consisting of well discussed and accepted recommendations for further action. Unless a wide consent even on controversial issues based on effective information and broad understanding is reached, there is no way how this environmental plan should work.

One of the basic principles heavily discussed under steps 1 and 2 was the principle of "sustainability". It is already difficult to find a German definition corresponding to the English expression "sustainable", but it is even more difficult to go into details. It became clear very soon, that this concept has to be restricted to the basic goal that future generations of man must not be endangered in their livelihood. Any further extension would possibly limit the technical progress in a contraproductive way.

Another important issue is the fact that even well accepted experts are contradicting each other sometimes. Weak input data, simplifying models, different data access, and different basic profession are causes

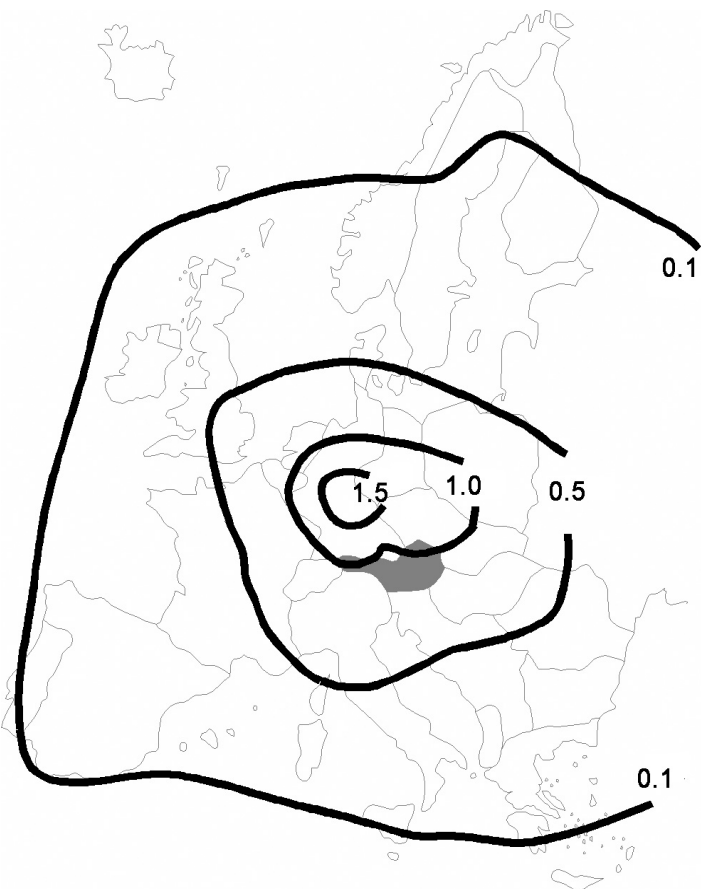


Figure 2:  $\text{NO}_x$ -Deposition in Europe (annual mean) for different and even contradicting according to EMEP-model for Luxembourg agreement statements of experts. Careful and (Alcamo and Bartnicki, 1988)

accurate mode of operation as well as high culture in scientific discussions are necessary to form an acceptable base for political decisions. Although democracy is no base for science, in environmental decisions it is necessary to have wide acceptance of the whole operation procedure.

## Climate

Separate chapters are related to climate, air pollution, noise, and odors. Within the climate chapter first basic facts and definitions about the climate are discussed. Though the climate on a global scale is understood quite well and can be modelled in a satisfying way, phenomena on a small scale are still difficult to understand. Especially the regional and local features for the alpine region are very important. Trace elements of natural and in our days also anthropogenic origin influence the climate system. It is assumed that natural and anthropogenic greenhouse effects together will cause a global temperature increase of  $3^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$  within the next 100 years. However, it must be emphasized that this estimate is not unanimously accepted by the scientific community and that there have been several revisions in the past.

Regional climate is basically influenced by the global effects, but due to the geographic

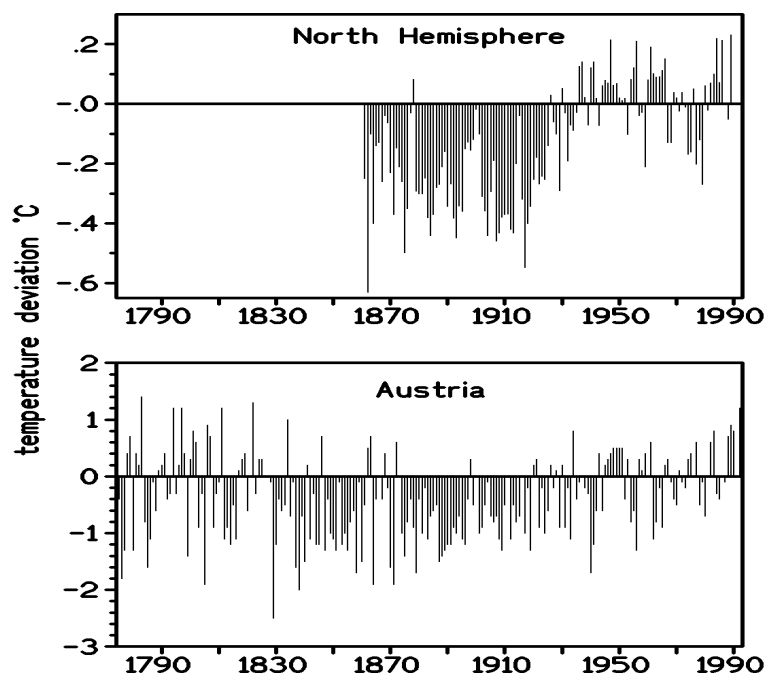


Figure 3: Annual mean temperatures for the northern hemisphere and Austria

situation, elevation etc. local effects may be responsible for special situations. Like some other European countries Austria has long backdating climate observations too, e.g. for temperature back to 1775 (Figure 3), which represent the global temperature pattern quite well. Present temperatures are therefore still within the normal range (ÖAW, 1993).

Within this chapter the duration of the snow cover, the development of alpine glaciers and the influence of big urban areas on the local climate are discussed. The correlation between duration of snow cover and monthly temperature averages in Europe were investigated by (Haiden und Hantel, 1992). While the situations in very high and very low elevations do not contribute very significantly, intermediate areas where many skiing areas are situated show the most interesting effect. In this height temperature changes affect the duration of snow cover very strongly. A temperature increase of  $1^{\circ}\text{C}$  would shorten the duration of snow cover by about 10 days per season.

In Austria a good number of the Alpine glaciers are situated. Although these glaciers do not always follow the global trend, none of them shows a significant signal for a dramatic decrease of glaciers.

The difference between average urban temperatures (annual mean) and the average temperature within the surrounding area was found to increase from 1976 to 1992 by  $0.85^{\circ}\text{C}$ .

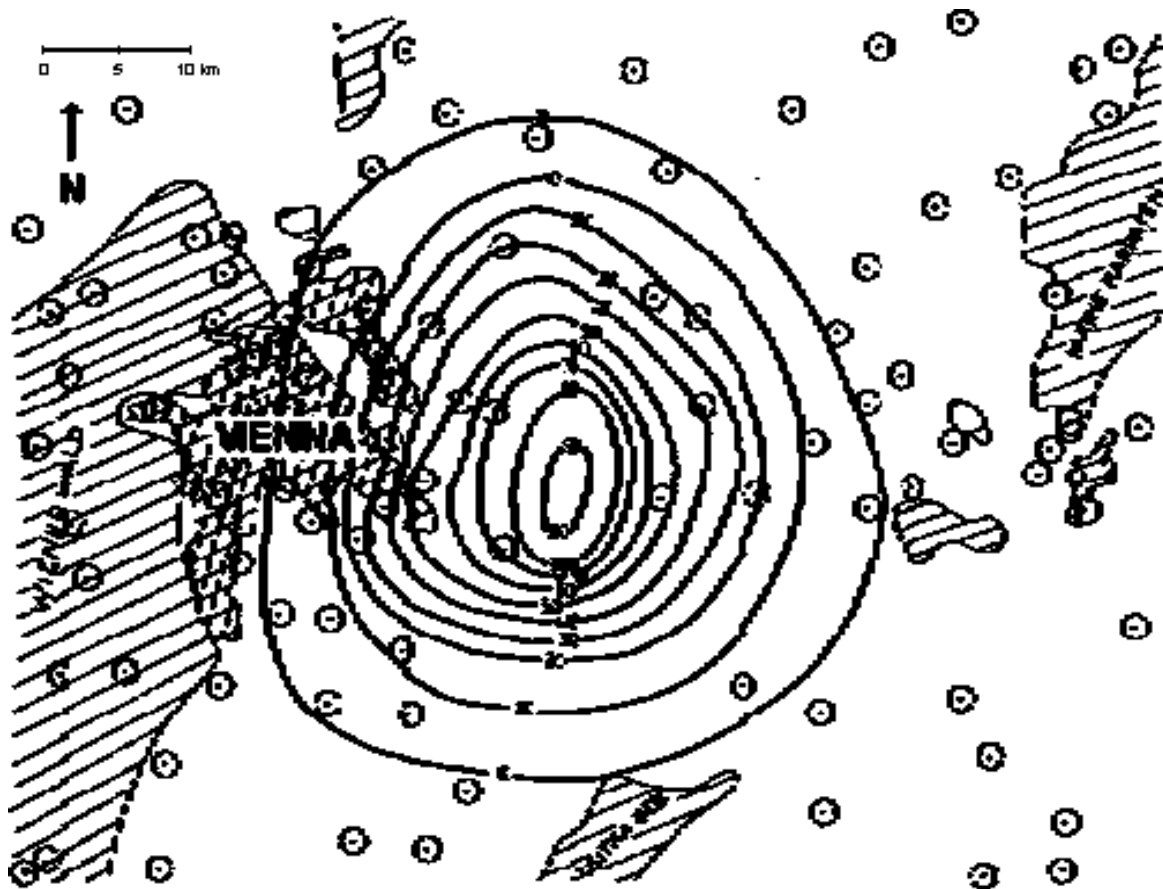


Figure 4: Mean increase of precipitation (mm) due to the conurbation of Vienna

Lower wind speed and lower number of clouds cause the biggest contributions. Also precipitation had increased by up to 240 mm per year. The precipitation maximum was found to be on the lee side of the urban area which was in the case of Vienna between 11 and 31 km east of the center (Figure 4).

The basic message of this chapter is, that based on the current knowledge there is no proof for a temperature increase within the next decades, but there is no proof for the contrary either. This fact recommends a no-regret-strategy, climate reactive trace elements like chlorofluorocarbons (CFC) should be reduced as much as possible but also carbon dioxide emission should be reduced not only because of climate effects but also due to preserving energy resources.

## Air Pollution

The next chapter about air pollution comprises four problems. First the effects on atmosphere, man, and environment are discussed from a general point of view. Anthropogenic greenhouse effect, stratospheric ozone depletion, and tropospheric oxidants are considered the main global problems. Toxicology had to be restricted to the general air pollutants like sulfur dioxide, nitrogen oxides, carbon monoxide, ozone, particulate matter, and to some other

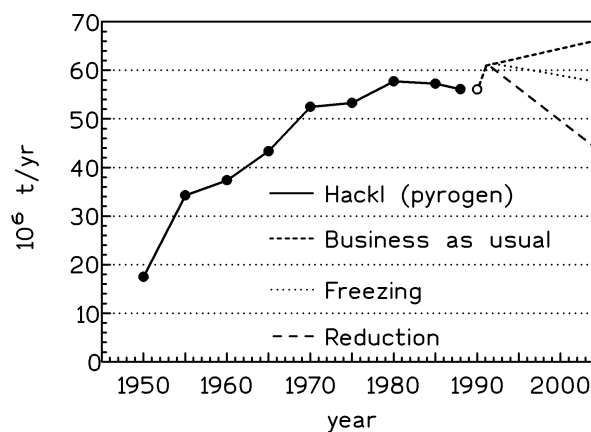


Figure 5: CO<sub>2</sub> emissions from fossil energy in Austria

selected substances like hydrocarbons, dioxins, formaldehyde, hydrogen sulfide and halogens. Also heavy metals and fibers are discussed on a small base. In the second part, emissions of these substances on the base of 1991, if available, are summarized for Austria. In many cases special calculations had to be done because these data have not been available yet. Toxicologically interesting emissions are discussed as well as green house emissions. In Figure 5 the carbondioxide emission for Austria from 1950 to 2005 based on 3 different scenarios (no emission reduction, freezing of present emission, and observing the Toronto protocol i.e. CO<sub>2</sub> reduction of 20% on base of 1988). Total methane emissions are approximately  $600 \cdot 10^6$  kg/yr, about 60% of these are related to agriculture, another third comes from waste. Chlorofluorocarbon emissions will decrease to about  $35 \cdot 10^6$  kg/yr after a full ban in 1994 (Figure 6) mostly emitted by former foam insulations.

The air quality situation in Austria is discussed in the third part. Air quality data from the federal and state environmental monitoring networks are comprised for 1991. Dry, wet, and hidden deposition are briefly discussed as well as import and export of air pollutants. The last part gives a very extensive overview on federal and state air pollution regulations including air pollution standards. In addition the regulations of the European Union and the neighbor

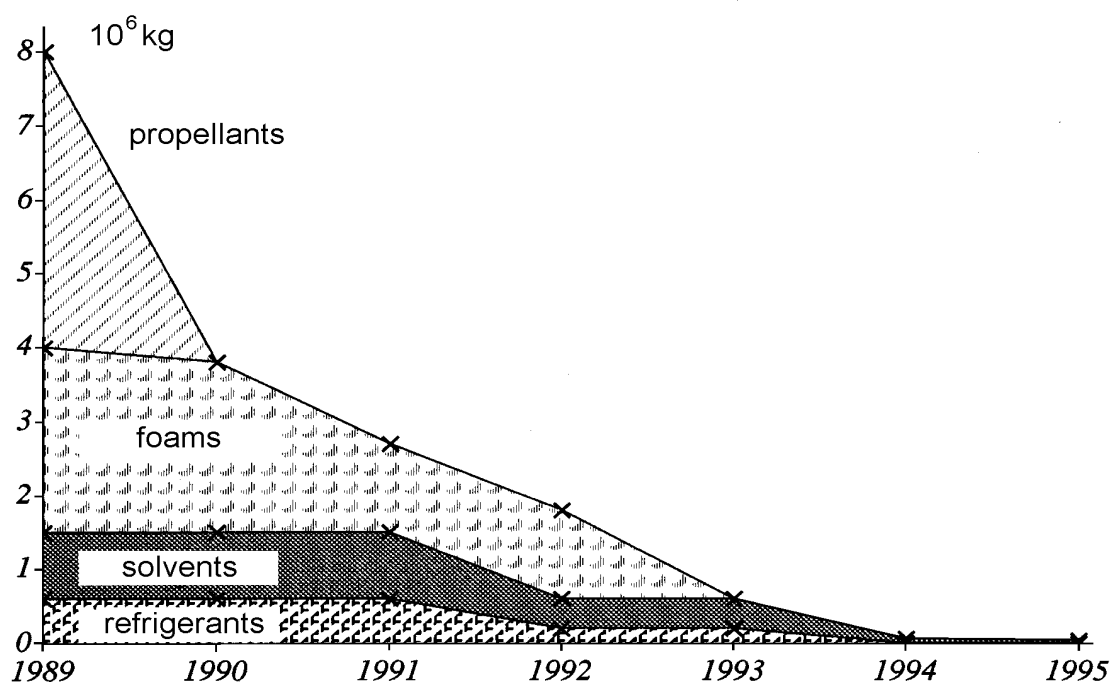


Figure 6: Emissions of fully halogenated CFCs in Austria

countries Germany and Switzerland are presented. Finally, a complete overview on the standards of the Austrian Standards Institute and the VDI about air pollution problems is given.

### Odor Annoyance

Odor and noise annoyances are environmental problems very frequently notified by the population. Each of them is discussed in a separate chapter. About 23% of all Austrians complain about odor annoyances which are mostly related to traffic emissions. Since odors are caused by very low concentrations analytical measuring techniques is a very tough task. Many investigations rely on questionnaires. In most cases, the environmental toxicity of these substances can be neglected. Nevertheless, permanent annoyances can give rise to health problems and can significantly deteriorate the quality of life. Several psychological effects, like habituation, adaptation, and sensitization determine the impacts of odors. Of course, it is very difficult to regulate odor annoyances by environmental standards, consequently those standards are very scarce. Nevertheless, quality goals are formulated to reduce the number of persons affected, to reduce the intensity of odor annoyances, to reduce the duration of annoyances, and to set up special regulations for special types of odors. Within a period of a maximum of 10 years, preferably 5-6 years, the percentage of dwellings affected by odors should be brought below a level of 20%. As a long-term goal this percentage should be below 15%. Finally, a standardized procedure to evaluate odor perception with respect to statistical criteria is given.

## Noise

The general public perceives noise as the most important environmental problem. About one third of all Austrian dwellings is considered to be impaired by noise. In 80% traffic noise is considered the main source, especially car traffic. Sound emission reduction should be achieved whenever possible directly at the source. Regional planning can contribute considerably to a reduction of noise annoyance when there is enough space available. Not only car traffic but particularly railroad traffic may become a considerable source of noise pollution, especially if cargo transport is transferred to railroad as tried in Central Europe. Construction of new railroads which might be desirable from the air pollution and energy concern point of view will become a very difficult task in our times in Central Europe. Noise from airplanes especially in the vicinity of airports is another significant problem especially in quite densely populated areas. In principle, technical measures at present available can contribute a lot to reduce noise emission if the necessary investment is accepted.

## Outlook

Even if the political situation may slow down the process, it is generally clear, that the development of a national environmental plan is an ongoing process. New facts have to be considered, new problems may enforce new answering strategies. Also the international political situation may change dramatically as we have seen in the past and thus change environmental problems like increase of east-west traffic or energy supply for new economic development.

## References

Alcamo J. and J. Bartnicki (1988): Nitrogen deposition calculations for Europe; *IIASA Working Paper*, Laxenburg, Austria (1988).

Haiden T. und M. Hantel (1992): Klimamodelle: Mögliche Aussagen für Österreich; In: *Österreichische Akademie der Wissenschaften: Bestandsaufnahme anthropogene Klimaänderungen, Mögliche Auswirkungen auf Österreich - Mögliche Maßnahmen in Österreich*; Wien (1992).

ÖAW (1993): *Umweltwissenschaftliche Grundlagen und Zielsetzungen im Rahmen des Nationalen Umweltplans für die Bereiche Klima, Luft, Geruch und Lärm*; Österreichische Akademie der Wissenschaften, Kommission für Reinhaltung der Luft, Wien (1993).