

# UMWELTRELEVANTE AUSWIRKUNGEN DES FLUGHAFENS WIEN-SCHWECHAT

Andreas DIEBERGER  
Martin EGGER  
Gordana JANAK  
Johannes KANONIER  
Brigitte KROMP-ZIMMEL  
Margret ROTTER  
Gerhard UNGER  
Peter WEISS  
Herbert WIENINGER

**MONOGRAPHIEN  
BAND 43**

Wien, März 1994

Bundesministerium für Umwelt,  
Jugend und Familie



**Autoren:** Andreas Dieberger  
Martin Egger  
Gordana Janak  
Johannes Kanonier  
Brigitte Kromp-Zimmel  
Margret Rotter  
Gerhard Unger  
Peter Weiss  
Herbert Wieninger

**Analytik der**

**Bodenproben:** Umweltbundesamt (Zentralstelle Wien)  
*Grundparameter:* Eduard Frank, Karin Heilingbrunner, Rosina Oppolzer,  
Michael Schöndorfer  
*Schwermetalle:* Rudolf Bürkl, Doris Liebwald, Andreas Poell, Susanne Spellitz  
*Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe:* Peter Seif, Gabriela Handl,  
Thomas Remesch

**Bodenprobenahme:** Peter Weiss, Gottfried Brandner

**Textbearbeitung:** Karin Tschida

**Übersetzung:** Ulrike Stärk

**Layout:** Manuela Kaitna

**Titelfoto:** Flughafen Wien-Schwechat  
mit freundlicher Genehmigung der Flughafen Wien AG  
© Luftreportagen Hausmann/Wien

**Dank:** Allen befaßten Personen, Betrieben und Institutionen, die das Zustandekommen dieser Studie erst ermöglichten, sei aufrichtig gedankt.

*Die Studie wurde im Rahmen des "Interdisziplinären Projektes" des Aufbaustudiums  
"Technischer Umweltschutz" an der Technischen Universität Wien und  
der Universität für Bodenkultur erstellt.*

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5

Druck: Riegeltnik, 1080 Wien

© Umweltbundesamt, Wien, März 1994  
Alle Rechte vorbehalten  
ISBN 3-85457-152-6

## **VORWORT**

Bezogen auf Auswirkungen auf die Umwelt stellt der Flugbetrieb ein immer wiederkehrendes Thema öffentlichen Interesses dar. Im Zusammenhang mit dem Flugverkehr ist besonders die Lärm- und Luftbelastung Gegenstand von Untersuchungen sowie Sorge- und Beschwerdefall von Bürgern. Den sonstigen Auswirkungen, die auch in einem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Flugbetrieb zu sehen sind, werden von öffentlicher Seite häufig zu wenig Beachtung geschenkt.

Das AutorInnen-Team wählte deshalb nach Erstellung einer Ursache-Auswirkungsmatrix eines Flughafenbetriebes einen gesamthaften Untersuchungsansatz, um potentiellen, vom größten österreichischen Verkehrsflughafen ausgehenden Umweltbelastungen auf den Grund zu gehen. Das Ergebnis ist die vorliegende Studie zu den umweltrelevanten Auswirkungen des Flughafens Wien-Schwechat, die den unterschiedlichsten Medien sowie Belastungsfaktoren ausreichenden Raum widmet.

Die Ergebnisse dieser Studie beziehen sich auf den Erhebungszeitraum 1990/91. Der dem Flughafen vor rund einem Jahr zur Verfügung gestellte Rohbericht war Basis für zahlreiche umweltverbessernde Maßnahmen (z. B. im Bereich der Abfalltrennung), die mittlerweile vom Betrieb realisiert wurden. Die AutorInnen hoffen, mit dieser Studie eine Grundlage erstellt zu haben, die dem Flughafen Wien-Schwechat die wesentlichen Handlungsbereiche zur umweltfreundlicheren Gestaltung des Betriebes aufzeigt.

Der Öffentlichkeit, Interessierten sowie einschlägig Befassten möge der Bericht ein realistisches Bild der Auswirkungen des Betriebes sowie deren Bewertung vermitteln.

### **Danksagung**

Die Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen des Flughafenbetriebes war von besonderer Offenheit, Kooperationsbereitschaft und Aufgeschlossenheit seitens des Betriebes geprägt, wie sie in anderen Bereichen der Umweltkontrolle wünschenswert wären. Dafür wird den Leitenden und Mitarbeitern des Betriebes ein herzlicher Dank ausgesprochen. Weiters sind wir der AUA, der Lauda AIR, dem Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, der ÖBB, den Bürgerinitiativen der umliegenden Gemeinden und anderen für die Bereitstellung von Unterlagen und die Auskunftserteilung zu besonderem Dank verpflichtet.

Die Studie wurde im Rahmen des "Interdisziplinären Projekts" des Aufbaustudiums "Technischer Umweltschutz" an der Technischen Universität Wien und der Universität für Bodenkultur Wien erstellt.





<b>VORWORT</b>	
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	I
<b>SUMMARY</b>	XIII
<b>1 EINLEITUNG</b>	1
<b>2 LUFT</b>	3
<b>2.1 EINFÜHRUNG</b>	3
<b>2.1.1 Einleitung</b>	3
<b>2.1.2 Meteorologische Gegebenheiten am Flughafen Wien–Schwechat</b>	3
2.1.2.1 Nebel	3
2.1.2.2 Wind	4
2.1.2.3 Niederschlag	6
2.1.2.4 Temperatur	7
<b>2.2 BODENNAHE EMISSIONEN VON SCHADSTOFFEN DURCH DEN FLUGVERKEHR</b>	9
<b>2.2.1 Einleitung</b>	9
<b>2.2.2 Berechnung der Triebwerksemissionen</b>	9
2.2.2.1 Entstehung von Schadstoffen	9
2.2.2.1.1 <i>Fuel-Dumping</i>	10
2.2.2.2 Emissionsfaktoren der Triebwerke	11
2.2.2.3 Die Flugstatistik am VIE	13
2.2.2.4 Berechnung der Schadstoffemissionen der ausgewählten Tage	13
2.2.2.5 Berechnung der jährlichen Schadstoffemission	14
<b>2.2.3 Zusammenfassung</b>	15
<b>2.2.4 Schlußbemerkung zur Emissionsabschätzung</b>	17
<b>2.3 IMMISSIONSSITUATION</b>	17
<b>2.3.1 Einleitung</b>	17
<b>2.3.2 Ergebnisse der Immissionsmessungen</b>	20
2.3.2.1 Immissionen des Schadstoffes SO <sub>2</sub>	20
2.3.2.2 Immissionen von Schwebstaub	24
2.3.2.3 Immissionen des Schadstoffes NO <sub>x</sub>	25
2.3.2.4 Immissionen des Schadstoffes CO	33
2.3.2.5 Immissionen des Schadstoffes Gesamt-HC	33
2.3.2.6 Immissionen des Schadstoffes Formaldehyd	34
2.3.2.7 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)	34
2.3.2.8 Immissionen des Schadstoffes Ozon	35
<b>2.3.3 Zusammenfassung der Immissionsmessungen</b>	39
<b>2.4 ZUSAMMENFASSUNG LUFT</b>	40
<b>2.5 ANHANG</b>	42
<b>2.6 LITERATUR</b>	51
<b>3 LÄRM</b>	53
<b>3.1 WIRKUNGEN VON SCHALLIMMISSIONEN AUF DEN MENSCHEN</b>	54

	INHALT	Seite
3.2	LÄRMBEWERTUNGSVERFAHREN .....	56
3.2.1	Der äquivalente Dauerschallpegel .....	57
3.3	ENTWICKLUNG DER FLUGLÄRMZONEN SEIT 1980 .....	59
3.4	DIE GEGENWÄRTIGE LÄRMSITUATION .....	62
3.5	DIE FLUGLÄRMÜBERWACHUNGSANLAGE .....	66
3.6	ENTWICKLUNG DER LÄRMSITUATION BIS ZUM JAHR 2010 UND MASSNAHMEN ZUR LÄRMREDUZIERUNG .....	67
3.7	DIE RECHTLICHE SITUATION DES LÄRMSCHUTZES IN ÖSTERREICH UNTER SPEZIELLER BERÜCKSICHTIGUNG DER ZIVILLUFTFAHRT .....	68
3.7.1	Einleitung .....	68
3.7.2	Allgemeiner Teil .....	69
3.7.3	Gesetzliche Regelungen zum Fluglärmschutz in Österreich und besondere Bestimmungen für den VIE .....	70
3.7.4	Internationale Bestimmungen zum Fluglärmschutz .....	72
3.8	LITERATUR .....	74
3.9	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	75
4	BODEN .....	77
4.1	EINLEITUNG .....	77
4.2	METHODIK .....	77
4.2.1	Auswahl der Probeflächen .....	77
4.2.2	Probenahme, Probenaufbereitung .....	78
4.2.3	Chemische Analysen .....	79
4.2.3.1	Grundparameter .....	79
4.2.3.2	Schwermetalle .....	79
4.2.3.3	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) .....	79
4.3	ERGEBNISSE .....	81
4.3.1	Das geologische Ausgangsmaterial und die Böden des Untersuchungsgebietes ..	81
4.3.2	Ergebnisse ausgewählter allgemeiner Bodenparameter .....	81
4.3.3	Die Schwermetall-Gehalte der untersuchten Böden .....	83
4.3.3.1	Allgemeines .....	83
4.3.3.2	Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf Schwermetalle .....	84
4.3.4	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) in den untersuchten Böden	87
4.3.4.1	Allgemeines .....	87
4.3.4.2	Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe .....	88
4.4	ZUSAMMENFASSUNG .....	91
4.5	LITERATURVERZEICHNIS .....	92
5	WASSER .....	93
5.1	GRUNDWASSER UND WASSERVERSORGUNG .....	93

<b>5.1.1</b>	<b>Einträge in das Grundwasser</b>	93
5.1.1.1	Untergrundverhältnisse	93
5.1.1.2	Pisten- und Rollfeldentwässerung	96
5.1.1.3	Winterdienst	96
5.1.1.4	Auswirkungen	98
5.1.1.5	Altlasten	107
5.1.1.6	Treibstoffe – Betankung	108
5.1.1.7	Ausblicke	108
<b>5.1.2</b>	<b>Grundwasserentnahmen</b>	109
5.1.2.1	System der Wasserversorgung	109
5.1.2.2	Wasserqualität – Behandlung	110
5.1.2.3	Entnahmemengen	110
5.1.2.4	Verteilung des Wasserverbrauchs	110
5.1.2.5	Verbrauchsentwicklung	112
5.1.2.6	Ausblick	112
<b>5.2</b>	<b>ABWASSER</b>	112
<b>5.2.1</b>	<b>Überblick</b>	112
<b>5.2.2</b>	<b>Sammlung und Transport des Abwassers</b>	114
5.2.2.1	Kanalsystematik	114
5.2.2.2	Zustand des Kanalbestandes	114
5.2.2.3	Kanalerhaltung und –ausbau	114
<b>5.2.3</b>	<b>Airest–Abwasservorbehandlung</b>	116
<b>5.2.4.</b>	<b>AUA–Abwasservorreinigung</b>	117
5.2.4.1	Begründung der Vorreinigung	117
5.2.4.2	Konzeption – Funktionsweise	118
5.2.4.3	Reinigungsleistung der BARA	120
5.2.4.4	Reststoffe der Abwasservorreinigung	123
5.2.4.5	Zukunftsaspekte	124
<b>5.2.5</b>	<b>VIE – Kläranlage Ost (ARA–Ost)</b>	124
5.2.5.1	Konzeption	124
5.2.5.2	Behandlung des Schmutzwassers	125
5.2.5.3	Behandlung des Oberflächenwassers	126
5.2.5.4	Sperrbrunnenproblematik	126
5.2.5.5	Reinigungsleistung der ARA–Ost	127
5.2.5.6	Klärschlammbehandlung und Reststoffentsorgung	130
5.2.5.7	Ausblick – ARA–Ausbau – WRG 1990	132
<b>5.3</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	133
<b>5.3.1</b>	<b>Niederschlagswasser – Beeinflussung durch den Flughafenbetrieb</b>	133
<b>5.3.2</b>	<b>Grundwasser und Wasserversorgung</b>	133
<b>5.3.3</b>	<b>Abwasser – Anfall und Entsorgung</b>	134
<b>5.4</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	134
<b>5.5</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	135
	<b>ANHANG</b>	136
<b>6</b>	<b>ABFALL</b>	145
<b>6.1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>	145
<b>6.2</b>	<b>MENGE, ZUSAMMENSETZUNG UND HERKUNFT DER ABFÄLLE</b>	145
<b>6.2.1</b>	<b>Gewerbeabfälle</b>	147

6.2.2	Cateringmüll .....	148
6.2.3	Altstoffe .....	149
6.2.4	Gefährliche Abfälle .....	151
6.2.5	Straßenkehricht .....	152
6.2.6	Klärschlamm .....	152
6.2.7	Grünabfälle .....	152
6.2.8	Bauschutt und Pistenabbruch .....	153
6.3	SAMMLUNG .....	153
6.4	ENTSORGUNGSWEGE .....	155
6.5	MASSNAHMENVORSCHLÄGE .....	156
6.6	PROGNOSE DES ABFALLAUFKOMMENS FÜR DAS JAHR 2000 .....	156
6.7	VERGLEICHE ZU ANDEREN FLUGHÄFEN .....	156
6.8	LITERATUR .....	157
7	<b>ENERGIEVERSORGUNG UND ENERGIEVERBRAUCH DES VIE .....</b>	<b>159</b>
7.1	EINLEITUNG .....	159
7.2	ENERGIEVERBRAUCH .....	159
7.2.1	Wärmebedarf und Klimatisierung von Gebäuden .....	159
7.2.1.1	Energiebilanz von Gebäuden .....	159
7.2.1.2	Heizlast und Kühllast eines Gebäudes .....	160
7.2.1.3	Energetische Bewertung von Gebäuden .....	160
7.2.2	Elektrische Energie .....	160
7.2.3	Prozeßwärme und Warmwasserverbrauch .....	160
7.3	GESAMTENERGIEVERBRAUCH .....	161
7.3.1	Elektrizitätsversorgung .....	165
97.3.2	Fernwärmeversorgung .....	167
7.3.3	Klimawasserversorgung .....	170
7.4	MASSNAHMEN FÜR DEN RATIONELLEN ENERGIEEINSATZ .....	170
7.5	ZUSAMMENFASSUNG .....	173
7.6	LITERATUR .....	174
7.7	GLOSSAR .....	174
8	<b>BODENVERKEHR .....</b>	<b>175</b>
8.1	ALLGEMEINE GRUNDLAGEN .....	175
8.1.1	Personendaten .....	175
8.1.2	Frachtdaten .....	175
8.2	LUFTSEITIGER BODENVERKEHR .....	176
8.2.1	Luftschadstoffemissionen .....	177
8.2.2	Energieverbrauch .....	181

<b>8.3</b>	<b>LANDSEITIGER BODENVERKEHR</b>	<b>182</b>
<b>8.3.1</b>	<b>Bahn</b>	<b>183</b>
8.3.1.1	Lärm	183
8.3.1.2	Energie	184
<b>8.3.2</b>	<b>Kraftfahrzeugverkehr</b>	<b>186</b>
8.3.2.1	Anzahl	186
8.3.2.2	Lärm	189
8.3.2.3	Luftschadstoffemissionen	191
8.3.2.4	Energie	196
8.3.2.5	Flächenverbrauch	196
<b>8.4</b>	<b>GESAMTBEWERTUNG</b>	<b>197</b>
<b>8.5</b>	<b>LITERATURLISTE</b>	<b>198</b>
<b>8.6</b>	<b>GLOSSAR</b>	<b>199</b>
<b>9</b>	<b>RAUMPLANUNG</b>	<b>201</b>
<b>9.1</b>	<b>EINLEITUNG UND RECHTLICHE GRUNDLAGEN</b>	<b>201</b>
<b>9.2</b>	<b>SITUATION IN DEN UMLIEGENDEN GEMEINDEN</b>	<b>203</b>
<b>9.3</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>204</b>
<b>9.4</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>205</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>207</b>
	<b>STELLUNGNAHME VOM VIE ZUR INTERDISZIPLINÄREN PROJEKTSTUDIE</b>	
	<b>“UMWELTRELEVANTE AUSWIRKUNGEN DES</b>	
	<b>FLUGHAFENS WIEN–SCHWECHAT” (SOMMER 1992)</b>	<b>207</b>
<b>1</b>	<b>Bericht Luft</b>	<b>207</b>
<b>2</b>	<b>Bericht Lärm</b>	<b>208</b>
<b>3</b>	<b>Bericht Boden</b>	<b>208</b>
<b>4</b>	<b>Bericht Wasser</b>	<b>209</b>
<b>5</b>	<b>Bericht Energie</b>	<b>209</b>
<b>6</b>	<b>Bericht Verkehr</b>	<b>210</b>
<b>7</b>	<b>Bericht Raumordnung</b>	<b>210</b>



## **ZUSAMMENFASSUNG**

### **1 PROBLEMSTELLUNG**

Der östlich von Wien gelegene Flughafen Wien–Schwechat (VIE) mag vielleicht im internationalen Vergleich zu den kleinen gehören, national ist der Flughafen jedoch von enormer Bedeutung. Der laufende Anstieg des Flugverkehrs innerhalb der letzten 12 Jahre von rund 3 Millionen auf derzeit 6 Millionen Passagiere erforderte einen ständigen Ausbau und steigende Leistungen der Infrastruktur, brachte aber auch Beeinträchtigungen der Anrainer und Auswirkungen auf die Umwelt mit sich.

Im Jahr 1990 wurden rund 110.000 Flugbewegungen (gesamt) registriert. Laut Masterplan für den VIE (einer Planungsgrundlage für die künftige Entwicklung des VIE) werden im Jahr 2000 etwa 200.000 Flugbewegungen mit rund 11,6 Mill. Passagieren erwartet. Zurzeit gibt es 8.200 Beschäftigte am VIE. Bis zum Jahr 2000 soll die Anzahl der Beschäftigten auf 17.000 ansteigen.

Im Rahmen des Aufbaustudiums "Technischer Umweltschutz" an der Technischen Universität Wien und der Universität für Bodenkultur wurden die umweltrelevanten Auswirkungen des Flughafens Wien–Schwechat (VIE) untersucht. Das Umweltbundesamt beteiligte sich dabei mit der Analyse von Bodenproben.

Insgesamt wurden die Bereiche Luft, Lärm, Wasser, Boden, Abfall, Energieverbrauch, Bodenverkehr und Raumplanung einer näheren Betrachtung unterzogen. Um auch möglichst umfassende Kenntnisse über die örtliche Situation, deren Auswirkungen und Ursachen zu erlangen, wurden zusätzlich Gespräche mit Verantwortlichen des VIE geführt, vorhandene Unterlagen aufgearbeitet sowie Erhebungen vor Ort und Literaturstudien durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse wurden von der Flughafen Wien AG\* und der AUA als Ausgangsbasis für Umweltverbesserungen in einzelnen Bereichen herangezogen.

\* Die Flughafen Wien AG wurde bis 1992 als "Flughafen Wien Betriebsgesellschaft m.b.H." (FWB) geführt und im folgenden Bericht auch noch unter ihrem alten Namen zitiert.

## 2 LUFT

Aufgrund einer Emissionsabschätzung wurden für den Flughafen Wien–Schwechat (VIE) für das Jahr 1990 folgende Mengen an emittierten Schadstoffen durch den bodennahen Flugverkehr bis 1.000 m Höhe über Grund (LTO–Zyklus) bzw. durch den Bodenverkehr im Vergleich zu den gesamten österreichischen Emissionen bzw. den Emissionen des gesamten Flugverkehrs in Österreich errechnet (Angaben jeweils in 1.000 Tonnen):

Tabelle 1:

	NO <sub>x</sub>	HC	CO	CO <sub>2</sub>
LTO–Zyklus VIE	0,48	0,26	0,48	111,0
LTO–Zyklus Zürich <sup>1)</sup>	0,94	0,37	0,90	240,0
Bodenverkehr am VIE	0,040	0,013	0,041	2,6
gesamter Zubringerverkehr zum VIE	1,286	0,24	1,316	58,9
gesamter Flugverkehr in Österreich (1989) <sup>2)</sup>	7,6	0,6	1,8	3.850,0
Gesamtemissionen in Österreich (1990)	221,9 <sup>3)</sup>	430,3 <sup>3)</sup>	1.573,1 <sup>3)</sup>	56.500 <sup>4)</sup>

Quellen: <sup>1)</sup> ... [4], Kap. 2.6, <sup>2)</sup> ... [19], Kap. 2.6, <sup>3)</sup> ... [9], Kap. 2.6, <sup>4)</sup> ... [10], Kap. 2.6.

Aus dieser Auflistung ist ersichtlich, daß die Emissionen des gesamtösterreichischen Flugverkehrs bei den Schadstoffen CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> anteilmäßig an den Gesamtemissionen in Österreich nicht zu vernachlässigen sind. Die emittierten Mengen an HC und CO sind jedoch bezogen auf die Gesamtemissionen in Österreich gering.

Wenngleich die Auswirkungen von Schadstoffemissionen in großen Höhen auf die Luftchemie und die möglichen klimatischen Veränderungen noch nicht ausreichend geklärt sind und auch nicht Inhalt dieser Arbeit waren, wird darauf verwiesen, daß der Flugverkehr in diesen Höhen den bedeutendsten Emittenten darstellt.

Ein wesentlicher Anteil der durch den Flugverkehr in Österreich emittierten Mengen an HC und CO wird nach obiger Aufstellung im bodennahen Bereich (LTO–Zyklus) am Flughafen Wien–Schwechat emittiert. Dies entspricht durchaus den Erwartungen, da der VIE der bei weitem frequenzstärkste Flughafen Österreichs ist und diese Substanzen vornehmlich bei geringer Triebwerkslaststufe (z. B. Rollen) durch die Triebwerke emittiert werden.

Bei CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> ist entsprechend den geringeren Emissionen dieser Schadstoffe bei geringerer Triebwerkslaststufe der Anteil des bodennahen Flugverkehrs am VIE an den Gesamtemissionen des Flugverkehrs gering.

Aus der Auflistung ist weiters ersichtlich, daß durch den LTO–Zyklus am VIE bei etwa halber Anzahl von Flugbewegungen im Vergleich zum Flughafen Zürich und sonst ähnlichen Voraussetzungen etwa die halben Mengen an Schadstoffen emittiert werden.

Aufgrund verbesserter Technologien im Flugzeug– und Triebwerksbau werden künftig weitere Emissions– und Kraftstoffverbrauchsminderungen möglich sein. Durch die prognostizierte zunehmende Flugfrequenz werden diese Reduktionsmaßnahmen jedoch deutlich überlagert werden, sodaß mit einem weiteren Anstieg der Schadstoffemissionen durch den Flugverkehr gerechnet werden muß. Laut Masterplan für den VIE werden im Jahr 2000 am VIE etwa doppelt so viele Flugbewegungen wie im Jahr 1990 zu erwarten sein.



Durch den Zubringerverkehr zum VIE werden etwa die dreifachen Mengen an  $\text{NO}_x$  und CO emittiert wie durch den bodennahen Luftverkehr am VIE (LTO-Zyklus). Die HC-Emissionen des LTO-Zyklus am VIE und des Zubringerverkehrs sind annähernd gleich groß. Die  $\text{CO}_2$ -Emissionen des LTO-Zyklus am VIE sind etwa doppelt so hoch wie jene des gesamten Zubringerverkehrs.

Vergleichsweise dazu sind die emittierten Mengen an Schadstoffen durch den luftseitigen Boden-Kfz-Verkehr am VIE gering.

Erwartungsgemäß ergaben die Immissionsmessungen der Luftkonzentrationen am Flughafen Wien-Schwechat sowie in den umliegenden Gemeinden nur vereinzelt Hinweise auf einen Einfluß des Flugverkehrs. Der Anteil des Flugverkehrs an den gemessenen Immissionskonzentrationen dürfte – wie auch Untersuchungen auf anderen Flughäfen gezeigt haben – relativ gering sein und die vorhandene Grundbelastung der Region nur geringfügig erhöhen.

Aufgrund der hohen Temperatur und Geschwindigkeit der Triebwerksemissionen sowie entsprechend der Bewegung des Flugzeuges, werden die Schadstoffe rasch horizontal und vertikal verteilt. Eine Ansaugung der Luft in Bodennähe zu Meßzwecken und die vereinzelt Anordnung von Meßstellen scheinen daher für eine gesicherte Erfassung der flugverkehrsbedingten Erhöhung der Immissionen ungeeignet zu sein.

Insgesamt entspricht die Luftbelastung in der Region des VIE in etwa jener von gering belasteten städtischen Gebieten.

### 3 LÄRM

Wie alle menschlichen Sinnesempfindungen ist auch das Hören ein psychisches Erlebnis. Äußerer Reiz ist in diesem Fall eine Schallwelle, ein physikalisch beschreibbares Phänomen, das zur individuellen akustischen Empfindung und einer daran gekoppelten Reaktion führt. Lärmbewertungsverfahren erfassen fast ausnahmslos die physikalischen Gegebenheiten einer äußeren Reizsituation. Die daraus abgeleiteten Kenngrößen haben die Aufgabe, einen für die individuelle Lärmreaktion möglichst repräsentativen Wert zu bilden. Die Diskrepanz zwischen physikalisch meßbaren Größen und individuellem menschlichen Empfinden ist eines der Hauptprobleme der Lärmbewertung. Deshalb beschränkt sich die vorliegende Arbeit nicht nur auf eine quantitative Beschreibung des Fluglärms, sondern versucht auch eine qualitative Beurteilung des physikalischen Lärmmaßes.

Laut Bescheid des BMWV (Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr) vom 28. Dezember 1972 ist die FWB (Flughafen Wien Betriebsgesellschaft) verpflichtet, einmal jährlich die auftretende Fluglärmbelastung aufgrund der tatsächlichen Flugbewegungen (Anzahl, Richtung und Type) ermitteln zu lassen und durch Berechnung die Zone, in welcher der "äquivalente Dauerlärm" Q größer als 66dB(A) ist, auszuweisen. Die vom TGM (Technologisches Gewerbemuseum) für die FWB durchgeführten Berechnungen des A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegels werden, da im Bescheid keine näheren Angaben über die Art der Berechnung angeführt sind, in Anlehnung an das deutsche Fluglärmgesetz und unter Zugrundelegung der Richtlinie 24 ("Lärmschutzzonen in der Umgebung von Flugplätzen") des Österreichischen Arbeitsringes für Lärmbekämpfung nach folgender Formel vorgenommen:

$$L_{eq(4)} = 13,3 \cdot \log \frac{1}{57.600} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{\frac{L_i}{13,3}}$$

$L_{eq(4)}$  ..... äquivalenter Dauerschallpegel

$L_i$  ..... A-bewerteter Spitzenschallpegel der Einzelereignisse in Dezibel

$t_i$  ..... Zeitraum in Sekunden, während dem der Schallpegel, der um 10dB(A) unter dem höchsten liegt, überschritten wird

$n$  ..... Anzahl der Einzelereignisse

57.600 ..... Beurteilungszeitraum in Sekunden

Dabei sind die Spitzenschallpegel von 6–22 Uhr mit dem tatsächlichen Wert einzusetzen, der errechnet wurde, während für Flugbewegungen in der Zeit von 22–6 Uhr ein Zuschlag von 10dB anzubringen ist, bevor er in die Formel eingesetzt wird. Als Beurteilungszeitraum sind nicht 24 Stunden, sondern nur 18 Stunden pro Tag festgesetzt, in den jedoch alle Einzelereignisse einfließen. Diese zusätzlichen Verschärfungen führen dazu, daß die von der FWB ausgewiesenen Lärmzonen als akzeptable Planungsgrundlage angesehen werden können. Dennoch ist zum  $L_{eq}$  als Beurteilungswert für subjektive Reaktionen zu bemerken, daß dieses Verfahren verschiedene zur Bewertung maßgebliche Merkmale von Schallsignalen außer Acht läßt. Es setzt sich deshalb international immer mehr durch, auch Spitzenschallpegel als zusätzliches Fluglärmkriterium zu berücksichtigen.

Gemäß obzit. Bescheid wird für den VIE jährlich die Fluglärmbelastung durch Berechnung der Zone, in welcher der äquivalente Dauerschallpegel größer als 66dB(A) ist, ermittelt. Bei allen außerhalb der 66dB(A)–Grenze liegenden Anrainern und solchen, die innerhalb der 66dB(A)–Zone liegen, aber die Baubewilligung nach dem 28.12.1972 erhalten haben, besteht keinerlei Anspruch auf finanzielle Ablöse oder Unterstützung von seiten der FWB bei der Durchführung von Lärmschutzmaßnahmen. Für die restlichen Betroffenen existiert eine zwischen der FWB und der Niederösterreichischen Landesregierung getroffene, freiwillige Verpflichtungserklärung zur finanziellen Unterstützung von baulichen Lärmschutzmaßnahmen.

Das Ausmaß der innerhalb der 66dB(A)–Linie liegenden Fläche (Tab. 2) wies im Zeitraum 1980 bis 1990 – trotz steigender Flugbewegungen – eine abnehmende Tendenz auf.

Tabelle 2: Von der 66dB(A)–Kurve umschlossene Fläche in km<sup>2</sup> (Quelle: [27], Kap. 3.9):

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
34,24	20,47	18,35	17,84	17,25	18,48	17,05	15,13	14,63	15,52	15,31

Tabelle 3: Flugbewegungen (Linien- und Charterverkehr) von 1980–1990 (Quelle: [27], Kap. 3.9):

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
54.296	55.839	55.229	55.404	56.971	58.803	59.874	62.248	66.843	74.116	79.854

Ausschlaggebend für die Verkleinerung der 66dB(A)–Zone war die Zunahme von ICAO (International Civil Aviation Organization) Annex 16, Kapitel 3 entsprechenden geräuscharmen Flugzeugen.

Trotz der jahrelangen Verringerung der berechneten Lärmzonen nimmt die Zahl der Fluglärmbeschwerden sprunghaft zu. 1990 wurden insgesamt 236 Beschwerden registriert. Im Vergleich zu

1989 bedeutet das eine Steigerung von 70%. Zusätzlich zu den Berechnungen durchgeführte Meßreihen in den umliegenden Gemeinden haben gezeigt, daß die Beschwerden von Anrainern über Lärmbelästigung durch die auftretenden Maximalpegel – insbesondere in den Nachtstunden – (vor allem in Schwadorf und Klein-Neusiedl) nicht unberechtigt erscheinen und zu weiteren Überlegungen seitens der FWB Anlaß geben sollten. Eine wesentliche Aufgabe jedoch fällt in diesem Zusammenhang auch den Entscheidungsträgern der betroffenen Gemeinden zu. So hat die Raumordnungspolitik der letzten Jahrzehnte der absehbaren Fluglärmbelästigung zu wenig Rechnung getragen.

1991 wurde von der FWB an das TGM der Auftrag erteilt, eine Prognose der zu erwartenden Veränderungen der Fluglärmzonen bis zum Jahr 2010 zu erstellen. Es wurde festgestellt, daß der jahrelange Trend der Verkleinerung der Fluglärmzonen trotz ansteigender Flugbewegungen nicht länger stattfinden wird. Der Effekt der Lärminderung kam durch den Ersatz lauter Flugzeuge durch lärmarme "Kapitel 3"-Flugzeuge zustande. Dieser positive Effekt wird künftig durch die Lärmzunahme durch das prognostizierte, starke Ansteigen der Flugbewegungen überlagert werden und zu einer Erhöhung der Lärmbelastung führen. Das bedeutet, daß sich die Fluglärmzonen erstmals in bewohntes Gebiet ausbreiten werden (ca. ab dem Jahr 2000). Aus den Ergebnissen der Untersuchung kann geschlossen werden, daß die bereits beschriebene Entwicklung – starkes Ansteigen der Lärmbeschwerden – weiter anhalten wird und sich sogar noch verschärfen kann.

#### 4 BODEN

Im Nahbereich des Flughafens Wien-Schwechat wurden Bodenproben von Acker- und Grünlandstandorten geworben und insbesondere auf die Gehalte an Schwermetallen (Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Vd) und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) untersucht. Die Analysen ergaben, daß die Grünlandböden unmittelbar neben den Landebahnen erhöhte Zink-, Blei- und Kupfergehalte sowie deutlich erhöhte Gehalte an PAH aufweisen. Insbesondere die PAH-Belastung des Grünlandstandortes nahe der Aufsetzzone der Flugzeuge ist mit 106 mg PAH/kg (Summe von 17 Einzelsubstanzen) um das rund Hundertfache höher als jene des weitgehend unbelasteten Referenz-Grünlandstandortes. Als mögliche Ursache für diese PAH-Belastung ist vor allem der Abrieb der Reifen in Betracht zu ziehen. Als weitere bodenbelastende Stoffe auf einem Flughafen sind Flugzeugabgase und Enteisungsmittel zu nennen.

Bereits in 50 m Entfernung von den Landebahnen liegen die Gehalte der untersuchten Schwermetalle und PAH im bzw. nur mehr knapp über dem Bereich weitgehend unbelasteter Böden. Sämtliche untersuchten Ackerböden (auch jener im Betriebsgelände) weisen häufig festzustellende Normalgehalte auf.

Eine gesundheitliche Gefährdung der Bevölkerung durch die erhöhten Bodengehalte ist auszuschließen, da ein direkter Kontakt von Menschen mit den verunreinigten Böden im gesperrten Betriebsgelände nicht gegeben ist und die Standorte mit erhöhten Gehalten landwirtschaftlich nicht genützt sind. Ein Austrag dieser Stoffe in das Grundwasser ist praktisch unmöglich, da die PAH generell und die Schwermetalle im besonderen bei neutraler Bodenreaktion im Boden relativ immobil in den obersten Schichten gebunden sind. Außerdem liegt der Grundwasserstrom in der untersuchten Region in großer Tiefe (17 Meter).

Aus Vorsorgegründen sollte das im Nahbereich der Pisten gemähte Gras weder einer Verfütterung noch einer Kompostierung zugeführt werden.

## 5 WASSER

### 5.1 Grundwasser und Wasserversorgung

Eine Aussage über qualitative Beeinträchtigungen des Niederschlagswassers durch den Flughafenbetrieb konnte mangels entsprechender Grundlagen nicht erfolgen. Aufgrund der räumlichen Nähe zu anderen Schadstoffemittenten des Großraumes Wien, des östlichen Niederösterreich sowie der Slowakei erschien eine Zuordnung etwaiger Auswirkungen des Flughafenbetriebes schwer möglich.

Der Grundwasserspiegel im Flughafenbereich lag bei den Brunnen 41 und 56 rund 17 Meter unter der Geländeoberkante, also sehr tief. Eine Belastung des Grundwassers im Flughafenbereich erfolgt nachweisbar mit chlorierten Kohlenwasserstoffverbindungen (CKW) durch eine lokal begrenzte Altlast. Durch Einsatz eines Brunnens als Sperrbrunnen konnte aber eine Ausdehnung der Kontaminationsfahne verhindert und ein starker Rückgang der CKW-Gehalte erreicht werden. Eine Nutzung des nur schwach kontaminierten Sperrbrunnengrundwassers im Bereich des Brauchwassers wäre wünschenswert und wasserwirtschaftlich vorteilhaft.

Grundwasserbeeinträchtigungen erfolgen weiters durch den Winterdienst, wo es nach Verwendung von Auftauchemikalien (Salze und Alkohole) zum Eintrag dieser Stoffe in das Grundwasser kommt, was zu meßbaren Veränderungen, im besonderen des gelösten Sauerstoffgehaltes führt. Diese Beeinträchtigungen sind lokal begrenzt und können als temporär bezeichnet werden. Ein äußerst sparsamer Einsatz der chemischen Auftaumittel sowie die volle Erfassung und geregelte Entsorgung der Winterdienstabwässer wäre demnach wichtig, um die Umweltsituation zu verbessern.

Weiters ist auch eine gewisse Nitratvorbelastung des Grundwassers vor Erreichen des Flughafenareals nachweisbar.

Die Entnahme von Grundwasser für Trink- und Brauchwasserzwecke des VIE erfolgt im Auenbereich der Donau aus dem donaubegleitenden Grundwasserstrom im Ausmaß von rund 0,9 Millionen m<sup>3</sup>/Jahr. Durch Einsparungsmaßnahmen konnte die Fördermenge in den letzten Jahren beträchtlich verringert werden.

Durch Mischen des nahezu nitratfreien Grundwassers aus dem neuen Horizontalfilterbrunnen mit Wasser aus den alten Brunnen 1, 2 und 3, das einen hohen Nitratgehalt aufweist, gelang es bisher Trinkwasser zu liefern, das den qualitativen Anforderungen entspricht. Bei Aufrechterhaltung dieses Mischsystems wird dies voraussichtlich auch künftig, nach Inkrafttreten der verschärften Trinkwasserbestimmungen (Nitratverordnung), möglich sein.

### 5.2 Abwasser

Der Anfall von Schmutzwasser entspricht am VIE dem einer Stadt von rund 10.000 Einwohnern. Das Abwasser wird in einer eigenen Abwasserreinigungsanlage (ARA) gereinigt.

Im Flughafenbereich fallen sowohl kommunales Abwasser – das sind Abwässer die im Sanitär-, Küchen- bzw. Gastronomiebereich in gewerblichen Betrieben sowie bei Dienstleistungs- und Verwaltungstätigkeit entstehen – als auch spezielle betriebliche Abwässer, die aufgrund ihrer besonderen Verunreinigung einer speziellen Vorbehandlung bedürfen, an.

Im Bereich der AUA-Werft werden die mit Fetten, Ölen und CKW-hältigen Lösungsmitteln verunreinigten Betriebsabwässer in einer eigenen betrieblichen Abwasserreinigungsanlage unter Einsatz von Fällungskemikalien und Aktivkohlefiltern entsprechend vorgereinigt.

Die Abwässer des AIREST-Großküchenbetriebes werden gleichfalls mit Fettabcheidung und Neutralisation vorbehandelt, um eine Einleitung in die Flughafen-ARA zu ermöglichen. Den-

noch bereiten im Schutzwassersammelkanal Anlagerungen von Seifenstein zunehmend Probleme, da sich der Durchflußquerschnitt verengt. Beide in ihren Mengen sehr unterschiedlichen Abwasserströme werden in einem Kanalnetz erfaßt und der VIE-ARA zugeführt, wo eine mechanische und vollbiologische Reinigung der Abwässer erfolgt.

Die Reinigung dieser Abwässer erfolgt nach den geltenden behördlichen Auflagen. Im Bereich des Flughafens kann die Reinigung des kommunalen Schmutzwassers als "bewältigt" bezeichnet werden. In naher Zukunft werden allerdings verschärfte Emissionsbestimmungen zusätzliche Maßnahmen erforderlich machen.

Das im Kanalnetz miterfaßte Niederschlagswasser bzw. Meteorwasser wird gleichfalls zur ARA geleitet, wo eine mechanische Teilreinigung erfolgt. Der Rückhalt und die mögliche biologische Reinigung der ersten Schmutzwasserstöße des Oberflächenwassers nach Niederschlägen ist durch die Einleitung von kontaminiertem Grundwasser in eines von zwei vorhandenen Regenrückhaltebecken auf die Hälfte verringert, da von den beiden vorhandenen Regenrückhaltebecken durch die Grundwassereinleitung nur mehr ein Rückhaltebecken verfügbar ist. Die FWB beabsichtigt diesen ungünstigen Zustand künftig durch direktes Ausleiten des Grundwassers zu verbessern.

Der Umweltnutzen der Kläranlage könnte weiters durch eine verstärkte Aufnahme der verschmutzten Oberflächenwässer in die biologische Reinigungsstufe erheblich vergrößert werden. Dies erscheint sehr wichtig, da insbesondere der Einsatz von Auftauchemikalien große, stark sauerstoffzehrende Schmutzfrachten mit sich bringt, die im Vorfluter, einem Donaualtarm problematische Auswirkungen haben können und daher weitestgehend in der nicht voll ausgelasteten Kläranlage abgebaut werden sollten.

## 6 ABFALL

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die am Flughafen Schwechat anfallenden Abfälle erfaßt und ihre Entsorgungswege aufgezeigt. Dazu wurden die entstehenden Abfälle in unterschiedliche Abfallkategorien unterteilt. Zurzeit fallen jährlich insgesamt rund 5.000 t Abfall an. Davon ausgenommen sind Aushub- und Pistenabbruchmaterial sowie verschiedene Baustellenabfälle. Daraus ergibt sich die spezifische Abfallmenge je Passagier und Jahr von rund 0,9 kg.

Die Abfallmenge setzt sich aus hausmüllähnlichem Gewerbeabfall, Straßenkehricht, Cateringmüll (d. h. Abfälle der Flugzeugverpflegung), Klärschlamm, Grünabfällen und gefährlichen Abfällen zusammen.

Die wesentlichen "abfallproduzierenden" Bereiche sind Passagierabfertigung, Hotellerie und Gastronomie, Cateringservice, Fracht, Wartung, Verwaltung und Abwasserreinigung. Den Großteil der Müllsammlung im Bereich des Flughafens deckt die Flughafen Wien Betriebsgesellschaft (FWB) ab. Sie entsorgt den gesamten anfallenden Gewerbeabfall, die gesammelten Altstoffe und die gefährlichen Abfälle oder leitet diese zur Entsorgung weiter. Zu diesen von der FWB gesammelten Abfällen kommen noch die Mengen der gesonderten Sammlungen von gefährlichen Abfällen und Wertstoffen der Firmen AIREST, AUA und Lauda Air.

Tabelle 4: Abfallmengen im Jahr 1990

Abfallart	Menge [t]	Masse [%]
Gewerbeabfälle	2.340	46,80
Cateringmüll	1.100	22,00
Getrennte Altstoffsammlung	670	13,40
Gefährliche Abfälle	420	8,40
Klärschlamm	271	5,42
Straßenkehricht	185	3,70
Grünabfälle	14	0,28
gesamt	5.000	100,00

Der weitaus größte Teil der Flughafenabfälle wird auf einer Deponie abgelagert. Thermisch entsorgt werden nur die gefährlichen Abfälle. Zu diesen zählt auch der Cateringmüll (rund 1.100 t), der nach gesetzlichen Bestimmungen seuchenhygienisch bedenklich ist. Die Menge an gesammelten einem Recycling zugeführten Wertstoffen (Papier, Glas, Metalle) ist mit nur 13,4 % relativ klein. Durch eine verbesserte getrennte Sammlung von Wertstoffen scheint ein großes Potential an Müllvermeidung vorhanden zu sein.

Tabelle 5: Entsorgungswege

Entsorgungsart	Menge [t]	Masse [%]
Deponie	2.545	50,90
Verbrennung	1.740	34,80
Gefährl. Abfall-Entsorger	45	0,90
Recycling extern	670	13,40
gesamt	5.000	100,00

## 7

## ENERGIE

Flughäfen benötigen für ihren Betrieb Wärme, Kälte und elektrische Energie sowie Kraftstoffe für die Bodenfahrzeuge. Alle Bereiche des Flughafens sind auf Energie angewiesen. Der Verbrauch an Energie ist beträchtlich: Nimmt man den Verbrauch an elektrischer Energie pro Kopf der Bevölkerung Österreichs als Bezugsbasis, dann entspricht der jährliche Verbrauch des Flughafens Wien–Schwechat an elektrischer Energie jenem von rund 21.600 Personen.

Im Jahre 1990 betrug der Gesamtenergieverbrauch 128.539 MWh oder 462.740 GJ ([2], Kap. 7.6). Knapp zwei Drittel entfielen dabei auf den Wärmeverbrauch, rund ein Drittel auf den Verbrauch an elektrischer Energie. Rund 50 % der Wärme und 45 % der elektrischen Energie verbrauchte der Flughafen, die AUA 33 % der Wärme und 30 % der elektrischen Energie. Zwischen 1980 und 1990 hat der Gesamtenergieverbrauch um 21,6 % zugenommen. Auch in Zukunft ist

mit einer weiteren Steigerung zu rechnen. Der spezifische Energieverbrauch – Verbrauch an Energie pro Passagier bzw. pro Verkehrseinheit – hat um rund 37 % abgenommen. Das Passagier- bzw. Verkehrsaufkommen hingegen hat in diesem Zeitraum um etwa 95% zugenommen.

Die Versorgung mit elektrischer Energie erfolgt über das öffentliche Netz. Der ständige Betrieb von Flugsicherung und Befeuerung ist durch eine Notstromversorgung gewährleistet. Der Gesamtverbrauch an elektrischer Energie hat in den letzten zehn Jahren um 92 % zugenommen, der spezifische Verbrauch an elektrischer Energie hingegen ist praktisch konstant geblieben.

Seit 1980 wird der Flughafen Schwechat mit Fernwärme aus der Raffinerie Schwechat versorgt. Im Zeitraum 1980 bis 1990 ist der gesamte Wärmeverbrauch annähernd konstant geblieben, wobei der spezifische Wärmeverbrauch um 60 % gefallen ist.

Die Klimatisierung und damit die Klimawasserversorgung ist stark witterungsabhängig. Der Jahreskälteverbrauch zwischen 1980 und 1990 weist nur leichte Schwankungen auf. Der spezifische Kälteverbrauch je Verkehrseinheit bzw. Passagier ist im obigen Zeitraum um rund 40 % gefallen.

Seit Mitte der 70er Jahre werden verschiedene Maßnahmen durchgeführt, um Energie zu sparen. Beträchtliche Einsparungen hat man im Bereich der Beleuchtung, der Befeuerung und in der Klimatisierung erzielt. Den größten energetischen Gewinn hat die Umstellung auf Fernwärmeversorgung gebracht. Da in den nächsten Jahren mit einer starken Steigerung des Passagier- und Frachtaufkommens zu rechnen ist, wird auch der Energieverbrauch entsprechend steigen. Es sollten daher alle Möglichkeiten geprüft werden, um die Zunahme des Energieverbrauchs so gering wie möglich zu halten. Es wäre zu prüfen, wie weit der vermehrte Einsatz von Wärmepumpen, die Nutzung der Sonnenenergie und eine Verbesserung des Wärmeschutzes diesem Ziel dienen würden.

## 8 BODENVERKEHR

Die Untersuchung des luftseitigen Bodenverkehrs (Fahrzeuge, die zur Aufrechterhaltung der Infrastruktur des Flughafens dienen) und des landseitigen Bodenverkehrs (gesamter Zubringerverkehr von und zum Flughafen) des Flughafens Wien–Schwechat (VIE) sollte sowohl eine Bilanz der Lärm- und Luftschadstoffemissionen als auch eine Abschätzung des Energieverbrauches des durch den VIE induzierten Bodenverkehrs erarbeiten.

### 8.1 Luftseitiger Bodenverkehr

Im Abschnitt "Luftseitiger Bodenverkehr" wurden die Emissionswerte der Luftschadstoffe und der Energieverbrauch ermittelt. Die Lärmemissionen sind in diesem Bereich wegen der angenommenen Geringfügigkeit im Vergleich zu den am Boden stehenden oder rollenden Flugzeugen nicht berücksichtigt. Mittels von der FWB geführten Betankungslisten und einschlägigen Literaturangaben über Schadstoffemissionen von Verbrennungskraftmaschinen konnten folgende Schadstoffemissionen berechnet werden:

Tabelle 6: Gesamte Schadstoffemissionen des luftseitigen Bodenverkehrs am VIE für das Jahr 1990 in [t]

Schadstoffe	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Russ	CO <sub>2</sub>
Gesamt in [t]	40	13	41	2,3	2,1	2.572,7

Der Energieverbrauch für das Jahr 1990 wurde sowohl als Gesamtverbrauch mit 9.650.609 kWh als auch als spezifischer Energieverbrauch pro Passagier mit 1,69 kWh ausgewiesen.

Die Berechnungen für das Jahr 2000 – basierend auf den Angaben des für den VIE erstellten Masterplans 2000 – führten bei den Luftschadstoffen zu den nachstehend aufgelisteten Werten:

Tabelle 7: Gesamte Schadstoffemissionen des luftseitigen Bodenverkehrs am VIE für das Jahr 2000 in [t]

Schadstoffe	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Russ
Gesamt in [t]	64	18	61	4	4

Der Gesamtenergieverbrauch steigt bei Erfüllung des Masterplans 2000 auf 15.678.689 kWh, während der Energieverbrauch pro Passagier aufgrund der stark steigenden Passagierzahl auf 1,35 kWh sinkt.

## 8.2 Landseitiger Bodenverkehr

Im zweiten Teil der Untersuchung wurden die umweltrelevanten Auswirkungen des landseitigen Bodenverkehrs (d.i. Passagier- und Frachttransport vom und zum VIE) in die Bereiche Luft, Lärm und Energie unterteilt.

Die verkehrliche Anbindung des VIE besteht derzeit durch:

- Anschluß an die Preßburger Bahn der Österreichischen Bundesbahn
- Anschluß an die Autobahn (A4) und die Bundesstraße (B3).

Aufgrund der eher unattraktiven Bahnanbindung werden rund 98 % der Passagierbeförderungen mit Kraftfahrzeugen durchgeführt (Modal-Split: 13 % öffentlicher Bus, 5 % privater Bus, 80 % privater PKW oder Taxi). Der Gütertransport erfolgt zu 100 % mit dem LKW oder Lieferwagen.

Für den Masterplan 2000 (MP 2000) sind im Passagierverkehr 2 Varianten berücksichtigt:

- die Anteile der Bodenverkehrsmittel (Modal Split) bleiben unverändert (= MP2000Var1): 13 % öffentlicher Bus, 5 % privater Bus, 80 % private Pkw oder Taxi, 2 % Bahn
- der Modal-Split ändert sich in: 50 % PKW, 38 % Bus und 12 % Bahn (= MP2000Var2).

Unter Einbeziehung einer im Oktober 1991 am Flughafengelände durchgeführten Verkehrszählung und den aus der Literatur entnommenen Emissionswerten wurden folgende Mengen an Luftschadstoffen für die Jahre 1990 und 2000 berechnet.

Tabelle 8: Gesamte Schadstoffemissionen des landseitigen Bodenverkehrs für 1990 und 2000 in [t]

	Schadstoffe	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Russ	Pb	CO <sub>2</sub>
1990	VIE Gesamt in [t]	1.286	240	1.316	48	11,65	1,7	58.877
	% Anteil des VIE an den gesamtösterr. Kfz-Emissionen	0,97	0,28	0,30	0,84	0,10	1,1	–
MP2000 Var 1	VIE-Gesamt in [t]	1.200	226	764	98	28,9	0,2	–
	% Anteil des VIE an den gesamtösterr. Kfz-Emissionen im Jahr 2000	1,28	0,58	0,44	1,58	0,27	0,67	–
MP2000 Var 2	VIE-Gesamt in [t]	1.458	277	717	117	32,4	0,1	–
	% Anteil des VIE an den gesamtösterr. Kfz-Emissionen im Jahr 2000	1,56	0,71	0,42	1,89	0,30	0,33	–



Im Teilbereich Lärm wurde der vom VIE induzierte Verkehrslärm auf den Hauptzufahrtstrecken A4, B9 und in den Orten Schwechat und Fischamend berechnet. Die Werte wurden mit dem Lärmkataster NÖ verglichen und bewertet. Die wesentlichen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Tabelle 9: Verkehrslärm auf den Hauptzufahrtstrecken für 1990 in [dB]

	A4	B9 von Schwechat	B9 in Schwechat	B9 von Fischamend	B9 in Fischamend
VIE- $L_{eq}$ /Tag	69,7	62,7	66,7	57,9	62,9
VIE- $L_{eq}$ /Nacht	62,7	55,7	59,7	50,9	55,9
Gesamt- $L_{eq}$ /Tag	72	63	75	62,6	67,6
Gesamt- $L_{eq}$ /Nacht	66	57	69	56,5	61,5
$L_{eq}$ ohne VIE/Tag	68,1	51,2	74,3	60,8	65,8
$L_{eq}$ ohne VIE/Nacht	63,3	51,1	68,5	55,1	60,1

Bei Erfüllung des MP2000Var1 würde mit einem Zuwachs um 3dB eine deutlich wahrnehmbare Lärmsteigerung eintreten. Bei MP2000Var2 wäre die Erhöhung des Straßenlärms mit etwa 1–2 dB etwas geringer, dafür aber eine Zunahme der Lärmbelastung durch die Bahn um 4 dB zu erwarten.

Der Gesamtenergieverbrauch 1990 wurde für die Anbindung mit Kraftfahrzeugen mit  $209,6 \times 10^6$  kWh, für den Bahnanschluß mit 358.073 kWh berechnet. Für die zukünftige Entwicklung laut Masterplan erwies sich die Bahnanbindung als energetisch sparsamste Variante, die zugleich das Problem der Parkraumbeschaffung am VIE erheblich entspannen würde.

## 9 RAUMPLANUNG

Die Widmungsgeschichten ab dem Jahr 1970 in den Flächenwidmungsplänen der Gemeinden Schwechat, Fischamend, Kleinneusiedl, Enzersdorf/Fischa (einschließlich Margarethen am Moos) und Schwadorf wurden erhoben, um eine Bewertung der Widmung in potentielle Wohnflächen (Bauland Wohngebiet, Bauland Kerngebiet, Bauland Agrargebiet) in bezug auf die Lärmsituation vornehmen zu können. Die Erhebung ergab, daß in den Gemeinden Schwadorf, Enzersdorf/Fischa und Kleinneusiedl in den letzten 20 Jahren wenig vorsorgende Widmungen durchgeführt wurden, was ein neues Potential lärmgestörter Anrainer nach sich ziehen wird. In den Gemeinden Schwechat und Fischamend wurde bei der Umwidmung auf die Lärmsituation weitgehend Rücksicht genommen.

Die kleinen Gemeinden mit beschränkten Baulandressourcen scheinen mit einer vorsorgenden Widmung von Wohngebieten überfordert zu sein, sodaß hier das Land als letzte genehmigende Behörde bei Flächenwidmungsplänen rigoroser eingreifen müßte. Bei bestehenden unbebauten Nutzungsflächen für Wohngebiete, die in problematischen Bereichen in bezug auf die Lärmsituation liegen, sollten die Möglichkeiten der Rückwidmung bzw. Umwidmung geprüft werden und diese gegebenenfalls nach gesetzlichen Vorschriften durchgeführt werden.

Aus dem Stadtentwicklungsplan der Bundeshauptstadt Wien ist ersichtlich, daß die östlichen, an den Einflugschneisen liegenden Teile des 22. Bezirkes Schwerpunktgebiete des künftigen

Wohnbaues der Bundeshauptstadt darstellen. Die Folge einer derartigen Planung ist eine weitere Zunahme lärmbelastigter Anrainer – und dies in einem Gebiet, in dem bereits heute laufend Beschwerden über den Fluglärm registriert werden. Deshalb wären diese Vorhaben umgehend neuerlich zu prüfen, Alternativen zu entwickeln bzw. Vorsorgemaßnahmen zu treffen.

In künftige Widmungsplanungen sollte auf die prognostizierte Frequenzsteigerung des Flugverkehrs am Flughafen Schwechat und die damit verbundene Zunahme der Lärmzonen verstärkt Rücksicht genommen werden. Entsprechende Empfehlungen sowie einschlägig mit Lärm befaßte Experten und Körperschaften sowie Betroffene (einschließlich der Flughafen Wien Betriebsgesellschaft m.b.H.) sollten stärker in die Planungen einbezogen werden als bisher.

Innerhalb der gegenwärtigen sowie künftig zu erwartenden  $L_{eq}$  50 dB–Zone sollte jedenfalls keine Widmung in Bauland für die Errichtung von Wohngebäuden (ländliches Siedlungsgebiet) durchgeführt werden. Weiters sollte bei künftigen Widmungen auch die Bewertung von Spitzen-schallpegeln eine ausreichende Berücksichtigung finden.

## SUMMARY

### 1 INTRODUCTION

Though admittedly small on an international scale, the Vienna International Airport (VIE), situated east of Vienna, is of great importance for Austria. The political changes in the former East bloc will further increase the importance of this traffic junction. The continuous growth in air traffic in the course of the last 12 years from 3 million to currently 6 million passengers has required a constant enlargement of the infrastructure and an increase in the number of services, but has also entailed impaired living standards for the population living in the near vicinity of the airport and negative impacts on the environment.

In 1990 about 110,000 aircraft movements were recorded. According to the Masterplan (projection of the Vienna Airport plc concerning the future development of air traffic at the Vienna International Airport) about 200,000 air traffic movements carrying about 11.6 million passengers are expected for the year 2000. At present 8200 people are employed at the VIE, their number being expected to rise to 17,000 by the year 2000.

In this study the environmental impacts of the Vienna International Airport on air quality, noise, water pollution and soil contamination is assessed, other aspects investigated being waste, energy and ground traffic.

Useful investigations – discussions with employees of the VIE, reviewing available data, on site investigations and literature studies – were carried out in order to gain as much knowledge as possible on the local situation, its impacts and causes.

The present report gives an overview on the results obtained in the course of the study.

### 2 AIR

The following amounts of emitted contaminants were estimated for the year 1990 for ground level air traffic operations of up to 3000 feet altitude (LTO cycle) on the Vienna International Airport (VIE). These data were compared with the total amount of emissions in Austria and with the overall air traffic emissions in Austria, respectively.

Tab. 1:

	NO <sub>x</sub> in 1000 metric tons	HC in 1000 metric tons	CO in 1000 metric tons	CO <sub>2</sub> in 1000 metric tons
LTO Cycle VIE	0.48	0.26	0.48	111.0
LTO Cycle Zürich	0.94	0.37	0.90	240.0
VIE ground traffic	0.040	0.013	0.041	26
Feeder traffic to the VIE	1.286	0.24	1.316	58.9
Air traffic in Austria 1989	7.6	0.6	1.8	3850.0
Overall emissions in Austria 1990	221.9	430.3	1573.1	56500.0

The table shows that air traffic emissions of the contaminants CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> contribute significantly to the total amount of emissions in Austria. On the other hand, in comparison, the contribution to the overall HC and CO emissions in Austria are negligible.

According to the above mentioned table a considerable amount of the aircraft-produced HC and CO emissions in Austria occurs at the ground level area (LTO cycle) of the Vienna International Airport. This clearly corresponds to expectations: the Vienna International Airport VIE is by far the busiest airport in Austria, and these substances are mainly emitted (by the aircraft engines) during low load operations (e.g. taxiing prior to take-off).

As far as CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> are concerned, the share of ground level air traffic on the VIE in the overall aircraft emissions of Austria is relatively small, emissions of these pollutants being generally small at low engine load.

Compared to the Vienna International Airport, there are twice as many aircraft movements per year at the Zurich airport. Correspondingly, pollutant emissions on the VIE account for only half of the emissions recorded at the Zurich airport.

Further emission and fuel consumption reductions will be made possible on account of improved technologies in aircraft and aircraft engine construction. But the projected growth in air traffic will clearly outweigh those reduction measures. Thus a further increase in pollutant emissions has to be reckoned with. According to the Masterplan there will be twice as many aircraft movements on the VIE in 2000 as compared to 1990.

NO<sub>x</sub> and CO emissions from the feeder traffic to the VIE are about three times the amount emitted by ground level air traffic on the VIE (LTO cycle). The HC-emissions of the VIE LTO cycle approximately equal those of the feeder traffic (to the airport). The CO<sub>2</sub> emissions of the VIE LTO cycle are about twice as high as those of the feeder traffic to the VIE.

The amount of pollutants emitted by the airside ground traffic is comparatively small.

Ambient air monitoring at the VIE and in the communities in the vicinity of the airport only rarely indicated that air traffic influenced ambient air concentrations.

As comparable investigations on other airports have shown, the contribution of air traffic emissions to ambient air concentrations seems to be relatively small and to deteriorate the local air quality only slightly.

Because of the high temperature and the velocity of the aircraft engine emissions and the movements of the aircraft pollutants are quickly dispersed both horizontally and vertically. This is why sampling of air close to the ground for measuring purposes and establishing individual measuring sites seem to be inappropriate for assessing aviation induced air quality degradation.

On the whole, air pollution in the VIE region corresponds to that of slightly polluted urban areas.

### 3 NOISE

Like all human sensations, hearing is a psychic experience. The outer stimulus is a sound wave, a phenomenon which can be described in physical terms, causing an individual acoustic sensation and a corresponding reaction.

To a large extent, noise assessment procedures are based on the physical parameters derived from an outer stimulus. These parameters should describe the individual noise reaction as accurately as possible. One of the main problems in noise assessment is due to the discrepancy between physical parameters and the individual human sensation. This is why the authors of the

present study did not confine themselves to a quantitative description of aircraft noise but also tried to make a qualitative noise assessment.

According to a regulation of December 28, 1972 of the Federal Ministry of Public Economy and Transport, the Vienna Airport plc is obliged to commission an assessment of the noise caused by aircraft movements (number, direction and type) every year and to determine the zone in which the equivalent sound level  $L_{eq}$  is higher than 66 dB(A).

Since the regulation does not explicitly state a specific method, TGM (Technologisches Gewerbemuseum – Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt) calculated the A-weighted equivalent sound level  $L_{eq}$  with regard to the German Noise Law, taking guideline 24 of the Austrian Working Group on Noise Control as a basis according to the following formula:

$$L_{eq(4)} = 13,3 \cdot \log \frac{1}{57.600} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{\frac{L_i}{13,3}}$$

$L_{eq(4)}$  ..... Equivalent sound level

$L_i$  ..... A-weighted peak sound level of the individual noise events (emissions)

$t_i$  ..... Space of time given in seconds, in which the sound level which is 10dB(A) lower than the highest, is exceeded

$n$  ..... Number of individual noise events

57.600 ..... Assessment period in seconds

For the period from 06.00 until 22.00 the actual calculated peak sound levels are used within the formula, whereas 10dB are added to the peak sound levels of the period from 22.00 till 06.00. The assessment period is 18 hours a day (instead of 24), taking account of all individual noise events. This additional aggravation makes the noise zones designated by the Vienna Airport plc an acceptable basis for regional planning. It has to be remarked, however, that when using the  $L_{eq}$  for evaluating subjective reactions, several important aspects of noise signals are not taken into account. Therefore it has become international practice to include peak sound levels in assessing aircraft noise.

In accordance with the above-mentioned regulation, aircraft noise is evaluated every year for the Vienna International Airport by calculating the zones in which the equivalent sound level  $L_{eq}$  is higher than 66 dB(A).

Residents living outside the 66 dB(A)-zone and those living inside the zone, but whose building licence was issued after December 28, 1972, are not entitled to any financial compensation nor to any assistance on the part of the Vienna Airport plc in implementing noise abatement measures. For the other residents concerned, the Vienna Airport plc and the local government of Lower Austria have voluntarily agreed to financially support noise abatement measures.

Despite a continuous increase in aircraft movements (tab. 3) the area within the 66 dB(A)-line (tab. 2) has decreased since 1980.

Tab. 2: Area enclosed by the 66 dB(A)-line in km<sup>2</sup> from 1980–1990  
(source: expertise of the Physikalisch-Technische Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik 1980–1990, commissioned by the Vienna Airport plc)

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
34.24	20.47	18.35	17.84	17.25	18.48	17.05	15.13	14.63	15.52	15.31

Tab. 3: *Aircraft movements (commercial and civil aviation) from 1980–1990 (source: expertise of the Physikalisch–Technische Versuchsanstalt für Wärme– und Schalltechnik 1980–1990, commissioned by the Vienna Airport plc)*

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
54296	55839	55229	55404	56971	58803	59874	62248	66843	74116	79854

The 66 dB(A)–zone became smaller because of an increase in low–noise aircraft in accordance with Annex 16, chapter 3, of the International Civil Aviation Organization (ICAO).

In spite of the continuous diminution of the calculated noise zone, the number of complaints concerning aircraft noise emissions has risen considerably. In 1990 236 complaints were lodged. Compared to 1989 this represents an increase by 70 %. A series of measurements carried out in addition to the calculations revealed that the complaints of the local residents (especially in the villages Schwadorf and Klein–Neusiedl) are well–founded because of the peak noise levels (especially those occurring at night). This should give rise to further considerations on the part of the Vienna Airport plc. In this connection it should be mentioned that the communities should work out better regional planning schemes than in the course of the last decades, in which too little account was taken of the predictable problems arising from aircraft noise.

In 1991 the Vienna Airport plc commissioned the TGM to estimate the expected changes in aircraft noise zones until the year 2010. The study revealed that the trend towards a diminution of the aircraft noise zones which, despite of an increase in aircraft movements, could be observed in the course of the last years will no longer continue. By substituting noisy aircraft by low–noise chapter–3–aircraft a considerable noise reduction could be achieved. This positive effect will however be outweighed by an increase in noise emissions on account the continued growth in air traffic.

This implies that, for the first time, the 66 dB(A)–zone will expand into residential areas (from 2000 onwards). From the results of the investigation it can be concluded that the above described trend – a strong increase in the number of complaints on aircraft noise – will continue.

#### 4

#### SOIL

In the environs of the Vienna International Airport soil samples were taken from arable land and from grassland sites and were investigated especially for their heavy metal contents (Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Vd) and for the presence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH).

The analyses revealed that grassland soils close to the landing area show higher contents of zinc, lead and copper as well as significantly higher contents of polycyclic aromatic hydrocarbons. The pollution of the grassland area in the vicinity of the touch–down zone by polycyclic aromatic hydrocarbons amounts to 106 mg/kg (sum of 17 substances) and is a hundred times higher than that encountered on a practically unpolluted reference grassland site. The abrasion of aircraft tyres should be considered as one of the possible causes of PAH pollution. Other soil–polluting substances are aircraft emissions and de–icers.

Already at a distance of 50 meters from the landing areas the concentrations of the investigated heavy metals and of PAHs are similar to or in slight excess of those found in largely unpolluted soils. All the examined arable soils (including the one on the airport premises) show normal concentrations.

As people do not come in direct contact with the contaminated soil on the closed airport premises and the sites showing increased contents are not agriculturally used, public health is not endan-

gered. An introduction of these substances into the groundwater is practically impossible, as PAHs in general, and heavy metals especially with neutral soil reactions, are bound relatively immobile in the uppermost layers of the soil. Another positive aspect is that the groundwater layer (aquifer) lies at a great depth (17 metres) in the investigated area.

For preventive reasons the grass mown in the near vicinity of the landing areas should neither be used as fodder nor be composted.

## 5 WATER

### 5.1 Ground Water and Water Supply

At two wells in the airport area the ground water level was about 17 meters below the surface, i.e. very deep. It has been established that the ground water in the airport area is contaminated by chlorinated hydrocarbons from a local contaminated site. By using one of the wells as a pumping well the expansion of the contamination plume could be avoided and thus a considerable reduction in chlorinated hydrocarbons achieved. From the point of view of water management it would be desirable and economically sound to use the only slightly contaminated water from the pumping well as industrial water.

The ground water is further contaminated by the winter services. The use of de-icing agents (salts and alcohols) leads to their introduction into the ground water causing measurable changes, especially as far as the content of dissolved oxygen is concerned.

Due to biological degradation in soils, these contaminations are locally confined and could be called temporary.

Therefore it would be very important to avoid the use of chemical de-icing agents whenever possible and to effectively collect and treat waste water from the winter services in order to improve the state of the environment.

Furthermore, it was ascertained that, prior to reaching the airport premises, ground water was slightly contaminated by nitrates.

Every year about 0.9 million m<sup>3</sup> ground water are abstracted from the flood plains of the Danube (i.e. from its groundwater stream) which is used either as drinking water or as industrial water. In the course of the last years the amount abstracted could be considerably reduced by saving measures.

Until now drinking water of perfect quality could be provided by mixing the nearly nitrate-free groundwater from a new well with water from the old wells which shows high nitrate contents. This system is supposed to allow the provision of drinking water even after the implementation of more stringent drinking water standards (Nitrate Ordinance).

Due to a lack of relevant data, no statement on the qualitative deterioration of the precipitation water by the airport operation can be made. As there are other sources of emissions in the surroundings of Vienna, the eastern part of Lower Austria and Slovakia, it is difficult to assess the direct impacts of the airport.

### 5.2 Waste Water

At the Vienna International Airport the generation of waste water amounts to that of a village of about 10,000 inhabitants. The wastewater is treated in an on-site sewage treatment plant on the VIE.

At the airport, municipal waste water is generated from sanitary installations, kitchens and the field of gastronomy in general as well as from service and administrative activities, as well as from special industrial waste waters which have to be subjected to a pre-treatment.

At Austrian Airlines waste waters which are contaminated by greasy substances, oil and solvents containing chlorinated hydrocarbons are pre-treated in an on-site sewage treatment plant using precipitating agents and activated carbon filters.

The waste water from the large-scale catering establishment AIREST is subjected to a pre-treatment by grease separation and neutralisation before being discharged to the airport sewage treatment plant. Nevertheless in the waste water collection system difficulties arise from soap-stone (saponite) depositions which narrow the sectional area of flow.

Both waste water flows, which differ considerably in quantity, are collected in discharge channels, led to the VIE sewage treatment plant and subjected to a mechanical and biological treatment.

The waste water is treated according to the rules and regulations in force. In the near future, however, more stringent emission standards will require further measures.

Precipitation water is also collected in the sewage water system and then, together with the waste water, led to the sewage treatment plant and subjected to a partial mechanical treatment. The possibilities of retention and a biological treatment of the first, discontinuous waste water discharges after heavy rainfall are rather limited, as the discharge of contaminated ground water into one of the two rain water retention tanks leaves only one tank for retention. The VIE intends to improve this unfavourable situation by discharging the ground water directly.

The environmental benefit of the sewage treatment plant could be further increased by subjecting larger amounts of surface water to a biological treatment. This seems to be of great importance, especially since the use of de-icing agents entails heavy, highly oxygen-consuming pollution which might have serious consequences for the outlet channel, a backwater of the Danube. For this reason surface waste water should be treated to a larger extent in the waste water treatment plant which, to date, does not work at full capacity.

## 6 WASTE

Within the framework of the present study the different kinds of waste generated at the Vienna International Airport are determined and possible ways of disposal described. To assist analysis different waste categories were established.

At present about 5000 tons of waste are produced every year. Thus the specific amount of waste per passenger and year amounts to about 0.9 kg. This does not include excavated material, wastes arising from the demolition of runways nor building waste.

Included are industrial wastes similar to domestic waste, street refuse, catering wastes (i.e. wastes from the on-board catering service), sewage sludge, gardening wastes and hazardous wastes.



Tab. 4: amount of waste generated in 1990

waste category	amount [t]	mass [%]
commercial waste	2340	46.80
catering waste	1100	22.00
separated waste for recycling	670	13.40
hazardous waste	420	8.40
sewage sludge	271	5.42
street refuse	185	3.70
gardening waste	14	0.28
total	5000	100.00

Tab. 5: Possible ways of disposal

disposal category	amount [t]	mass [%]
landfill	2545	50.90
combustion	1740	34.80
hazardous waste – disposal	45	0.90
external recycling	670	13.40
total	5000	100.00

Most waste is generated in the areas of passenger check-in, the hotel industry and gastronomy, the catering services, freight, maintenance, administration and waste water treatment. At the airport waste collection is carried out to a large extent by the VIE, which is charged with disposing of all the industrial waste, wastes collected for recycling, and hazardous waste. The amount of waste is further increased by hazardous waste and recyclable waste from AIREST, AUA and Lauda Air.

Most of the waste is disposed of in landfills. Only hazardous waste is subjected to a thermal treatment. According to law, waste from the catering services, being a possible cause of epidemics, (about 1100 tons) is considered hazardous, too. Recyclable wastes (paper, glass, metals) amount to only 13.4%. As far as recyclable wastes are concerned there seems to be a high potential for waste avoidance.

## 7 ENERGY

The operation of the VIE requires heating, cooling and electric energy as well as fuel for ground vehicles. Each sector of the airport needs energy. Energy consumption is considerable: Taking the per capita energy consumption of the Austrian population as a basis, the annual consumption of electric energy of the Vienna International Airport corresponds to that of 21000 people.

On the VIE in 1990 128539 MWh or 462740 GJ of energy were consumed, heat consumption accounting for two thirds, electric energy for one third. The airport consumed about 50% of the

heat and 45% of electric energy, Austrian Airlines 33% of heat and 30% of electric energy. Between 1980 and 1990 the total energy consumption increased by 21.6%. This upward trend is expected to continue in the future. The specific energy consumption, i.e. the consumption of energy per passenger and traffic unit, decreased by 37%, whereas the number of passengers and flights showed an increase by 95% in this period.

The electric energy supply is covered by the public network. An emergency plant guarantees the continuous supply of air traffic control and the navigation lights. In the course of the last ten years the overall electric energy consumption has increased by 92%, the specific electric energy consumption remaining nearly the same.

Since 1980 the Vienna International Airport has been supplied with district heating from the oil refinery at Schwechat. In the period between 1980 and 1990 total heat consumption remained more or less the same, the specific heat consumption, however, dropped by 60 %.

Air conditioning and the water consumption connected with it depends heavily on the weather. The annual cooled-air consumption between 1980 and 1990 showed only slight variations. The specific cooled-air consumption per traffic unit or passenger, respectively, dropped by 40 % in the above mentioned period.

Since the middle of the 1970s various energy saving measures have been implemented. Considerable savings could be made in lighting, the operation of navigation lights and air conditioning. In the energy sector most savings were made by a change-over to district heating. As a strong increase in passenger and freight traffic is expected in the years to come, it can be assumed that energy consumption will rise as well.

## 8 GROUND TRAFFIC

In order to survey noise and air pollutant emissions as well as to assess the energy consumption of ground traffic directly induced by the VIE an investigation of airside ground traffic (i.e. vehicles for maintaining the airport infrastructure) and of landside ground traffic (total feeder traffic to the airport) was carried out.

### 8.1 Airside ground traffic

In this chapter air pollutant emissions and energy consumption are assessed. As noise emissions from airside traffic are – compared to aircraft standing or taxiing on the ground – relatively low, they have not been taken into account. Pollutant emissions were calculated on the basis of refuelling charts kept by the VIE and relevant bibliographical data on pollutant emissions from combustion engines.

Tab. 6: Total amount of pollutant emissions (in tons) from airside ground traffic on the VIE for 1990

pollutant	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	soot	CO <sub>2</sub>
total in [t]	40	13	41	2.3	2.1	2572.7

In 1990 the total energy consumption amounted to 9650609 kWh, the specific energy consumption per passenger was 1.69 kWh.

Based on data from the "Masterplan", the following amounts of air pollutants were projected for the year 2000:

Tab. 7: Projected amount of pollutant emissions in [t] from airside ground traffic on the VIE for 2000

pollutant	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	soot
total in [t]	64	18	61	4	4

If the projections of the Masterplan prove to be correct, the overall energy consumption will rise to 15678689 kWh until the year 2000, whereas the energy consumption per passenger will fall to 1.35 kWh on account of a strong increase in the number of passengers.

## 8.2 Landside ground traffic

In the second stage of the investigation the environmental impact of landside ground traffic (i.e. passenger and freight transport to and from the VIE) was considered separately for the areas of air, noise, and energy.

At present the following traffic connections to and from the VIE are available:

- train connection provided by the Austrian Federal Railways
- connection by highway A4 and federal road B9.

The train connection being somewhat inefficient, about 98% of the passengers are transported by motor vehicles (modal split: 13% public bus services, 5% private busses, 80% private passenger cars or taxi). Freight transport is undertaken exclusively by motor lorries and delivery vans.

As far as passenger transport is concerned the Masterplan 2000 (MP2000) provides two scenarios:

- the share of ground traffic vehicles (modal split: 13 % public bus services, 5 % private busses, 80 % private passenger cars or taxi, 2 % train) remains the same (=MP2000Var1)
- the modal split changes as follows: 50 % private passenger cars, 38 % public bus services, 12 % train (MP2000Var2).

On the basis of a traffic census carried out October 1991 on the airport and taking into account the emission data taken from relevant literature, the following amounts of air pollutants were projected for the years 1990 and 2000, respectively:

Tab. 8: Total amount of pollutant emissions in [t] from landside ground traffic for 1990 and 2000

	pollutant	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	soot	Pb	CO <sub>2</sub>
1990	VIE total in [t]	1286	240	1316	48	11.65	1.7	58877
	Contribution of VIE-induced ground traffic emissions to overall Austria ground traffic emissions in %	0.97	0.28	0.30	0.84	0.10	1.1	—
MP2000 Var 1	VIE-total in [t]	1200	226	764	98	28.9	0.2	—
	Contribution of VIE-induced ground traffic emissions to overall Austria ground traffic emissions in 2000 in %	1.28	0.58	0.44	1.58	0.27	0.67	—
MP2000 Var 2	VIE-total in [t]	1458	277	717	117	32.4	0.1	—
	Contribution of VIE-induced ground traffic emissions to overall Austria ground traffic emissions in 2000 in %	1.56	0.71	0.42	1.89	0.30	0.33	—

The VIE-induced traffic noise was calculated for the main roads leading to the airport, i.e. the motorway A4 and the federal road B9, and in Schwechat and Fischamend, two communities in the near vicinity of the VIE Airport. The results were compared to the noise register of Lower Austria and evaluated. The most important results have been compiled in the following table:

Tab. 9: Traffic noise in [dB] on the main roads leading to the VIE Airport (1990)

	A4	B9 from Schwechat	B9 in Schwechat	B9 from Fischamend	B9 in Fischamend
VIE- $L_{eq}$ /day	69.7	62.7	66.7	57.9	62.9
VIE- $L_{eq}$ /night	62.7	55.7	59.7	50.9	55.9
Total- $L_{eq}$ /day	72	63	75	62.6	67.6
Total- $L_{eq}$ /night	66	57	69	56.5	61.5
$L_{eq}$ without VIE/day	68.1	51.2	74.3	60.8	65.8
$L_{eq}$ without VIE/night	63.3	51.1	68.5	55.1	60.1

According to the Masterplan MP2000Var1 a considerable increase in noise pollution, namely by 3 dB, has to be assumed. The other version of the Masterplan, MP2000Var2, on the one hand, projects a smaller increase in road noise (by 1–2 dB), but, on the other hand, a greater increase in train-induced noise pollution (by 4 dB).

In 1990, the total energy consumption of motor vehicles of land-side ground-traffic was calculated to be  $209.6 \times 10^6$  kWh, the train connection to be 358073 kWh. According to the Masterplan and with a view to future developments, the train connection proved to be most cost-effective from the energetic point of view. An increased reliance on the train would furthermore ease the problem of creating new parking space on the VIE.

## 9 ENVIRONMENTAL PLANNING

The development of and the changes in the zoning plans for the surrounding communities of the VIE from 1970 onwards were investigated in order to permit an evaluation of the designation of areas as potential residential areas with regard to noise pollution. The investigation revealed that in the course of the last 20 years less preventive designations were made, which, eventually, will create a new potential of residents suffering from noise. In only two communities noise emissions were taken into account in establishing new zoning plans.

Small communities with only limited building space do not seem to be able to establish preventive zoning plans for residential areas. Therefore the provincial governments, as the last authorities to approve of zoning plans, should intervene in a more decisive manner. In designated residential areas situated in noise pollution problem areas the possibilities of re-designation should be checked and, if approved of, implemented according to the law.

In the future, when establishing zoning plans more attention should be paid to the projected increase in air-traffic on the VIE airport, which, as a consequence, entails the enlargement of the noise zones. Relevant recommendations, experts in this field, the competent authorities as well as those concerned (including the Vienna Airport plc) should be given a bigger say in regional planning.

Within the current as well as the projected 50  $L_{eq}$  dB-zone no dedication of land as building area for the erection of domestic buildings should be made. Furthermore, with future designations, the evaluation of peak sound values should be given adequate consideration.

## 1 EINLEITUNG

Der östlich von Wien gelegene Flughafen Wien–Schwechat mag vielleicht im internationalen Vergleich zu den kleinen gehören, national ist der Flughafen von enormer Bedeutung. Die politischen Veränderungen im ehemaligen Ostblock werden die Bedeutung dieses Verkehrsknotenpunktes weiter erhöhen. Der laufende Anstieg des Flugverkehrs innerhalb der letzten 12 Jahre von rund 3 Millionen auf derzeit 6 Mill. Passagiere, erforderte einen ständigen Ausbau und steigende Leistungen der Infrastruktur und brachte Beeinträchtigungen der Anrainer und Auswirkungen auf die Umwelt mit sich.

Im Jahr 1990 wurden rund 110.000 Flugbewegungen registriert. Laut Masterplan des VIE werden im Jahr 2000 etwa 200.000 Flugbewegungen mit rund 11,6 Mill. Passagieren erwartet. Zur Zeit gibt es 8.200 Beschäftigte am VIE. Bis zum Jahr 2000 soll die Anzahl der Beschäftigten auf 17.000 ansteigen.

Im Rahmen des Aufbaustudiums Technischer Umweltschutz ist ein zweisemestriges interdisziplinäres Projekt als Gruppenarbeit durchzuführen. In diesem IDP soll vom jeweiligen Team aus einem aktuellen Bereich unseres Gemeinwesens die gegenwärtige Situation sowie die umweltrelevanten Auswirkungen dieses Bereiches und gegebenenfalls Ansätze für Verbesserungen erarbeitet werden.

Die neun Mitarbeiter/Innen entschieden sich für die Untersuchung der umweltrelevanten Auswirkungen des Flughafens Wien–Schwechat (VIE), (Bearbeitungszeitraum 1991/1992). Das Thema schien im Hinblick auf das stetige Anwachsen des Zivilluftverkehrs von Bedeutung.

Aufbauend auf den Annahmen, daß ein Flughafen die Umwelt in den Bereichen Luft, Lärm, Wasser und Boden belastet, wurden diese Bereiche näher untersucht. Weiters wurden die Bereiche Abfall, Energie, Bodenverkehr und Raumplanung in dieser Studie behandelt.

Es wurden zweckdienliche Recherchen – Gespräche mit Verantwortlichen des VIE, Aufarbeitung vorhandener Unterlagen, Erhebungen vor Ort und Literaturstudien – durchgeführt, um möglichst umfassende Kenntnisse über die örtliche Situation, deren Auswirkungen und Ursachen zu erlangen. Das Umweltbundesamt beteiligte sich dabei mit der Analyse von Bodenproben.

Die Bewertung der Ergebnisse wurde in ständigem Kontakt mit den VIE–Verantwortlichen und im Wege monatlicher Arbeitsgespräche mit den wissenschaftlichen Betreuern aus dem Personalstand der beiden eingebundenen Wiener Universitäten (TU und Boku) vorgenommen.

Die recherchierten detaillierten Ergebnisse der Untersuchung sind in diesem Bericht aufgelistet und bewertet.



## **2 LUFT**

### **2.1 EINFÜHRUNG**

#### **2.1.1 Einleitung**

Das folgende Kapitel behandelt neben einer Darstellung der für die Ausbreitung von Luftschadstoffen wesentlichen meteorologischen Parameter, eine Abschätzung der bodennahen Emissionen durch den Flugverkehr mittels Berechnungen sowie eine Aufarbeitung von Immissionsmeßergebnissen umliegender, dauerregistrierender Meßstellen und von Meßkampagnen im Hinblick auf den möglichen Einfluß eines Flughafenbetriebes auf die Luftqualität. Emissionen von Luftschadstoffen eines Flughafenbetriebes sind neben dem Flugbetrieb, dem Boden-Kfz-Verkehr (siehe Kapitel 8) auch durch Heizungstätigkeiten und die Wartung von Flugzeugen – Verdampfung von Kohlenwasserstoffen – zu erwarten. Letzteres wurde in der vorliegenden Studie im Kapitel 5 (Abfall) kurz behandelt. Emissionen aus der Heizungstätigkeit entstehen zumindest am Flughafen Wien–Schwechat (VIE) selbst nicht, da er vollständig mit Fernwärme versorgt wird, sodaß hier nicht weiter darauf eingegangen wurde.

#### **2.1.2 Meteorologische Gegebenheiten am Flughafen Wien–Schwechat**

Für die Standortwahl eines Flughafens sind die klimatologischen Gegebenheiten von großer Bedeutung. Nach den Bestimmungen der ICAO müssen ausreichende Witterungsverhältnisse für den Standort und den Betrieb eines Flughafens gegeben sein [2]. Diese Bestimmungen betreffen in erster Linie die Windverhältnisse und Beeinträchtigungen durch Nebel.

Die Klimadatenbank [1] enthält Daten von SCHWECHAT (16° 34' geogr. Länge, 48° 7' geogr. Breite, Seehöhe 178 m) im Zeitraum von 1948–1990. Die für den Betrieb eines Flughafens wichtigen meteorologischen Parameter sind die Zahl der Tage mit Nebel, die Sichtweite, der Wind, der Niederschlag (Menge und Häufigkeit) und die Temperatur. Von diesen Parametern spielen alle außer der Sichtweite auch eine wesentliche Rolle für die Verteilung von Luftschadstoffen und werden daher nachfolgend kurz behandelt.

##### **2.1.2.1 Nebel**

Meteorologisch wird der Nebel definiert als Sichtverminderung auf weniger als 1000 m. Die Mächtigkeit des Nebels kann sehr unterschiedlich sein, von niedrigem Nebel unterhalb der Augenhöhe, bis zu Nebel der eine Schicht von 700 bis 800 m erreicht [3]. An der Nebeloberseite kommt oft eine markante Temperaturinversion vor. Inversionslagen sind deshalb von großem Interesse, weil sie starken Einfluß auf die Ausbreitung von Schadstoffen haben. Im Luftverkehr kann der Nebel eine Landung unmöglich machen. Elektronische Landehilfen bieten hier eine Möglichkeit, die Risiken zu vermindern und die Absage von Flügen zu reduzieren. In Abb. 2.1 wird die Zahl der Tage mit Nebel im Raum Schwechat von 1961–1990 aufgezeigt.

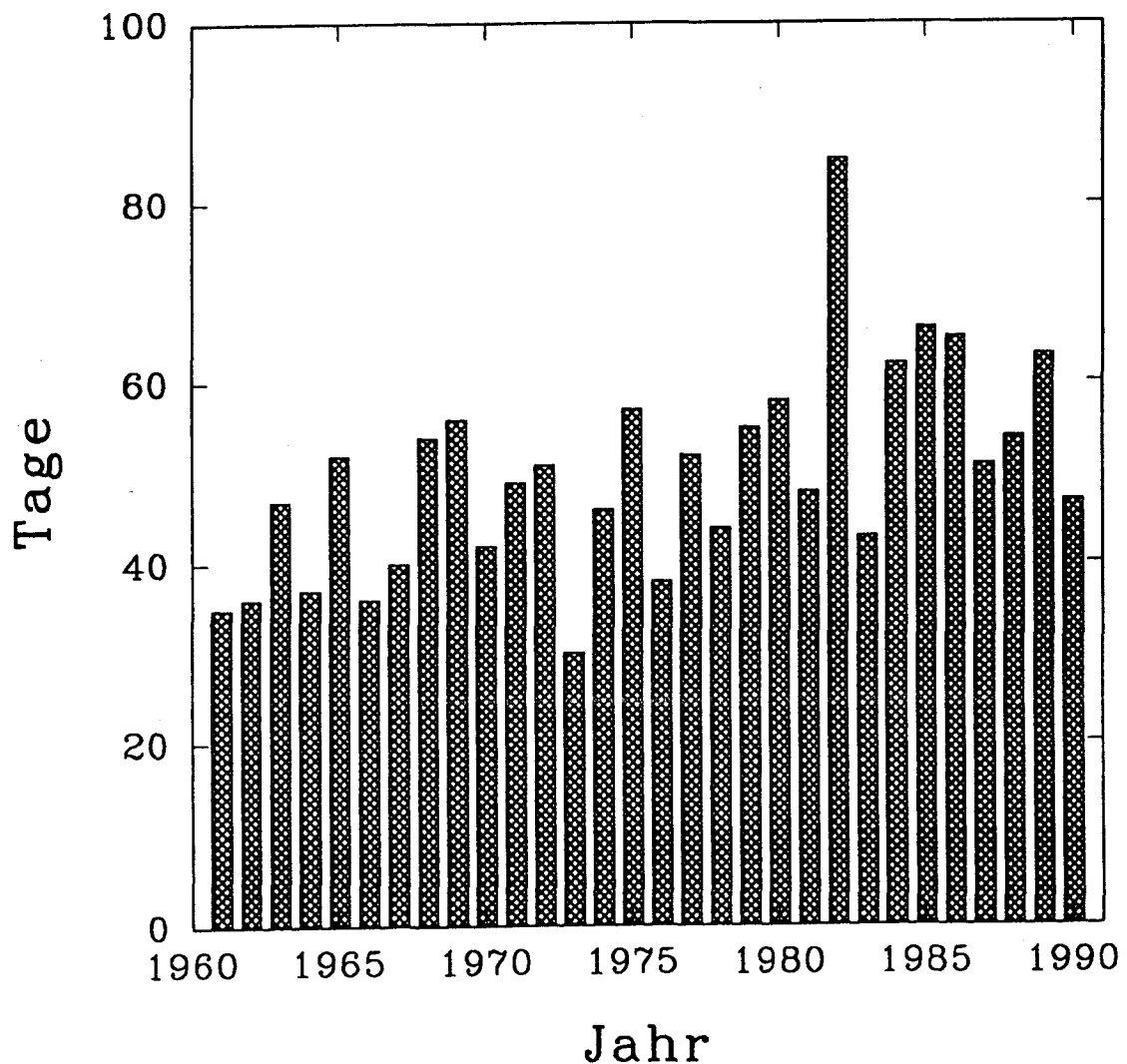
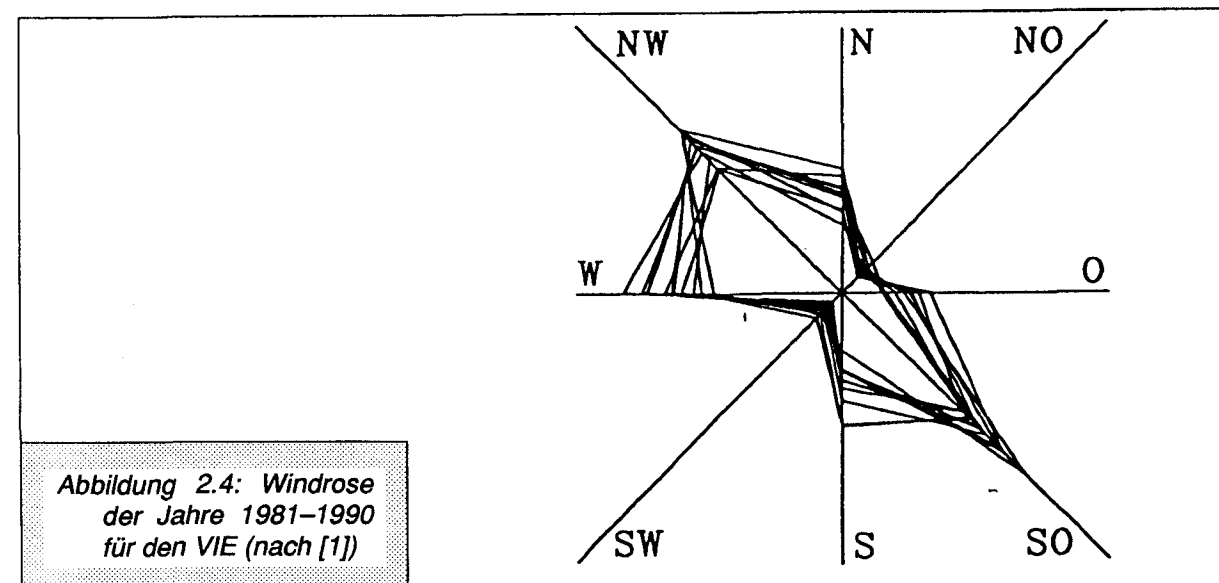
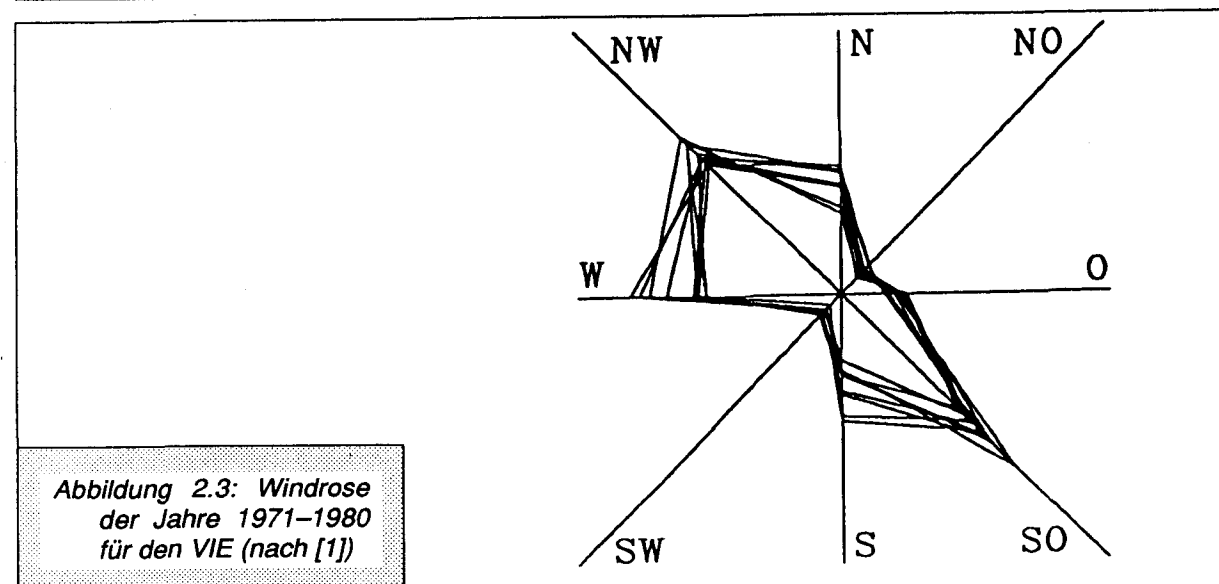
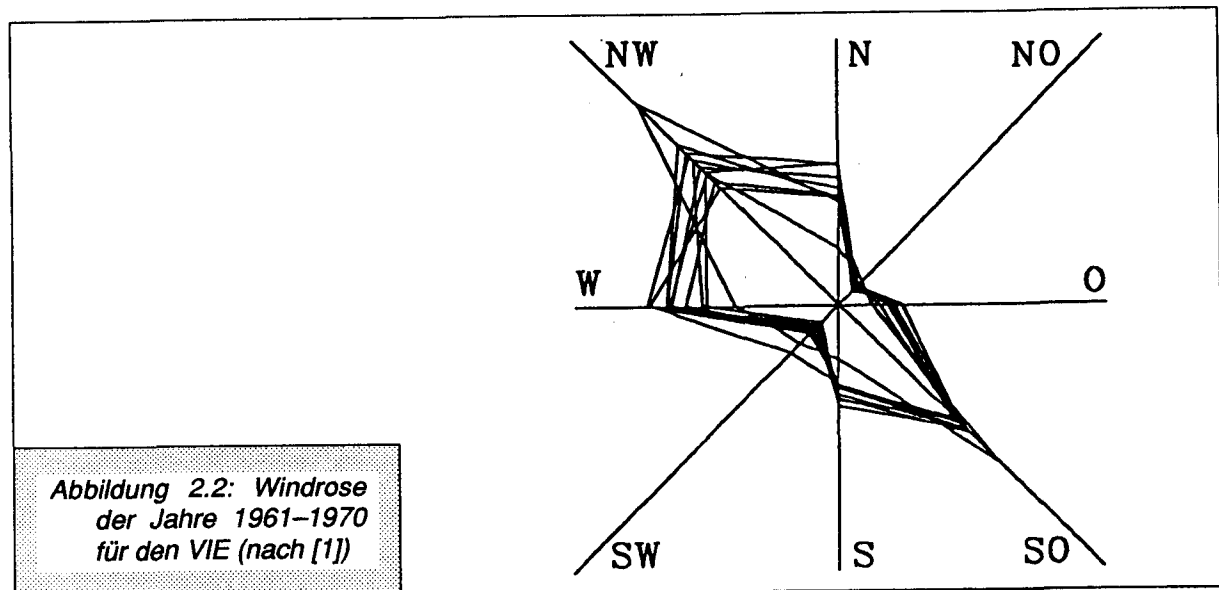


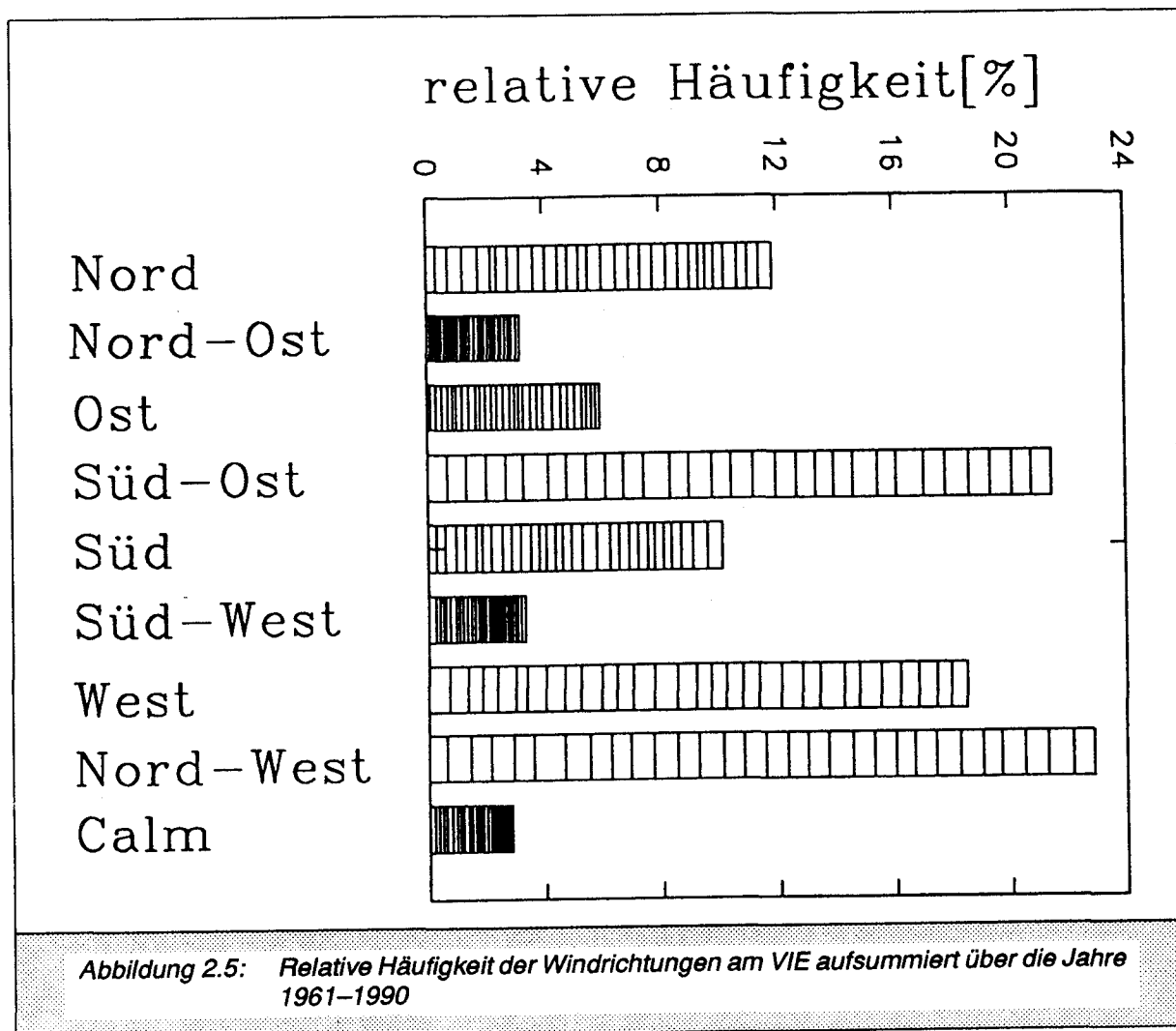
Abbildung 2.1: Zahl der Tage mit Nebel pro Jahr (1961–1990) am VIE (nach [1])

#### 2.1.2.2 Wind

Ein wesentlicher Faktor neben dem Nebel ist der Wind. Starts und Landungen erfolgen ja prinzipiell gegen den Wind. Die vorherrschenden Windrichtungen am VIE werden in den Abb. 2.2 bis 2.5 gezeigt. Abb. 2.5 zeigt die relative Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen aufsummiert über die Jahre 1961–1990. Deutlich lassen sich drei stark ausgeprägte Richtungen erkennen, diese sind NW, SO und W. Die Abb. 2.2 bis 2.4 zeigen denselben Sachverhalt dargestellt in Form von Windrosen. In jeder Abbildung sind jeweils zehn Jahre (1961–1970, 1971–1980, 1981–1990) übereinander aufgetragen.



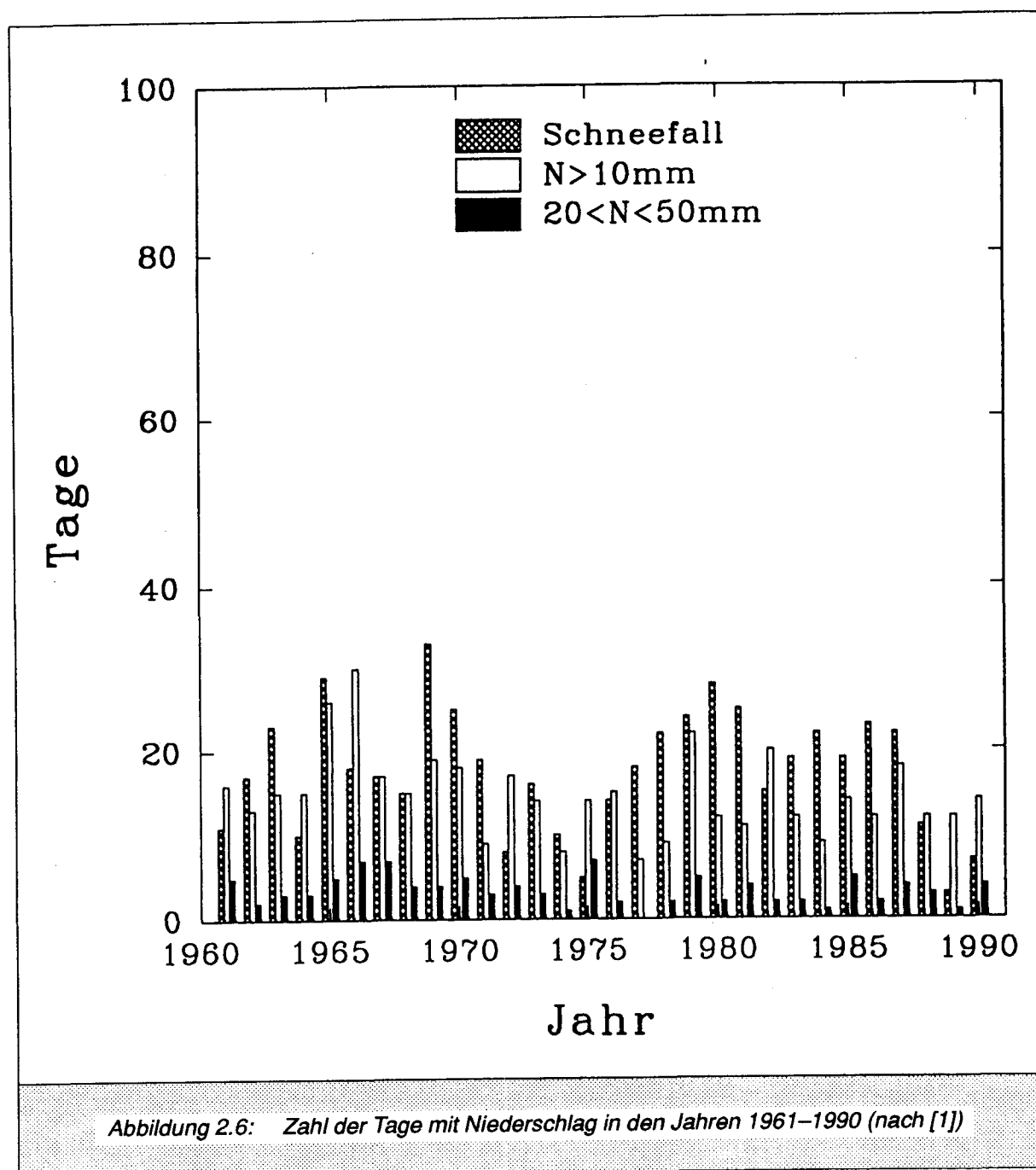




### 2.1.2.3 Niederschlag

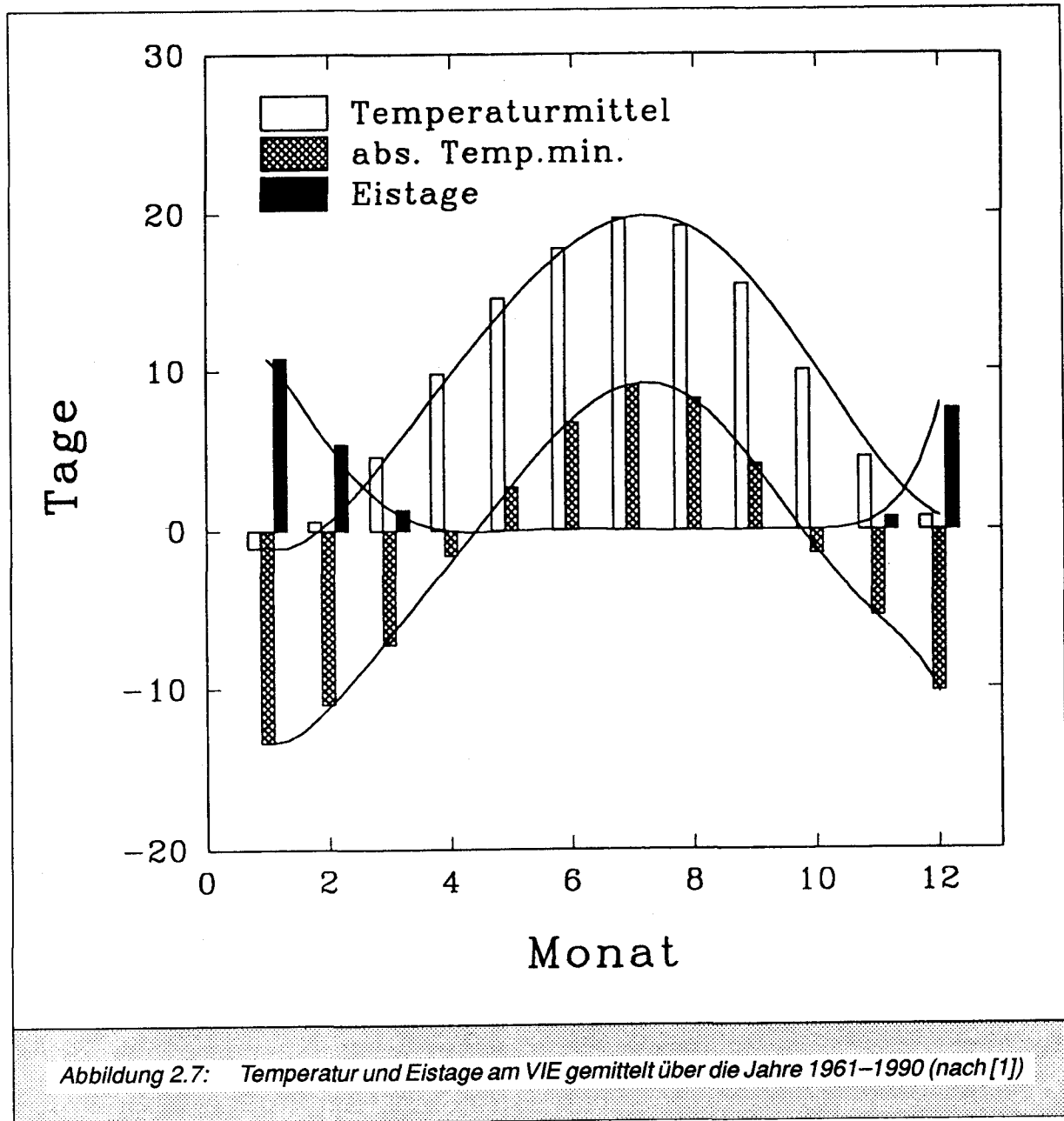
Die Anzahl der Tage mit Niederschlag sowie die Menge des Niederschlages sind für den Betrieb des Flughafens von nicht allzu großer Bedeutung, es sei denn, große Mengen von Schnee oder Gewitterregen führen zu Verzögerungen im Flugverkehr. Wichtig jedoch ist der Niederschlag und die Menge für den Schadstoffeintrag in den Boden.

Abb. 2.6 verdeutlicht die Zahl der Tage mit Niederschlag ( $N > 10$  mm,  $20 < N < 50$  mm und Tage mit Schneefall) in den Jahren 1961–1990.



#### 2.1.2.4 Temperatur

So wie der Niederschlag hat auch die Temperatur nur geringe Bedeutung für den Flughafenbetrieb. Vollständigkeitshalber sind in Abb. 2.7 die mittlere Lufttemperatur, das absolute Temperaturminimum und die Zahl der Eistage (Maximum der Lufttemperatur unter  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), gemittelt über die Jahre 1961–1990 dargestellt.



## 2.2 BODENNAHE EMISSIONEN VON SCHADSTOFFEN DURCH DEN FLUGVERKEHR

### 2.2.1 Einleitung

Im Rahmen der Umweltbilanz des Flughafens Wien–Schwechat (VIE) nimmt die Berechnung der durch den Flugbetrieb entstehenden Schadstoffemissionen einen wichtigen Platz ein.

Die Emissionsdaten der einzelnen Triebwerke der in Wien Schwechat landenden Flugzeuge wurden der Studie "Umweltbilanz Flughafen Zürich" [4] entnommen und den entsprechenden Bedingungen am Flughafen Wien–Schwechat angepaßt.

Da nicht für alle Flugzeugtypen des Linien- und Charterverkehrs Emissionsdaten zur Verfügung standen, sind diese unter "sonstige Bewegungen" gesondert angeführt.

Neben den Emissionsdaten der Triebwerke ist die Anzahl der Bewegungen der Flugzeuge der zweite entscheidende Parameter zur Berechnung der Schadstoffemission. Diese wurden der Flugstatistik [5] der Flughafen Wien Betriebsgesellschaft Ges.m.b.H. (FWB) entnommen. Anhand dreier ausgewählter Tage ist der Schadstoffausstoß des Jahres 1990 ermittelt worden.

### 2.2.2 Berechnung der Triebwerksemissionen

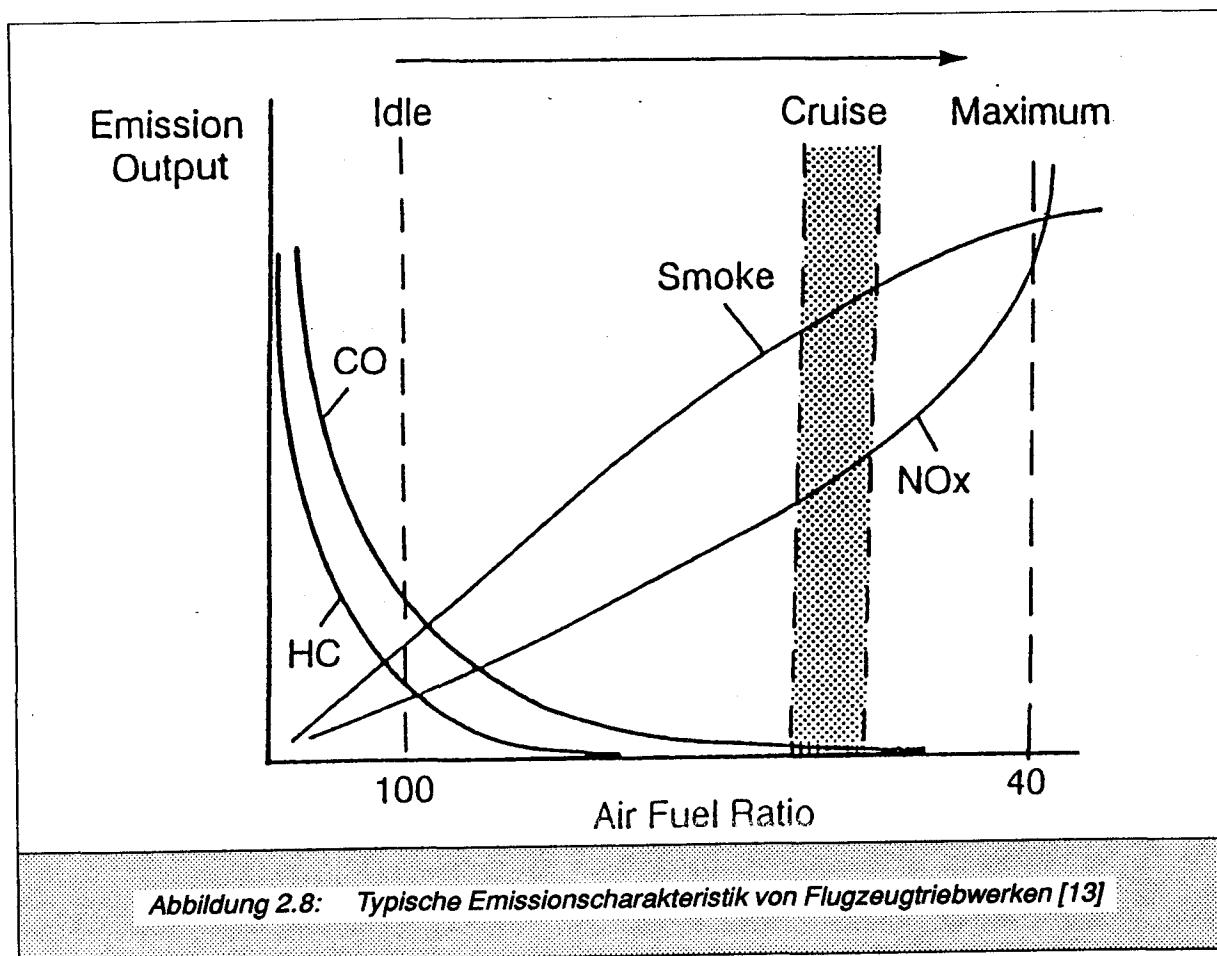
#### 2.2.2.1 Entstehung von Schadstoffen

Als Brennstoff für Strahltriebwerke wird im zivilen Bereich vor allem Kerosin JP-1A [6] verwendet. Die Bildung der Schadstoffe erfolgt in der Brennkammer und wird hauptsächlich durch die Eintrittstemperatur des Brennstoffes in diese beeinflusst. Während des Betriebes entstehen neben  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ -Dampf (rund 3 kg  $\text{CO}_2$ /kg Treibstoff, rund 1,4 kg  $\text{H}_2\text{O}$ /kg Treibstoff, abhängig von der Treibstoffzusammensetzung) und  $\text{SO}_2$  folgende andere Schadstoffe als Folge unvollkommener Verbrennung [6]:

- Kohlenmonoxid CO
- unverbrannte Kohlenwasserstoffe HC
- Stickstoffoxide  $\text{NO}_x$
- unverbrannter Kohlenstoff, der sich durch die Bildung von Rauch bemerkbar macht sowie
- andere Partikel verschiedenster Zusammensetzung.

Der Anteil der festen Kohlenstoffpartikel liegt bei rund 0,5 g/kg Treibstoff [7]. Die restlichen Partikel machen nur 4 % der gesamten festen Emissionen aus. Da der Gehalt an Schwefel im Treibstoff mit 0,02 % [6] gering ist, wurden auch die Emissionen von  $\text{SO}_2$  ebenso wie jene der festen Partikel in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Bei niedriger Laststufe, wie in der Rollphase (idle), steigen die Emissionsfaktoren für CO und HC gegenüber dem Vollastwert an, und zwar für CO stärker als für HC. Bei den Stickoxiden verhält es sich umgekehrt. Die  $\text{NO}_x$ -Emission nimmt bei steigender Triebwerksleistung zu. Verdeutlicht wird dieser Sachverhalt auch durch die Abb. 2.8 [13]. In dieser ist die Schadstoffemission von CO, HC,  $\text{NO}_x$  und Rauch über dem Luft–Treibstoff–Verhältnis (Triebwerksleistung) dargestellt. Darin sind die Rollphase (idle), die Startphase (maximum) und die Reiseflugphase (cruise) besonders hervorgehoben.



### 2.2.2.1.1 Fuel-Dumping

Im Zuge der Bewertung der Schadstoffemissionen verursacht durch den Flugverkehr, taucht häufig die Frage nach dem Ablassen von Treibstoff durch Flugzeuge auf.

Dies ist nur in besonderen Notfällen und bei bestimmten Flugzeugtypen (vornehmlich Langstreckenflugzeugen älterer Bauart) nötig. Muß ein derartiges Flugzeug unmittelbar nach dem Start wieder landen bzw. eine Zwischenlandung durchführen und hat es zuviel Treibstoff geladen, muß dieser bis zu einem gewissen Grad abgelassen werden, da das Fahrwerk nicht auf die erhöhte Gewichtsbelastung bei vollen Tanks ausgerichtet ist.

Sämtliche im Österreichischen Luftfahrzeugregister eingetragenen Flugzeuge (also auch die Langstreckenfahrzeuge der AUA und Lauda AIR) besitzen keine Ablaßvorrichtungen mehr. Von den österreichischen Luftfahrtbehörden werden seit 1984 Aufzeichnungen über "Fuel-Dumping" geführt; in diesem Zeitraum wurden insgesamt 10 Fälle bekannt [21]:

18.5.1984	... zwischen Neusiedlersee und Laa/Thaya	..... Menge nicht bekannt
28.3.1985	... 50 km südl. Kempten	..... —"
2.7.1986	... Sollenau	..... —"
15.6.1987	... Raum Linz	..... —"
18.6.1989	... Raum Allentsteig	..... —"
7.7.1989	... Raum Salzburg Richtung München	..... —"
14.5.1990	... südl. Sollenau	..... 1,2 t
13.10.1990	... nördliches NÖ	..... ca. 40 t
8.2.1991	... nördl. Tulln – Ziersdorf Aspern/Zaya – Kreuzstetten	..... 6 t
23. 9.1991	... nördliches Weinviertel	..... 30 t

Im gleichen Zeitraum erfolgten Rücklandungen, bei denen Treibstoff abgelassen worden sein könnte, was vom jeweiligen Kapitän jedoch nicht gemeldet wurde und daher nicht erwiesen ist:

- 10.6.1986 ... nach Angaben eines Passagiers beim Abflug  
(höchst unwahrscheinlich, vermutlich Kondenswasser in den Flügeln)
- 21.6.1986 ... Rücklandung nach Klappendefekt
- 2.11.1986 ... Rücklandung nach Turbinenausfall

### 2.2.2.2 Emissionsfaktoren der Triebwerke

Um die Emissionen eines Flugzeuges von der Phase des Lande-Anfluges bis zur Phase des Wiederaufstiegs einheitlich bewerten zu können, wurde von der ICAO (International Civil Aviation Organisation) ein Landing-Take off-Zyklus (LTO) [8] definiert und Grenzwerte für die emittierten Schadstoffmengen beim Ablauf eines LTO-Zyklus festgesetzt. Diese Grenzwerte werden unter Normbedingungen ermittelt und entsprechen daher nicht immer den realen Umweltbedingungen; d. h. es wird nicht auf unterschiedliche Witterungsverhältnisse und Beladungszustände der Flugzeuge eingegangen. Beides beeinflusst aber die Emissionswerte der Triebwerke. Eine exakte Berechnung der Schadstoffemission ist deshalb nicht möglich.

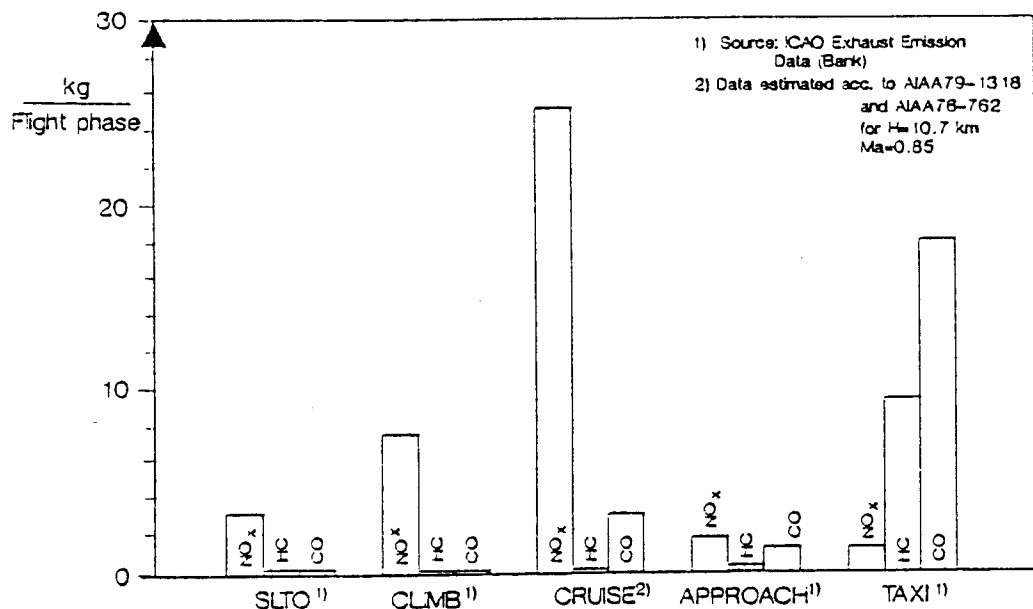
Der LTO-Zyklus wird in vier Phasen mit unterschiedlicher Triebwerksleistung und Betriebszeit eingeteilt (Tab. 2.1). Da Landeanflug (approach), Startphase (take off) und Aufstieg (climb out) auf allen Flughäfen praktisch gleich sind, unterscheiden sich die einzelnen Studien nur durch die Rollphase (taxi/ground idle). Die in der "Umweltbilanz Flughafen Zürich" angeführten und in dieser Studie verwendeten Emissionsdaten wurden mit einer Rollzeit von 15,6 Minuten berechnet. Für den VIE wurde eine Rollzeit von 16 Minuten angegeben, daher mußten diese Werte entsprechend angepaßt werden.

Tabelle 2.1: Dauer des LTO-Zyklus nach Angaben der ICAO und am VIE

Phase	Lastpunkt %-Nennleistung	ICAO (min)	VIE (min)
Approach	30	4,0	4,0
Taxi/ground idle	7	26,0	16,0
Take off	100	0,7	0,7
Climb out	85	2,2	2,2

In den Tab. 2.13–2.16 (siehe Anhang) werden für die am VIE landenden Flugzeugtypen die berechneten Emissionswerte von NO<sub>x</sub>, HC, CO sowie der Treibstoffverbrauch und die Werte für CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O aufgelistet. Auf Grund dieser Daten erfolgte die Ermittlung der Emissionen des Flugbetriebes für das Jahr 1990. Anhand eines Triebwerkes sind in Abb. 2.9 die emittierten Schadstoffmengen von CO, HC und NO<sub>x</sub> während der einzelnen Phasen dargestellt. [14].

### Pollutant Emission for Each Phase of Flight Engine CF6-50C



### Particle Emission for Various Phases of Flight Engine CF6 - 50C

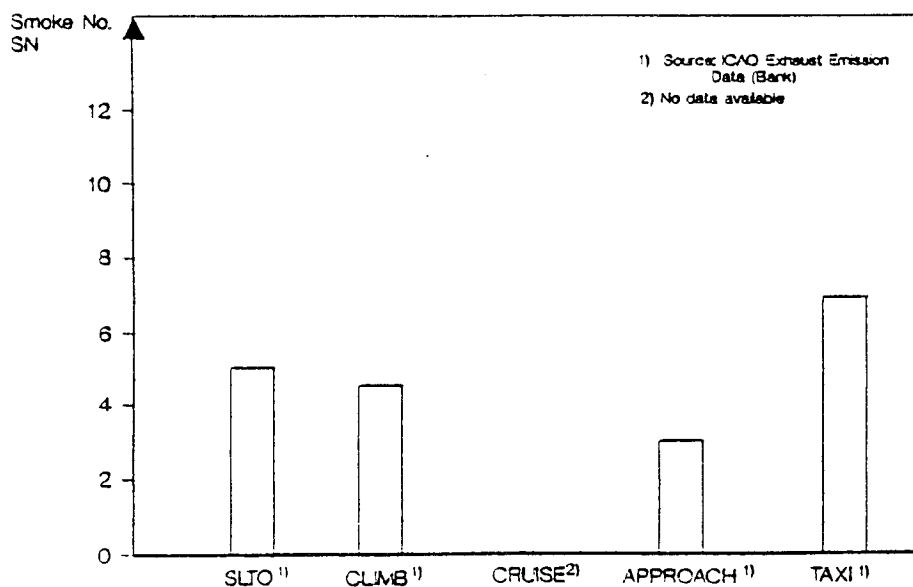


Abbildung 2.9: Emissionsprofile des CF6-50C-Triebwerkes für die einzelnen Flugphasen bezogen auf den LTO-Zyklus (SLTO, climb, approach, taxi) und einen Reiseflug (cruise) von 30 Minuten Dauer [14]



### 2.2.2.3 Die Flugstatistik am VIE

Mit Hilfe der Flugstatistik sollen die Emissionswerte des Jahres 1990 geschätzt werden. Zur Ermittlung der Emissionsdaten wurden repräsentativ drei Durchschnittstage herangezogen [5]. Der erste repräsentiert einen Durchschnittstag der 30 Tage mit den niedrigsten Bewegungssummen pro Tag, der zweite repräsentiert einen Durchschnittstag der 30 Tage mit den höchsten Bewegungssummen pro Tag und der dritte repräsentiert den Tag mit der durchschnittlichen Anzahl der Flugbewegungen für das Jahr 1990. Aus diesen drei Tagen kann die Schadstoffemission des Jahres 1990 mit den Abweichungen nach oben und unten abgeschätzt werden. Tab. 2.17 (siehe Anhang) gibt die drei repräsentativen Tage mit der Anzahl der Flugbewegungen der einzelnen Flugzeugtypen an. Tab. 2.2 gibt die Gesamtstatistik [5] der Flugbewegungen des Linien- und Charterverkehrs am Flughafen Wien-Schwechat für das Jahr 1990 wieder.

Tabelle 2.2:

Landungen	39.915
Starts	39.935
gesamt	79.850

### 2.2.2.4 Berechnung der Schadstoffemissionen der ausgewählten Tage

Da einerseits im LTO-Zyklus Starts und Landungen enthalten sind, aber andererseits eine Bewegung nach der Flugstatistik entweder einem Start oder einer Landung entspricht, muß bei der Berechnung der Schadstoffemission die Anzahl der Bewegungen halbiert werden. Dies ist insofern zulässig, als ein gelandetes Flugzeug auch wieder starten muß.

Nun ergibt sich die Schwierigkeit, daß ein und derselbe in der Tab. 2.17 (siehe Anhang) ausgewiesene Flugzeugtyp verschiedene Triebwerke besitzen kann. Diese Triebwerke weisen zum Teil erheblich unterschiedliche Emissionsfaktoren auf. Anhand der von der FWB zur Verfügung gestellten Flugstatistik ist es nicht möglich, die verwendeten Triebwerke zu eruieren. Um aber trotzdem eine Berechnung vornehmen zu können, wurde eine mittlere Emission aller bekannten Triebwerke eines Flugzeugtyps berechnet. In Tab. 2.18 (siehe Anhang) sind die Emissionsfaktoren der bekannten Triebwerke eines Flugzeugtyps angeführt.

Für Flugzeuge mit nicht bekannten Triebwerksdaten sind die Emissionswerte der Flugzeuge mit vier Triebwerken zur Ermittlung des Schadstoffausstoßes herangezogen worden. Es ist üblich, bei nicht bekannten Fakten den schlechtest möglichen Fall anzunehmen. Da Flugzeuge mit vier Triebwerken im allgemeinen einen vergleichsweise höheren Schadstoffausstoß haben, sind diese zur Ermittlung des "worst case" verwendet worden. Als Vergleich wurde auch der Mittelwert aus allen für diese drei Tage bekannten Triebwerken gebildet (Tab. 2.20, siehe Anhang). Zwar machen die "sonstigen Flugbewegungen" nur einige Prozent des gesamten Flugverkehrs aus, jedoch ergibt sich bei der Berechnung der Emissionsmengen unter Annahme des "worst case", daß diese einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag liefern. Auch im Falle der Mittelwertbildung aus allen Triebwerken liegt der Anteil der Emission aus den "sonstigen Triebwerken" bei etwa 10 % bei HC und CO. Die anteilige NO<sub>x</sub>-Emission ist in beiden Fällen zu vernachlässigen. Die Emissionsdaten "sonstiger Flugzeugtypen" unter "worst-case" Annahmen sind in Tab. 2.19 (siehe Anhang) angeführt. Mit Hilfe der in den Tab. 2.18, 2.19 und 2.20 angeführten Mittelwerte ist es möglich, die Emissionen der drei ausgewählten Tage zu berechnen. Die Werte sind in den Tab. 2.21 bis 2.23, entsprechend den drei Tagen, aufgelistet (siehe Anhang). In Klammer sind jeweils die Resultate aus der Berechnung der Mittelwertbildung aus allen bekannten Triebwerken angeführt.

### 2.2.2.5 Berechnung der jährlichen Schadstoffemission

Um die jährliche Schadstoffemission zu erhalten, werden die Emissionsdaten der drei ausgewählten Tage auf das Jahr 1990 hochgerechnet. Die so berechneten Emissionsmengen ergeben Jahresdurchschnittswerte bezogen auf Tage mit minimaler, mittlerer bzw. maximaler Flugfrequenz. Es muß dabei ausdrücklich betont werden, daß es sich hierbei lediglich um eine grobe Abschätzung der Emissionsmengen handelt.

Zwischen den Bereichen minimale und maximale Jahresemission dürfte sich die tatsächliche Jahresemission bewegen und in etwa in der Höhe der mittleren Jahresemission liegen (siehe Tab. 2.3). Nachfolgend sind die jährlichen Gesamtemissionsmengen der einzelnen Schadstoffe, die sich aus dem an Schwechat angepaßten LTO-Zyklus ergeben, ausgewiesen.

*Tabelle 2.3: Emissionen der Flugzeuge am 3.2.1990, 153 Bewegungen, hochgerechnet auf das gesamte Jahr 1990:*

	NO <sub>x</sub>	HC	CO	CO <sub>2</sub>	Treibstoff- verbrauch
minimale Jahresemission	383 t (379 t)	234 t (228 t)	434 t (426 t)	85.428 t (84.550 t)	28.476 t (28.183 t)

*Emissionen der Flugzeuge am 25.4.1990, 219 Bewegungen, hochgerechnet auf das gesamte Jahr 1990:*

	NO <sub>x</sub>	HC	CO	CO <sub>2</sub>	Treibstoff- verbrauch
mittlere Jahresemission	480 t (452 t)	262 t (207 t)	484 t (420 t)	111.239 t (104.213 t)	37.080 t (34.738 t)

*Emissionen der Flugzeuge am 8.7.1991, 268 Bewegungen, hochgerechnet auf das gesamte Jahr 1990:*

	NO <sub>x</sub>	HC	CO	CO <sub>2</sub>	Treibstoff- verbrauch
maximale Jahresemission	606 t (583 t)	282 t (234 t)	546 t (491 t)	137.504 t (131.356 t)	45.835 t (43.785 t)

In Klammer sind jeweils die Werte angeführt, die sich aus der Hochrechnung ergeben, wenn man statt den "worst-case-Annahmen" für die Emissionen von Flugzeugtypen mit unbekannten Triebwerksemissionen einen Mittelwert aller bekannten Emissionen von Triebwerken heranzieht.

### 2.2.3 Zusammenfassung

Bei der Betrachtung der berechneten Emissionsmengen müssen alle vorangegangenen Aussagen (Randbedingungen, Mittelung, Quellen u. v. a. m.) berücksichtigt werden.

Tab. 2.4 gibt einen Gesamtüberblick über die Schadstoffemissionen von  $\text{NO}_x$ , HC und CO in Österreich aus dem Kfz-Verkehr und dem Flugverkehr.

Zwischen 3 % und 4 % der gesamten  $\text{NO}_x$ -Emissionen in Österreich werden durch den Flugverkehr in Österreich verursacht. Der Anteil der  $\text{NO}_x$ -Emissionen während des LTO-Zyklus am VIE an der  $\text{NO}_x$ -Emission des gesamten österreichischen Flugverkehrs dürfte bei rund 6 % liegen.

Die HC- und die CO-Emissionen des Flugverkehrs in Österreich sind, gemessen an den österreichischen Gesamtemissionen, verschwindend gering. Ein beträchtlicher Anteil der emittierten HC- und CO-Mengen durch den Flugverkehr in Österreich wird jedoch während des LTO-Zyklus am VIE emittiert (bei HC um 43 %, bei CO um 27 %). Dies entspricht durchaus den Erwartungen, da einerseits der VIE der weitaus frequenzstärkste Flughafen Österreichs ist und andererseits HC und CO besonders bei niedriger Triebwerksleistung (Landeanflug, Rollphase) im bodennahen Bereich emittiert werden. Der Ausstoß dieser Schadstoffe durch Flugzeuge während des Reisefluges in großen Höhen ist vergleichsweise dazu geringer (siehe Abb. 2.8). Ähnliche Ergebnisse brachte auch eine Studie des Umweltbundesamtes Berlin [20].

Tabelle 2.4: Vergleich der Gesamt-Emissionen (in 1.000 Tonnen)

		$\text{NO}_x$	HC	CO
Österreich gesamt	1989 [9]	221,0	434,2	1.604,8
	1990 [9]	221,9	430,3	1.573,1
österreichischer Kfz-Verkehr gesamt	1989 [9]	146,5	135,0	487,0
	1990 [9]	145,3	129,5	442,0
österreichischer Flugverkehr gesamt	1989 [19]	7,6	0,6	1,8

Der Anteil der  $\text{CO}_2$ -Emissionen des gesamten österreichischen Flugverkehrs an den gesamten  $\text{CO}_2$ -Emissionen in Österreich liegt immerhin bei rund 7 %. Die Menge an  $\text{CO}_2$ , die während des LTO-Zyklus am VIE pro Jahr emittiert wird, dürfte bei rund 3 % der  $\text{CO}_2$ -Emissionen des gesamten Flugverkehrs über Österreich liegen (Tab. 2.5).

Tabelle 2.5: Vergleich der  $\text{CO}_2$ -Emissionen

Österreich gesamt 1990 [10]	56.500.000 t
österreichischer Kfz-Verkehr gesamt 1990 [10]	14.700.000 t
österreichischer Flugverkehr gesamt 1989 [15]	3.850.100 t
VIE LTO-Zyklus 1990	111.000 t

Im Vergleich mit zwei internationalen Flughäfen – Frankfurt am Main und Zürich-Kloten (Tab. 2.6) – kommt man zu folgendem Schluß. Eine Gegenüberstellung ist nur dann sinnvoll, wenn ähnliche Voraussetzungen wie Größe, ähnliche Dauer des LTO-Zyklus und Infrastruktur gegeben sind. Für den Flughafen Zürich-Kloten sind diese Bedingungen bestens erfüllt – bei doppelter Bewegungsanzahl, ähnlicher Infrastruktur und ähnlichem LTO-Zyklus ergeben sich, berücksichtigt man den Faktor zwei bei den Bewegungen, etwa doppelt so hohe Emissionswerte. Beim Flughafen Frankfurt am Main wurden einige Annahmen unterschiedlich zu denen der vorliegen-

den Studie getroffen. Es ist verständlich, daß die CO- und HC-Emissionen am Flughafen Frankfurt am Main, bezogen auf die Anzahl der Bewegungen, bedingt durch eine längere Rollzeit (idletime) deutlich höher liegen.

*Tabelle 2.6: Vergleich der jährlichen Emissionen durch den LTO-Zyklus zwischen VIE, Zürich und Frankfurt (in Tonnen)*

Flughafen	Bewegungen	NO <sub>x</sub>	HC	CO	CO <sub>2</sub>
Frankfurt/Main [12]	237.751	874	1.519	3.510	–
Zürich 1989 [4]	163.623	943	374	900	240.000
VIE 1990	79.854	480 (452)	262 (207)	484 (420)	111.000 (104.000)

In Klammer sind jeweils die Werte angeführt, die sich aus der Hochrechnung für den VIE ergeben, wenn man statt der "worstcase-Annahmen" für die Emissionen von Flugzeugtypen mit unbekannten Triebwerksemissionen einen Mittelwert aller bekannten Emissionen von Triebwerken heranzieht (Tab. 2.20 im Anhang, siehe auch Kap. 2.2.4).

In Tab. 2.7 sind die Emissionen von NO<sub>x</sub>, HC und CO aus dem LTO-Zyklus für Österreich gesamt und Wien–Schwechat, die Emissionsbeiträge aus dem Bodenverkehr am Flughafen und dem anteiligen Zubringerverkehr aus ganz Österreich sowie dem lokalen Zubringerverkehr im Umkreis von 5 km gegenübergestellt. Die angeführten Werte für den LTO-Zyklus "Österreich gesamt" wurden mit den maximalen Emissionsgrenzwerten nach ICAO berechnet [15]. Diese Grenzwerte werden von Flugzeugen nicht erreicht. Die berechneten Werte dürften daher höher als die tatsächlich emittierten Mengen liegen.

Der Anteil des luftseitigen Bodenverkehrs am gesamten ermittelten Schadstoffausstoß des VIE (luftseitiger Bodenverkehr plus LTO) beträgt hierbei etwa 12 % bei CO und NO<sub>x</sub>, respektive 6 % bei HC. Nicht berücksichtigt wurden wegen fehlender oder unzureichender Unterlagen die Emissionen der Hilfstriebwerke (APUs) sowie das Abdampfen von Kohlenwasserstoffen bei der Betankung der Flugzeuge. In der Züricher Studie liegen die ermittelten jährlichen Emissionen der APUs bei 1 % bei HC, 6 % bei NO<sub>x</sub>, 8 % bei CO und 12 % bei CO<sub>2</sub>, bezogen auf die gesamten Emissionen des LTO-Zyklus in Zürich, wobei diese Werte grobe Schätzungen darstellen. Die ermittelte jährliche Emission der Kohlenwasserstoffe bei der Betankung wurde anteilmäßig an der Gesamtemission an HC am Flughafen als gering erachtet [4].

Vergleicht man die Emissionen von NO<sub>x</sub> und CO aus dem LTO-Zyklus des VIE mit den Schadstoffemissionen des gesamten Zubringerverkehrs zum VIE, so betragen sie nur etwa 1/3 des Kfz-Verkehrs. Die HC-Emissionen von Zubringerverkehr und LTO-Zyklus am VIE sind annähernd gleich groß. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des LTO-Zyklus am VIE sind etwa doppelt so hoch wie jene des gesamten Zubringerverkehrs zum VIE und betragen etwa ein Drittel der CO<sub>2</sub>-Emissionen des LTO-Zyklus für Gesamtösterreich.

*Tabelle 2.7: Vergleich der jährlichen Emissionen von LTO-Zyklus und Bodenverkehr VIE (in Tonnen)*

	NO <sub>x</sub>	HC	CO	CO <sub>2</sub>
LTO-Zyklus Österr. gesamt [15]	879	308	814	311.000
LTO-Zyklus VIE 1990	480 (452)	262 (207)	484 (420)	111.000 (104.000)
Bodenverkehr am VIE 1990	64	18	61	2.573
lokaler Zubringerverkehr zum VIE 1990	120	18	112	–
gesamter Zubringerverkehr zum VIE 1990	1.286	240	1.316	58.877

In Klammer sind wiederum die Werte angeführt, die sich aus der Hochrechnung für den VIE ergeben, wenn man statt der "worstcase-Annahmen" für die Emissionen von Flugzeugtypen mit unbekannten Triebwerksemissionen einen Mittelwert aller bekannten Emissionen von Triebwerken heranzieht (Tab. 2.20 im Anhang, siehe auch Kapitel 2.2.4).

## 2.2.4 Schlußbemerkung zur Emissionsabschätzung

Aus den Darstellungen ist ersichtlich, daß die Emissionen des gesamtösterreichischen Flugverkehrs bei den Schadstoffen  $\text{CO}_2$  und  $\text{NO}_x$  anteilmäßig an den Gesamtemissionen in Österreich nicht zu vernachlässigen sind. Die emittierten Mengen an HC und CO sind jedoch bezogen auf die Gesamtemissionen in Österreich gering. Ein wesentlicher Anteil der durch den Flugverkehr in Österreich emittierten HC und CO fallen durch den LTO-Zyklus am VIE an. Bei  $\text{CO}_2$  und  $\text{NO}_x$  ist dieser Anteil gering.

Durch verbesserte Technologien im Flugzeug- und Triebwerksbau werden künftig weitere Emissions- und Kraftstoffverbrauchsminderungen möglich sein [22]. Durch die zunehmende Flugfrequenz werden diese Reduktionsmaßnahmen vermutlich deutlich überlagert werden. Laut Masterplan werden im Jahr 2000 am VIE etwa doppelt so viele Flugbewegungen wie im Jahr 1990 zu erwarten sein. Da eine Halbierung der Emissionen pro Flugzeug durch verbesserte Technologien nicht zu erwarten ist, werden die durch den Flugverkehr in Österreich verursachten Emissionen weiterhin ansteigen (siehe auch [23]). Insbesondere werden auch die Emissionen während des LTO-Zyklus am VIE unter Berücksichtigung der steigenden Flugbewegungen weiterhin zunehmen.

Nicht übersehen werden darf, daß alleine der Zubringerverkehr zum VIE deutlich höhere  $\text{NO}_x$ - und CO-Emissionen als der LTO-Zyklus am VIE aufweist.

## 2.3 IMMISSIONSSITUATION

### 2.3.1 Einleitung

Die für den VIE relevanten dauerregistrierenden Meßstellen sind die Meßstelle Fischamend (NL1), Schwechat (NL2) und Mannswörth (NL3). Als Referenzmeßstelle wurde zu Vergleichszwecken St. Leonhard (NL4) gewählt. Diese Meßstellen wurden nicht speziell für die Überprüfung des Flughafens Wien-Swechat eingerichtet, sondern sind Dauermeßstellen der Niederösterreichischen Landesregierung [16]. Die in den Klammern angeführten Kurzbezeichnungen dienen zur Orientierung der in Abb. 2.10. eingezeichneten Meßstellen. Folgende Daten sind für den Beobachtungszeitraum Jänner 1989 bis Juni 1991 vorhanden.

Fischamend (NL1):  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Temperatur

Swechat (NL2):  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , Ozon, Staub, Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Temperatur

Mannswörth (NL3):  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Temperatur

St. Leonhard (NL4):  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , Ozon, Windrichtung, Windgeschwindigkeit u. Temperatur

Diese Daten wurden vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung auf Diskette in Form von Rohdaten zur Verfügung gestellt und weiterverarbeitet.

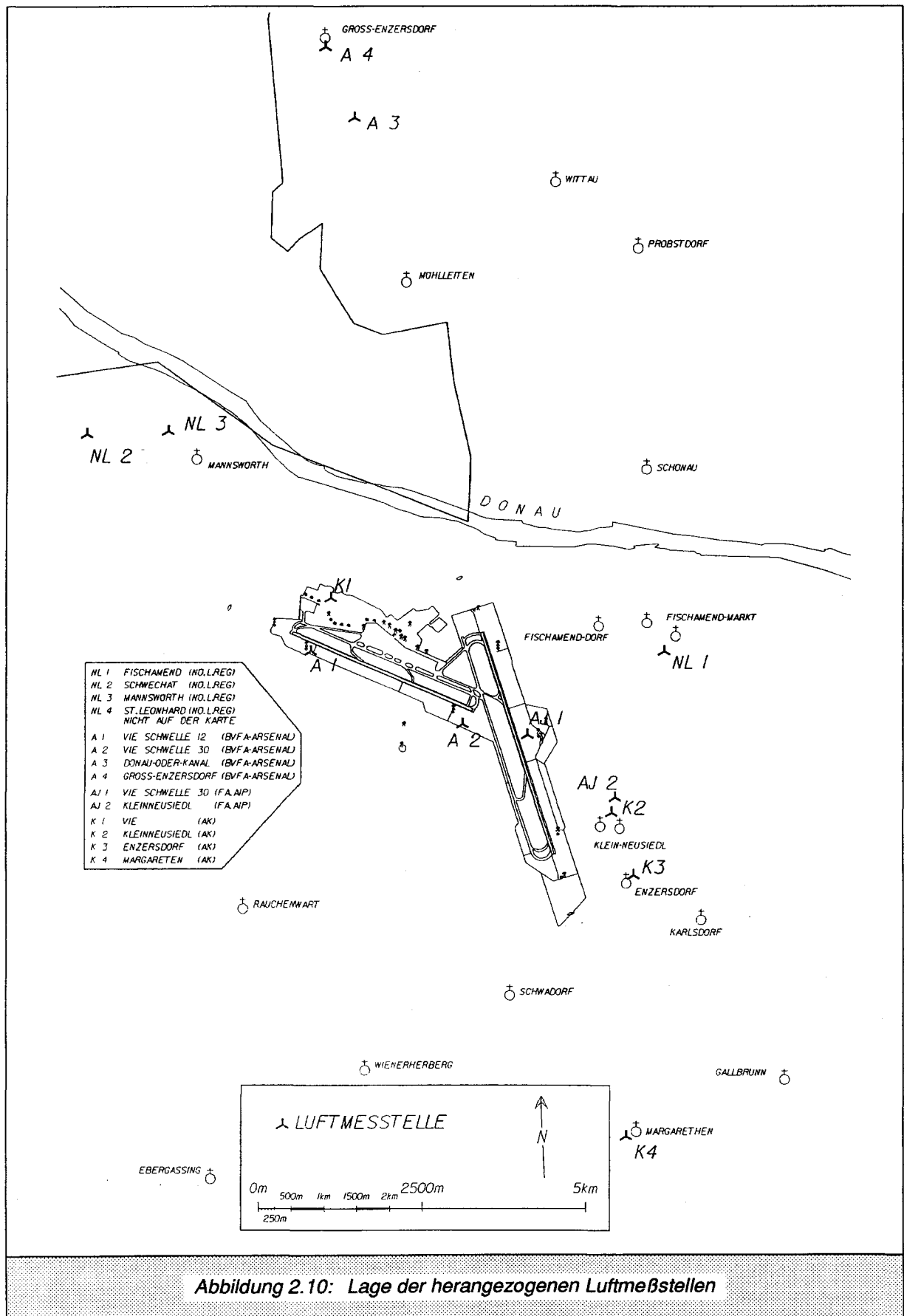


Abbildung 2.10: Lage der herangezogenen Luftmeßstellen

Weiters standen Messungen der BVFA-Arsenal [19] und der Firma AIP-D.I.Jakob [18] zur Verfügung. Diese Messungen wurden vom Flughafen Wien-Schwechat in Auftrag gegeben und in folgenden Zeiträumen durchgeführt:

**7.1.1986 – 23.5.1986 (BVFA Arsenal)**

- Standort (A1) – Flughafen Wien, Umfahrungsstraße Schwelle 12
- Standort (A2) – Flughafen Wien, Umfahrungsstraße Schwelle 30
- Standort (A3) – Donau-Oder-Kanal
- Standort (A4) – Großenzersdorf

**19.7.1989 – 29.9.1989 (BVFA Arsenal)**

- Standort (A1) – Flughafen Wien, Umfahrungsstraße Schwelle 12
- Standort (A2) – Flughafen Wien, Umfahrungsstraße Schwelle 30

**22.4.1991 – 17.6.1991 (Fa. AIP – DI A.Jakob)**

- Standort (AJ1) – Flughafen Wien, Piste
- Standort (AJ2) – Kleinneusiedl

Gemessen wurden jeweils NO, NO<sub>2</sub>, CO, HC, SO<sub>2</sub>, Formaldehyd, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) und meteorologische Parameter. Weiters werden die Immissionsmessungen der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Niederösterreich, die im Großraum Schwechat durchgeführt wurden (Standorte K1 bis K4), angeführt [17]. Ein Vergleich dieser Messungen untereinander ist nicht möglich, da sie zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgten. Da außerdem der Meßzeitraum zu kurz ist, dienen sie lediglich als Orientierung.

Schwechat (K1): ..... 23.4.1990 – 27.4.1990

Kleinneusiedl (K2): ..... 27.4.1990 – 4.5.1990

Enzersdorf an der Fischa (K3): ..... 4.5.1990 – 11.5.1990

Margarethen am Moos (K4): ..... 11.5.1990 – 16.5.1990

Gemessen wurden jeweils NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Ozon und Staub.

Die Daten der einzelnen Immissionsmessungen wurden mit der oben angeführten Hintergrundmeßstelle St. Leonhard (NL4) einerseits und mit folgenden Grenzwerten andererseits, verglichen [32].

**1. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der Vegetation**

Die entsprechenden Grenzwerte sind in der 2. Verordnung zum Forstgesetz über forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBl.Nr. 199/1984) festgelegt. Als Grenzwerte werden hierbei der Halbstundenmittelwert (HMW) und der Tagesmittelwert (TMW) bei SO<sub>2</sub> angegeben.

	TMW mg/m <sup>3</sup>	HMW mg/m <sup>3</sup>		
SO <sub>2</sub>	0,10	0,15	November–März	Fichte
	0,05	0,07	April–Oktober	Fichte
SO <sub>2</sub>	0,10	0,15	April–Oktober	Buche

Diese HMW beziehen sich auf das 97,5 Perzentil für die entsprechenden Zeiträume. Die zulässige Überschreitung des Grenzwertes, die sich aus der Perzentilregelung ergibt, darf höchstens 100 % des Grenzwertes betragen.

**2. Immissionsgrenzwerte zum Schutze des Menschen**

Die Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG betreffend die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Luftschadstoffe und über Maßnahmen zur Verringerung der Belastung der Umwelt, September 1987 beinhaltet folgende Grenzwerte.

	TMW mg/m <sup>3</sup> (ppm)	HMW mg/m <sup>3</sup> (ppm)	
SO <sub>2</sub>	0,20 (0,075)	0,20 (0,075)	darf 3x pro Tag bis max. 0,50 mg/m <sup>3</sup> überschritten werden
NO <sub>2</sub>		0,20 (0,105)	

	8MW mg/m <sup>3</sup> (ppm)	1MW mg/m <sup>3</sup> (ppm)
CO	10 (9)	40 (34)

### 3. Grenz- und Richtwerte für Ozon

Diese wurden von der österreichischen Akademie der Wissenschaften vorgeschlagen:

#### Immissionsgrenzwerte zum Schutz des Menschen

	8MW mg/m <sup>3</sup> (ppm)	HMW mg/m <sup>3</sup> (ppm)
O <sub>3</sub>	0,10 (50)	0,12 (60)

#### Immissionsgrenzwerte zum Schutz der Pflanzen

	8MW (9°–17°) mg/m <sup>3</sup> (ppb)	1MW mg/m <sup>3</sup> (ppb)	HMW mg/m <sup>3</sup> (ppb)
O <sub>3</sub>	0,06 (30)	0,15 (75)	0,30 (150)

Mittelwert der Vegetationsperiode (Mai–September) aller täglichen 7MW (9°–16°) 0,06 mg/m<sup>3</sup> bzw. 30 ppb.

Weiters schlug die Österreichische Akademie der Wissenschaften Warnwerte für Ozon vor, die nunmehr im Ozongesetz (BGBl. 210/92) festgeschrieben wurden.

	Warnwerte (3–Stunden–MW)		
	Vorwarnstufe mg/m <sup>3</sup> (ppb)	Warnstufe I mg/m <sup>3</sup> (ppb)	Warnstufe II mg/m <sup>3</sup> (ppb)
O <sub>3</sub>	0,200 (100)	0,300 (150)	0,400 (200)

## 2.3.2 Ergebnisse der Immissionsmessung

### 2.3.2.1 Immissionen des Schadstoffes SO<sub>2</sub>

#### 2.3.2.1.1 Messungen des Amtes der NÖ–Landesregierung

Die Ergebnisse der Auswertung der Daten der Niederösterreichischen Landesregierung erbrachten folgende Ergebnisse:



Tabelle 2.8: Monatsmittelwerte für SO<sub>2</sub> in mg/m<sup>3</sup>

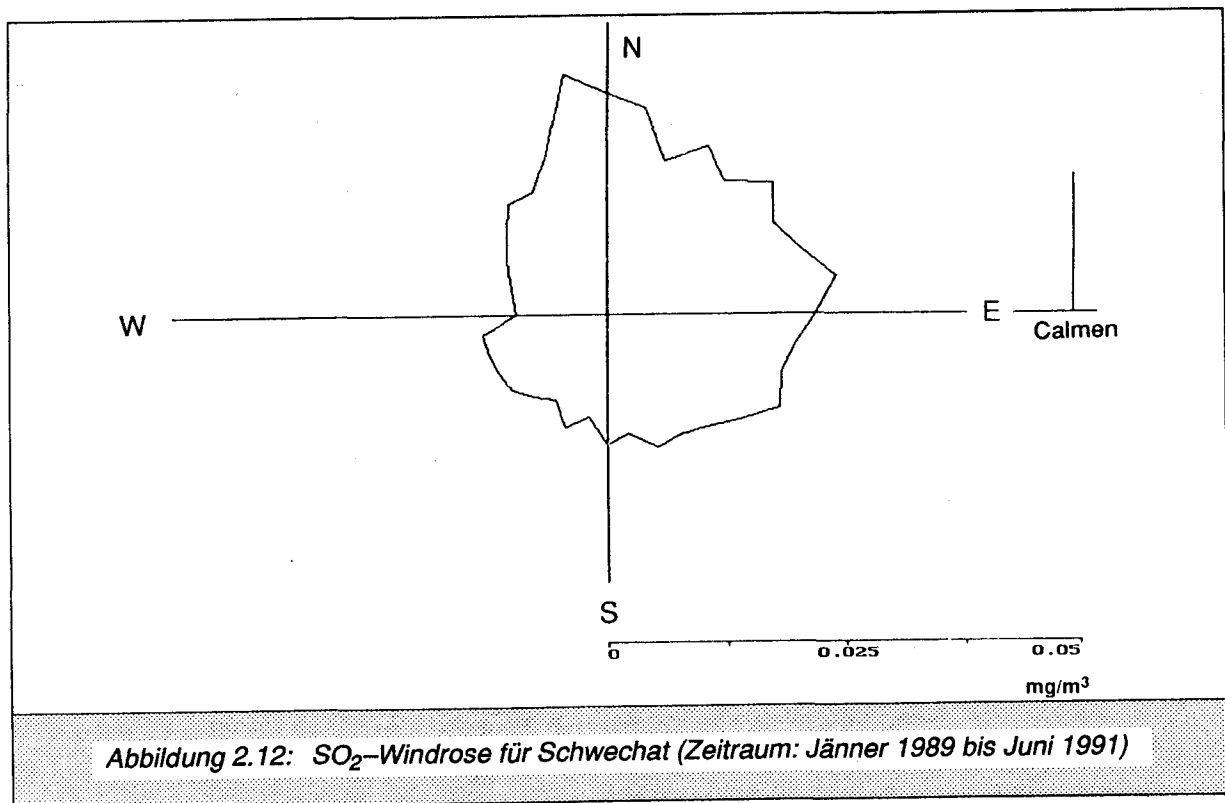
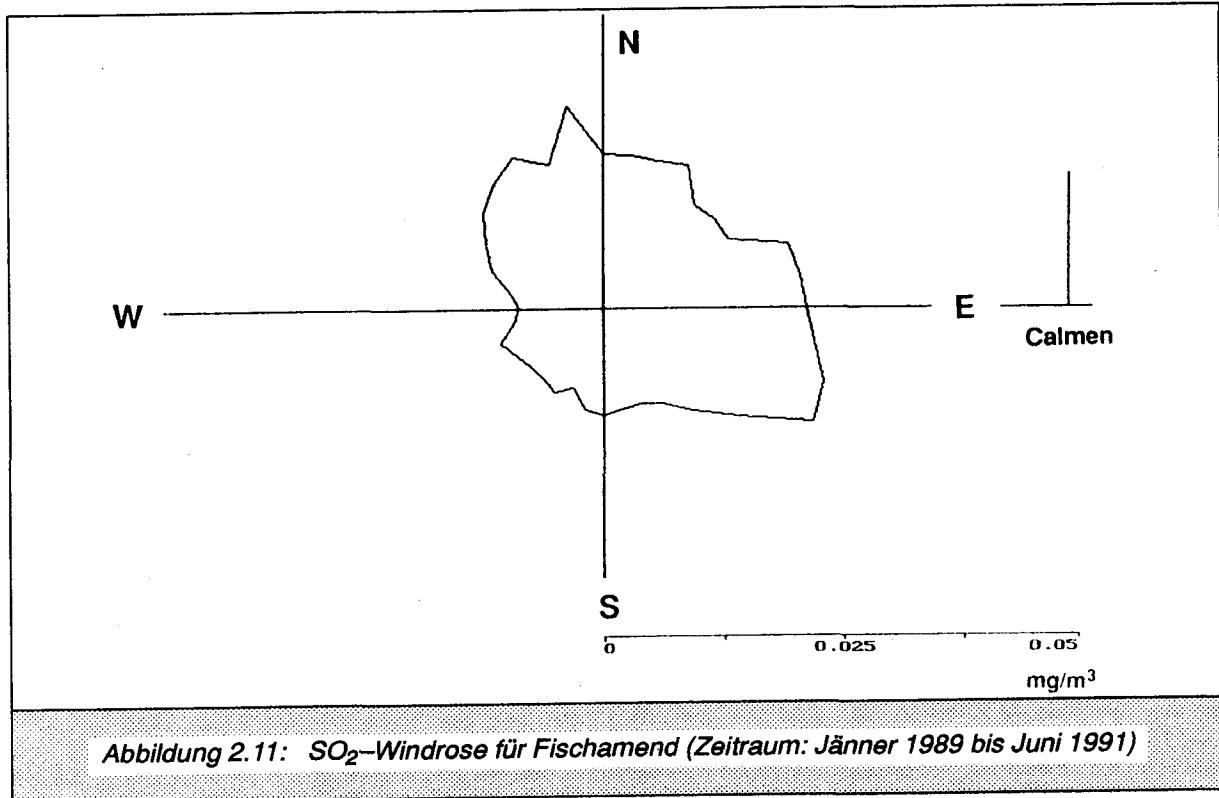
Zeltraum	Fischamend	Schwechat	Mannswörth	St.Leonhard
1.89	0,03	0,01	—	0,01
2.89	0,02	0,01	—	0,01
3.89	0,03	0,02	—	0,01
4.89	0,02	0,01	—	0,01
5.89	0,02	0,01	—	0,02
6.89	0,02	0,01	0,02	0,01
7.89	0,02	0,01	0,02	0,01
8.89	0,02	0,01	0,02	0,01
9.89	0,02	0,02	0,01	0,02
10.89	0,02	0,03	0,02	0,01
11.89	0,04	0,03	0,03	0,02
12.89	0,06*	0,04*	0,04	0,02
1.90	0,04	0,03	0,02	0,01
2.90	0,03	0,02	0,02	0,01
3.90	0,03	0,02	0,02	0,01
4.90	0,03	0,02	0,02	0,01
5.90	0,01	0,02	0,02	0,01
6.90	0,01	0,02	0,02	0,01
7.90	0,01	0,03	0,03	0,01
8.90	0,01	0,02	0,02	0,01
9.90	—	0,02	0,02	0,01
10.90	0,02	0,02	0,02	0,01
11.90	0,02	0,02	0,02	0,02
12.90	0,04	0,03	0,04	0,02
1.91	0,04	0,05*	0,04*	0,03
2.91	0,06	0,06	0,05	0,04
3.91	0,03	0,03	0,03	0,02
4.91	0,02	0,02	0,03	0,01
5.91	0,02	0,02	0,03	0,01
6.91	0,01	0,04	0,02	0,01

\* Überschreitungen des SO<sub>2</sub>-Grenzwertes für den Halbstundenmittelwert nach Vereinbarung gemäß B-VG Art. 15a traten auf.

Überschreitungen der SO<sub>2</sub>-Grenzwerte gemäß der 2. Verordnung für forstschädliche Luftverunreinigungen für die Indikatorbaumart Buche (repräsentativ für Laubwald) traten im Untersuchungszeitraum nicht auf.

Generell zeigt sich, daß erwartungsgemäß in der Winterperiode (Hausbrand) die Monatsmittelwerte höher liegen als im Sommer. Die Höhe der gemessenen SO<sub>2</sub>-Immissionen der Meßstellen um den VIE ist ähnlich. Die Monatsmittelwerte liegen etwa doppelt so hoch wie an der Hintergrundmeßstelle in St. Leonhard. Wie bereits im Kapitel 2.2 (Emissionen) erwähnt wurde, stellt der Flugverkehr keinen nennenswerten SO<sub>2</sub>-Emittenten dar. Schwefel ist nur zu einem sehr geringen Prozentsatz im Flugturbinenkraftstoff (Kerosin) enthalten. Auch durch Heizungsstätigkeiten des VIE sind am Flughafengelände keine SO<sub>2</sub>-Emissionen zu erwarten, da dieser Betrieb an das Fernwärmenetz angeschlossen ist.

In den Abb. 2.11 bis 2.14 sind die Windrosen für  $\text{SO}_2$  der vier Meßstellen dargestellt. Wie ersichtlich, ist die Abhängigkeit erhöhter  $\text{SO}_2$ -Werte nicht sehr windrichtungsabhängig. In Fischamend und Schwechat sind bei Ost- und Nord-Winden höhere Konzentrationen zu erwarten, während in Mannswörth höhere  $\text{SO}_2$ -Werte eher bei nördlichen Winden auftreten.



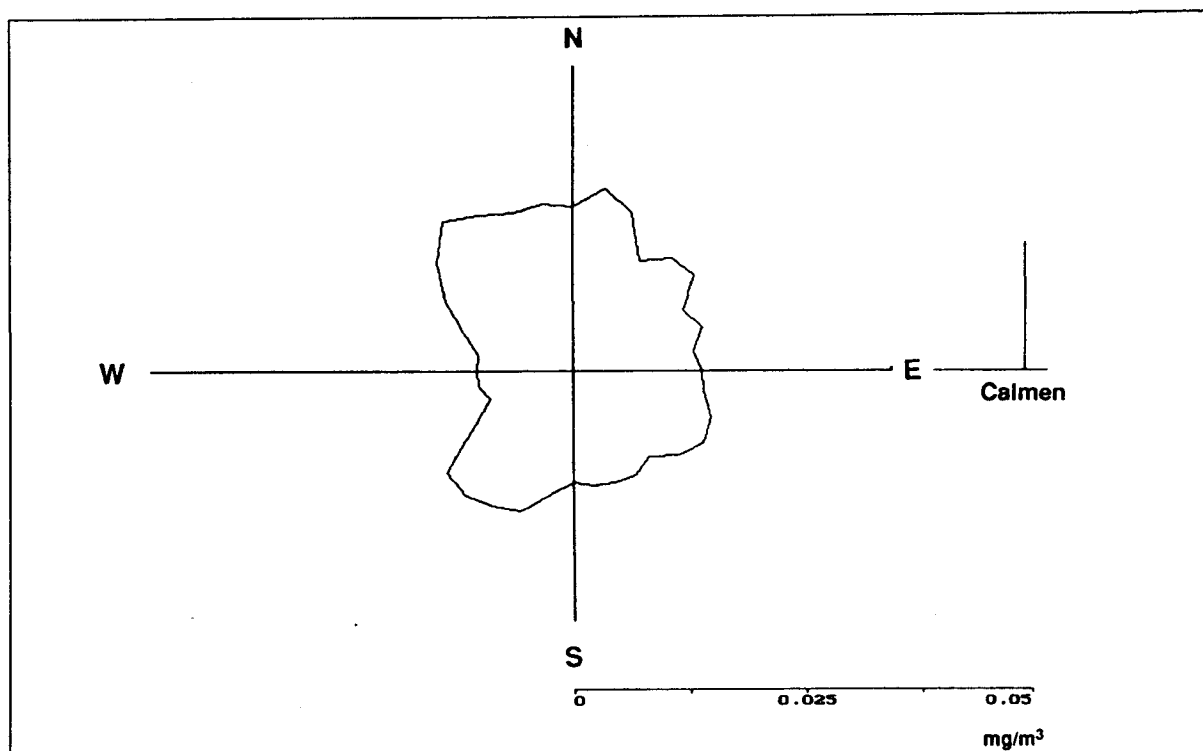


Abbildung 2.13: SO<sub>2</sub>-Windrose für Mannswörth (Zeitraum: Jänner 1989 bis Juni 1991)

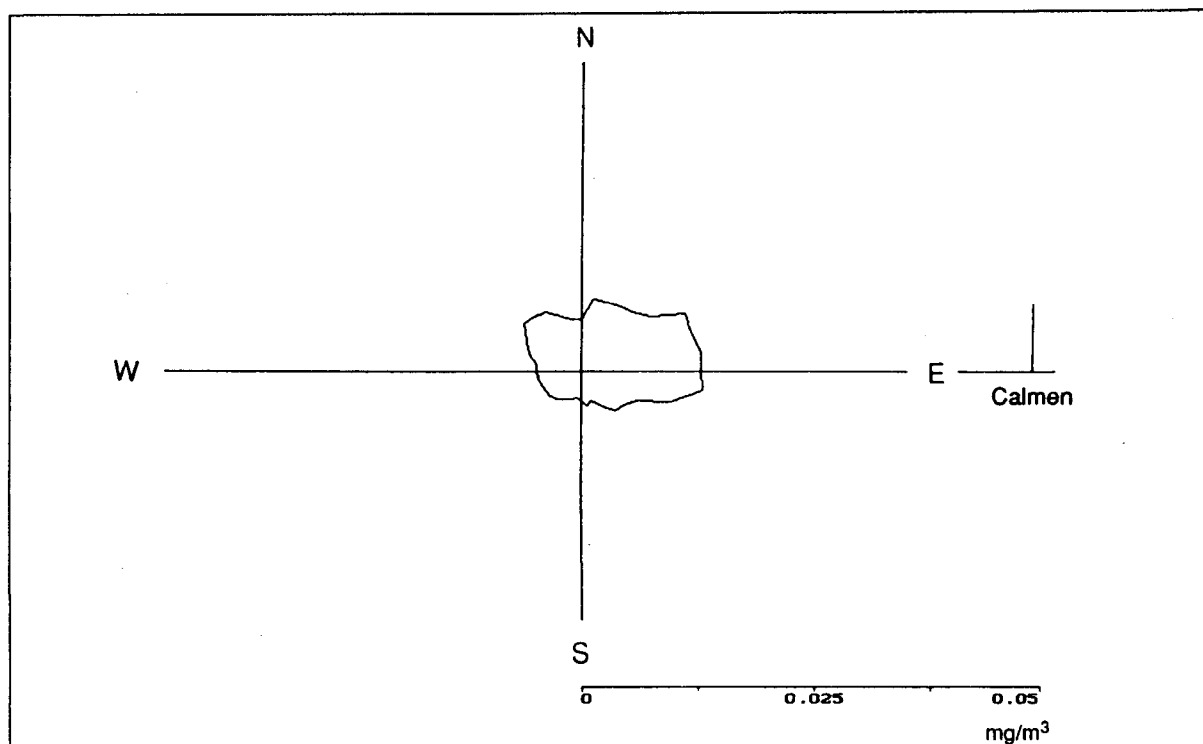


Abbildung 2.14: SO<sub>2</sub>-Windrose für St. Leonhard (Zeitraum: Jänner 1989 bis Juni 1991)

### 2.3.2.1.2 Messungen der BVFA–Arsenal und der Firma AIP

Aus den Daten der BVFA Arsenal ergibt sich ein Mittelwert von  $0,01 \text{ mg/m}^3$  für die Meßperiode im Jahr 1989. Dies entspricht in etwa den in der Meßzeit festgestellten Monatsmittelwerten an der Hintergrundmeßstelle St. Leonhard (Tab. 2.8); im Jahr 1986 wurden im Vergleich dazu höhere Werte gemessen. Dies läßt sich dadurch erklären, daß die Messungen im Jahr 1986 im Gegensatz zum Jahr 1989 während der Heizperiode durchgeführt wurden und der Hausbrand einen wesentlichen Beitrag zur  $\text{SO}_2$ –Emission liefert. Aufgrund der windabhängigen Auswertung ließ sich ein Zusammenhang mit dem Flugverkehr nicht feststellen.

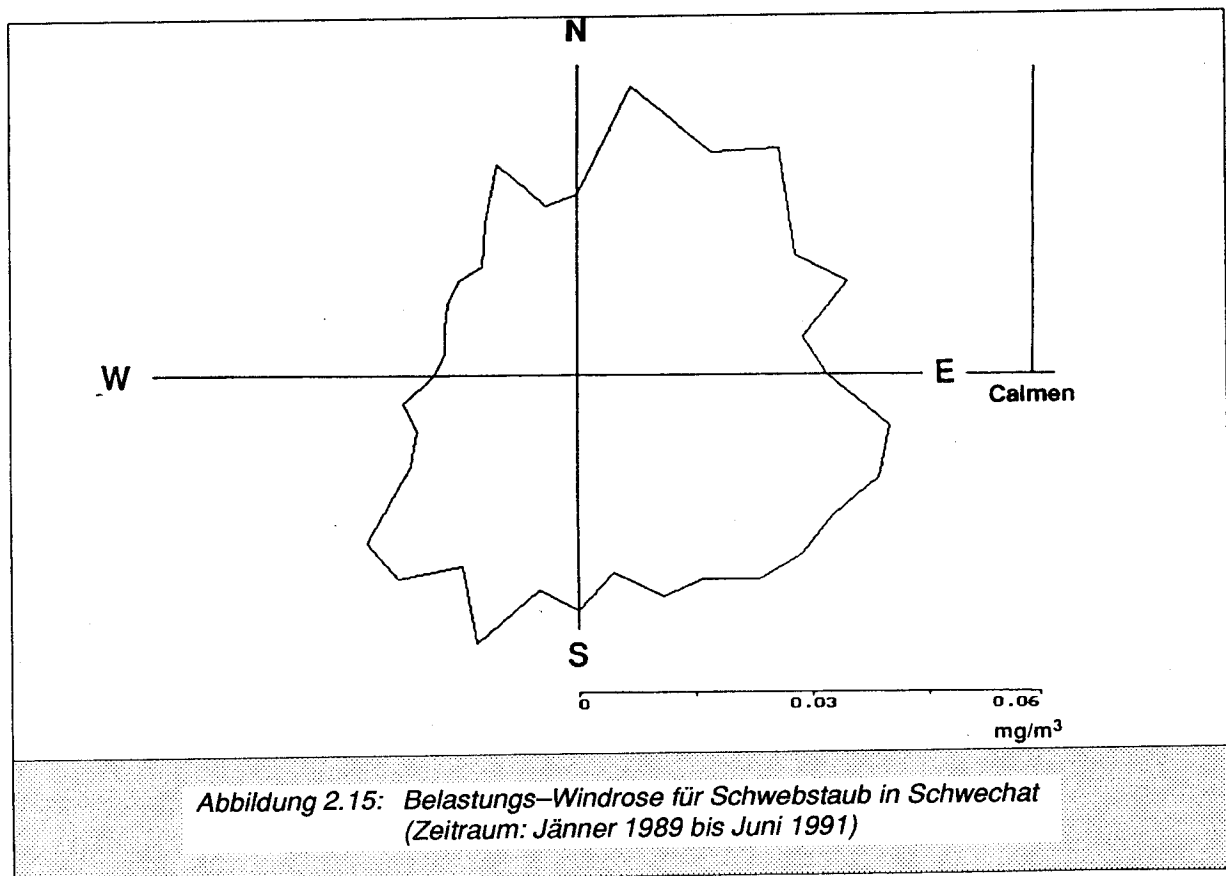
### 2.3.2.1.3 Messungen der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Niederösterreich

Während des Meßzeitraumes der Kammer für Arbeiter und Angestellte wurden an allen vier Meßstellen die Grenzwerte nach Vereinbarung gemäß B–VG, Art. 15a eingehalten. Ein Vergleich der einzelnen Meßstellen untereinander ist wegen unterschiedlicher Meßzeiträume nur bedingt möglich.

## 2.3.2.2 Immissionen von Schwebstaub

### 2.3.2.2.1 Messungen des Amtes der NÖ–Landesregierung

Meßwerte für die Schwebstaubbelastung gibt es nur für die Meßstelle Schwechat. Abb. 2.15 zeigt die Belastungs–Windrose für Staub in Schwechat. Wie ersichtlich, ist die Staubbeltung bei West–Winden am geringsten. Da die Meßstelle (NL2) im Ortsgebiet von Schwechat und somit weit entfernt vom Flughafen liegt, liefert der VIE keinen meßtechnisch nachweisbaren Beitrag zur Schwebstaubbelastung der Meßstelle Schwechat.



### 2.3.2.2.2 Messungen der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Niederösterreich

Die Messungen ergaben, daß während des Meßzeitraumes an allen Meßstellen der Grenzwert für den Tagesmittelwert des NÖ Luftreinhaltegesetzes von  $0,20 \text{ mg/m}^3$  eingehalten wurde. Der an der Meßstelle Schwechat/Flughafen im Meßzeitraum festgestellte höchste TMW für Staub betrug  $0,02 \text{ mg/m}^3$ . Das bedeutet, daß die Staubbelastung im erhobenen Zeitraum jener von Hintergrundgebieten entspricht.

### 2.3.2.2.3 Vergleich mit anderen Untersuchungen

Am Flughafen Kopenhagen wurden an den 3 Meßstellen im Mittel Schwebstaubgehalte zwischen rund  $0,05$  und  $0,07 \text{ mg/m}^3$  bestimmt [27]. Diese Gehalte liegen etwas höher als jene, die während der Meßserie der Kammer für Arbeiter und Angestellte am Flughafen Wien–Schwechat (siehe Kap. 2.3.2.2.2) bestimmt wurden, wobei angemerkt werden muß, daß durch relativ hohe Windgeschwindigkeiten während dieser Meßserie die gemessene Schwebstaubkonzentration vermutlich nicht der durchschnittlichen Belastung entspricht.

## 2.3.2.3 Immissionen des Schadstoffes $\text{NO}_x$

### 2.3.2.3.1 Messungen der NÖ–Landesregierung

Erwartungsgemäß sind die Meßwerte an der Hintergrundmeßstelle St. Leonhard meist am niedrigsten. Die höchsten Monatsmittelwerte für den Untersuchungszeitraum weist die Meßstation Schwechat auf. Generell liegen die Werte in der Winterperiode höher als in den Sommermonaten. Grenzwertüberschreitungen gab es im Dezember 1989 an der Meßstelle Schwechat.

Die Auswertung der Daten der Meßstellen der Niederösterreichischen Landesregierung ergab folgende Monatsmittelwerte der Stickoxide für den Untersuchungszeitraum (siehe Tab. 2.9).

Die Auswertung der windrichtungsabhängigen Schadstoffausbreitung während des Meßzeitraumes wird in den folgenden Abbildungen dargestellt. Dabei werden die Mittelwerte der gemessenen HMW, die jeweils bei Winden aus den einzelnen Richtungen auftreten, gebildet und diese jeweils zur entsprechenden Windrichtung aufgetragen. Weiters werden die Schadstoffimmissionen bei Calmen (Windstille) in Form eines Balkens angegeben. Mit dieser Art der Darstellung läßt sich die ungefähre Lage potenter Emittenten orten.

Die Windrichtungen des höchsten Mittelwertes in Fischamend für NO sind Südwest– bzw. Nordost–Winde. Ähnlich liegen die Verhältnisse für  $\text{NO}_2$ , wenn auch die Richtungen nicht so stark ausgeprägt sind (Abb. 2.16 und 2.17).

Standort der Meßstelle: Ebene, Agrarland. In der näheren Umgebung gibt es keine verkehrsreichen Straßen.

Für Schwechat läßt sich eindeutig eine ausgeprägte Südwest–Windrichtung für höhere Mittelwerte an NO erkennen. Dies gilt auch für  $\text{NO}_2$ , wenngleich die Richtungsabhängigkeit höherer Belastungen nicht so stark ausgeprägt ist. Für beide Stoffe treten auch bei Calmen vergleichsweise zu den einzelnen Windrichtungen hohe Mittelwerte auf (Abb. 2.18 und 2.19). Daß Schwechat von allen vier Meßstellen während des Beobachtungszeitraumes die höchsten Mittelwerte an NO und  $\text{NO}_2$  aufweist, hängt damit zusammen, daß die Meßstelle im Stadtgebiet von Schwechat liegt und durch den Kfz–Verkehr bedingt, höhere Meßergebnisse liefert.

Die Meßstelle St. Leonhard weist die niedrigsten Werte der vier Meßstellen während der Beobachtungszeit auf, die Meßwerte von NO und  $\text{NO}_2$  zeigen keine Windrichtungsabhängigkeit, sie sind relativ gleichmäßig verteilt (Abb. 2.22 und 2.23).

Die höchsten Mittelwerte an NO ergeben sich in Mannswörth bei Winden aus westlicher Richtung bzw. auch bei Calmen. Bei  $\text{NO}_2$  läßt sich keine eindeutige Richtungsabhängigkeit feststel-

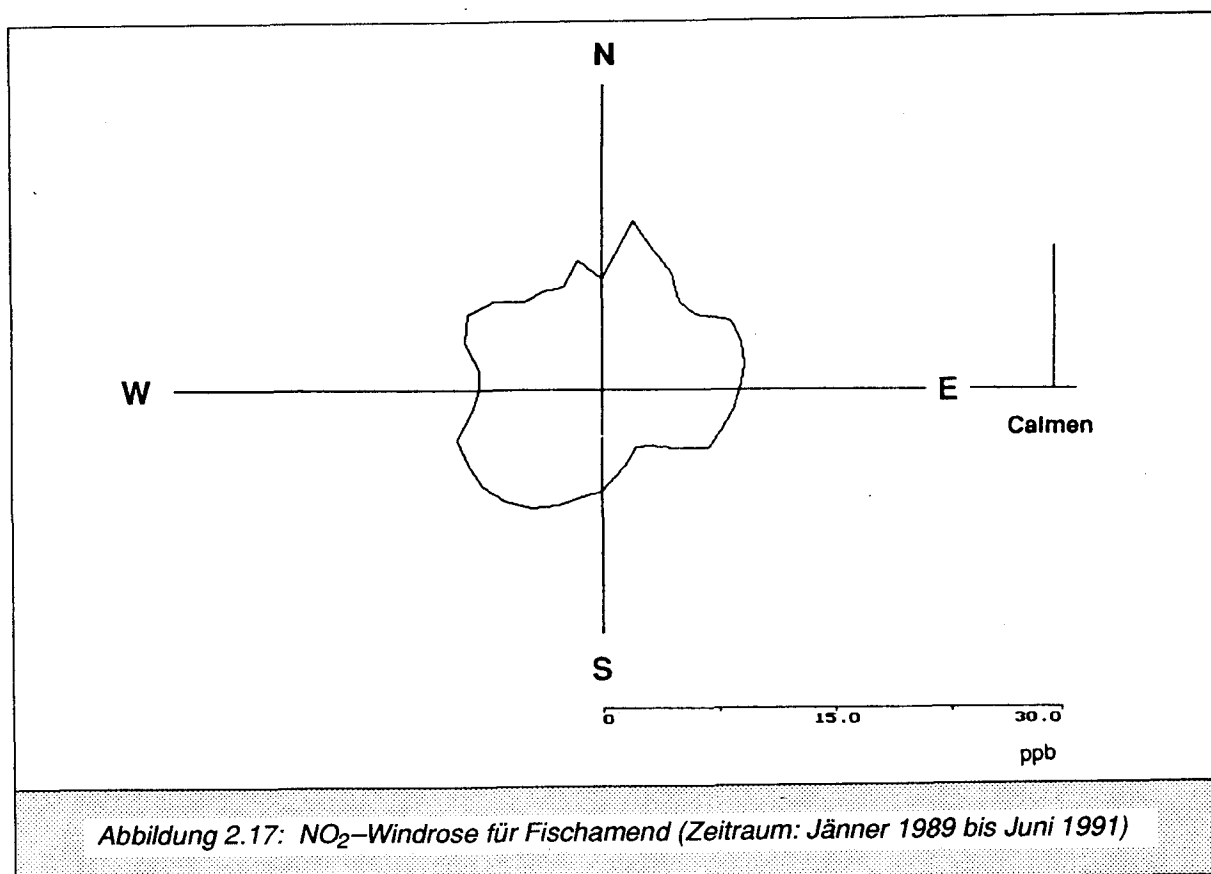
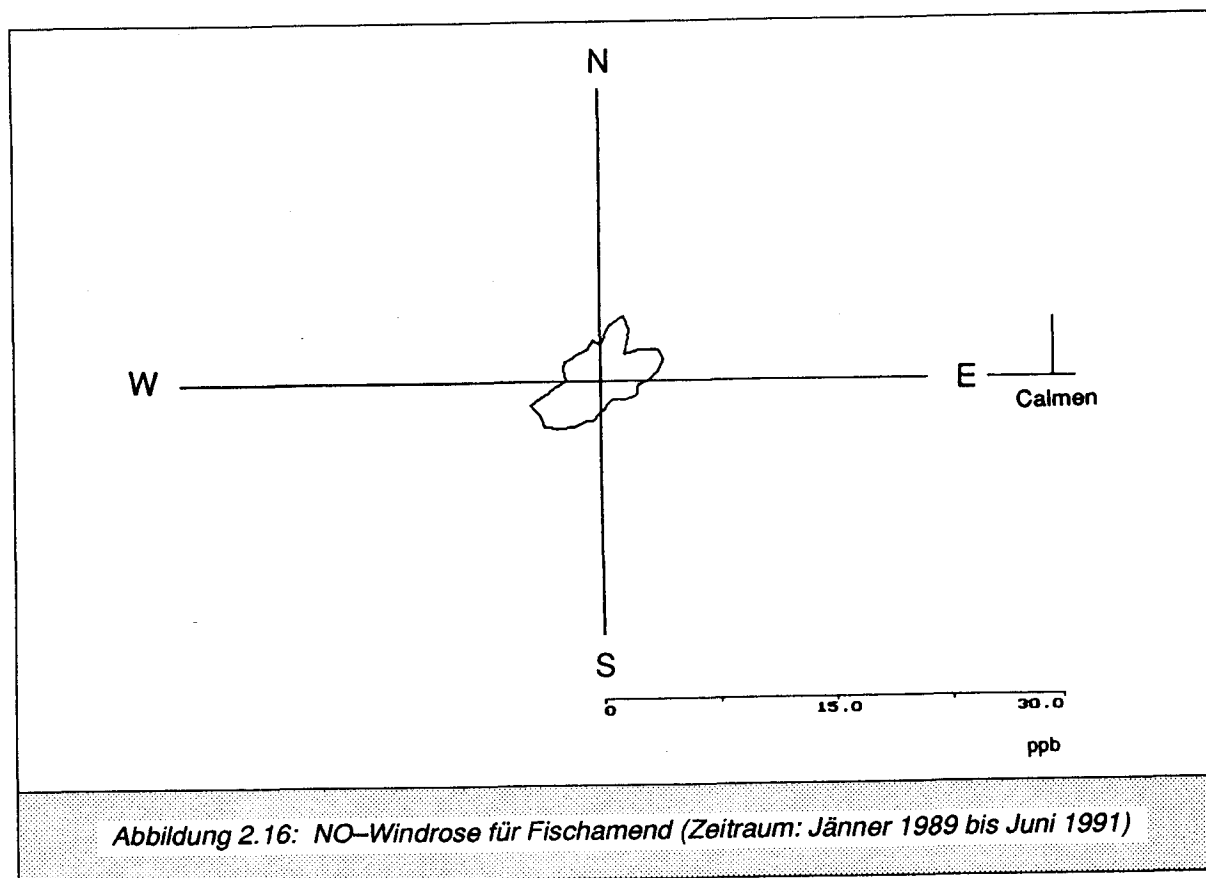
len (Abb. 2.20 und 2.21). Da die Meßstelle Mannswörth westlich vom VIE liegt, kann man die ausgeprägte W-Richtung höherer NO-Mittelwerte nicht mit dem Flughafen in Zusammenhang bringen.

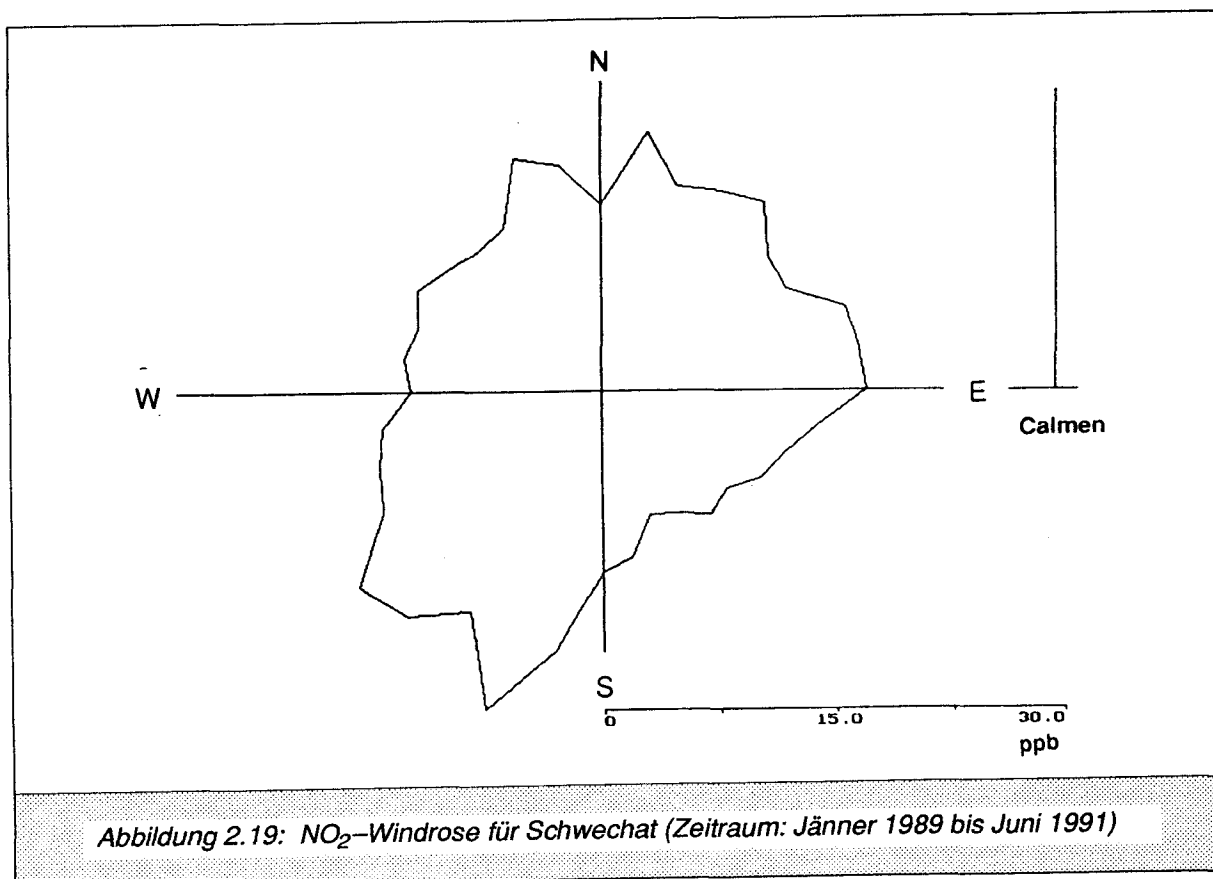
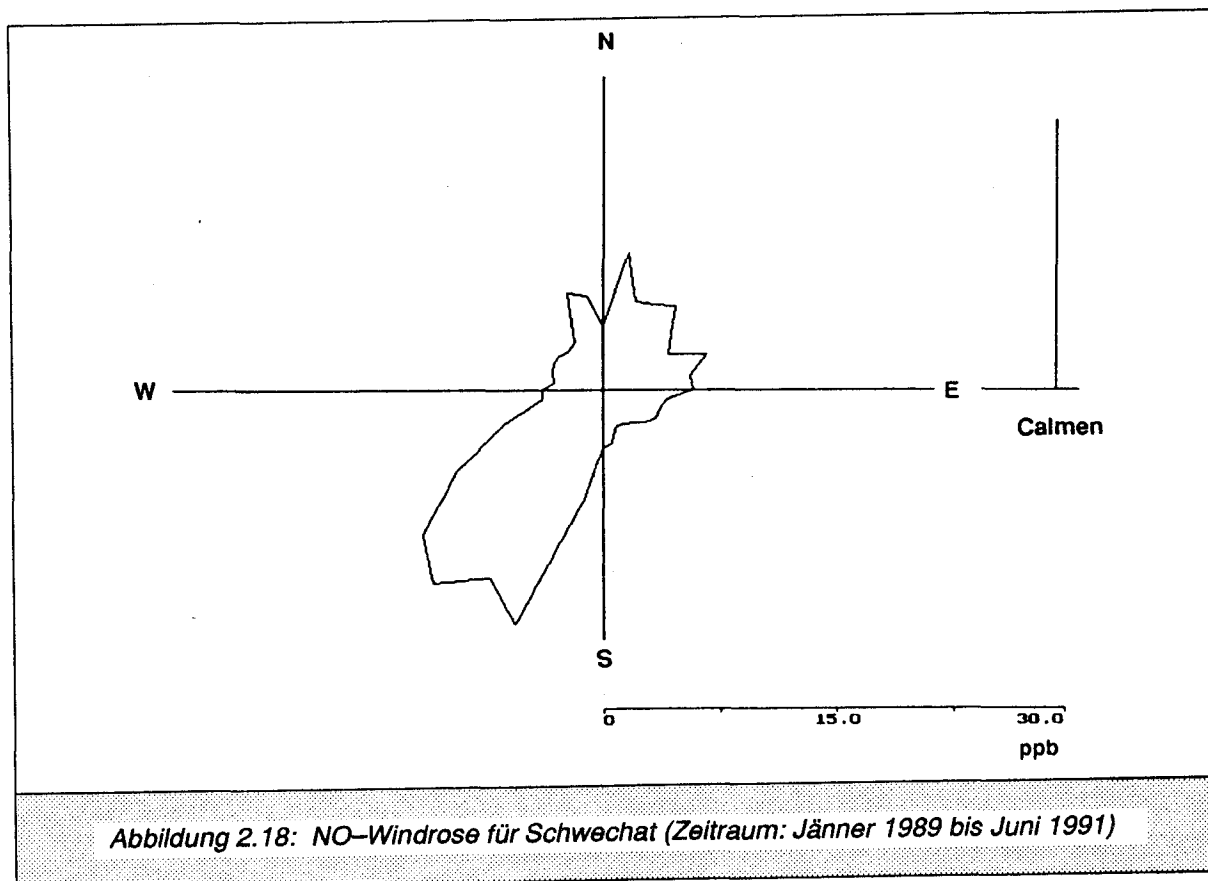
Ebenso fällt bei den anderen Meßstellen der Flughafen als Ursache für erhöhte NO<sub>x</sub>-Werte (NO und NO<sub>2</sub>) lagebedingt aus (siehe auch Abb. 2.10). Daß in Fischamend die NO<sub>x</sub>-Werte unter anderem bei Südwest-Windrichtungen höher liegen als bei anderen Richtungen dürfte jedenfalls vorrangig anderen Ursachen zuzuschreiben sein, da die westlich des VIE gelegenen Meßstellen Schwechat und Mannswörth ebenso bei Winden aus diesen Richtungen ausgeprägt höhere NO<sub>x</sub>-Belastungen aufweisen.

Tabelle 2.9: Monatsmittelwerte von NO/NO<sub>2</sub> in ppb

Zeitraum	Fischamend	Schwechat	Mannswörth	St. Leonhard
1.89	6/15	16/12	—/—	3/9
2.89	5/9	12/16	—/—	2/7
3.89	4/12	5/31	—/—	2/5
4.89	3/8	8/24	—/—	3/4
5.89	2/7	4/20	—/—	3/2
6.89	2/8	7/18	11/20	3/5
7.89	1/7	8/15	5/19	3/3
8.89	2/8	10/17	6/23	3/3
9.89	4/8	19/25	11/18	3/5
10.89	6/9	33/32	18/19	2/6
11.89	7/13	25/28	17/18	3/8
12.89	12/15	44/35*	26/16	3/9
1.90	5/13	20/29	17/9	2/6
2.90	3/12	24/32	16/9	2/5
3.90	3/14	18/28	11/18	3/6
4.90	3/10	7/21	6/16	2/5
5.90	2/6	7/17	5/15	3/4
6.90	3/8	4/15	4/15	5/5
7.90	3/13	5/21	5/16	8/4
8.90	2/12	4/20	4/16	4/8
9.90	5/12	8/19	8/18	4/8
10.90	4/11	16/19	8/16	4/9
11.90	6/14	17/21	13/11	4/11
12.90	7/13	16/19	13/11	4/14
1.91	8/18	33/21	30/11	4/13
2.91	5/20	17/24	17/24*	4/10
3.91	4/16	13/17	16/22	2/8
4.91	4/13	12/16	11/22	1/7
5.91	3/10	3/18	5/14	1/6
6.91	2/6	5/22	5/13	1/4

\* Überschreitungen des HMW-Grenzwertes der Immissionsschutzvereinbarung für NO<sub>2</sub> (105 ppb) traten auf.







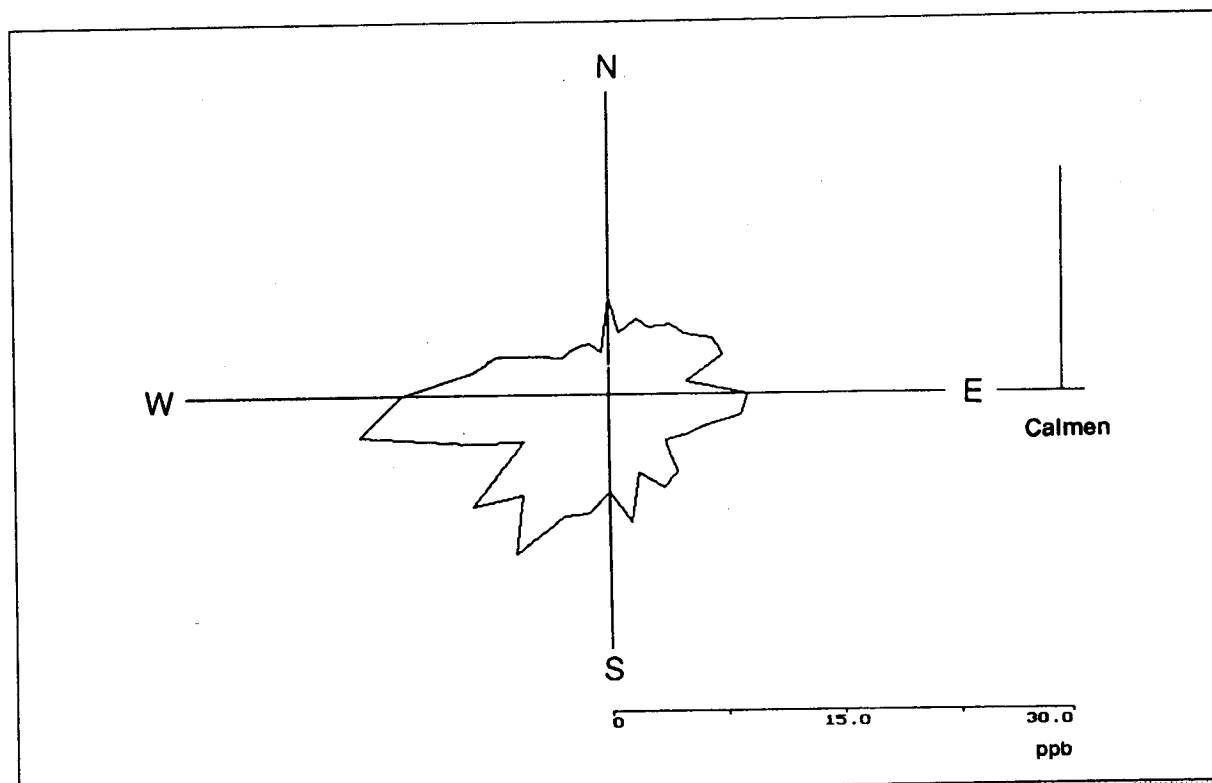


Abbildung 2.20: NO-Windrose für Mannswörth (Zeitraum: Jänner 1989 bis Juni 1991)

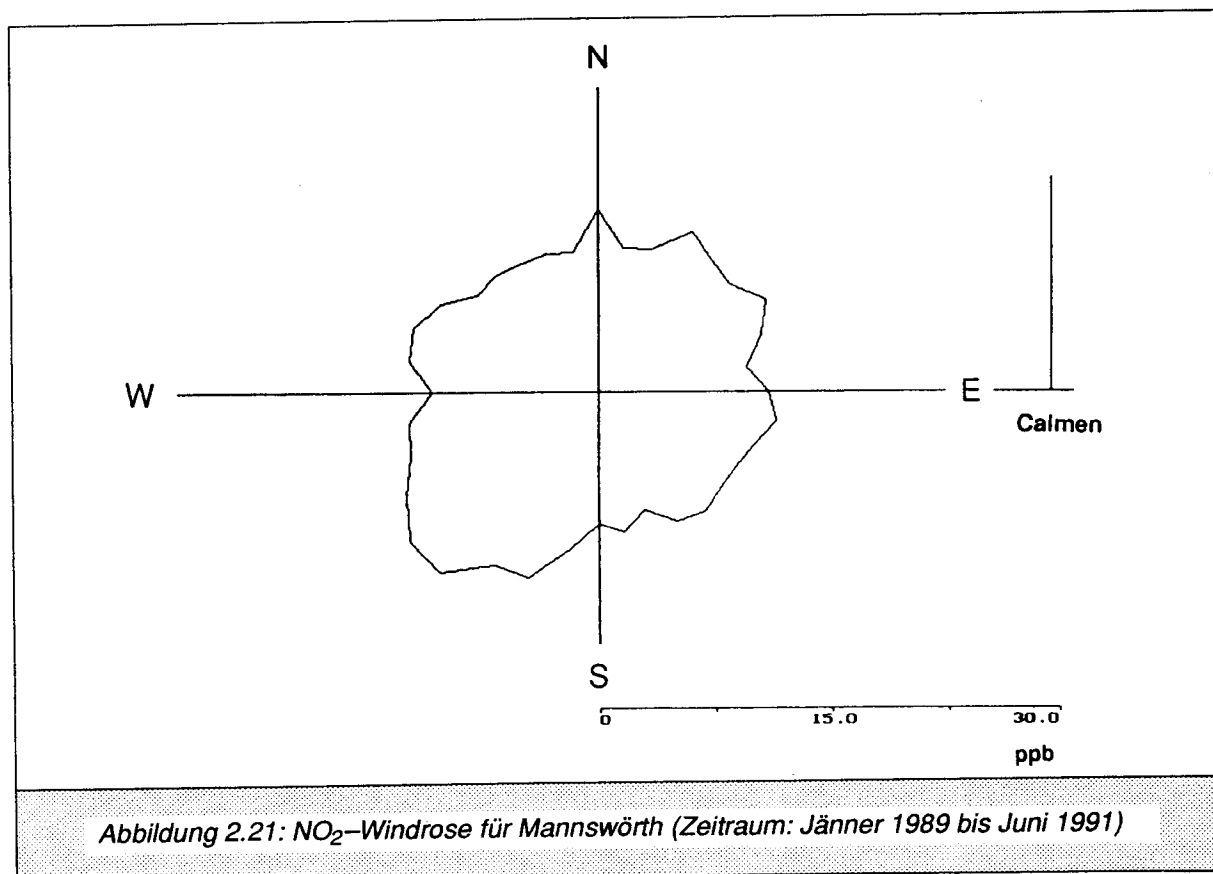
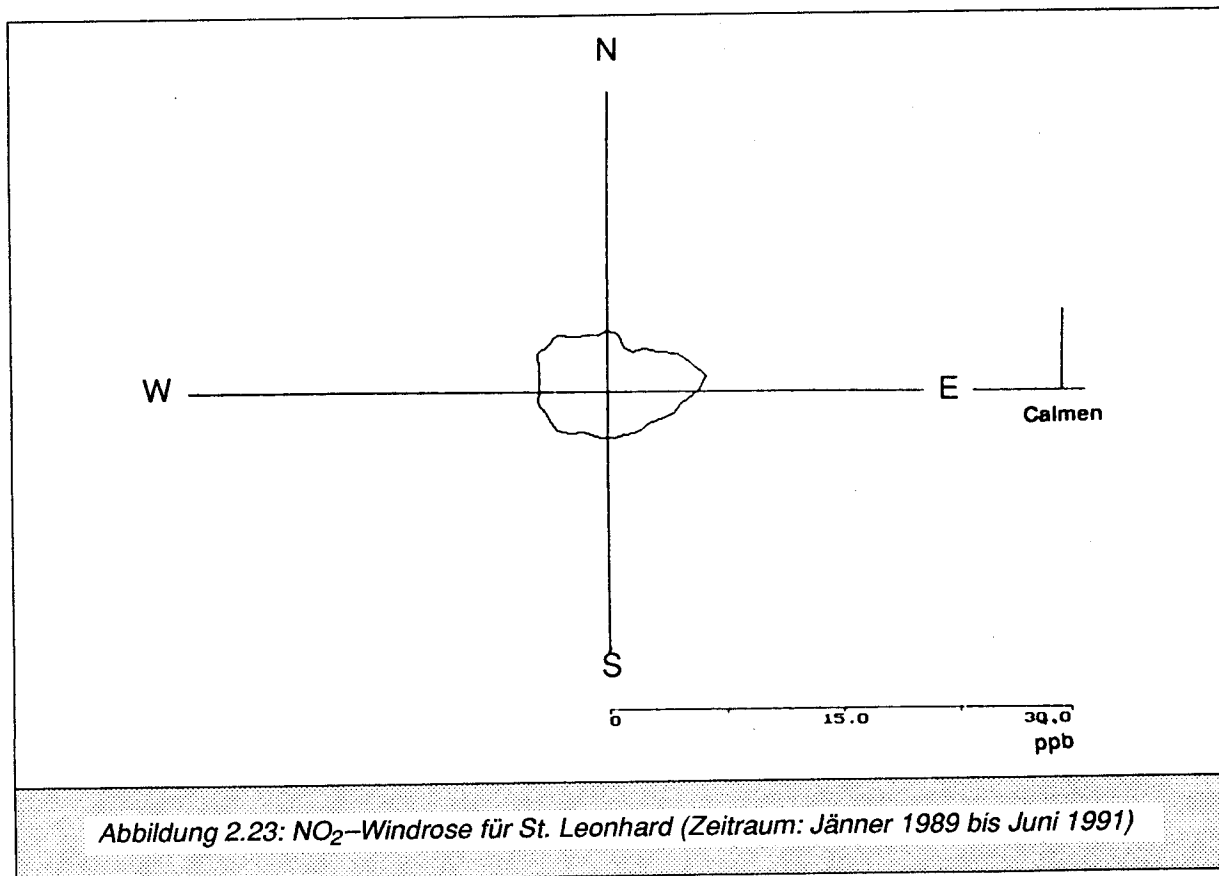
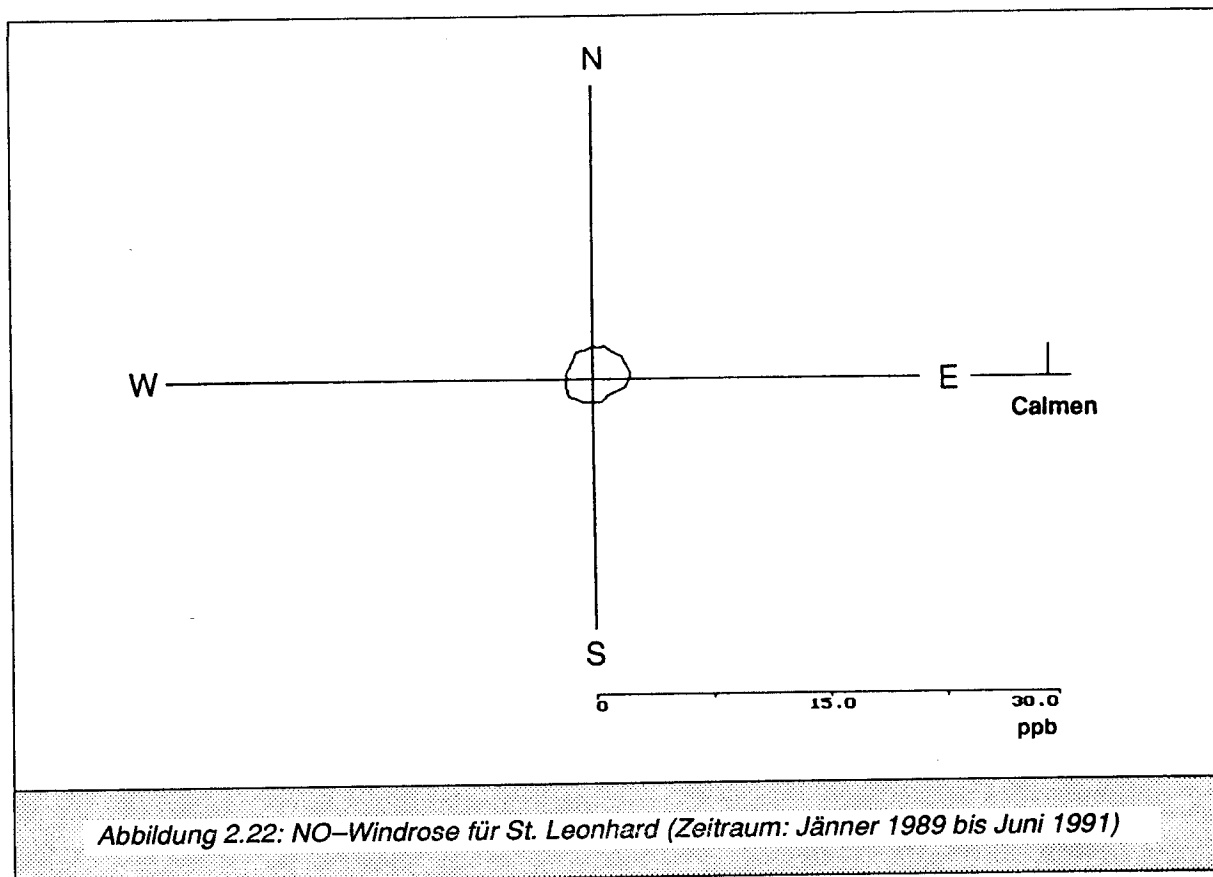


Abbildung 2.21: NO<sub>2</sub>-Windrose für Mannswörth (Zeitraum: Jänner 1989 bis Juni 1991)



### 2.3.2.3.2. Messungen der BVFA-Arsenal und der Firma AIP

Während der einzelnen Meßereignisse konnte ein eindeutiger Einfluß des Flughafens nicht nachgewiesen werden. Bei Schwelle 30 (Meßstelle A2) traten 1986 fallweise kurzzeitige HMW-Spitzenwerte von etwa 100 bis 200 ppb  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ) mit einem hohen Anteil von über 80 %  $\text{NO}$  auf. Diese Spitzenwerte könnten durch Emissionen von startenden oder landenden Flugzeugen verursacht worden sein. Durch das seltene Auftreten war aber eine eindeutige Zuordnung zum Flugverkehr nicht möglich.

Die mittlere  $\text{NO}_x$ -Konzentration am Flughafen sowie am Donau-Oder-Kanal (A3), abseits von nennenswertem Kfz-Verkehr, betrug während der Meßserie 1986 20 ppb gegenüber 40 ppb im starkbefahrenen Ortszentrum von Großenzersdorf (A4).

Während der Meßperiode 1989 lagen die mittleren  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ )-HMW an den beiden Meßstellen (A1) und (A2) bei jeweils 30 ppb. Die maximalen HMW lagen wiederum zwischen 100 und 200 ppb  $\text{NO}_x$ . Nennenswerte kurzzeitige  $\text{NO}_x$ -Spitzenkonzentrationen, die auf startende oder landende Flugzeuge zurückgeführt werden könnten, wurden während dieser Meßperiode praktisch nicht festgestellt. Daß der Anteil von  $\text{NO}_2$  an der Gesamtmenge der  $\text{NO}_x$  im Mittel höher ist, spricht für weiter entfernt liegende Emittenten als vorrangige Verursacher der Belastung.

Die mittleren HMW von rund 20 ppb  $\text{NO}_x$  (1986) bzw. rund 30 ppb (1989) während der Meßzeiträume am VIE entsprechen weitgehend den Monatsmittelwerten, die an den im Umkreis vom Flughafen gelegenen Meßstellen der NÖ-Landesregierung auftraten. In den Monaten Juli, August und September 1989 – dieser Zeitraum entspricht in etwa der zweiten Meßserie am VIE von der BVFA Arsenal im Jahr 1989 – lagen die gefundenen mittleren  $\text{NO}_x$ -HMW an den Meßstellen

Fischamend (NL1)	..... zwischen	8 und 12 ppb
Schwechat (NL2)	..... zwischen	23 und 44 ppb
Mannswörth (NL3)	..... zwischen	24 und 29 ppb
St. Leonhard (NL4)	..... zwischen	6 und 8 ppb
Wien, Hohe Warte [38]	..... zwischen	22 und 54 ppb.

Damit wird deutlich, daß die am VIE gefundenen Werte im Mittel höher liegen als an unbelasteten Hintergrundmeßstellen (vergleiche St. Leonhard). Die  $\text{NO}_x$ -Belastung am VIE war in diesem Zeitraum in etwa vergleichbar mit jener in Schwechat, Mannswörth und Wien (Hohe Warte).

Während der Messungen im Jahre 1991 konnten im Monat Mai bei der Meßstelle im Flughafengelände (AJ1) auffällig erhöhte  $\text{NO}$ - und  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen festgestellt werden. Eine Erhöhung der  $\text{NO}$ - und  $\text{NO}_2$ -Werte konnte in diesem Zeitraum weder an der Meßstelle Kleinneusiedel (AJ2) noch an den umliegenden Meßstellen der NÖ. Landesregierung festgestellt werden. Eine Überprüfung dieser erhöhten  $\text{NO}_x$ -Werte mit den Flugbewegungen ergab, daß diese in den Nachtstunden außerhalb des Flugverkehrs auftraten, sodaß sie nicht auf diesen zurückgeführt werden konnten.

### 2.3.2.3.3 Messungen der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Niederösterreich.

In den Meßzeiträumen traten an keiner der vier Meßstellen Überschreitungen der in der Immissionsschutzvereinbarung vorgeschriebenen Grenzwerte für  $\text{NO}_2$  auf. Die Meßergebnisse der einzelnen Meßstellen sind nur bedingt vergleichbar, da die Meßzeiträume unterschiedlich waren. Die maximalen  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ )-HMW waren an den Meßstellen Kleinneusiedel (K2) und Enzersdorf (K3) höher als am Flughafengelände Wien Schwechat (K1) und in Margarethen am Moos (K4), wo die  $\text{NO}_x$ -Belastung sehr gering war. Der überwiegende Anteil von  $\text{NO}$  an diesen Maximalwerten läßt auf lokale Emissionsergebnisse als Ursache schließen. Speziell für die Meßstelle Enzersdorf/Fischa (K3) wurden die Spitzen dem Berufsverkehr zugeordnet. Aber auch für Kleinneusiedel wurde vermutet, daß der Berufsverkehr für die größere Belastung verantwortlich ist.

Für diese Meßstelle, aber auch für die Meßstelle Flughafen Wien–Schwechat und Margarethen am Moos ließen die geringen Anteile von NO an den gefundenen NO<sub>x</sub>-Konzentrationen einen Einfluß von weiter entfernten Quellen vermuten.

#### 2.3.2.3.4 Vergleich mit anderen Untersuchungen

Untersuchungen am Flughafen Düsseldorf 1982–1989, Anzahl der Bewegungen 152.000.

Der Bereich der Monatsmittelwerte (MMW) für die Einzelkomponenten NO bzw. NO<sub>2</sub> in den Jahren 1982–1989 an den Meßorten im Nahbereich der Landebahnen des Düsseldorfer Flughafens sind der Tab. 2.10 zu entnehmen [24]:

*Tabelle 2.10: Bereich der Monatsmittelwerte für NO und NO<sub>2</sub> am Flughafen Düsseldorf 1982–1989*

Zeitraum	NO (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)
1982	1 – 28	4 – 29
1983	5 – 73	15 – 40
1984	11 – 43	19 – 40
1985	13 – 69	15 – 71
1986	10 – 65	17 – 37
1987	20 – 66	10 – 46
1988	15 – 59	14 – 44
1989	15 – 82	22 – 40

Diese Werte liegen im allgemeinen in der gleichen Größenordnung wie sie für gering belastete Wohnbezirke von Düsseldorf typisch sind. Dabei traten die höheren MMW erwartungsgemäß in den Wintermonaten auf.

Ein Vergleich dieser Werte mit den gefundenen Monatsmittelwerten am Flughafen Wien–Schwechat bzw. in den umliegenden Gemeinden (siehe vorherige Kapitel) zeigt geringere NO<sub>x</sub>-Belastungen im Umkreis des VIE sowie am Flughafen selbst.

Messungen im Umkreis des Flughafens Schiphol (Amsterdam) ergaben NO<sub>x</sub>-Jahresmittelwerte, die unter jenen von städtischen Durchschnittswerten liegen, aber etwa doppelt so hoch wie die durchschnittlich in Holland feststellbaren Gehalte sind. Der Beitrag des Flughafens an den gefundenen NO<sub>x</sub>-Konzentrationen in der Region um den Flughafen wurde mit rund 4 % angegeben [25].

NO<sub>x</sub>-Werte, die in einer ähnlichen Größenordnung wie jene am VIE bzw. im Umkreis des VIE liegen, wurden für den Flughafen Kopenhagen angegeben. Die gefundenen NO<sub>x</sub>-Gehalte an den drei Meßstationen des Flughafens Kopenhagen lagen im Mittel ( $\pm 2 \sigma$ ) bei  $37 \pm 8$  ppb,  $38 \pm 28$  ppb und  $23 \pm 4$  ppb, die NO-Gehalte im Mittel bei  $19 \pm 7$  ppb,  $23 \pm 26$  ppb und  $9 \pm 3$  ppb.

### 2.3.2.4 Immissionen des Schadstoffes CO

#### 2.3.2.4.1 Messungen der BVFA-Arsenal und der Firma AIP

Die Messungen 1986 der BVFA Arsenal lagen zumeist im Bereich der Nachweisgrenze von 1 ppm, die gefundenen Gehalte sind daher sehr niedrig. An der Meßstelle Großenzersdorf (A4) traten häufiger deutlich über der Nachweisgrenze liegende CO-Konzentrationen, die zumeist mit erhöhten NO<sub>x</sub>- und HC-Konzentrationen verbunden waren, auf. Diese kurzfristigen Spitzenwerte zwischen 5 und 50 ppm wurden auf den Kfz-Verkehr zurückgeführt. An den Meßstellen des VIE (A1, A2) konnten keine vergleichbaren CO-Spitzen festgestellt werden. Auch während der Meßserie 1989 konnte am VIE keine Abhängigkeit der CO-Konzentrationen von der Windrichtung oder vom Flugverkehr festgestellt werden. Die Meßwerte lagen meist im Bereich zwischen 0,5 und 1 ppm. Die maximalen HMW betrugen 1,6 ppm (Schwelle 12, A1) und 1,3 ppm (Schwelle 30, A2).

#### 2.3.2.4.2 Vergleich mit anderen Untersuchungen

Die am frequenzstärkeren Flughafen Düsseldorf (etwa doppelte Anzahl von Flugbewegungen) festgestellten CO-Monatsmittelwerte während der Jahre 1982 bis 1989 bewegten sich zwischen rund 0,3 und 2,3 ppm. Die CO-Jahresmittelwerte lagen zwischen 0,5 und 1,6 ppm [24]. Die Meßserien am VIE ergaben Werte in einer ähnlichen Größenordnung, die durchwegs jener gering belasteter urbaner Gebiete entspricht [26]. Messungen am Flughafen Kopenhagen ergaben im Mittel CO-Werte ( $\pm 2 \sigma$ ) zwischen  $0,31 \pm 0,08$  ppm und  $0,9 \pm 0,4$  ppm [27]. Untersuchungen in der Region des Flughafens Schiphol (Amsterdam) ergaben jährliche CO-Mittelwerte von rund 0,4 ppm. Dieser Gehalt liegt unter städtischen Durchschnittswerten, jedoch über holländischen Hintergrundwerten. Der Beitrag des Flughafens Schiphol an den in der Region Schiphol festgestellten CO-Mittelwerten wurde mit 4 % angegeben [25].

### 2.3.2.5 Immissionen des Schadstoffes Gesamt-HC

#### 2.3.2.5.1 Messungen der BVFA-Arsenal und der Firma AIP

Die Messungen 1986 zeigten an allen Meßstellen selten signifikante Werte über der Nachweisgrenze des Detektors (0,2–0,5 ppm). Deutlich erhöhte Meßwerte wurden fast nur an der verkehrsbeeinflussten Meßstelle Großenzersdorf (A4) festgestellt und deckten sich zeitlich mit erhöhten CO-Konzentrationen. Diese Spitzenwerte betrugen etwa 1–3 ppm (angegeben als Volumanteil Butan). 1989 gab es einige wenige Spitzenkonzentrationen an den Meßstellen des VIE in der Dauer von 5–15 Minuten in der Höhe von einigen ppm. Diese traten aber fast ausschließlich während der Nacht (meist zwischen 22<sup>00</sup> und 2<sup>00</sup>) bei schwachen, häufig nördlichen Winden auf, sodaß ein Zusammenhang mit dem Flugverkehr vor allem aus zeitlichen Gründen nicht ableitbar ist. Da die Immissionen an den südlich des VIE gelegenen Meßstellen festgestellt wurden und bei Nordwind auftraten, wäre zu prüfen, ob andere HC-Emittenten am VIE dafür verantwortlich sein könnten (Kfz-Verkehr, Flugzeugwartung ?). An beiden Meßstellen wurden im Mittel Meßwerte von 0,8 bis 1,0 ppm Gesamt-HC (angegeben als Propan) gemessen. Die maximalen HMW lagen bei 3 ppm. Während der Meßserie 1991 der Fa. AIP wurden am Flughafen Gesamt-HC-Gehalte um 2 bis 3 ppm beobachtet. Diese Werte entsprechen einer Belastung, die auch in landwirtschaftlich genutzten Gebieten auftritt.

#### 2.3.2.5.2 Vergleich mit anderen Untersuchungen

Am Flughafen Düsseldorf wurden während der Jahre 1982 bis 1989 Gesamt-HC-Monatsmittelwerte zwischen 0,2 und 2,7 ppm festgestellt. Die Jahresmittelwerte bewegten sich zwischen rund 0,7 und 1,2 ppm. Diese mittleren Gehalte sind deutlich niedriger als jene im Innenstadtbereich von Düsseldorf [24]. Die Meßserien am VIE ergaben Werte in vergleichbarer Größe zum Flughafen Düsseldorf.

#### 2.3.2.6 Immissionen des Schadstoffes Formaldehyd

##### 2.3.2.6.1 Messungen der BVFA Arsenal

Formaldehyd wurde am VIE lediglich während der Meßserie 1986 ein- bis zweimal täglich mit einer Absorptionsdauer von 1 bis 2 Stunden pro Probe erfaßt. Die Gehalte der Luft an Formaldehyd lagen stets unter der Nachweisgrenze von 5 mg/m<sup>3</sup>.

##### 2.3.2.6.2 Vergleich mit anderen Messungen

Für den Arlanda – Flugplatz (Stockholm), der 1988 etwa 4mal so viele Flugbewegungen wie der VIE aufwies, wurden mittlere Formaldehyd-Gehalte der Luft für das Sommer- und Winterhalbjahr berechnet und in Form von Isolinien gleicher Konzentrationen um den Flugplatz eingetragen. Nach dieser Untersuchung liegen die mittleren Formaldehyd-Gehalte im Winterhalbjahr zwischen 0,21 und 1,65 mg/m<sup>3</sup> und im Sommerhalbjahr zwischen 0,21 und 1,03 mg/m<sup>3</sup>. Die niedrigeren Gehalte entsprechen jeweils einem Umkreis von rund 2 km um den Flugplatz, die höheren Gehalte dem Start- und Landebereich. Die 98 Perzentilgehalte der Tagesmittelwerte im Nahbereich der Start- bzw. Landezonen wurden mit 4,95 mg/m<sup>3</sup> (Winterhalbjahr) und 3,02 mg/m<sup>3</sup> (Sommerhalbjahr) angegeben [28].

#### 2.3.2.7 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

##### 2.3.2.7.1 Messungen der BVFA Arsenal

Eine detaillierte Beschreibung dieser Schadstoffe befindet sich im Kapitel 3.3.4. PAH wurden am Flughafen lediglich während der Meßserie 1986 der BVFA Arsenal bestimmt. Die in der Nähe der Landebahnen gefundenen Konzentrationen lagen zwischen 51 und 164 ng/m<sup>3</sup> (Summe von 21 PAH). Die nahe der Landebahnen gemessenen Konzentrationen der Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) lagen zwischen 0,76 und 6,4 ng/m<sup>3</sup>, wobei die Gehalte an Schwelle 30 (A2) deutlich höher lagen als an Schwelle 12 (A1). Im Ortszentrum von Großenzersdorf wurden PAH-Konzentrationen von 81 und 104 ng/m<sup>3</sup> bzw. BaP-Konzentrationen von 2,6 und 3,8 ng/m<sup>3</sup> festgestellt. Aufgrund der relativ geringen Probenanzahl (7) und der damit verbundenen großen statistischen Unsicherheit waren gesicherte Aussagen über die Herkunft der jeweils gemessenen PAH-Immissionen kaum möglich.

##### 2.3.2.7.2 Vergleich mit anderen Untersuchungen

In relativ unbelasteten, ländlichen Gebieten der USA wurden BaP-Konzentrationen in der Luft zwischen 0,01 und 1,9 ng/m<sup>3</sup> gefunden [29].

Untersuchungen im Raum Treibach (Kärnten), der ebenfalls geringe PAH-Werte in der Luft aufwies, ergaben BaP-Gehalte die fast durchwegs deutlich unter  $1 \text{ ng/m}^3$  lagen [30].

Typisch städtische Konzentrationen wurden bei einer Untersuchung in Linz windaufwärts des Industriegebietes festgestellt. Der mittlere PAH-Summengehalt lag bei  $104 (39\text{--}244) \text{ ng/m}^3$ , wobei dieselben Substanzen wie in Schwechat analysiert wurden. Die mittlere BaP-Konzentration windaufwärts des Industriegebietes lag bei  $2,52 (0,3\text{--}8,8) \text{ ng/m}^3$  (berechnet nach [31]).

Am Flughafen Kopenhagen wurden an 3 Meßstellen BaP-Mittelwerte ( $\pm 2\sigma$ ) zwischen  $1,2 \pm 0,4$  und  $2,5 \pm 0,7 \text{ ng/m}^3$  festgestellt [27]. In der Region Schiphol (Flughafen Amsterdam) wurden  $0,5 \text{ ng BaP/m}^3$  als jährlicher Durchschnittswert festgestellt. Dieser Wert liegt deutlich unter holländischen städtischen Durchschnittswerten und auch geringfügig unter den für Holland festgestellten Hintergrundwerten. Der Beitrag des Flughafens an den in der Region Schiphol festgestellten Immissionsgehalten wurde mit 4 % angegeben [25].

Im Vergleich mit diesen Untersuchungen wird trotz geringer Anzahl von Meßwerten deutlich, daß die PAH-Konzentrationen in der Luft im Nahbereich der Landebahnen des VIE vermutlich über jenen von Hintergrundgebieten liegen und dem urbanen Hintergrund städtischer Gebiete weitgehend entsprechen dürften.

Wie im Kapitel 3.3.4 ausführlich dargelegt, wurden im Nahbereich der Landebahnen des VIE (nahe Schwelle 30) erhöhte PAH-Gehalte im Boden festgestellt, die mit zunehmender Entfernung von der Landebahn rasch auf normale Gehalte absanken. Die Belastung dürfte vor allem mit dem Abrieb von Reifen bei der Landung verbunden sein, sodaß insbesondere auch der Probenahmestandort von Luftproben eine vermutlich große Auswirkung auf die gefundenen PAH-Konzentrationen in der Luft hat. In dieser Weise sind vermutlich auch die je nach Probenahmestandort am VIE unterschiedlichen PAH-Luftkonzentrationen zu verstehen.

### 2.3.2.8 Immissionen des Schadstoffes Ozon

#### 2.3.2.8.1 Messungen der NÖ. Landesregierung

Immissionsmessungen des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung ergaben folgende Ergebnisse.

Wie aus Tab. 2.11 zu entnehmen ist, liegen die Werte für Ozon in St. Leonhard deutlich höher als in Schwechat. Im Jahre 1989 wurde in St. Leonhard in den Monaten Mai bis September an einzelnen Tagen die Vorwarnstufe von  $100 \text{ ppb}$  überschritten. Der gültige Richtwert von  $30 \text{ ppb}$  als 7MW (7 Stundenmittelwert,  $9^{\circ\circ}\text{--}16^{\circ\circ}$ ) wurde während der Vegetationsperiode an dieser Meßstelle praktisch im gesamten erhobenen Zeitraum überschritten. Der HMW-Richtwert von  $60 \text{ ppb}$  wurde während der Sommermonate um ein Vielfaches häufiger überschritten als in Schwechat. Die niedrigeren Ozonwerte in Schwechat hängen damit zusammen, daß sich die Meßstelle im Stadtgebiet befindet und daß lokale NO-Emissionen aus dem Kfz-Verkehr zu einer Reduktion des Ozons führen. Dies läßt sich anhand der Abb. 2.24 und 2.25 verdeutlichen.

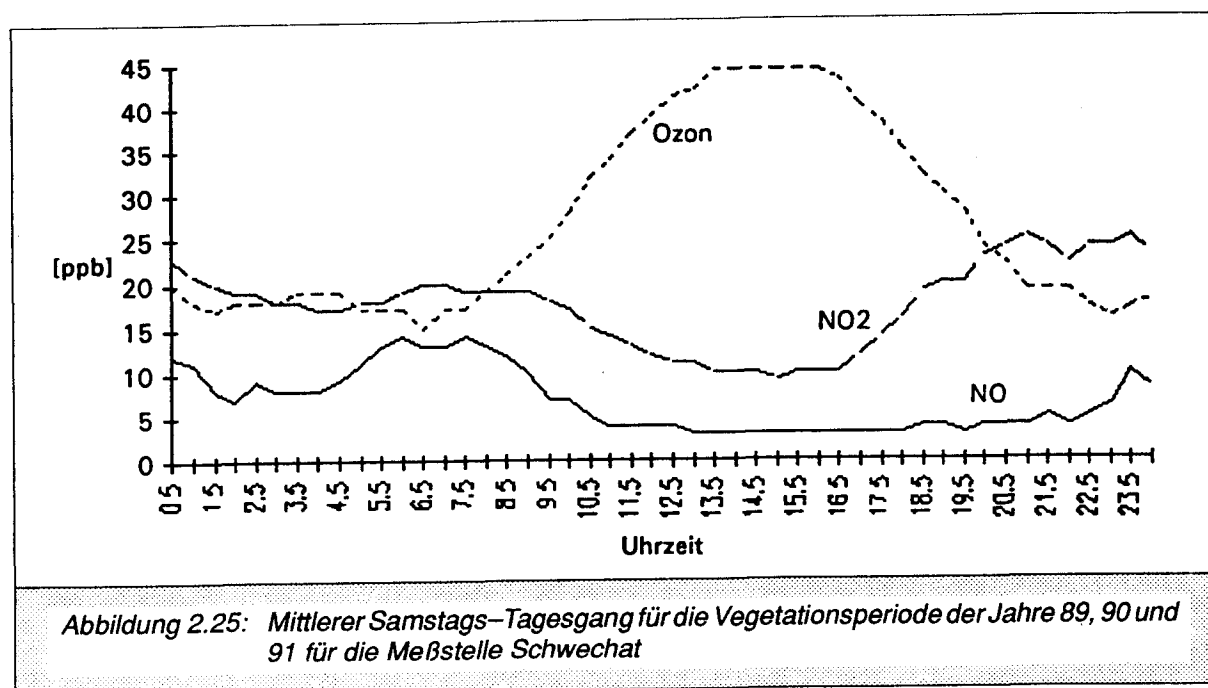
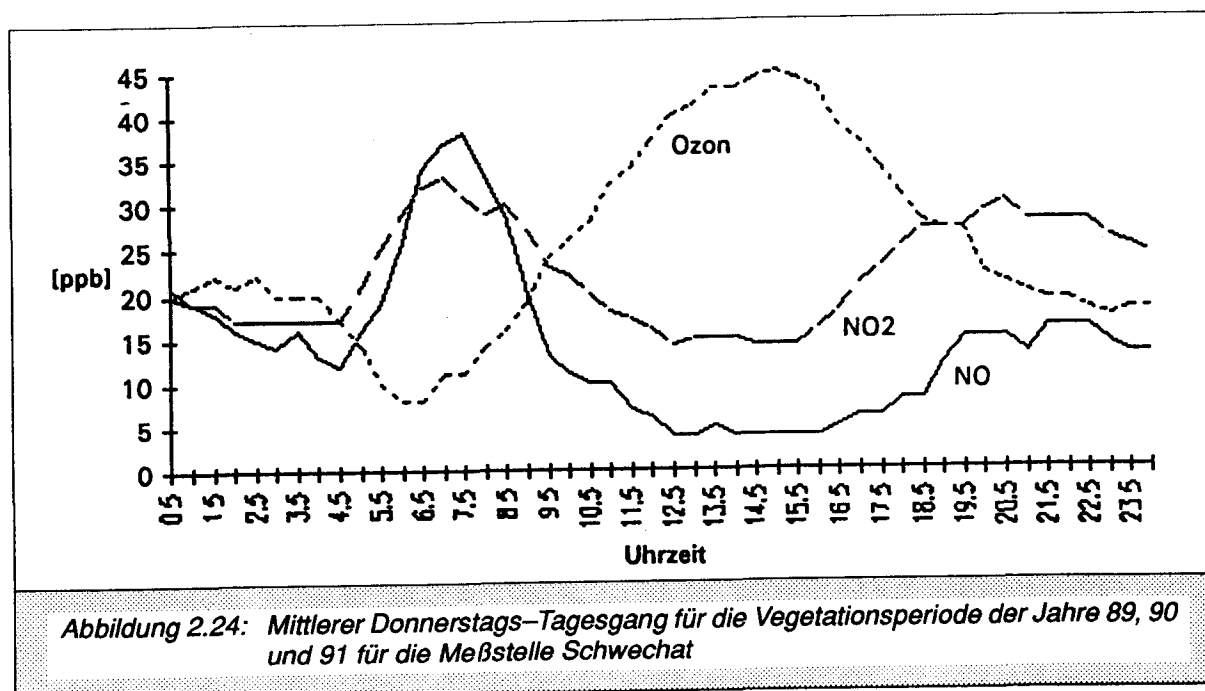
Tabelle 2.11: Monatsmittelwerte von Ozon in ppb

Zeitraum	Schwechat	St.Leonhard (Hintergrund)
1.89	5	8
2.89	12	41°
3.89	23°	53°
4.89	17	55°
5.89	—	58*°
6.89	—	73*°
7.89	—	70*°
8.89	27°	74*°
9.89	15°	60*°
10.89	16°	31°
11.89	10	23
12.89	8	25
1.90	5	26
2.90	8	35
3.90	17°	36°
4.90	24°	40°
5.90	26°	49°
6.90	25°	43°
7.90	29°	39°
8.90	29°	44°
9.90	17	34°
10.90	20	29
11.90	10	22
12.90	8	21
1.91	7	23
2.91	—	32°
3.91	13	32°
4.91	17	43°
5.91	16	42°
6.91	16	43°

\* Überschreitungen der Vorwarnstufe des Ozongesetzes von 100 ppb (3MW) traten auf.

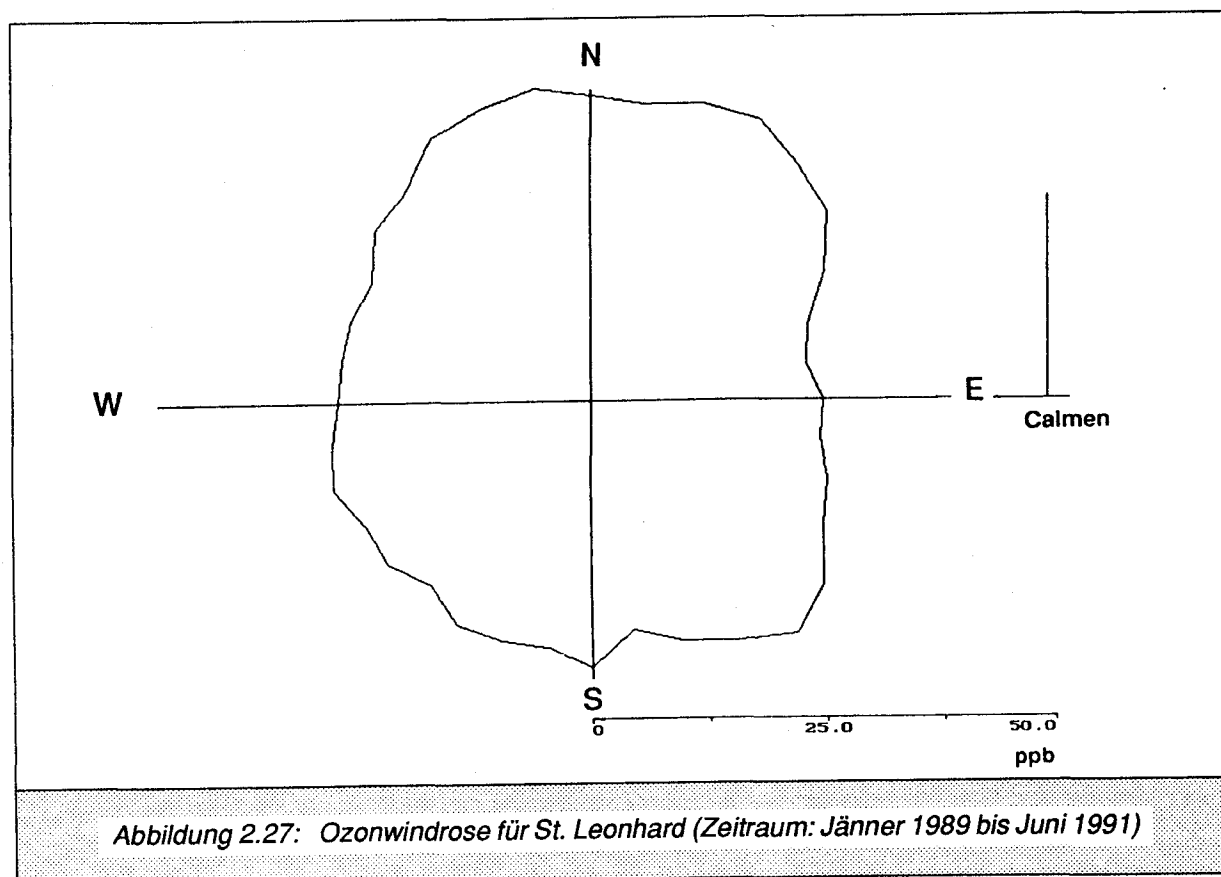
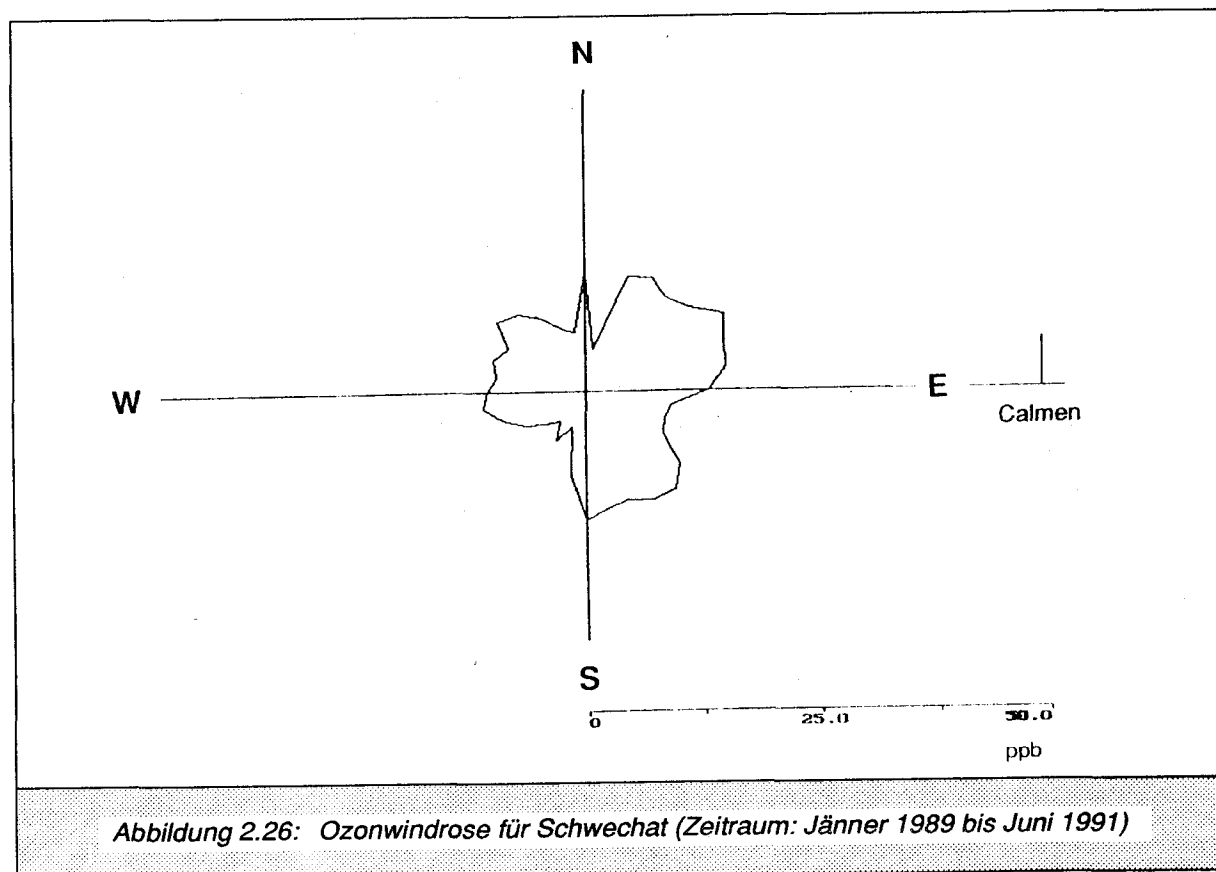
° Überschreitungen des HMW-Richtwertes von 60 ppb traten auf.  
 Meßwerte für Ozon stehen nur für die Meßstelle Schwechat und für die Hintergrundmeßstelle St. Leonhard zur Verfügung.





Es zeigt sich, daß während der Wochentage die Stickoxide einen ausgeprägten Anstieg während der Verkehrsspitzen (Morgen-Abend-Berufsverkehr) aufweisen, in diesem Zeitraum sinken die Ozonwerte. Die erhöhte  $\text{NO}_x$ -Immission ist am Wochenende bei weitem geringer. Daher weist der Ozonverlauf in Abb. 2.25 in diesem Zeitraum auch kein ausgeprägtes Minimum auf.

Die Abbildungen 2.26 und 2.27 zeigen die Windrosen für Ozon für die Meßstellen Schwechat und St. Leonhard. Während die Verteilung in St. Leonhard einen gleichmäßigen Verlauf zeigt, gibt es an der Meßstelle Schwechat ein Ozonminimum bei Südwest-Winden. Dies könnte auf einen Zusammenhang mit der NO-Konzentration hinweisen. In Schwechat weist die mittlere NO-Konzentration ein Maximum bei Südwest-Winden auf. In St. Leonhard ist die NO-Konzentration gleich über alle Richtungen verteilt.



#### 2.3.2.8.2 Messungen der Fa. AIP

Ozon wurde am Flughafen lediglich während der Meßserie im Jahr 1991 erhoben. Sowohl am Flughafen (AJ1) als auch in Kleinneusiedel (AJ2) sowie an den Meßstellen Stixneusiedel und Hainburg der NÖ. Landesregierung [16] traten in diesem Zeitraum Überschreitungen des HMW-Richtwertes von 60 ppb auf. Der VWS-Grenzwert (Vorwarnstufe) von 100 ppb als 3-Stunden-Mittelwert wurde im Meßzeitraum nicht überschritten.

#### 2.3.2.8.3 Messungen der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Niederösterreich

Die Ergebnisse der einzelnen Meßstellen sind speziell bei Ozon untereinander nicht vergleichbar, da die Meßzeiträume unterschiedlich waren und insbesondere die Ozonkonzentration stark von Witterungsverhältnissen abhängig ist. Überschreitungen des HMW-Richtwertes von 60 ppb traten während des Meßzeitraumes an den meisten Meßorten auf. Dies entspricht weitgehend der mittlerweile in ganz Österreich festzustellenden Situation und bedeutet, daß in Österreich wie auch in den Nachbarländern Emissionsreduktionen für die Vorläufersubstanzen ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ ) dringend nötig sind.

### 2.3.3 Zusammenfassung der Immissionsmessungen

Als Immissionswerte standen Meßergebnisse der Dauermeßstellen der NÖ. Landesregierung sowie Meßergebnisse der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Niederösterreich in um den Flughafen liegenden Gemeinden und Meßserien der BVFA Arsenal und der Fa. AIP am Flughafen zur Verfügung.

Auf Grund der festgestellten Immissionsmessungen konnte kein Einfluß des Flugbetriebes auf die gemessenen Immissionswerte für die Schadstoffe  $\text{NO}_x$ , Ozon,  $\text{SO}_2$ , CO, HC, Formaldehyd, Staub und PAH abgeleitet werden. Einzelne erhöhte  $\text{NO}_x$ -HMW bei Meßserien am Flughafen-gelände des VIE konnten auf startende Flugzeuge zurückgeführt werden. Bei den anderen Luftschadstoffen konnte kein Zusammenhang mit den Flugbewegungen gefunden werden. Insgesamt entsprachen die gefundenen Immissionen in etwa jenen geringer belasteter städtischer Gebiete. An den Dauermeßstellen der NÖ. Landesregierung in den umliegenden Gemeinden konnte ein Trend zu erhöhten Immissionswerten nicht in Zusammenhang mit der Anzahl der Flugbewegungen gebracht werden.

Der mittlere Tagesgang der  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen der Meßstelle Schwechat der NÖ. Landesregierung weist auf einen Zusammenhang erhöhter  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen mit dem Kfz-Verkehr (Berufsverkehr) hin. Grundsätzlich ist zu bedenken, daß die Schadstoffe durch den Flugbetrieb insbesondere während der Phase des Starts mit außerordentlich hoher Temperatur und Geschwindigkeit ausgestoßen werden und sich deshalb rasch horizontal und vertikal verteilen und damit verdünnt werden. Außerdem stellen Flugzeuge keine punktförmigen Emissionsquellen dar, sondern Linienquellen, die die Schadstoffe entsprechend der Bewegung verteilen. Die Anordnung von Meßstellen im unmittelbaren Nahbereich des Flughafens und die Ansaugung der Luft in Bodennähe scheinen für eine gesicherte Erfassung flugbetriebsbedingter Immissionen ungeeignet zu sein. Insofern ist verständlich, daß auf Grund der gemessenen Immissionskonzentrationen und der Richtungen, aus denen erhöhte Immissionen auftreten, kaum Einflüsse des Flugbetriebes ableitbar waren.

Genauere Aufschlüsse über die Immissionsbelastung, verursacht durch den Flughafen Wien-Schwechat, könnten längerfristige Parallelmessungen durch rasterartig über dem Flughafen verteilte Meßstellen und durch Meßstellen zur Erfassung der Hintergrundbelastung der Region liefern. Allerdings ist, wie derartige Untersuchungen gezeigt haben, der Einfluß eines Flughafens auf die durch die Nähe zu urbanen Gebieten bedingte ohnehin schon erhöhte Immissionsbelastung relativ gering.

## 2.4 ZUSAMMENFASSUNG LUFT

Aufgrund einer Emissionsabschätzung wurden für den Flughafen Wien–Schwechat (VIE) für das Jahr 1990 folgende Mengen an emittierten Schadstoffen durch den bodennahen Flug–(LTO–Zyklus) bzw. Bodenverkehr im Vergleich zu den gesamten österreichischen Emissionen bzw. den Emissionen des gesamten Flugverkehrs in Österreich errechnet:

Tabelle 2.12:

	NO <sub>x</sub> (in 1.000 t)	HC (in 1.000 t)	CO (in 1.000 t)	CO <sub>2</sub> (in 1.000 t)
LTO–Zyklus VIE	0,48	0,26	0,48	111
Bodenverkehr am VIE	0,040	0,013	0,041	2,6
gesamter Zubringer– verkehr zum VIE	1,286	0,24	1,316	58,6
gesamter Flugverkehr in Österr. (1989) [15]	7,6	0,6	1,8	3.850,0
Gesamtemissionen in Österreich 1990	221,9 [9]	430,3 [9]	1.573,1 [9]	56.500,0 [10]

Aus dieser Auflistung ist ersichtlich, daß die Emissionen des gesamtösterreichischen Flugverkehrs bei den Schadstoffen CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> anteilmäßig an den Gesamtemissionen in Österreich nicht zu vernachlässigen sind. Die emittierten Mengen an HC und CO sind jedoch, bezogen auf die Gesamtemissionen in Österreich, gering. Wenngleich die Auswirkungen von Schadstoffemissionen in großen Höhen auf die Luftchemie und die möglichen klimatischen Veränderungen noch nicht ausreichend geklärt sind und auch nicht Inhalt dieser Arbeit waren, wird darauf verwiesen, daß der Flugverkehr in diesen Höhen den einzigen Emittenten darstellt.

Ein wesentlicher Anteil der durch den Flugverkehr in Österreich emittierten Mengen an HC und CO wird nach obiger Aufstellung im bodennahen Bereich (LTO–Zyklus) am Flughafen Wien–Schwechat emittiert. Dies entspricht durchaus den Erwartungen, da der VIE der bei weitem frequenzstärkste Flughafen Österreichs ist und diese Substanzen vornehmlich bei geringer Triebwerkslaststufe (z. B. Rollen) durch die Triebwerke emittiert werden. Bei CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> ist, entsprechend dem anderen Emissionsverhalten bei unterschiedlicher Triebwerksauslastung, der Anteil des VIE an den Gesamtemissionen des Flugverkehrs gering.

Aufgrund verbesserter Technologien im Flugzeug– und Triebwerksbau werden künftig weitere Emissions– und Kraftstoffverbrauchsminderungen möglich sein. Durch die prognostizierte zunehmende Flugfrequenz werden diese Reduktionsmaßnahmen jedoch deutlich überlagert werden, sodaß mit einem weiteren Anstieg der Schadstoffemissionen durch den Flugverkehr gerechnet werden muß. Laut Masterplan für den VIE werden im Jahr 2000 am VIE etwa doppelt so viele Flugbewegungen wie im Jahr 1990 zu erwarten sein.

Durch den Zubringerverkehr zum VIE werden etwa die dreifachen Mengen an NO<sub>x</sub> und CO emittiert wie durch den bodennahen Luftverkehr am VIE (LTO–Zyklus). Die HC–Emissionen des LTO–Zyklus am VIE und des Zubringerverkehrs zum VIE sind annähernd gleich groß. Die CO<sub>2</sub>–Emissionen des LTO–Zyklus am VIE sind etwa doppelt so hoch wie jene des gesamten Zubringerverkehrs zum VIE.

Im Vergleich dazu sind die emittierten Mengen an Schadstoffen durch den luftseitigen Boden–Kfz–Verkehr am VIE gering.

Die Immissionsmessungen am Flughafen Wien–Schwechat sowie in den umliegenden Gemeinden ergaben keine Hinweise auf einen Einfluß des Flugverkehrs an den gemessenen Konzentrationen in der Luft. Der Anteil des Flugverkehrs an den gemessenen Immissionskonzentrationen dürfte – wie auch Untersuchungen auf anderen Flughäfen gezeigt haben – relativ gering sein und die vorhandene Grundbelastung der Region nur geringfügig erhöhen. Aufgrund der hohen Temperatur und Geschwindigkeit der Triebwerksemissionen sowie entsprechend der Bewegung des Flugzeuges werden die Schadstoffe rasch horizontal und vertikal verteilt. Eine Ansaugung der Luft in Bodennähe zu Meßzwecken und die vereinzelte Anordnung von Meßstellen scheinen daher für eine gesicherte Erfassung einer flugverkehrsbedingten Erhöhung der Immissionen ungeeignet zu sein.

Insgesamt entspricht die Luftbelastung in der Region des VIE in etwa jener von gering belasteten städtischen Gebieten.

## 2.5 ANHANG

Tabelle 2.13: NO<sub>x</sub>-Emissionen von Triebwerken in kg/Phase und Flugzeug

Flugzeug	Triebwerk	Schub/ Triebw. (kN)	NO <sub>x</sub> (kg/Flugzeug)				
			idle	approach	climb	take off	VIE ges.
Airbus A-300	2 CF6 50C2	230	0,77	3,09	15,04	7,44	26,34
	2 CF6-80C2A5	267	1,51	3,00	12,57	6,69	23,77
A-310	2 JT9D-7R4D1	208	1,81	3,75	14,18	6,65	26,39
	2 JT9D-7R4E1	214	1,65	3,26	15,57	7,40	27,88
A-320	2 CFM56-5A1	111	1,00	1,64	6,40	2,92	11,96
	2 IAE V2500	111	1,41	2,16	7,52	3,42	14,51
ATR 42	2 PWC PW 120	2.100	0,14	0,05	0,14	0,08	0,41
Boeing B-707	4 PW JT3D-3B	80	1,29	1,60	4,87	2,39	10,15
B-727	3 PW JT8D-7	63	1,01	1,14	4,34	2,13	8,62
	3 PW JT8D-15	69	1,27	1,45	5,61	2,84	11,17
B-737	2 PW JT8D-15	69	0,85	0,96	3,74	1,89	7,44
	2 PW JT8D-17	71	0,93	1,04	4,01	2,01	7,99
	2 CFM56-3B	98	1,02	1,50	4,25	1,98	8,75
	4 JT9D-7F	208	2,61	4,67	32,04	16,75	56,07
B-747	4 CF6-45A	203	2,12	5,32	18,97	8,67	35,08
	4 JT9D-7	209	2,14	3,86	18,76	9,27	34,03
	4 JT9D-7R4G2	240	3,26	5,57	31,86	16,85	57,54
	4 CF6-80C2B1F	254	2,94	5,44	21,56	11,09	41,03
B-757	2 RB211-535E4	176	1,29	2,05	14,43	8,23	26,00
B-767	2 JT9D-7R4D	208	1,81	3,75	14,18	6,65	26,39
BA 146	4 AvLALF50R-5	31	0,59	1,34	1,65	0,81	4,39
DC9-MD80	2 JT8D-209	86	0,87	1,52	4,93	2,28	9,60
	2 JT8D-219	97	0,93	1,67	5,96	3,07	11,63
DC 10	3 CF6-6D	175	2,24	3,97	18,47	8,75	33,43
	3 CF6-50C	224	2,44	5,75	22,52	10,15	40,86
	3 CF6-50C2B	230	1,16	4,64	22,56	11,17	39,53
Dash 8	2 PWC PW 120A	2.100	0,14	0,05	0,14	0,08	0,41
Fokker FK 50	2 PWC PW 125B	2.600	0,14	0,05	0,14	0,08	0,41
FK 100	2 TAY 620-15	62	0,52	0,63	2,79	1,35	5,29
Ilyushin IL-62	4 KUS-NK-8-4	103	1,66	2,06	6,27	3,07	13,06
IL-62M	4 SOL-D-30KU	113	1,83	2,26	6,88	3,37	14,34
Lockheed L1011-100	3 RB211-22B	183	1,76	3,21	15,65	8,07	28,69
	3 RB211 524B4	219	2,77	4,87	25,34	14,11	47,09
SAAB SF 340	2 GE CT7-5A2	1.735	0,10	0,04	0,10	0,05	0,29
Tupolev TU-134A	2 SOL D-30	66	0,76	0,92	3,47	1,75	6,90
TU-154	3 KUS-N-8-211	103	1,25	1,54	4,71	2,31	9,81

Tabelle 2.14: HC-Emissionen von Triebwerken in kg/Phase und Flugzeug

Flugzeug	Triebwerk	Schub/ Triebw. (kN)	HC (kg/Flugzeug)				VIE ges.
			idle	approach	climb	take off	
<b>Airbus</b> A-300	2 CF6 50C2	230	15,89	0,32	0,36	0,12	16,69
	2 CF6-80C2A5	267	3,75	0,07	0,04	0,02	3,70
A-310	2 JT9D-7R4D1	208	0,49	0,05	0,05	0,03	0,62
	2 JT9D-7R4E1	214	0,45	0,04	0,06	0,03	0,58
A-320	2 CFM56-5A1	111	0,35	0,07	0,06	0,02	0,50
	2 IAE V2500	111	0,05	0,02	0,03	0,01	0,11
ATR 42	2 PWC PW 120	2.100	0,25	0,03	0,02	0,01	0,31
<b>Boeing</b> B-707	4 PW JT3D-3B	80	57,95	1,33	0,98	0,79	61,05
B-727	3 PW JT8D-7	63	3,94	0,33	0,16	0,05	4,48
	3 PW JT8D-15	69	4,68	0,34	0,09	0,04	5,15
B-737	2 PW JT8D-15	69	3,12	0,23	0,06	0,02	3,43
	2 PW JT8D-17	71	2,88	0,33	0,21	0,07	3,49
	2 CFM56-3B	98	0,31	0,01	0,01	0,00	0,33
B-747	4 JT9D-7F	208	21,87	0,30	0,28	0,11	22,56
	4 CF6-45A	203	1,70	0,20	0,12	0,03	2,05
	4 JT9D-7	209	45,89	0,77	0,09	0,03	46,78
	4 JT9D-7R4G2	240	1,33	0,11	0,14	0,06	1,64
	4 CF6-80C2B1F	254	7,62	0,61	1,01	0,40	9,64
B-757	2 RB211-535E4	176	1,04	0,36	0,37	0,11	1,88
B-767	2 JT9D-7R4D	208	0,49	0,05	0,05	0,03	0,62
BA 146	4 AvLALF50R-5	31	0,84	0,02	0,01	0,00	0,87
DC9-MD80	2 JT8D-209	86	1,01	0,29	0,13	0,04	1,47
	2 JT8D-219	97	0,90	0,29	0,12	0,03	1,34
DC 10	3 CF6-6D	175	10,45	0,24	0,17	0,07	10,93
	3 CF6-50C	224	18,50	0,29	0,08	0,03	18,90
	3 CF6-50C2B	230	23,86	0,48	0,53	0,18	25,05
Dash 8	2 PWC PW 120A	2.100	0,25	0,03	0,02	0,01	0,31
<b>Fokker</b> FK 50	2 PWC PW 125B	2.600	0,33	0,04	0,02	0,01	0,40
FK 100	2 TAY 620-15	62	0,72	0,10	0,05	0,05	0,92
<b>Ilyushin</b> IL-62	4 KUS-NK-8-4	103	74,62	1,71	1,27	1,02	78,62
IL-62M	4 SOL-D-30KU	113	81,86	1,88	1,39	1,11	86,24
<b>Lockheed</b> L1011-100	3 RB211-22B	183	42,74	3,08	0,24	0,08	46,14
L1011-500	3 RB211 524B4	219	39,64	2,49	0,31	0,16	42,60
<b>SAAB</b> SF 340	2 GE CT7-5A2	1.735	0,28	0,04	0,02	0,01	0,35
<b>Tupolev</b> TU-134A	2 SOL D-30	66	2,75	0,22	0,11	0,04	3,12
TU-154	3 KUS-N-8-211	103	55,96	1,28	0,95	0,76	58,95

Tabelle 2.15: CO-Emissionen von Triebwerken in kg/ Phase und Flugzeug

Flugzeug	Triebwerk	Schub/ Triebw. (kN)	CO (kg/Flugzeug)				VIE ges.
			idle	approach	climb	take off	
<b>Airbus</b> A-300	2 CF6 50C2	230	26,23	1,82	0,25	0,10	28,40
	2 CF6-80C2A5	267	16,55	0,64	0,29	0,11	17,59
A-310	2 JT9D-7R4D1	208	3,94	0,50	0,21	0,09	4,74
	2 JT9D-7R4E1	214	3,33	0,39	0,24	0,10	4,06
A-320	2 CFM56-5A1	111	4,12	0,43	0,24	0,09	4,88
	2 IAE V2500	111	1,85	0,12	0,13	0,05	2,15
<b>ATR 42</b>	2 PWC PW 120	2.100	3,96	0,20	0,02	0,01	4,19
<b>Boeing</b> B-707	4 PW JT3D-3B	80	50,70	8,15	1,38	0,30	60,53
B-727	3 PW JT8D-7	63	13,20	2,16	0,64	0,19	16,19
	3 PW JT8D-15	69	15,12	2,35	0,37	0,10	17,94
B-737	2 PW JT8D-15	69	10,08	1,57	0,25	0,07	11,97
	2 PW JT8D-17	71	8,75	1,45	0,26	0,08	10,45
	2 CFM56-3B	98	6,74	0,54	0,22	0,09	7,59
B-747	4 JT9D-7F	208	45,41	1,74	0,37	0,15	47,67
	4 CF6-45A	203	15,05	2,85	0,47	0,15	18,52
	4 JT9D-7	209	77,81	4,09	0,52	0,17	82,59
	4 JT9D-7R4G2	240	10,15	0,89	0,63	0,30	11,97
	4 CF6-80C2B1F	254	34,41	1,33	0,53	0,21	36,48
B-757	2 RB211-535E4	176	5,36	0,47	0,49	0,16	6,75
B-767	2 JT9D-7R4D	208	3,94	0,50	0,21	0,09	4,74
<b>BA 146</b>	4 AvLALF50R-5	31	6,41	0,71	0,04	0,02	7,18
<b>DC9-MD80</b>	2 JT8D-209	86	3,53	0,75	0,36	0,10	4,74
	2 JT8D-219	97	3,26	0,75	0,34	0,08	4,43
<b>DC 10</b>	3 CF6-6D	175	26,97	2,26	0,28	0,11	29,62
	3 CF6-50C	224	34,86	3,54	0,85	0,27	39,52
	3 CF6-50C2B	230	39,33	2,73	0,38	0,15	42,59
<b>Dash 8</b>	2 PWC PW 120A	2.100	3,96	0,00	0,00	0,00	3,96
<b>Fokker</b> FK 50	2 PWC PW 125B	2.600	4,93	0,25	0,03	0,01	5,22
FK 100	2 TAY 620-15	62	5,09	0,43	0,13	0,04	5,69
<b>Ilyushin</b> IL-62	4 KUS-NK-8-4	103	65,29	10,49	1,77	0,38	77,93
IL-62M	4 SOL-D-30KU	113	71,63	11,51	1,95	0,42	85,51
<b>Lockheed</b> L1011-100	3 RB211-22B	183	60,91	10,50	2,53	0,58	74,52
L1011-500	3 RB211 524B4	219	64,93	9,98	2,17	0,55	77,09
<b>SAAB</b> SF 340	2 GE CT7-5A2	1.735	3,33	0,17	0,02	0,01	3,53
<b>Tupolev</b> TU-134A	2 SOL D-30	66	9,63	1,48	0,45	0,11	11,67
TU-154	3 KUS-N-8-211	103	48,96	7,87	1,33	0,29	58,45



Tabelle 2.16: Treibstoffverbrauch während des gesamten LTO-Zyklus. CO<sub>2</sub>-Emission (kg/LTO-Zyklus), H<sub>2</sub>O-Emission (kg/LTO-Zyklus)

Flugzeug	Triebwerk	Schub/ Triebw. (kN)	Treibstoff- verbrauch	CO <sub>2</sub> (kg)	H <sub>2</sub> O (kg)
Airbus A-300	2 CF6 50C2	230	2.030	6.090	2.842
	2 CF6-80C2A5	267	1.495	4.485	2.093
A-310	2 JT9D-7R4D1	208	1.374	4.122	1.924
	2 JT9D-7R4E1	214	1.349	4.047	1.889
A-320	2 CFM56-5A1	111	785	2.355	1.099
	2 IAE V2500	111	735	2.205	1.029
ATR 42	2 PWC PW 120	2.100	116	348	162
Boeing B-707	4 PW JT3D-3B	80	1.540	4.620	2.156
B-727	3 PW JT8D-7	63	1.026	3.078	1.436
	3 PW JT8D-15	69	1.192	3.576	1.669
B-737	2 PW JT8D-15	69	794	2.382	1.112
	2 PW JT8D-17	71	820	2.460	1.148
	2 CFM56-3B	98	764	2.292	1.070
	4 JT9D-7F	208	2.735	8.205	3.829
B-747	4 CF6-45A	203	2.413	7.239	3.378
	4 JT9D-7	209	2.576	7.728	3.606
	4 JT9D-7R4G2	240	2.893	8.679	4.050
	4 CF6-80C2B1F	254	2.800	8.400	3.920
B-757	2 RB211-535E4	176	1.194	3.582	1.672
B-767	2 JT9D-7R4D	208	1.374	4.122	1.924
BA 146	4 AvLALF50R-5	31	472	1.416	661
DC9-MD80	2 JT8D-209	86	780	2.340	1.092
	2 JT8D-219	97	841	2.523	1.177
DC 10	3 CF6-6D	175	1.631	4.893	2.283
	3 CF6-50C	224	2.162	6.486	3.027
	3 CF6-50C2B	230	2.030	6.090	2.842
Dash 8	2 PWC PW 120A	2.100	116	348	162
Fokker FK 50	2 PWC PW 125B	2.600	116	348	162
	FK 100	2 TAY 620-15	62	551	1.653
Ilyushin IL-62	4 KUS-NK-8-4	103	1.983	5.949	2.776
	IL-62M	4 SOL-D-30KU	113	2.175	6.525
Lockheed L1011-100	3 RB211-22B	183	1.897	5.691	2.656
	L1011-500	3 RB211 524B4	219	2.351	7.053
SAAB SF 340	2 GE CT7-5A2	1.735	102	306	143
Tupolev TU-134A	2 SOL D-30	66	764	2.292	1.070
	TU-154	3 KUS-N-8-211	103	1.485	4.455

**Tabelle 2.17: Landungen und Starts (=Bewegungen) nach Flugzeugtypen im Linien- und Charterverkehr an Durchschnittstagen des Jahres 1990**

1. Durchschnittstag der *letzten* 30 Tage mit den *niedrigsten* Bewegungssummen:  
3.2.1990 mit 153 Bewegungen
2. Durchschnittstag der *obersten* 30 Tage mit den *höchsten* Bewegungssummen:  
8.7.1990 mit 268 Bewegungen
3. Durchschnittstag des *gesamten* Jahres 1990: 25.4.1990 mit 219 Bewegungen

Herstellungswerk	Flugzeugtype	Anzahl der Bewegungen am		
		3.2.1990	8.7.1990	25.4.1990
Airbus	A-300	—	2	4
	A-310	2	19	11
	A-320	6	10	6
Avions de Transp. Regional	ATR 42	—	6	6
Boeing	B-707	2	6	2
	B-727	7	14	14
	B-737	11	34	22
	B-747	12	4	2
	B-757	—	3	2
	B-767	—	5	1
British Aerospace	BA 115	—	4	—
	BA 146	4	2	—
General Dynamics	CV 580	—	1	2
Douglas	DC9–MD80	71	115	98
	DC 10	2	—	—
Dash	DH 7	—	5	8
	DH 8	4	2	6
Brasilia	EMB 120	—	2	—
Fokker	FK 50	12	16	16
	FK 100	—	—	2
Ilyushin	IL 18	2	—	—
	IL 62	2	—	—
Lockheed	L1011	6	—	1
Aerospatiale	SE 210 Caravelle	—	2	2
Saab	SF 340	—	2	2
Fairchild	SW 3	—	—	4
Tupolev	TU 134A	6	10	2
	TU 154	4	4	6
Summe		153	268	219

**Tabelle 2.18: Berechnung der mittleren Schadstoffemissionen der einzelnen Flugzeugtypen mit unterschiedlichen Triebwerken in kg/LTO-Zyklus**

**AIRBUS 300**

- 1) 2 CF6-50C2      2) CF6-80C2A5

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	26,34	16,69	28,40	2.030
2	23,77	3,70	17,59	1.495
Mittelwert	25,06	10,19	22,99	1.763

CO<sub>2</sub>: 5.289H<sub>2</sub>O: 2.468**AIRBUS 310**

- 1) 2 JT9D-7R4D1      2) 2 JT9D-7R4E1

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	26,39	0,62	4,74	1.374
2	27,88	0,58	4,06	1.349
Mittelwert	27,14	0,60	4,40	1.362

CO<sub>2</sub>: 4.086H<sub>2</sub>O: 1.907**AIRBUS 320**

- 1) 2 CFM56-5A1      2) 2 IAE V2500

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	11,96	0,50	4,88	785
2	14,51	0,11	2,15	735
Mittelwert	13,24	0,31	3,52	760

CO<sub>2</sub>: 2.280H<sub>2</sub>O: 106**BOEING B-727**

- 1) 3 PW JT8D-7      2) 3 PW JT8D-15

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	8,62	4,48	16,19	1.026
2	11,17	5,15	17,94	1.192
Mittelwert	9,90	4,82	17,07	1.109

CO<sub>2</sub>: 3.327H<sub>2</sub>O: 1.553**BOEING B-737**

- 1) 2 PW JT8D-15      3) 2 CFM56-3B  
2) 2 PW JT8D-17

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	7,44	3,43	11,97	794
2	7,99	3,49	10,54	820
3	8,75	0,33	7,59	764
Mittelwert	8,06	2,42	10,03	793

CO<sub>2</sub>: 2.379H<sub>2</sub>O: 1.110**BOEING B-747**

- 1) 4 JT9D-7F      4) 4 JT9D-7R4G2  
2) 4 CF6-45A      5) 4 CF6-80C2B1F  
3) 4 JT9D-7

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	56,07	22,56	47,67	2.735
2	35,08	2,05	18,52	2.413
3	34,03	46,78	82,59	2.576
4	57,54	1,64	11,97	2.893
5	41,03	9,64	36,48	2.800
Mittelwert	44,75	16,53	39,45	2.683

CO<sub>2</sub>: 8.049H<sub>2</sub>O: 3.756**DC9-MD80**

- 1) 2 JT8D-209      2) 2 JT8D-219

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	9,60	1,47	4,74	780
2	11,63	1,34	4,43	841
Mittelwert	10,62	1,41	4,59	811

CO<sub>2</sub>: 2.433H<sub>2</sub>O: 1.135**DC-10**

- 1) 3 CF6-6D      3) 3 CF6-50C2B  
2) 3 CF6-50C

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	33,43	10,93	29,62	1.631
2	40,86	18,90	39,52	2.162
3	39,52	25,05	42,59	2.030
Mittelwert	37,94	18,29	37,24	1.941

CO<sub>2</sub>: 5.823H<sub>2</sub>O: 2.717**IL-62**

- 1) 4 KUS-NK-8-4      2) 4 SOL-D-30KU

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	13,06	78,62	77,93	1.983
2	14,34	86,24	85,51	2.175
Mittelwert	13,70	82,43	81,72	2.079

CO<sub>2</sub>: 6.237H<sub>2</sub>O: 2.911**L-1011**

- 1) 3 RB 211-22B      2) 3 RB 211-524 B4

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	28,69	46,14	74,52	1.897
2	47,09	42,60	77,09	2.351
Mittelwert	37,89	44,37	75,81	2.124

CO<sub>2</sub>: 6.372H<sub>2</sub>O: 2.974

Tabelle 2.19: Schadstoffemissionen sonstiger Flugzeugtypen in kg/LTO-Zyklus

- |           |               |          |              |
|-----------|---------------|----------|--------------|
| 1) IL-62M | 4 SOL-D-30KU  | 6) B-747 | 4 JT9D-7R4G2 |
| 2) IL-62  | 4 KUS-NK-8-4  | 7) B-747 | 4 JT9D-7     |
| 3) BA 146 | 4 AvLALF50R-5 | 8) B-747 | 4 JT9D-7F    |
| 4) B-747  | 4 CF6 80C2B1F | 9) B-707 | 4 JT3D-3B    |
| 5) B-747  | 4 CF6-45A     |          |              |

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
1	14,34	86,24	85,51	217,5
2	13,06	78,62	77,93	1.983
3	4,39	0,87	7,18	472
4	41,03	9,64	36,48	2.800
5	35,08	2,05	18,52	2.413
6	57,54	1,64	11,97	2.893
7	34,03	46,78	82,59	2.576
8	56,07	22,56	47,67	2.735
9	10,15	61,05	60,53	1.540
Mittelwert	29,52	34,38	47,60	2.176

CO<sub>2</sub>: 6.529H<sub>2</sub>O: 3.046

Tabelle 2.20: Mittelwert aus allen Triebwerken in kg/LTO-Zyklus

Triebwerk	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
36	20,2	15,61	25,86	1.374

CO<sub>2</sub>: 4.122H<sub>2</sub>O: 1.924

Tabelle 2.21: Schadstoffemissionen d. Flugzeuge am 3. Februar 1990 mit 153 Flugbewegungen in kg/LTO

Flugzeugtyp	Bewegungen (½ LTO-Zyklus)	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoffverbrauch
<b>Airbus</b>					
A-310	2	27,14	0,60	4,40	1.362
A-320	6	39,72	0,93	10,56	2.280
<b>Boeing</b>					
B-707	2	10,15	61,05	60,53	1.540
B-727	7	34,65	16,87	59,75	3.882
B-737	11	44,33	13,31	55,17	4.362
B-747	12	268,50	99,18	236,70	16.098
BA-146	4	8,78	1,74	14,36	944
DC9-MD80	71	377,01	50,06	162,95	28.791
DC 10	2	37,94	18,29	37,24	1.941
Dash 8	4	0,82	0,62	7,92	232
Fokker 50	12	2,40	2,40	31,32	696
IL-62	2	13,70	82,43	81,72	2.079
L-1011	6	113,67	133,11	227,43	6.372
TU-134	6	20,70	9,36	35,01	2.292
TU-154	4	19,62	117,90	116,90	2.970
<b>sonstige</b>	2	29,52	34,38	47,60	2.176
(sonstige)	2	20,20	15,61	25,86	1.374
	153	1.048,65	642,23	1.189,56	78.017
	(153)	1.039,33	623,46	1.167,82	77.215)

CO<sub>2</sub>-Emission: 234.051 kg (231.645 kg);H<sub>2</sub>O-Emission: 109.224 kg (108.101 kg)

Tabelle 2.22: Schadstoffemissionen der Flugzeuge am 25. April 1990 mit 219 Flugbewegungen in kg/LTO

Flugzeugtyp	Bewegungen (½ LTO-Zyklus)	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoff- verbrauch
<b>Airbus</b>					
A-300	4	50,12	20,38	45,98	3.525
A-310	11	149,27	3,30	24,20	7.488
A-320	6	39,72	0,93	10,56	2.280
ATR-42	6	1,23	0,93	12,57	348
<b>Boeing</b>					
B-707	2	10,15	61,05	60,53	1.540
B-727	14	69,30	33,74	119,49	7.763
B-737	22	88,66	26,62	110,33	8.723
B-747	2	44,75	16,53	39,45	2.683
B-757	2	26,00	1,88	6,75	1.194
B-767	1	13,20	0,31	2,37	687
DC9-MD80	98	520,38	69,09	224,91	39.739
Dash 8	6	1,23	0,93	11,88	348
Fokker 50	16	3,20	3,20	41,76	928
Fokker 100	2	5,29	0,92	5,69	551
L-1011	1	18,95	22,19	37,91	1.062
SAAB SF340	2	0,29	0,35	3,53	102
TU-134	2	6,90	3,12	11,67	764
TU-154	6	23,43	176,85	175,35	4.455
<b>sonstige</b>	16	236,16	275,04	380,80	17.408
(sonstige)	16	161,60	124,88	206,88	10.992
	219	1.314,23	717,36	1.325,73	101.588
	(219)	1.239,67	567,20	1.151,81	95.172)

CO<sub>2</sub>-Emissionen: 304.764 kg (285.516 kg), H<sub>2</sub>O-Emissionen: 142.223 kg (133.241 kg)

Tabelle 2.23: Schadstoffemissionen der Flugzeuge am 8. Juli 1990 mit 268 Flugbewegungen in kg/LTO

Flugzeugtyp	Bewegungen (½ LTO-Zyklus)	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Treibstoff- verbrauch
<b>Airbus</b>					
A-300	2	25,06	10,19	22,99	1.763
A-310	19	275,83	5,70	41,80	12.934
A-320	10	66,20	1,55	17,60	3.800
ATR-42	6	1,23	0,93	12,57	348
<b>Boeing</b>					
B-707	6	30,45	183,15	181,59	4.620
B-727	14	69,30	33,74	119,49	7.763
B-737	34	137,02	41,14	170,51	13.481
B-747	4	89,50	33,06	78,90	5.366
B-757	3	39,00	2,82	10,13	1.791
B-767	5	65,98	1,55	11,85	3.435
BA-146	2	4,39	0,87	7,18	472
DC9-MD80	115	610,65	81,08	263,93	46.633
Dash 8	2	0,41	0,31	3,96	116
Fokker 50	16	3,20	3,20	41,76	928
SAAB SF340	2	0,29	0,35	3,53	102
TU-134	10	34,50	15,60	58,35	3.820
TU-154	4	19,62	117,90	116,90	2.970
<b>sonstige</b>	14	206,64	240,66	333,20	15.232
(sonstige)	14	141,40	109,27	181,02	9.618
	268	1.661,27	773,80	1.496,24	125.574
	(268	1.596,03	642,41	1.344,06	119.960)

CO<sub>2</sub>-Emissionen: 376.722 kg (359.880 kg), H<sub>2</sub>O-Emissionen: 175.804 kg (167.944 kg)

## 2.6 LITERATUR

- [1] Zentralanstalt für Meteorologie: Datenbank der klimatologischen Elemente für Schwechat 1961–1990 Wien (1991)
- [2] Machata, H.: Flughafen Wien – Entwicklung, Bedeutung, geplanter Ausbau. Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien (1985)
- [3] Liljequist, G., Cihak, K.: Allgemeine Meteorologie. Vieweg (1979)
- [4] Flughafen Zürich: Umweltbilanz Flughafen Zürich, 3. Kapitel – Luftzustand (1991)
- [5] FWB: Flugstatistik, interne Datenbank (1991)
- [6] Müller, K., Alfons, G.: Schadstoffemissionen des gewerblichen Flugverkehrs in Österreich. Mitteilungen Nr. 12 des Institutes für Dampf und Gasturbinen, TU-Wien (1986)
- [7] Koschel, W.: Probleme der Schadstoffemissionen bei Strahltriebwerken. Mitt. Nr. 74–01, RWTH-Aachen
- [8] ICAO: Aircraft engine emissions. Environmental Protection Annex 16, Volume II, first Ed. (1981)
- [9] Berger, B., Solly, I.: Entwicklung der Luftschadstoffemissionen in Österreichisch von 1980 bis 1991. UBA-Info 12/92, 1–5, Umweltbundesamt Wien (1992)
- [10] Umweltbundesamt Wien: Zweiter Umweltkontrollbericht (1991)
- [11] Österreichisches Statistisches Zentralamt gemeinsam mit dem Umweltbundesamt: Umwelt in Österreich – Daten und Trends (1991)
- [12] Hessische Landesanstalt für Umwelt: Ermittlungen der Emissionen auf dem Verkehrsflughafen Frankfurt am Main (1984)
- [13] 2. International Aviation Air Quality Seminar: The Context of the Aviation Air Quality Debate. Manchester, Birmingham, 4.–6. Nov. (1991)
- [14] Schumann, U.: Air, Traffic and the Environment. Proceedings of a DLR-Int. Coll. Bonn, Nov. 15/16, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg (1990)
- [15] Hengsberger, W., Bauer, S.: Abgasemissionen durch den Flugverkehr über österreichischem Bundesgebiet und die Konsequenzen für die Umwelt. Institut für Meteorologie und Geophysik, Univ. Graz (1991)
- [16] Amt der NÖ. Landesregierung: Immissionssituation, Monatsberichte 1/89 – 6/91, Wien
- [17] Kammer f. Arbeiter und Angestellte f. NÖ: Umweltbus, Meßberichte Schwechat, Kleinneusiedl, Enzersdorf/Fischa, Margarethen/Moos. Wien (1990)
- [18] Jakob, A: Immissionsmessungen am Flughafen Wien-Schwechat und Umgebung im Auftrag der Flughafen Wien BetriebsgesmbH. (1991)
- [19] Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal: Berichte – Immissionsmessungen am Flughafen Wien-Schwechat und Großenzersdorf, im Auftrag der Flughafen Wien Betriebsges.m.b.H. (1986 und 1989)
- [20] Umweltbundesamt Berlin: Ermittlung der Abgasemissionen über der Bundesrepublik Deutschland. Erich Schmidt Verlag (1989)
- [21] Parlamentskorrespondenz, Anfragebeantwortung betreffend: Fuel-Dumping im Flugverkehr, Nr. 1746/J–NR/1991
- [22] Höpfner, V., Knörr, W., Kopfmüller, J.: Emissionsminderung durch rationelle Energienutzung und emissionsmindernde Maßnahmen im Verkehrssektor. IFEU-Institut für Energie und Umweltforschung, Heidelberg, TÜV-Rheinland (1989)

- 
- [23] Berger, B., Radunsky, K.: Materialien für eine Ozonstrategie. Report UBA-90-054, Umweltbundesamt Wien (1991)
  - [24] FDGmbH. Düsseldorf: Messungen der Luftqualität am Flughafen Düsseldorf von 1982–1989 (1990)
  - [25] van den Anker, I., van Velze, K.: Luchtverontreiniging door de luchthaven Schiphol. RIVM Bilthoven, Rapportnr: 228702020 (1989)
  - [26] Amt der OÖ. Landesregierung: Immissionsschutz Luftmeßberichte 1986, 1987, 1988
  - [27] Nielsen, T., Pilegaard, K.: Polycycliske aromatiske kulbrinter (PAH) omkring Københavns Lufthavn. Riso-M-2816, Roskilde (1990)
  - [28] Calander, K., Ahlfors, A., Persson, C., Sjödin, A.: Miljömal för den civila flygtrafiken i Sverige. Institutet för Vatten och Luftvardsforskning, Göteborg (1990)
  - [29] Nelson, T. E.: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH's) in the Terrestrial Environment – A Review. Journal of Environmental Quality, Vol. 12, Nr. 4 (1983)
  - [30] Vogel, W., Kienzl, K., Riss, A.: Die Treibacher Chemischen Werke – Wirkungen auf die Umwelt. Monographien Band 26, Umweltbundesamt Wien (1992)
  - [31] Jaklin, J., Krenmayr, P., Varmuza, K.: Polycyclische aromatische Verbindungen in der Atmosphäre von Linz (Österreich). Zeitschrift für Analytische Chemie (1988)
  - [32] Kodex des österreichischen Rechts, Umweltrecht, 2. Auflage (1990)
  - [33] Chalupa, K.: Kurzer Jahresbericht des Chemischen Laboratoriums der Zentralanstalt f. Meteorologie, 1988, 1989 und 1990, Wien



### 3 LÄRM

Wie alle menschlichen Sinnesempfindungen ist auch das Hören ein psychisches Erlebnis. Äußerer Reiz ist in diesem Fall eine Schallwelle, ein physikalisch beschreibbares Phänomen, das zur individuellen akustischen Empfindung und einer daran gekoppelten Reaktion führt.

Menschliche Reiz-Reaktions-Transformationen lösen komplexe Umsetzungsprozesse im Gehirn aus: Zunächst erfolgt die Umwandlung der rein physikalischen Reizgrößen in sensorische Aktivierungsmuster, dann ein Durchlaufen einer Vielzahl von psychischen Deutungs- und Bewertungsmustern. Erst am Ende dieses Prozeßablaufes entsteht das individuelle spezifische Empfinden und die daran gekoppelte Reaktion [1]. Das bedeutet, daß bei der Beurteilung von Schallerlebnissen eine Reihe von Einflußfaktoren existiert, welche oft nur periphrä oder überhaupt nichts mit der tatsächlichen Schallbelastung (das heißt mit dem Schalldruckpegel in dB) zu tun haben. Die nicht akustischen Einflußfaktoren stellen, da unberechen- und unvorhersehbar, prinzipielle Grenzen beim Versuch dar, individuell "zumutbare" Lärmgrenzwerte festzulegen oder exakte Vorhersagen von individuellen Lärmreaktionen mittels Lärmbewertungsverfahren zu erhalten.

Lärmbewertungsverfahren erfassen fast ausnahmslos die physikalischen Gegebenheiten einer äußeren Reizsituation und korrelieren Belastungskennwerte (z. B. Schallpegel) mit Lärmreaktionen von Kollektiven. Die daraus abgeleiteten Kenngrößen haben die Aufgabe, einen für die individuelle Lärmreaktion möglichst repräsentativen Wert zu bilden. Die Diskrepanz zwischen physikalisch meßbaren Größen und individuellem menschlichen Empfinden ist eines der Hauptprobleme der Lärmbewertung und sollte im Zuge aller weiteren Ausführungen nicht vergessen werden.

Folgendes Beispiel verdeutlicht dieses Problem [24]:

Trägt man in einem Diagramm die von Testpersonen empfundene Lärmbelästigung in Abhängigkeit vom gemessenen Geräuschmaß (z. B. dem energieäquivalenten Dauerschallpegel) auf, dann gibt es einen Personenkreis, der die einwirkenden Geräusche als unerträglich empfindet, obwohl der gemessene Schallpegel unter dem normativ festgesetzten Grenzwert für Schutzmaßnahmen liegt. Man kann diesen Personenkreis als "ungeschützte Schutzbedürftige" bezeichnen [16].

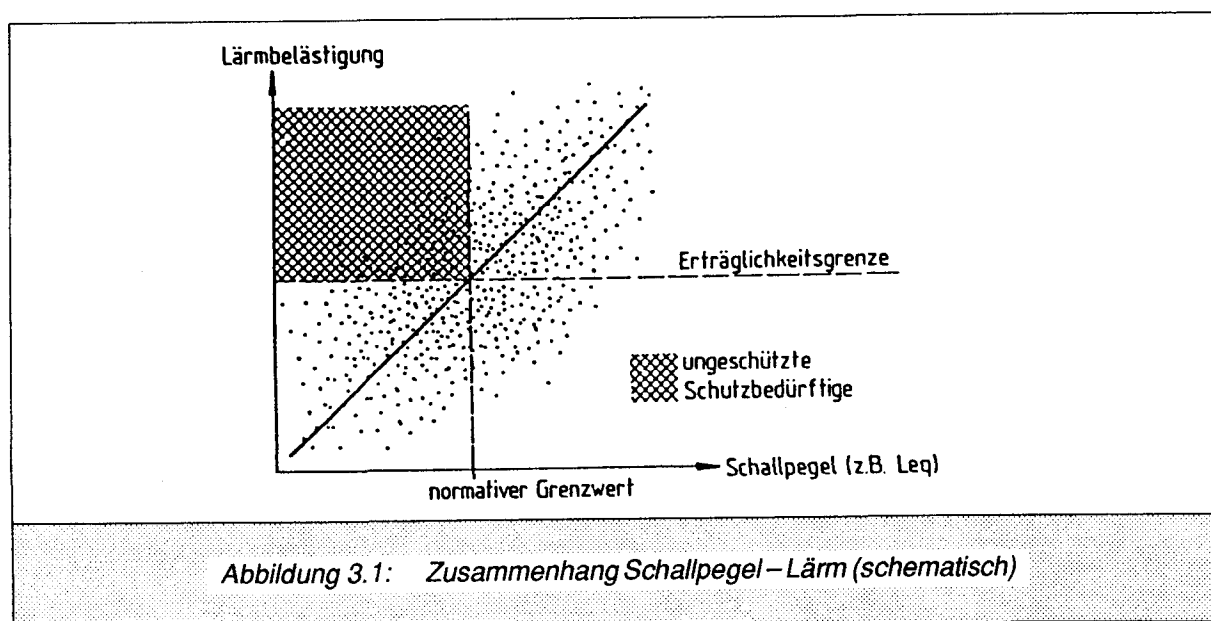


Abbildung 3.1: Zusammenhang Schallpegel – Lärm (schematisch)

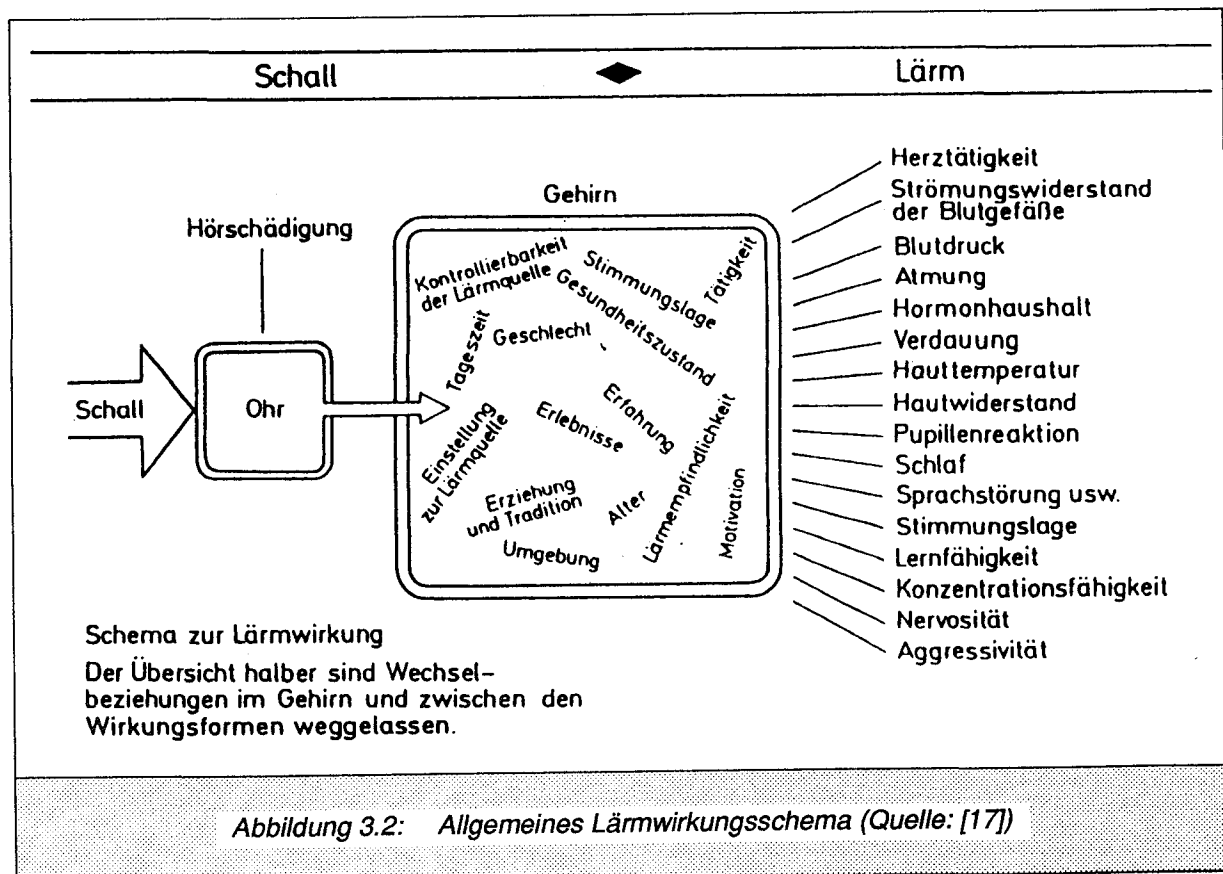
### 3.1 WIRKUNGEN VON SCHALLIMMISSIONEN AUF DEN MENSCHEN [2]

Die Schalleinwirkung auf den Menschen ist mit einer Vielzahl situations- und persönlichkeitsbedingter Faktoren verknüpft. Im Gegensatz zur "natürlichen Zusammensetzung der Luft" kann eine "natürliche Schallumgebung" nicht eindeutig definiert werden. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird darunter am ehesten eine akustische Situation verstanden werden, welche frei von Geräuschen technischer Herkunft ist. Aber bereits Naturgeräusche wie Gewitter, Wasserfall und auch die menschliche Stimme machen deutlich, daß eine "natürliche Schallumgebung" nicht unbedingt mit "Ruhe" gleichzusetzen ist. Andererseits setzen sich viele Menschen starken Schalleinwirkungen – vom Symphoniekonzert bis zur Heimwerkermaschine – aus, ohne daß sie sich gestört fühlen.

Im Sprachgebrauch des täglichen Lebens wird der Begriff "Lärm" zumeist in der Bedeutung lautes, anhaltendes Geräusch verwendet. Demgegenüber beschreibt die psychologische Lärmforschung den Lärm als komplexen Wahrnehmungsvorgang, in welchem die Lautstärke nur einen von vielen Parametern darstellt.

In der einschlägigen Literatur gibt es eine Vielzahl von Lärmdefinitionen, die alle entscheidende Faktoren dafür angeben, ob ein Geräusch als Lärm empfunden wird oder nicht:

- das Geräusch selbst, charakterisiert durch physikalisch meßbare Größen wie Frequenz, Druckpegel etc.,
- die Person, welche dem Geräusch ausgesetzt ist, mit ihren erworbenen emotionalen und kognitiven Bezügen zur Schallquelle und zum Geräusch sowie
- die Situation, d. h. Ort und Zeitpunkt des Auftretens des Geräusches in bezug auf die Intentionen und das momentane Befinden der Person.



Das bedeutet, daß Schall erst durch psychische Prozesse zu Lärm wird. Lärm entsteht somit im Kopf! Diese Erkenntnis der psychologischen Lärmforschung erklärt wohl auch die Schwierigkeiten der technischen Lärmforschung, einen umkehrbar eindeutigen, funktionalen Zusammenhang zwischen dem gemessenen Schalldruck und der empfundenen Lärmbelastigung anzugeben [25].

Auswirkungen von Schallereignissen, die nicht so sehr das Gehörorgan selbst, sondern vielmehr den Gesamtorganismus betreffen, werden als extraaurale Wirkungen bezeichnet. Prinzipiell sind auch geringe Schallpegel – etwa in der Größenordnung von 20 bis 30 dB – in der Lage, vegetative Reaktionen auszulösen, welche sich jedoch meist nicht objektiv erfassen lassen. Bei Schallpegeln ab etwa 55 bis 65 dB konnten hingegen eine Reihe von Reaktionen objektiv nachgewiesen werden, wie z.B. Puls- und Atemfrequenzerhöhung, Hemmung der Magen- und Darmperistaltik, Verminderung der peripheren Durchblutung etc. Die hier angeführten Folgen sind bei kurzer Einwirkungsdauer der Schallimmissionen meist rasch und voll reversibel und bleiben im allgemeinen im Bereich der normalen physiologischen Streubreite. Bei langer Einwirkungsdauer kommt es jedoch immer wieder zu einer Durchbrechung des natürlichen Wechsels von Ruhe- und Leistungsphasen des Organismus. Damit ist die Möglichkeit gegeben, daß sich mit der Zeit zunächst funktionelle, später unter Umständen auch organische Störungen einstellen.

Bezüglich der Störung der Erholungsfunktion kommt den Schlafstörungen eine besondere Bedeutung zu. Sie äußern sich vor allem durch verzögertes Einschlafen, Verminderung der Schlafiefe, Änderungen im Schlafrythmus und durch Weckwirkungen. Dabei wird im allgemeinen der Traumschlaf verkürzt, die intermittierende Wachzeit verlängert, die subjektiv empfundene Schlafqualität vermindert und die Leistungsfähigkeit nach lärmbelasteten Nächten quantitativ und qualitativ vermindert.

Neben diesen z. T. auch physiologisch nachweisbaren Auswirkungen lassen sich vor allem noch Belästigungsreaktionen in der Bevölkerung beobachten, die eine generelle Beeinträchtigung des Wohlbefindens nach sich ziehen. Bei langer Einwirkungsdauer können sie für einen Teil der Betroffenen allerdings auch gesundheitsgefährdend im Sinne psychosomatischer Reaktionen sein.

Zur Frage der Gewöhnung an Lärm liegen widersprüchliche Ergebnisse vor, nicht zuletzt deshalb, weil auch in diesem Fall persönlichkeitsbedingte Faktoren von großem Einfluß sind. So neigen manche Personen bezüglich der Beurteilung ein und derselben akustischen Situation eher dazu, zunehmend empfindlicher zu reagieren, während andere zunehmend unempfindlicher reagieren. In einigen neueren Felduntersuchungen konnten inzwischen Hinweise gefunden werden, daß Gewöhnungseffekte, wenn überhaupt nachweisbar, eher auf psychischer als auf physischer Ebene stattfinden. Derzeit ist jedenfalls noch nicht ausreichend bekannt, zu welchen physischen und psychischen "Kosten" die, vom Betroffenen zu erbringenden Regelleistungen zur Aufrechterhaltung des physischen, psychischen und sozialen Gleichgewichtes führen.

Die folgende Tab. 3.1 bietet zu diesem Thema einen Überblick der beobachteten Auswirkungen von Schallimmissionen.

Tabelle 3.1: Anhaltswerte für Lärmwirkungen nach Jansen  
 ( $L_{Aeq}$  = A-bewerteter äquivalenter Dauerschallpegel,  $L_{Amax}$  = Maximalpegel) [7]

Beobachtete Auswirkungen	Anhaltswerte		
	$L_{Aeq}$ dB außen	$L_{Aeq}$ dB innen	$L_{Amax}$ dB innen
Schlafqualitätsänderungen	–	38	40
Schwellenwert physiologischer Änderungen (elektr. Hirnrindenpotentiale im Wachzustand)	–	–	40
Schwellenwert für Kommunikationsstörungen	–	45	–
Schwellenbereich für Leistungsminderungen	–	–	45–70
Schwellenbereich für Bevölkerungsreaktionen (0–20 % Gestörte)	44–55	–	–
Schwellenwert vegetativer Reaktionen im Schlaf	–	–	55
99 % Sprachverständlichkeit gewährleistet	–	–	55
Schwellenwert für Aufwachen	–	–	60
Primäre Wirkungen (im vegetativen Bereich)	–	–	60
Deutliche Bevölkerungsreaktionen (30–70 % Gestörte, 5–15 % Beschwerden)	65	–	–
Wahrscheinliche Leistungsminderung (mit Kompensationsmöglichkeit)	–	–	70–85
Signifikante vegetative Wirkungen	–	–	75
Erhöhte Leistungsminderung (kaum kompensierbar)	–	–	85–100
Mehrheit der Bevölkerung stark gestört (60–90%)	80	–	–
Beginn der Lärmschwerhörigkeit	–	85	–
Mögliche Obergrenze des physiologischen Gleichgewichts	–	–	100
Wesentliche und anhaltende Leistungsminderung regelmäßig	–	–	100
Extraaurale Symptome mit Krankheitswert	–	–	130

### 3.2 LÄRMBEWERTUNGSVERFAHREN

Alle Lärmbewertungsverfahren versuchen, einen umkehrbar eindeutigen funktionalen Zusammenhang zwischen objektiven (Schall-)Kenngößen und der empfundenen Lärmbelastigung herzustellen.

Eine ausführliche Beschreibung der am häufigsten verwendeten Methoden ist von Schäfer [1] vorgenommen worden. In der vorliegenden Arbeit werden nur die derzeit für den VIE verwendeten Verfahren behandelt.

### 3.2.1 Der äquivalente Dauerschallpegel

Der energieäquivalente Dauerschallpegel  $L_{eq}$  ist eine Einzahlangabe und dient zur Beschreibung von Schallereignissen mit zeitlich schwankendem Schalldruck. Der energieäquivalente Dauerschallpegel ist jener zeitlich konstante Schalldruckpegel, der bei dauernder Einwirkung dem unterbrochenen Geräusch bzw. dem Geräusch mit schwankendem Schalldruckpegel energieäquivalent ist (vgl. [26]).

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \frac{1}{T} \int \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt$$

$L_{eq}$  ..... äquivalenter Dauerschallpegel

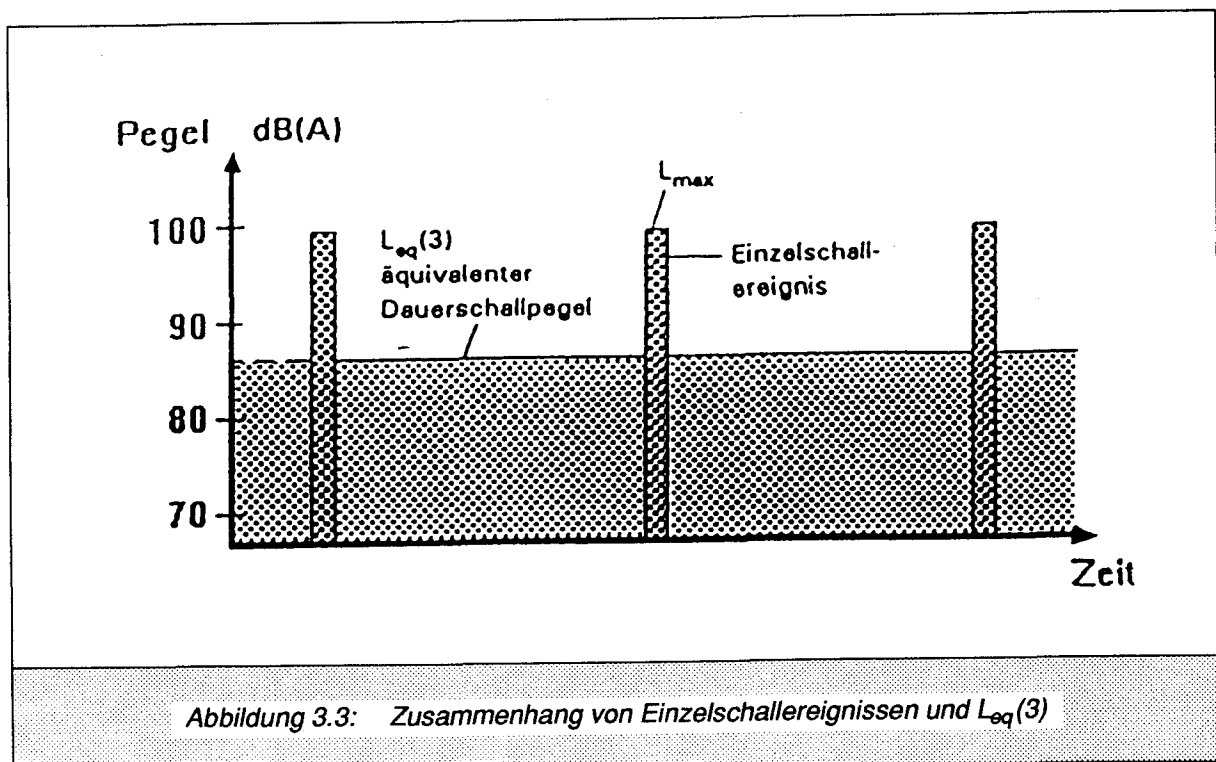
$T$  ..... Meßzeit

$p_0$  ..... Schallvergleichsdruck  $20 \mu$  Pascal

$p(t)$  ..... zeitlich schwankender Schalldruck

Das bedeutet, daß die unterschiedlich langen und unterschiedlich starken Lärmereignisse im Zeitraum  $T$  durch diese Rechenvorschriften auf einen Wert reduziert werden, wobei die Spitzenwerte auf die Täler verteilt werden. In der Praxis bedeutet das: Ein Schallereignis von 10 s Dauer mit 80 dB kann einem Schallereignis von 20 s mit 77 dB gleichgesetzt werden, da auf den Empfänger in beiden Fällen die gleiche Schallenergie auftrifft.

Aus Meßreihen mit vielen Versuchspersonen (untersucht wurden sowohl Störung und Lästigkeit als auch der Hörverlust bei hohen Schallpegeln) wurde der Zusammenhang von Einwirkungszeit und Schallpegel abgeleitet und ermittelt, welche Schallpegelerhöhung bei Verkürzung der Einwirkungszeit äquivalente Wirkung ergibt. Es wurden Äquivalenzparameter zwischen 2 und 5 gefunden. So wird z. B. im Deutschen Fluglärmgesetz zur Berechnung des Störindex  $Q$  der Äquivalenzparameter 4 vorgeschrieben.



Laut Bescheid des Bundesministeriums für öffentl. Wirtschaft und Verkehr (BMVV) vom 28. Dezember 1972 [5] ist die FWB verpflichtet, einmal jährlich die auftretende Fluglärmbelastung aufgrund der tatsächlichen Flugbewegungen (Anzahl, Richtung und Type) ermitteln zu lassen und durch Berechnung die Zone, in welcher der "äquivalente Dauerlärm"  $Q$  größer als 66dB(A) ist, auszuweisen. Die vom Technologischen Gewerbemuseum (TGM) für die FWB durchgeführten Berechnungen des A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegels werden in einer, zur oben beschriebenen Methode modifizierten Form durchgeführt, da im Bescheid keine näheren Angaben über die Art der Berechnung angeführt sind.

In Anlehnung an das deutsche Fluglärmgesetz und unter Zugrundelegung der Richtlinie 24 [6] des Österreichischen Arbeitsringes für Lärmbekämpfung wird der äquivalente Dauerschallpegel für den Flugverkehr nach folgender Formel berechnet:

$$L_{eq(4)} = 13,3 \cdot \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{\frac{L_i}{13,3}}$$

$L_{eq(4)}$  ..... äquivalenter Dauerschallpegel

$L_i$  ..... A-bewerteter Spitzenschallpegel der Einzelereignisse in Dezibel

$t_i$  ..... Zeitraum in Sekunden, während dem der Schallpegel, der um 10dB(A) unter dem höchsten liegt, überschritten wird

$n$  ..... Anzahl der Einzelereignisse

$T = 57.600$  .. Beurteilungszeitraum in Sekunden

$L_i$  stehen für die A-bewerteten Spitzenschallpegel der Einzelereignisse. Als Geräuschkdauer  $t_i$  beim Vorbeiflug gilt der Zeitraum, in dem der Schallpegel, der um 10 dB(A) unter dem höchsten liegt, überschritten wird. Dabei sind die Spitzenschallpegel von 6–22 Uhr ( $T=57.600$  s) mit dem tatsächlichen Wert einzusetzen. Für Flugbewegungen in der Zeit von 22–6 Uhr wird der Spitzenschallpegel mit einem Zuschlag von 10 dB versehen, bevor er in die Formel eingesetzt wird.

Als Äquivalenzparameter wird hier nicht  $q=3$  verwendet, was dem energieäquivalenten Dauerschallpegel entsprechen würde, sondern der Wert  $q=4$  (zu erkennen am Faktor 13,3). Der Parameter  $q=4$  soll dazu dienen, bei größerer Häufigkeit von Einzelschallereignissen strenger zu bewerten, als es eine energieäquivalente Berechnung mit  $q=3$  tun würde.

Zusätzlich werden am VIE fallweise, basierend auf dem Vorschlag zu einem Fluglärmgesetz [16], Berechnungen des sogenannten "Day–Night–Pegels"  $L_{DN}$  vorgenommen. Der  $L_{DN}$  unterscheidet sich vom derzeit verwendeten  $L_{eq(4)}$  einerseits durch Verwendung des Halbierungsparameters  $q=3$ , andererseits durch Ersetzen der Spitzenschallpegel  $L_i$  mit der Dauer  $t_i$  durch die Schallereignispegel der Vorbeiflüge  $L_{AE}$ .

$$L_{DN} = 10 \cdot \log \frac{T_0}{T_{DN}} \sum_i (\overline{N_{Di}} + \overline{10N_{Ni}}) \cdot 10^{\frac{(L_{AE})_i}{10}}$$

$L_{DN}$  ..... Day–Night–Dauerschallpegel

$i$  ..... laufender Index der einzelnen Luftfahrzeugtypen

$N_{Di}$  ..... Anzahl der Vorbeiflüge einer Luftfahrzeugtype von 6–22 Uhr

$N_{Ni}$  ..... Anzahl der Vorbeiflüge einer Luftfahrzeugtype von 22–6 Uhr

$(L_{AE})_i$  ..... Zahlenwert des Schallereignispegels eines Vorbeifluges einer Flugzeugtype

$T_{DN}$  ..... Bezugszeit Tag und Nacht (86.400 s)

$T_0$  ..... 1s

Nach dem von M. Haider, M. Koller und H. G. Stidl gemeinsam mit J. Lang erstellten "Qualitätskriterium Fluglärm" [7] wird der A-bewertete Day-Night-Dauerschallpegel  $L_{DN}$  als Lärmbewertungsgröße bezeichnet, die gut geeignet ist, durchschnittliche Reaktionen auf Fluglärm zu beschreiben. Es wird im oben zitierten Gutachten weiters empfohlen, die Maximalpegel der einzelnen Überflüge ebenfalls in die Bewertung einzubinden, da diese Maximalpegel wegen ihrer besonderen psychologischen aber auch physiologischen Wirkung bei der Beschreibung der Belastungssituation von Bedeutung sind.

Zu  $L_{eq}$  und  $L_{DN}$  als Beurteilungswerte für subjektive Reaktionen ist zu bemerken, daß diese Verfahren verschiedene, zur Bewertung maßgebliche Merkmale von Schallsignalen außer Acht lassen. So geben sie ausschließlich die Lärmbelastung während der als Lärmereignisse definierten Zeiträume wieder und berücksichtigen in keiner Weise den zwischen den Einzelereignissen ständig vorhandenen Hintergrundpegel. Weiters erfolgt die Erfassung zeitlich schwankender Geräusche in einer dem subjektiven Empfinden nicht ausreichend adäquaten Form, da Geräusche mit kurzer Anstiegsdauer und hohen Schallpegeln bei gleichem  $L_{eq}$  oder  $L_{DN}$  mitunter störender empfunden werden als Dauerlärm. Zuletzt gehen auch Aussagen über auftretende Spitzenschallpegel durch das "Verteilen" der Einzelereignisse über die gesamte Beurteilungsperiode  $T$  verloren.

### 3.3 ENTWICKLUNG DER FLUGLÄRMZONEN SEIT 1980

Gemäß obzitiertem Bescheid des BMWV (1972) wird am VIE die Fluglärmbelastung durch Berechnung der Zonen, in welchen der äquivalente Dauerschallpegel größer als 66dB(A) ist, ausgewiesen; d. h. es wird die Linie  $L_{eq}=66\text{dB(A)}$  ermittelt. Bei allen außerhalb der 66dB(A)Grenze liegenden Anrainern und solchen, die innerhalb der 66dB(A)Zone liegen, aber die Baubewilligung nach dem 28.12.1972 erhalten haben, besteht keinerlei Anspruch auf finanzielle Ablöse oder Unterstützung von seiten der FWB bei der Durchführung von Lärmschutzmaßnahmen. Für die restlichen Betroffenen gibt es zwischen FWB und der Niederösterreichischen Landesregierung eine freiwillige Verpflichtungserklärung zur finanziellen Unterstützung bei baulichen Lärmschutzmaßnahmen.

Abb. 3.4 und 3.5 zeigen die Entwicklung der beschallten Fläche seit 1980.

Es ist ersichtlich, daß das Ausmaß der innerhalb der 66dB(A)-Linie liegenden Fläche im Zeitraum 1980 bis 1990 trotz steigender Flugbewegungen tendenziell abgenommen hat.

Tabelle 3.2: Von der 66dB(A)-Kurve umschlossene Fläche in  $\text{km}^2$  in den Jahren 1980–1990 [3]

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
34,24	20,47	18,35	17,84	17,25	18,48	17,05	15,13	14,63	15,52	15,31

Tabelle 3.3: Flugbewegungen (Linien- und Charterverkehr) von 1980–1990 [3]

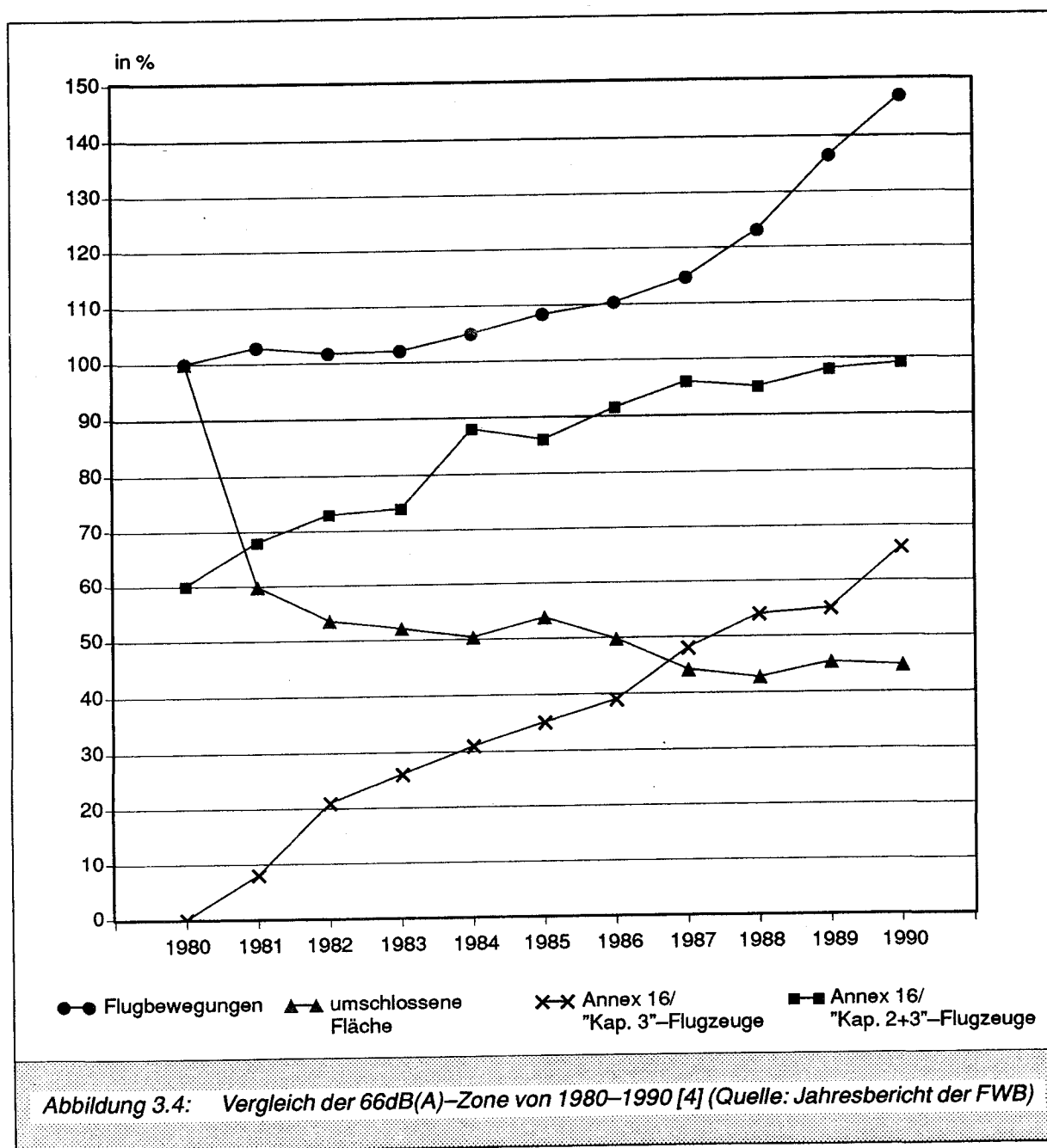
1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
54.296	55.839	55.229	55.404	56.971	58.803	59.874	62.248	66.843	74.116	79.854

Ausschlaggebend für die Verkleinerung der 66dB(A)-Zone war die Zunahme von ICAO (International Civil Aviation Organization) Annex 16, Kapitel 3, entsprechenden Flugzeugen.

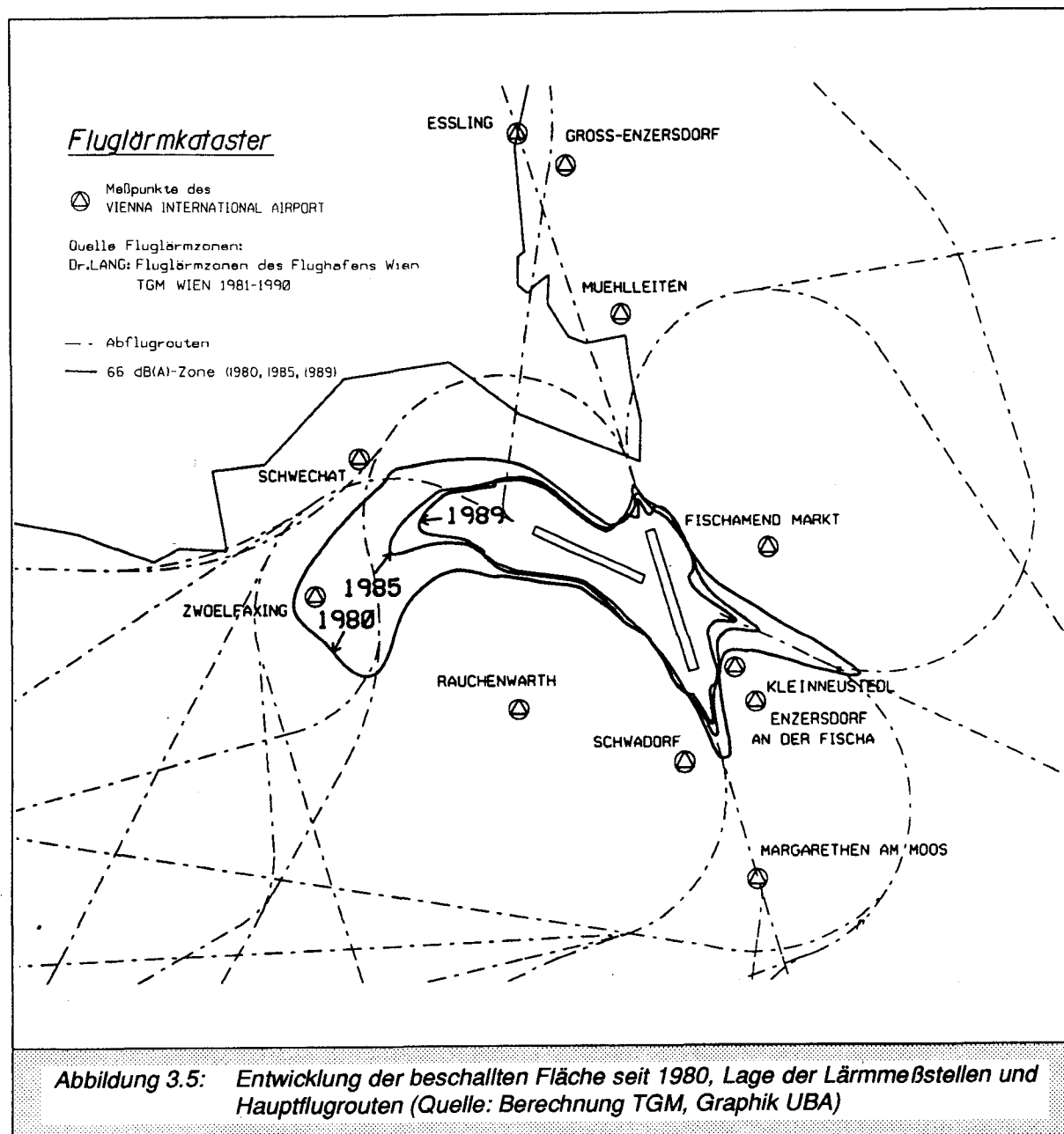
Die Bezeichnung "Kapitel 3"-Flugzeuge bezieht sich auf die im Annex 16 [8] der ICAO festgelegten Richtlinien für die Lärmzertifizierung von Flugzeugen. Darin sind die höchstzulässigen Schallpegel an drei festgelegten Meßpunkten eingetragen. Derzeit sind im Annex 16 zwei Lärmzertifizierungsnormen für Strahlflugzeuge fixiert: Die ältere Norm 2 und die neuere, strengere Norm 3. Nach einer bereits verabschiedeten EG-Richtlinie sollen bis zum Jahr 2002 möglichst alle "Kapitel 2"-Flugzeuge durch "Kapitel 3"-Flugzeuge ersetzt werden.

Tabelle 3.4: Anteil der "Kapitel 3"-Flugzeuge in % in den Jahren 1980–1990 lt. Auskunft der FWB

1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
0	8	21	26	31	35	39	48	54	55	66







### 3.4 DIE GEGENWÄRTIGE LÄRMSITUATION

Der VIE ist infolge seiner günstigen geographischen Lage hinsichtlich der Lärmbelastung in einer besseren Position als die meisten anderen Flughäfen Österreichs. Die laut Bescheid des BMWV für 1990 berechnete Fluglärmzone (siehe Kapitel 3.2.1) ist trotz steigender Flugbewegungen in den letzten zehn Jahren um 55 % kleiner geworden. Dies ist auf den Ersatz von lauten "Kapitel 2"-Flugzeugen durch leisere "Kapitel 3"-Flugzeuge zurückzuführen. Trotzdem nimmt die Zahl der Fluglärmbeschwerden sprunghaft zu. 1990 wurden insgesamt 236 Beschwerden registriert. Im Vergleich zu 1989 bedeutet das eine Steigerung von 70 %. Die Ursachen für die Zunahme der Beschwerden ist darin zu suchen, daß die Steigerung der Flugbewegungen subjektiv leicht wahrnehmbar ist, die Veränderung des Dauerschallpegels jedoch nicht. Die räumliche Aufteilung der Beschwerden ist in Tab. 3.5 dargestellt.

*Tabelle 3.5: Räumliche Schwerpunkte der Fluglärmbeschwerden [4]*

Räumliche Schwerpunkte	Anzahl	%
Wien, außer 23. und 10. Bezirk	51	22
Essling; Groß-Enzersdorf	47	20
Fischamend; Kl. Neusiedl; Enz./F.	35	15
Maria Lanzend.; Perchtoldsd.; 23. Bezirk	33	14
Schwadorf; Margarethen am Moos	32	14
Schwechat; 10. Bezirk	23	10
Rauchenwarth	3	1
Sonstige	12	5
Summe	236	100

Als Beschwerdegründe wurden folgende Störungen angegeben:

*Tabelle 3.6: Beschwerdegründe [4]*

Beschwerdegrund	Anzahl	%
Abweichung	72	31
Überflugfrequenz	55	23
Pistensperre 12/30	39	17
Pistensperre 16/34	20	8
Flugzeugtyp	18	8
Nachtflüge	17	7
Anfragen	8	3
Sichtanflüge	5	2
Sonstiges	2	1
Summe	236	100

Im Jahr 1990 wurden mit einem FWB-eigenen Meßbus an 185 Tagen Lärmmessungen vorgenommen. Zeitpunkt und Ort der Untersuchungen sind der Tab. 3.7 zu entnehmen.

Tabelle 3.7: Im Jahr 1990 durchgeführte Lärmmeßreihen [4]

vom	bis	Meßpunkt
22.01.1990	05.02.1990	Karlsdorf
05.02.1990	19.02.1990	Klein-Neusiedl; Lercheng.
19.02.1990	07.03.1990	Margarethen am Moos; Seefeldg.
09.03.1990	12.03.1990	Innsbruck
15.03.1990	02.04.1990	Leopoldsdorf; Plantaneng.
09.04.1990	18.04.1990	Rauchenwarth
11.05.1990	28.05.1990	Fischamend; Flugfeldstr.
28.05.1990	13.06.1990	Schwechat; Gartenstr.
18.06.1990	04.07.1990	Groß-Enzersdorf, Kastanienallee
24.09.1990	09.10.1990	Perchtoldsdorf
09.10.1990	16.10.1990	Groß-Enzersdorf; Donau-Oder-Kanal
22.10.1990	06.11.1990	Schwadorf; Am Sportplatz
06.11.1990	20.11.1990	Maria Lanzendorf; Reintalstraße
22.11.1990	04.12.1990	Korneuburg; Albrechtsg.

Tabelle 3.8: In den Meßperioden 1990 ermittelte  $L_{eq}$ -Werte in dB(A) im Vergleich zu 1989 [4]

Ortschaft	Tages- $L_{eq}$		Nacht- $L_{eq}$	
	1990	1989	1990	1989
Gr.-Enzersd.; Kastanienallee	50,7	47,7	43,8	37,9
Gr.-Enzersd.; D.O.K.	55,7	51,0	48,8	39,9
Fischamend	52,7	48,3	49,7	41,2
Kl.-Neusiedl; Lercheng.	65,7	64,0	46,5	49,5
Karlsdorf	53,6	55,3	37,0	46,8
Schwadorf	66,1	64,8	43,5	51,6
Margarethen am Moos	57,3	59,9	44,8	49,7
Rauchenwarth	53,3	52,4	49,1	40,9
Schwechat	54,8	55,9	47,0	46,6
Maria Lanzendorf	57,3	*)	34,2	*)
Leopoldsdorf	50,5	52,3	0,0	35,3
Perchtoldsdorf	47,8	46,2	24,0	0,0
Korneuburg	31,3	*)	20,3	*)

\*) keine Vergleichswerte aus 1989 verfügbar, Vergleichswerte Karlsdorf aus 1984, Pegelangaben in dB(A)

Aus den während dieser Meßperioden registrierten Fluggeräuschen wurden die, dem jeweiligen Ort entsprechenden äquivalenten Dauerschallpegel berechnet. In Tab. 3.8 sind die Werte von 1990 im Vergleich zu den 1989 gemessenen Werten dargestellt. Es darf bei Betrachtung dieser Daten allerdings nicht vergessen werden, daß diese  $L_{eq}$ -Werte nicht direkt mit den berechneten Lärmzonen verglichen werden können, da die Bezugszeiten verschieden lang sind (bei den Lärmzonenberechnungen werden 6 Monate als Bezugszeit herangezogen, während die einzelnen Meßreihen jeweils über ungefähr zwei Wochen gingen).

Tabelle 3.9: Nach Windrichtungen berechnete Teil- $L_{eq}$ -Werte in dB(A) von 1990 im Vergleich zu 1989 [4]

Ortschaft	Windrichtung	Tages- $L_{eq}$		Nacht- $L_{eq}$	
		1990	1989	1990	1989
Gr.-Enzersd.; Kastanienallee	W/N	35,8	43,4	0,0	0,0
	calm	52,7	49,2	27,1	n.erf.
	S/O	54,5	55,2	50,2	46,7
Gr.-Enzersd.; D.O.K.	W/N	0,0	49,3	0,0	0,0
	calm	55,4	52,0	48,6	47,8
	S/O	56,0	55,6	49,4	48,8
Fischamend	W/N	48,6	48,1	40,2	40,5
	calm	49,7	48,4	52,7	50,3
	S/O	57,1	56,1	52,7	n. erf.
Kl.-Neusiedl; Lercheng.	W/N	54,9	56,8	43,5	47,3
	calm	63,7	64,3	47,1	53,1
	S/O	68,5	70,3	48,2	50,3
Karlsdorf	W/N	51,5	49,9	26,8	40,6
	calm	53,1	55,4	37,0	42,2
	S/O	55,3	58,0	40,9	51,2
Schwadorf	W/N	48,8	53,7	36,1	43,8
	calm	65,3	61,3	50,7	51,3
	S/O	68,2	68,1	43,3	54,8
Margarethen am Moos	W/N	52,3	54,8	44,9	47,8
	calm	59,2	58,6	45,9	46,4
	S/O	60,4	63,3	40,0	51,5
Rauchenwarth	W/N	54,5	55,2	50,0	43,7
	calm	46,1	46,6	35,7	0,0
	S/O	45,2	42,6	0,0	0,0
Schwechat	W/N	53,0	55,1	44,9	46,1
	calm	56,0	58,0	39,7	43,0
	S/O	58,4	56,0	53,1	49,8
Maria Lanzendorf	W/N	59,2	*)	36,1	*)
	calm	59,5	*)	0,0	*)
	S/O	0,0	*)	0,0	*)
Leopoldsdorf	W/N	52,6	53,6	0,0	36,9
	calm	52,1	53,0	0,0	0,0
	S/O	25,1	28,4	0,0	0,0
Perchtoldsdorf	W/N	49,6	46,2	26,7	0,0
	calm	48,4	47,7	0,0	0,0
	S/O	30,9	27,6	0,0	0,0
Korneuburg	W/N	24,4	*)	19,2	*)
	calm	35,0	*)	0,0	*)
	S/O	33,0	*)	23,9	*)

\*) keine Vergleichswerte aus 1989 verfügbar, Vergleichswerte Karlsdorf aus 1984, Pegelangaben in dB(A)

Da die jeweils in Betrieb befindlichen Pisten und damit die am jeweiligen Ort gemessenen Schallereignisse äußerst abhängig von der Wettersituation sind, wurden zusätzlich Teil- $L_{eq}$ 's für bestimmte Windrichtungen ausgewiesen. Der Berechnung dieser Teil- $L_{eq}$ 's wird nur jener Zeitraum zugrunde gelegt, in dem eine bestimmte Windrichtung vorherrscht. Die Pistenbetriebsrichtungen können den Windrichtungen wie folgt zugeordnet werden: W/N = RWY 30/34; calm = RWY 30/16; S/O = RWY 12/16.

In der folgenden Tab. 3.10 sind die durchschnittlichen Maximalpegel für die einzelnen Meßpunkte aufgelistet.

Tabelle 3.10: Durchschnittliche Maximalpegel 1990 in dB(A) im Vergleich zu 1989 [4]

Ortschaft	Anzahl Flugbew.	Starts		Landungen	
		1990	1989	1990	1989
Gr.-Enzersdf; Kastanienallee	600	78,4	82,8	74,2	74,9
Gr.-Enzersd.; D.O.K.	600	n.erf.	80,1	75,5	73,5
Fischamend	665	75,8	73,5	70,4	73,2
Kl.-Neusiedl; Lercheng.	1.088	88,6	89,8	70,1	71,2
Karlsdorf	646	75,1	78,0	68,3	72,1
Schwadorf	932	88,2	88,5	73,2	73,6
Margarethen am Moos	521	81,8	84,1	80,8	81,9
Rauchenwarth	290	77,6	78,7	n.erf.	n.erf.
Schwechat	949	75,7	76,9	78,4	78,8
Maria Lanzendorf	415	80,1	*)	n.erf.	*)
Leopoldsdorf	290	76,4	76,4	n.erf.	n.erf.
Perchtoldsdorf	193	73,2	71,4	n.erf.	n.erf.
Korneuburg	31	n.erf.	*)	65,4	*)

\*) keine Vergleichswerte aus 1989 verfügbar. Vergleichswerte Karlsdorf aus 1984 Pegelangaben in dB(A)

Für jeden Meßpunkt wurde weiters eine Flottenpegel-Statistik erstellt und diese an die Airlines versandt. In der Statistik wurden sowohl die Anzahl der registrierten Überflüge als auch die durchschnittlichen Maximalpegel für jede Fluggesellschaft extra angeführt und mit den Vorjahreswerten verglichen. Mittels dieser Information kann festgestellt werden, an welcher Stelle jede Fluggesellschaft rangiert. Gemeinsam mit der Statistik wurden Piloteninformationsblätter verteilt, die sämtliche am VIE vorgeschriebenen, lärmindernden flugbetrieblichen Maßnahmen enthalten.

Als zusammenfassende Bewertung kann festgehalten werden, daß die Beschwerden von Anrainern über Lärmbelastung durch die auftretenden Maximalpegel – besonders in den Nachtstunden – (vor allem in Schwadorf und Klein-Neusiedl) nicht unberechtigt erscheinen und zu Überlegungen seitens der FWB Anlaß geben sollten.

### 3.5 DIE FLUGLÄRMÜBERWACHUNGSANLAGE

Im Sommer 1991 wurde am VIE eine Fluglärmüberwachungsanlage eingerichtet, die neben der jährlich berechneten 66dB-Zone, eine Möglichkeit zur Kontrolle der aktuellen Fluglärmbelastung bietet. In einer ersten Ausbauphase wurden 6 fixe Lärmmeßstellen (Groß–Enzersdorf, Klein–Neusiedel, Enzersdorf/Fischa, Schwadorf, Schwechat, Margarethen am Moos) installiert, die eine durchgehende Registrierung und Speicherung der Schallimmissionen ermöglichen. Eine weitere Meßeinheit wurde von einer Privatfirma für Maria Lanzendorf zur Verfügung gestellt. In einer weiteren Ausbauphase sollen die bereits vorhandenen Meßstellen durch 6 weitere ergänzt werden. Die Lage der Meßstellen sowie die Hauptflugrouten sind aus Abb. 3.5 ersichtlich.

Über Telefonnetz sind alle Meßgeräte mit einem zentralen Rechner verbunden, in dem die übertragenen Meßwerte in einer Datenbank gespeichert werden. Aus den erfaßten Rohdaten lassen sich unterschiedliche, die jeweilige Lärmsituation beschreibende Parameter berechnen, die seit September 1991 in Form von Meßprotokollen vorliegen. In Tab. 3.11 sind die wesentlichen Monatswerte für November 1991 zusammengefaßt.

Tabelle 3.11: Monatswerte der Lärmmeßstellen für November 1991 (Quelle: VIE Persönliche Mitteilung)

	Groß– Enzersdorf	Klein– Neusiedl	Enzersdorf/– Fischa	Schwadorf	Schwechat	Maria Lanzendorf
Gesamt– $L_{eq}$ [dB]	56,3	59,5	60,0	60,4	53,4	71,3
Ereignis– $L_{eq}$ [dB]	52,6	58,2	59,5	59,8	49,6	50,2
Hintergrund– $L_{eq}$ [dB]	54,0	53,8	50,2	50,9	51,2	71,5
Gesamt $L_{DN}$ [dB]	58,8	62,3	60,8	61,0	55,7	71,4
Ereignis $L_{DN}$ [dB]	54,8	61,2	60,0	60,0	50,5	50,3
Hintergrund $L_{DN}$ [dB]	56,6	56,1	53,1	53,7	54,1	71,5
niedrigster Schalldruckpegel [dB]	41,5	28,5	28,5	32,5	33,5	28,5
Anzahl der Ereignisse	1.601	2.605	1.123	760	516	655

$Gesamt-L_{eq}$  = äquivalenter Dauerschallpegel bezogen auf den Zeitraum der tatsächl. Datenerfassung

$Ereignis-L_{eq}$  = aus den registrierten Einzelereignissen (als Ereignis werden derzeit Schallemissionen mit Schalldruckpegel 65 dB während einer Dauer von mindest. 8 s definiert) wird ein äquivalenter Dauerschallpegel für den gesamten Zeitraum der Datenerfassung berechnet.

In Verbindung mit den Lärmmeßstellen wurde eine Software zur Radaranlage (FANOMOS) zur Dokumentation der An- und Abflugrouten in Betrieb genommen. Sie erlaubt eine dreidimensionale Registrierung der Flugspuren und somit erstmals auch eine Überwachung der vorgeschriebenen Flughöhen. Durch eine online-Verbindung zur Flugsicherung im Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZ) ist es möglich, jeder Flugspur auch die zugehörigen Kenndaten (Flugnummer etc.) zuzuordnen. Die Verknüpfung von gemessenen Lärmdaten, Flugspuren und Kenndaten ergeben eine präzise und umfassende Beschreibung der Auswirkung jeder einzelnen Flugbewegung auf die Lärmsituation.

### 3.6 ENTWICKLUNG DER LÄRMSITUATION BIS ZUM JAHR 2010 UND MAßNAHMEN ZUR LÄRMREDUZIERUNG

Die vom VIE angestrebte Entwicklung bis zum Jahr 2000 ist im MP2000 ausgearbeitet. Bei Erfüllung des MP2000 wird die Zahl der Flugbewegungen gegenüber 1990 um rund 100 % ansteigen.

Tabelle 3.12: Anwachsen der Flugbewegungen gemäß MP2000 bis 2010 lt. Auskunft der FWB

Verkehrsaufkommen Bewegungen	Ist 1989	Ist 1990	1995	2000	2005	2010
Linien- und Charterverkehr	74.116	79.854	115.740	154.700	197.440	240.220
Allgem. Luftfahrt und Militär	28.979	30.180	37.740	43.750	49.500	56.000
TOTAL	103.095	110.034	153.480	198.450	246.940	296.220

1991 wurde von der FWB an das TGM der Auftrag erteilt, eine Prognose der zu erwartenden Veränderungen der Fluglärmmzonen bis zum Jahr 2010 zu erstellen. Die Berechnungen wurden sowohl für die laut Bescheid vorgeschriebene 66dB(A)-Zone, als auch für die 65dB(A)-Zone des  $L_{DN}$  durchgeführt. Die Ergebnisse kurz zusammengefaßt lauten:

1. Die Berechnungen zeigen, daß ab einer Flugbewegungsanzahl von rund 150.000 der Grenzwert  $L_{DN}=65\text{dB(A)}$  dem Grenzwert  $L_{eq}=66\text{dB(A)}$  annähernd gleich gesetzt werden kann.
2. Der jahrelange Effekt, daß aufgrund des Einsatzes der leiseren "Kapitel 3"-Flugzeuge trotz steigender Flugbewegungen die Lärmmzonen kleiner werden, wird nicht länger andauern, da ab dem Zeitpunkt, wo es ausschließlich "Kapitel 3"-Flugzeuge geben wird, keine Abnahme der Einzelpegel mehr erreicht werden kann und die steigenden Flugbewegungen wieder zu einer Zunahme des  $L_{eq}$  führen werden. Das bedeutet, daß sich die Fluglärmmzonen erstmals in bewohntes Gebiet ausbreiten werden (ca. ab 2000).

Tabelle 3.13: Entwicklung der durch die Fluglärmmzonen umschlossenen Flächen [3]

Zone	umschlossene Fläche [km <sup>2</sup> ]			
	1995	2000	2005	2010
$L_{eq}$ 66 dB	19,11	23,43	27,46	29,29

Aus den Ergebnissen der Untersuchung kann geschlossen werden, daß die bereits in Kapitel 3.4 beschriebene Entwicklung – starkes Ansteigen der Lärmbeschwerden – weiter anhalten wird und sich bei Vergrößerung der Lärmzone sogar noch verschärfen kann.

#### Maßnahmen zur "Beruhigung der Situation" – ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

- Mit Inbetriebnahme des FANOMOS-Radarsystems ergibt sich erstmals die Möglichkeit, die Einhaltung der vorgeschriebenen Flugrouten genau zu verfolgen. Erweist sich bei Überprüfung, daß einige der An- und Abflugwege flugtechnisch ungünstig liegen, so können nun Korrekturen vorgenommen werden. Nach erfolgter Optimierung sollten Maßnahmen zur Befolgung der Vorschriften geschaffen werden, z. B. eine Gebührenregelung, Auszeichnung von "lärmarmen" Fluglinien und Strafgebühren für Piloten, die von den vorgeschriebenen Flugrouten abweichen.

- Versuch der Verlegung mancher besonders "beschwerdereicher" Flugrouten über unbesiedeltes oder lockerer besiedeltes Gebiet. Es soll hier aber nicht unerwähnt bleiben, daß diese Maßnahme aufgrund der regen Bautätigkeit im Großraum Wien nur mehr beschränkt realisierbar ist.
- In künftige Widmungsplanungen sollte auf die prognostizierte Frequenzsteigerung des Flugverkehrs am Flughafen Wien–Schwechat und die damit verbundene Zunahme der Lärmzonen verstärkt Rücksicht genommen werden. Das Land als kontrollierende Behörde von Flächenwidmungsplänen, sollte diese Kontrolle stärker wahrnehmen.
- Unentwegte Aufklärungsarbeit der FWB bei Bauvorhaben in vom Fluglärm beeinträchtigten Gebieten. Trotz der Tatsache, daß die FWB keinerlei Einspruchsrecht bei baubehördlichen Entscheidungen außerhalb des Flughafengeländes hat, sollte sie in der Öffentlichkeit immer wieder auf die zu erwartenden Belästigungen aufmerksam machen. Nur so kann ein Prozeß der Bewußtseinsbildung bei den zuständigen Stellen ausgelöst werden.
- Die Entwicklung leiserer An- und Abflugwege, die in Zusammenarbeit mit den Austrian Airlines bereits begonnen wurden, sollte verstärkt fortgesetzt werden.
- Mehrgebühren für die lautesten Flugzeuge.
- In Zusammenarbeit mit den Fluglinien sollte versucht werden, eine bessere Auslastung jedes einzelnen Fluges zu erreichen. Das Anwachsen der Flugbewegungen könnte dadurch, trotz Erreichen der in der FWB angestrebten Passagierzahl, begrenzt werden.
- Finanzielle Förderung von privaten Lärmschutzmaßnahmen.
- Bei der Erarbeitung eines zukünftigen Fluglärmgesetzes sollte eine Berücksichtigung der Maximalpegel nicht unbeachtet bleiben.

### 3.7 DIE RECHTLICHE SITUATION DES LÄRMSCHUTZES IN ÖSTERREICH UNTER SPEZIELLER BERÜCKSICHTIGUNG DER ZIVILLUFTFAHRT

#### 3.7.1 Einleitung

Durch das B–VG vom 27.11.1984 (BGBl. 1984/491) hat sich die Republik Österreich (Bund, Länder und Gemeinden) zum 'umfassenden Umweltschutz' bekannt (§1 Abs.1). Danach ist "Umfassender Umweltschutz" die Bewahrung der natürlichen Umwelt als Lebensgrundlage des Menschen vor schädlichen Einwirkungen. Er besteht insbesondere in Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft, des Wassers und des Bodens sowie zur Vermeidung von Störungen durch Lärm. Diese Staatszielbestimmung "(...) enthält weder einen Auftrag an die Gesetzgebung oder die Vollziehung, noch ordnet sie irgendwelche Rechtsfolgen an, falls Maßnahmen zur (...) Unterlassung von Lärm unterbleiben" [17]. Allenfalls ist diese Staatsziel–Bestimmung eine Auslegungshilfe. Siehe dazu auch [21]. Zumindest im Bereich des Lärmschutzes ist diese Meinung nicht ganz unberechtigt. Es gibt Lärmschutzvorschriften, die über verschiedenste Bundes– und Landesgesetze bzw. Verordnungen verstreut sind, aber es gibt kein Lärmschutzgesetz und keine generelle Lärmschutzverordnung wie etwa in der Schweiz. Der Lärmschutz wird als Annex in diversen Gesetzen im Zusammenhang mit anderen Kompetenztatbeständen am Rande mitbehandelt. Derartige Vorschriften sind dann oft gar nicht direkt mit dem Lärmschutz in Zusammenhang zu bringen. Ein Beispiel ist das Eisenbahngesetz (BGBl. 1957/60 idGF): Der Schienenverkehrslärm ist nur unzureichend (in Teilbereichen) geregelt. Am Verfahren zur Erteilung einer eisenbahnbehördlichen Baubewilligung werden Personen, die lediglich durch den Betriebslärm der Eisenbahn belästigt werden, nicht berücksichtigt [10].



Der Österreichische Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL) erarbeitet die ÖAL-Richtlinien, österreichische Richtlinien auf dem Gebiet des Lärmschutzes. Ihre Einhaltung ist nicht zwingend, ihre Existenz hat jedoch einen starken Einfluß auf die Gesetzgebung.

Im Zusammenhang mit Fluglärm wichtige ÖAL-Richtlinien sind:

ÖAL Nr.3: ..... Schalltechnische Grundlagen für die Beurteilung von Lärm

ÖAL Nr.3/1: ..... Beurteilung von Schallimmissionen

ÖAL Nr.11: ..... Rechtliche Grundlagen des Lärmschutzes in Österreich

ÖAL Nr.24: ..... Lärmschutzzonen in der Umgebung von Flugplätzen.

### 3.7.2 Allgemeiner Teil

Kompetenzmäßig ist der Lärmschutz in Österreich eine sogenannte Adhäsionsmaterie [18] – für die Erlassung von Bestimmungen zum Schutz vor einer Gefährdung oder Belästigung ist immer jene Autorität zuständig, die zur Regelung der Materie berufen ist, in deren Bereich die Immissionen oder Emissionen auftreten. Damit ist z.B. für den Bereich des Kraftfahrrechtes und der Luftfahrt der Bund zuständig. In den Zuständigkeitsbereich der Länder fallen Lärmschutzmaßnahmen auf dem Gebiet des Natur- und Landschaftsschutzes, des Baurechts und des Veranstaltungsrechtes; überdies sind die Länder aufgrund der Generalklausel des Art. 15 B-VG für allgemeine Lärmschutzmaßnahmen zuständig, soweit keine Bundeskompetenz besteht. Insbesondere obliegt den Ländern die Wahrnehmung des Lärmschutzes im Rahmen der örtlichen Sicherheitspolizei. Darunter fällt vor allem der Schutz vor ungebührlicher Erregung störenden Lärms.

Der Lärmschutz gliedert sich in Sondervorschriften im Kompetenzbereich des Bundes (Gewerbeordnung, ...), der Länder (Baulärm, Raumordnung,...) sowie der Gemeinden (ortspolizeiliche Verordnungen) sowie Polizeistrafgesetze, z.B. Verwaltungsübertretungen [11]. Ein Beispiel ist der §3 des OÖ Polizeistrafgesetzes (BGBl. 1979/36 idF LGBL. 1985/94): "Wer ungebührlicherweise störenden Lärm erregt, begeht eine Verwaltungsübertretung". Hierzu gehört vor allem die Abwehr des Lärms durch ungebührliches Verhalten im Wohnbereich und die Abwehr des auf der Straße ungebührlicherweise erregten Lärms. Zu den einschlägigen Bestimmungen liegt eine umfangreiche Judikatur des Verwaltungsgerichtshofes vor, die die Strafbarkeit der Lärmerregung, angefangen durch Lautsprecher, über bellende Hunde bis zu unbegründeten nächtlichen Telefonanrufen und zum Lärm von Gästen in Gastlokalen, behandelt. Die Vorschriften der örtlichen Sicherheitspolizei werden nur dann angewendet, wenn nicht im Zusammenhang mit einer anderen Sachmaterie (z. B. Gewerbeamt, Kraftfahrrecht) besondere Vorschriften anzuwenden sind [11].

Eine Regelung des Immissionsschutzes, die unter anderem auch den Lärmschutz betrifft, enthält schon das Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch (§364 ABGB von 1811). Es handelt sich um eine Einschränkung des Eigentumsrechts die einem Eigentümer eines Grundstücks ermöglicht, dem Nachbarn von dessen Grundstück ausgehende Einwirkungen von z. B. Lärm zu untersagen, soweit sie das nach örtlichen Verhältnissen gewöhnliche Maß überschreiten (für eine Behandlung von Begriffen wie 'das örtlich gewöhnliche Maß' siehe [19]). Diese Regelung wird allerdings schon im Folgeparagraph relativiert (§364a): Bei behördlich genehmigten Betriebsanlagen (ein Flugplatz ist keine behördl. genehmigte Betriebsanlage, jedoch, werden z. B. Eisenbahnen und Flugplätze den gewerbebehördlich genehmigten Anlagen gleichgestellt [19]), kann nur Schadenersatzanspruch geltend gemacht werden, auch wenn die Immissionen von Umständen verursacht werden, die beim Bewilligungsverfahren für die Anlage nicht berücksichtigt wurden. Gerade das Bewilligungsverfahren für Flugplätze hat immer wieder zu Problemen geführt, da es im Luftfahrtrecht keinen nachbarrechtlichen Immissionsschutz gibt und die Parteistellung bei Bewilligungsverfahren für Flugplätze nur für die engsten Nachbarn gilt.

Strafrechtliche Grundlage für den Umweltschutz und somit auch für den Lärmschutz ist der §181a StGB (BGBl. 1974/60) (schwere Beeinträchtigung durch Lärm). Unter Umständen sind auch die Körperverletzungsparagraphen anwendbar (§§ 83, 84, 85, 88).

Nach der Gewerbeordnung (GewO BGBl. 1974/50 idgF) § 69 und § 69a ist der BM für Handel, Gewerbe und Industrie berechtigt, mittels Verordnung Maßnahmen zur Vermeidung der Gefährdung von Leben und Gesundheit von Menschen sowie zum Schutz der Umwelt festzulegen. Da Lärm zu einer Gesundheitsschädigung führen kann, ist diese Bestimmung auch zum Zwecke des Lärmschutzes anwendbar. §72 bestimmt, daß die Inverkehrsetzung von Maschinen mit einem A-bewerteten Schalleistungspegel größer 80dB nur zulässig ist, wenn der Schalleistungspegel auf einer deutlich sichtbaren (...) Aufschrift angegeben ist.

In § 74 GewO wird festgelegt, daß Gewerbliche Betriebsanlagen, die wegen ihrer Betriebsweise oder Ausstattung dazu geeignet sind, die Nachbarn durch (...), Lärm, (...) zu belästigen, einer Genehmigung durch die Behörde bedürfen. Die Anlage ist zu genehmigen (eventuell unter Vorschreibung geeigneter Auflagen), wenn (...) Belästigungen auf ein zumutbares Maß beschränkt werden (§ 77). Laut § 77 (2) ist eine 'zumutbare Belästigung' nach den Maßstäben eines gesunden, normal empfindenden Kindes und eines gesunden, normal empfindenden Erwachsenen (...) zu beurteilen.

Im Kraftfahrzeuggesetz (BGBl. 1967/267 idgF) ist festgelegt, daß Kraftfahrzeuge und Anhänger so gebaut sein müssen, daß durch sachgemäßen Betrieb keine Gefahren für Lenker, beförderte Personen und andere Straßenbenützer entstehen sowie kein übermäßiger Lärm, (...) entsteht (4). Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren müssen mit in ihrer Wirkung gleichbleibenden, nicht ausschaltbaren Vorrichtungen zur Dämpfung des Auspuffgeräusches versehen sein (12). Starke Motorengeräusche müssen abgeschirmt werden. Nach der Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung (KDV) 1967 in der geltenden Fassung darf der A-bewertete Schallpegel des Betriebsgeräusches eines Kraftfahrzeuges bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. Im wesentlichen wurde die ECE-Regelung übernommen.

Im Landesrecht gibt es eine große Zahl von einschlägigen Vorschriften (siehe Generalklausel B-VG). Wieder ist anzumerken, daß diese Regelungen meist nicht direkt Lärmschutzregelungen sind, sondern dieses Thema lediglich mitbehandeln. So sieht z.B. das Baurecht für Wien zwar keine direkten Regelungen für den Lärmschutz vor, wohl aber indirekte. Weitere Beispiele hierzu finden sich in [20].

### 3.7.3 Gesetzliche Regelungen zum Fluglärmschutz in Österreich und besondere Bestimmungen für den VIE

Angelegenheiten betreffend die Luftfahrt sind in Österreich prinzipiell Sache des Bundes (siehe Art.10, Abs.1 Z 9 B-VG). Das Luftfahrtgesetz LFG (BGBl. 1957/253) unterscheidet zwischen militärischer und ziviler Luftfahrt.

Grundsätzliche Voraussetzung für den Betrieb eines Luftfahrzeuges ist die Lufttüchtigkeit laut §17 LFG. Um diese Lufttüchtigkeit zu erlangen, ist für ein ziviles Luftfahrzeug (im weiteren LFZ genannt) ein behördliches Zulassungsverfahren laut §13 LFG bzw. ein Anrechnungsverfahren lt. §18 LFG notwendig (siehe auch weiter unten: ICAO-Mitgliedschaft Österreichs). Die entsprechenden Anforderungen an das LFZ werden über Verordnung lt. §21 LFG festgelegt (ausrüstungsbezogene Lärmvorschriften).

Das Betriebsgeräusch von LFZ regelt der §14 Abs.1 Lit.b LFG: Ein Zivil-LFZ ist nach §13 zuzulassen, wenn es lufttüchtig (§17) und technisch so ausgerüstet ist, daß das durch seinen Be-

trieb entstehende Geräusch das nach dem jeweiligen Stand der Technik unvermeidbare Maß nicht übersteigt. Weitere Vorschriften enthält die Zivil-Luftfahrzeugs-Lärmzulässigkeits-Verordnung (ZLZV, BGBl. 1986/700 idF BGBl. 1990/30). Hervorzuheben sind in der letzten Änderung der ZLZV von 1990 die Änderung des §27 (3), wonach für mehrere Flughäfen ab dem dort angegebenen Datum nur mehr An- und Abflüge mit "Kapitel 3"-Maschinen (entsprechend Abschnitt II.D in der ZLZV) durchgeführt werden dürfen sowie die Verhängung eines Nachtflugverbotes für Nicht-"Kapitel 3"-Maschinen am VIE ab 1.5.1996. Seit 1.5.1991 besteht am VIE ein Nachtflugverbot für Maschinen die einen in §27 [4] angegebenen Lärmgrenzwert überschreiten. Es sei an dieser Stelle auch auf den internationalen Teil (betreffend ICAO Annex 16) weiter unten verwiesen.

Das Verhalten im Luftverkehr wird durch §124 LFG geregelt. Es werden dazu nähere Bestimmungen (Luftverkehrs-Regeln LVR BGBl. 1959/198 idgF) mittels Verordnung ausgegeben. Ein Beispiel dafür ist das Verbot von Überschalllärm für Zivilflugzeuge in Österreich [9] [22]. Derartige Regelungen sind betriebsbezogene Vorschriften. In §3 LVR heißt es: Durch den Betrieb eines Luftfahrzeuges oder Luftfahrgerätes dürfen keine größeren Behinderungen oder Belästigungen, insbesondere kein größerer Lärm verursacht werden, als es der ordnungsgemäße Betrieb des Luftfahrzeuges oder Luftfahrgerätes unvermeidbar mit sich bringt.

Als luftfahrtrechtliches Instrument des Lärmschutzes kann man Luftraumbeschränkungen, also Flugbeschränkungsgebiete, Luftsperrgebiete (§ 5 Abs.1 Lit. b LFG) sowie Vorschreibungen zur Flughöhe ansehen, diese Instrumente werden jedoch im allgemeinen nicht zum Zweck des Lärmschutzes angewandt.

In § 58 LFG wird zwischen zivilen und militärischen Flugplätzen unterschieden. Die zivilen Flugplätze werden weiter unterteilt in öffentliche und private. Im weiteren soll nur auf öffentliche zivile Flugplätze eingegangen werden. (Anmerkung: Für militärische Flugplätze herrscht in Österreich lärmschutzmäßig weitgehend ein rechtliches Vakuum – siehe [9][22]).

Für zivile Flugplätze ist für die Errichtung eine behördliche Bewilligung erforderlich, die Zivilflugplatzbewilligung (§ 68–§ 77 LFG). Bei der Standortwahl muß berücksichtigt werden, daß beim Betrieb von Luftfahrzeugen bei Start und Landung keine 'unzumutbaren Lärmimmissionen' hervorgerufen werden (§ 3 ZivilflugplatzVO BGBl. 1962/71). Die Zumutbarkeit ist im Zweifelsfall mittels Gutachten nachzuweisen. Für die Aufnahme des Betriebes ist eine weitere Bewilligung erforderlich, die Betriebsaufnahmebewilligung.

Wie schon erwähnt wurde, hat die Parteistellung in diesen Bewilligungsverfahren immer wieder zu Problemen geführt. Ein nachbarrechtlicher Immissionsschutz (daher auch ein Lärmimmissionsschutz) existiert nach dem LFG nicht. Die Anrainer haben damit kein Recht, das Unterlassen von Immissionen zu verlangen, v. a. da es sich bei Flugplätzen um behördlich genehmigten Betriebsanlagen gleichgestellte Anlagen handelt (siehe oben). Umweltschutzaspekte können nur über Bestimmungen, die 'sonstige öffentliche Interessen' betreffen, behandelt werden [9].

Ein Beispiel für eine Zivilflugplatzbewilligung ist [5]. Dieser Bescheid hat in erster Linie die Errichtung der zweiten Piste am VIE zum Inhalt. In Abschnitt VI.5 sind aber auch Lärmschutzaufgaben angeführt: Einmal pro Jahr ist durch eine autorisierte Stelle die aufgetretene Fluglärmbelastung zu ermitteln und das Resultat dem Bundesministerium für Verkehr vorzulegen. Sollte das Ergebnis dieser Untersuchung ergeben, daß Gebäude außerhalb der Flughafengrenzen, die dem ständigen oder längeren Aufenthalt von Personen dienen (Wohnhäuser), sich innerhalb der 66dB(A)-Zone befinden, so ist bei obigem Ministerium die Festlegung lärmmindernder An- und Abflugverfahren zu beantragen und für deren Überwachung eine Fluglärmüberwachungsanlage einzurichten (siehe auch meßtechnischer Teil). In diesem Abschnitt wird übrigens auch auf eine davon eigentlich unabhängige Verpflichtungserklärung des VIE gegenüber der NÖ. Landesregierung hingewiesen, die die Kostentragung von baulichen Schallschutzmaßnahmen außerhalb des Flughafens sowie die Errichtung von Lärmschutzgürteln durch den VIE beinhaltet.

Bodeneinrichtungen auf Flugplätzen werden in zivile und militärische Bodeneinrichtungen unterteilt. Diese Unterscheidung wird nicht nach dem Zweck oder der Verwendung, sondern lediglich nach dem Standort getroffen. Eine luftfahrtrechtliche Bewilligung ist nur für zivile Bodeneinrichtungen vorgesehen. Damit sind auch militärische Anlagen am VIE luftfahrtrechtlich bewilligungspflichtig.

Weitere in Zusammenhang mit dem Lärmschutz interessante Regelungen enthält die Zivilflugplatz-Betriebs-Ordnung (BGBl. 1962/72). Ein Beispiel: Auf Bewegungsflächen dürfen Luftfahrzeuge nur mit der unbedingt erforderlichen Drehzahl (...) betrieben werden. Probelaufe von Flugzeugtriebwerken sind nur an den dazu bestimmten Stellen des Flugplatzes zulässig. Unnötige Belastungen, insbesondere durch Lärm und Luftstrom (Wirbelschleppen) sind zu vermeiden (§35).

### 3.7.4 Internationale Bestimmungen zum Fluglärmschutz

Österreich ist Mitglied der ICAO (International Civil Aviation Organization) und Unterzeichner der Internationalen Konvention für Zivilluftfahrt. Der Band I des Annex 16 zu diesem Abkommen [8] beschäftigt sich mit der Lärmentwicklung von Flugzeugen.

Im zweiten Teil des ersten Bandes werden Richtlinien für die Lärmzertifizierung von Flugzeugen beschrieben. Diese Richtlinien sind für jedes ICAO-Mitglied bindend, es können aber unabhängig davon national schärfere Vorschriften für die Zulassung von Flugzeugen erlassen werden. Ein nach diesen Richtlinien erstelltes Lärmzertifikat wird von allen ICAO-Mitgliedsländern als gleichwertig anerkannt.

Die BRD, die Schweiz und Italien sind so wie Österreich Mitglieder der ICAO. Alle drei Länder haben im Gegensatz zu Österreich kleinere Änderungen am Text des Annex 16 für ihre nationalen Vorschriften vorgenommen [12]. Es handelt sich dabei jedoch lediglich um technische Details, bzw. in der BRD um spezielle Ausnahmen für z. B. Feuerwehrflugzeuge. Die letzte bundesdeutsche Übertragung des ICAO-Annex 16 (LSL – Lärmschutzforderungen für Luftfahrzeuge) ist am 1.1.1991 in Kraft getreten.

In mehreren Kapiteln werden die zu zertifizierenden Flugzeuge eingeteilt nach Antriebsart, Startmasse und Datum des Lufttüchtigkeitszertifikats des Prototypen behandelt. Besonders wichtige Kapitel sind die Kapitel 2 und 3, da sie sich mit Unterschall-Jets beschäftigen, die den Großteil der Flugbewegungen der internationalen Zivilluftfahrt ausmachen (auf die Privat- und Sportfliegerei wird hier nicht eingegangen). Kapitel 2 behandelt Flugzeuge, für die der Antrag auf Baumusterprüfung vor dem 6.10.1977 gestellt wurde (siehe auch ZLZV Abschnitt II.C), Kapitel 3 behandelt Maschinen, für die dieser Antrag erst später erfolgte (siehe auch ZLZV Abschnitt II.D), Propeller-Maschinen über 5.700 kg, für die obiger Antrag vor dem 17.11.1988 gestellt wurde sowie Propeller-Maschinen über 9.000 kg mit einer Antragstellung nach dem 17.11.1988.

Gemäß ICAO-Richtlinien sollten in ICAO-Mitgliedstaaten schon heute keine Maschinen starten und landen dürfen, die nicht zumindest das Lärmzertifikat nach Kapitel 2 aufweisen können. Längerfristig wird angestrebt, auch die "Kapitel 2"-Flugzeuge zu eliminieren.

Abgesehen von speziellen Ausnahmen (z. B. historisch wertvolle Flugzeuge, Notfälle usw.) sollten dann nur noch 'Flüstermaschinen' in der internationalen Luftfahrt eingesetzt sein. Leider ist man von diesem Ziel noch ein gutes Stück entfernt – daher werden bei realistischen Lärmzonenberechnungen in der Praxis immer noch einige Prozent nicht lärmzertifizierter Maschinen angenommen.

Da es für die Flughäfen geschäftlich problematisch ist, nicht lärmzertifizierten Maschinen einfach die Landung zu verweigern, versucht man teilweise mit anderen Maßnahmen den Anreiz für die Verwendung lärmarmen Maschinen zu erhöhen. Ein Beispiel dafür ist der Flughafen Zürich, wo nach den Lärmwerten gestaffelte Landegebühren eingehoben werden [12]. Diese Vorgangsweise hat sich sehr bewährt und laut [15] konnte die Lärmbelastung am Flughafen Zürich in den letzten Jahren tatsächlich deutlich vermindert werden.

Ein anderer Ansatz wurde am Flughafen Düsseldorf gewählt, wo eine Prämie für leisen Flugzeugbetrieb ausgelobt wird. Die zugrundeliegende Idee ist, daß die Geräuschemissionen einer Maschine stark vom Verhalten des Piloten (lärmarme An- und Abflugverfahren) abhängen und ein leiser Betrieb belohnt werden soll. Es wurde ein Punkte-System mit sowohl Plus- als auch Minuspunkten eingeführt [12].

In Österreich gibt es derzeit kein Fluglärmgesetz, aber einen Vorentwurf für ein solches, der allerdings nur mittel- bis langfristig Realisierungschancen hat. In diesem Entwurf werden vier Nutzungszonen in der Umgebung von Flughäfen bestimmt, nach denen sich die Flächenwidmung zu richten hätte [16].

Diese Zonen werden durch den A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel  $L_{DN}$  und den maximalen Schallpegel  $L_{A,max}$  beschrieben:

Zone A  $L_{DN} > 75$  dB,  $L_{A,max} > 105$  dB

Zone B  $L_{DN} > 65$  dB bis Zone A

Zone C  $L_{DN} > 60$  dB bis Zone B

Zone D  $L_{DN} > 55$  dB bis Zone C

Die  $L_{A,max}$ -Werte für die Zonen B bis C können nur als anzustrebende Planungswerte angegeben werden. Zulässige Nutzungen für die Zone A sind: Landwirtschaft, Lagerhäuser, militärische Anlagen, Flughafengebäude. In Zone B sind auch schon Wohnhäuser – allerdings nur mit erhöhtem Schallschutz – zulässig sowie Industrie- und Gewerbebauten. Gebäude mit lärmempfindlicher Nutzung (Schulen, Krankenhäuser) sind erst in Zone D erlaubt. In einem Anhang werden in diesem Entwurf Richtlinien zur Berechnung von  $L_{DN}$  und  $L_{A,max}$  angegeben.

Ähnliche Bestimmungen existieren in anderen Ländern schon. So legt die Schweizer Lärmschutzverordnung (LSV) ebenfalls vier Empfindlichkeitsstufen fest (siehe auch Schweizer Bundesgesetz über die Raumplanung (1979)). Diese Nutzungszonen (Empfindlichkeitsstufen I bis IV) sind aber nicht nur auf flughafennahe Gebiete ausgerichtet, sondern gelten allgemein. Für jede Empfindlichkeitsstufe sind Planungswerte, Immissionsgrenzwerte sowie Alarmwerte jeweils für Tag und Nacht angegeben, wobei teilweise unterschiedliche Werte für die Lärmbelastungen durch Straßenverkehr, Eisenbahn, Flugzeuge und Industrieanlagen angegeben sind. Für den Lärmschutz in der Umgebung von Flughäfen gibt es zusätzlich eine eigene Verordnung.

In der BRD ist ein Lärmschutzbereich um Flughäfen definiert, der das Gebiet außerhalb des Flughafens umfaßt, in welchem der durch Fluglärm hervorgerufene äquivalente Dauerschallpegel 67 dB(A) übersteigt. In diesem Gebiet wird eine Schutzzone 1 (äquivalenter Dauerschallpegel ist größer als 75 dB(A)) und eine Schutzzone 2 unterschieden. Im deutschen Gesetz gegen Fluglärm werden diverse Beschränkungen der baulichen Nutzung für diese Zonen vorgegeben. So dürfen im Lärmschutzbereich keine Krankenhäuser, Schulen, ..., im Schutzbereich 1 keine Wohnungen gebaut werden. Weiters sind Unterstützungen der Finanzierung von Schallschutzmaßnahmen vorgesehen.

Anzumerken ist noch, daß die räumliche Nähe eines Flughafens nicht unbedingt nur Nachteile für die Bewohner der umliegenden Gebiete mit sich bringt. Es ist eine generelle Migration zum Flughafen nachweisbar, da dieser auch Vorteile, wie die gute Verkehrsanbindung, die Infrastruktur, den potentiellen Arbeitsplatz oder auch nur den billigeren Baugrund mit sich bringt.

### 3.8 LITERATUR

- [1] Schäfer, P.: Vergleichende Analyse von Lärmbewertungs–Verfahren. Berlin: Umweltbundesamt, (Juli 1978)
- [2] Stidl, H.G., Strauß, G.: Grundlagen zur Luft– und Lärmhygiene. Manuskript eines Seminarvortrages, gehalten an der TU Wien im Rahmen der Lehrveranstaltung 'Humanökologisches Proseminar'
- [3] Gutachten der Physikalisch–Technischen Versuchsanstalt für Wärme– und Schalltechnik über die Lärmbelastung des VIE, im Auftrag der FWB (1980–1990)
- [4] Flughafen Wien Betriebsgesellschaft: Jahresbericht des Bereiches Umwelt (1990)
- [5] Bescheid des Bundesministeriums für Verkehr, Zl. 33.103/226–I/8–1972 vom 18.12.1972
- [6] Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung: ÖAL–Richtlinie Nr. 24. Lärmschutzzonen in der Umgebung von Flugplätzen, Planungs– und Berechnungsgrundlagen, Teil 1. Wien (Mai 1984)
- [7] Haider, M., Koller, M., Stidl, H.–G.: Qualitätskriterium Fluglärm. Wien: Institut für Umwelthygiene der Universität Wien (Juli 1988)
- [8] International Civic Aviation Organisation (ICAO): Annex 16, Band 1
- [9] Funk, Novak, Aicher: Militärische Luftfahrt und Verfassung, Orac (1988)
- [10] Schäfer, E. in: Kimminich/von Lersner/Storm, HdUR, Bd. II, S. 102, Erich Schmid Verlag, Berlin (1988)
- [11] Schäfer, E.: Themen für ein Aktionsprogramm Lärmschutz. Umweltbundesamt, Interner Bericht 390, Wien (1992)
- [12] Hochgürtel, H.: Das Recht des Umweltschutzes in der Zivilluftfahrt. Carl Heymanns Verlag (1984)
- [13] Oeser, K., Beckers, J.H. Hrsg.: Fluglärm – ein Kompendium f. Betroffene. Verlag C.F. Müller (1987)
- [14] Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL): ÖAL–Richtlinie 30, Maßnahmen zum Schutz vor Schienenverkehrslärm. Wien (1990)
- [15] Flughafen Zürich: Umweltbilanz Flughafen Zürich (1991)
- [16] Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr (BMV): Entwurf für die Gliederung eines österreichischen Fluglärmgesetzes
- [17] Davy, B.: Folgenloses Umweltrecht. Fachverlag der WU Wien (1989)
- [18] Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung: ÖAL 11 – Die rechtlichen Grundlagen für die Lärmbekämpfung. 5. Ausgabe (Mai 1976)
- [19] Jabornegg, R.: Reichen die Bestimmungen des bürgerlichen Rechtes, insbesondere aus dem Nachbarschaftsverhältnis aus, um den zeitgemäßen Forderungen nach einem wirksamen Umweltschutz Rechnung zu tragen? Manz'sche Verlagsbuchhandlung (1985)
- [20] Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung: ÖAL 21/3 – Schalltechnische Grundlagen für örtliche und überörtliche Raumplanung, Beispiele für die Praxis. 1. Ausgabe (März 1982)
- [21] Marko, J.: Umweltschutz als Staatsziel. ÖJZ 10/1986
- [22] Onz, C.: Umweltbericht Lärm, Kapitel Fluglärm. Österr. Bundesinstitut f. Gesundheitswesen, 1989
- [23] Raschauer, B.: Umweltschutzrecht. Böhlau–Verlag (1988)
- [24] Kalivoda, M. T.: Kooperation der Verkehrsträger – Handlungsspielräume zur Minimierung der Lärmbelastung. Vortrag im Rahmen des Seminars "Kooperation der Verkehrsträger als aktiver Umweltschutz", Saalfelden, 12. und 13.9.1990
- [25] Klippel, P.: Straßenverkehrslärm – Immissionsermittlung und Planung von Schallschutz. Expert–Verlag, Grafenau (1984)
- [26] ÖNORM S5004: Messung von Schallimmissionen

### 3.9 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABGB:	..... Allgemeines Bürgerliches Gesetzbuch
BGBI.:	..... Bundesgesetzblatt
B-VG:	..... Bundes-Verfassungs Gesetz
BM:	..... Bundesminister
dB:	..... Dezibel
dB(A):	..... A-bewerteter Schallpegel (in Dezibel)
GewO:	..... Gewerbeordnung
ICAO:	..... Interational Civil Aviation Organisation
idF:	..... in der Fassung
idgF:	..... in der geltenden Fassung
LFG:	..... österreichisches Luftfahrtgesetz
LGBl.:	..... Landesgesetzblatt
LSL:	..... deutsche Lärmschutzforderungen für Luftfahrzeuge
LVR:	..... Luftverkehrsregeln
MP2000:	..... Masterplan des VIE für das Jahr 2000
ÖAL:	..... Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung
StGB:	..... Strafgesetzbuch
VO:	..... Verordnung
ZLV:	..... Zivilluftfahrzeug-Lärmzulässigkeits-VO





## **4 BODEN**

### **4.1 EINLEITUNG**

Untersuchungen zeigten, daß im Bereich von Start- und Landebahnen von Flughäfen mit erhöhten Bodenbelastungen durch Stickstoffverbindungen, einzelne Schwermetalle sowie durch organische Substanzen, vor allem Gummiabrieb, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und bitumenartige Stoffe zu rechnen ist [4]. Als Belastungsstoffe für den Boden, die durch den Flugbetrieb entlang von Start- und Landebahnen auftreten, sind Flugzeugabgase, Auftaumittel, Abrieb von Reifen und Feuerlöschmittel zu nennen.

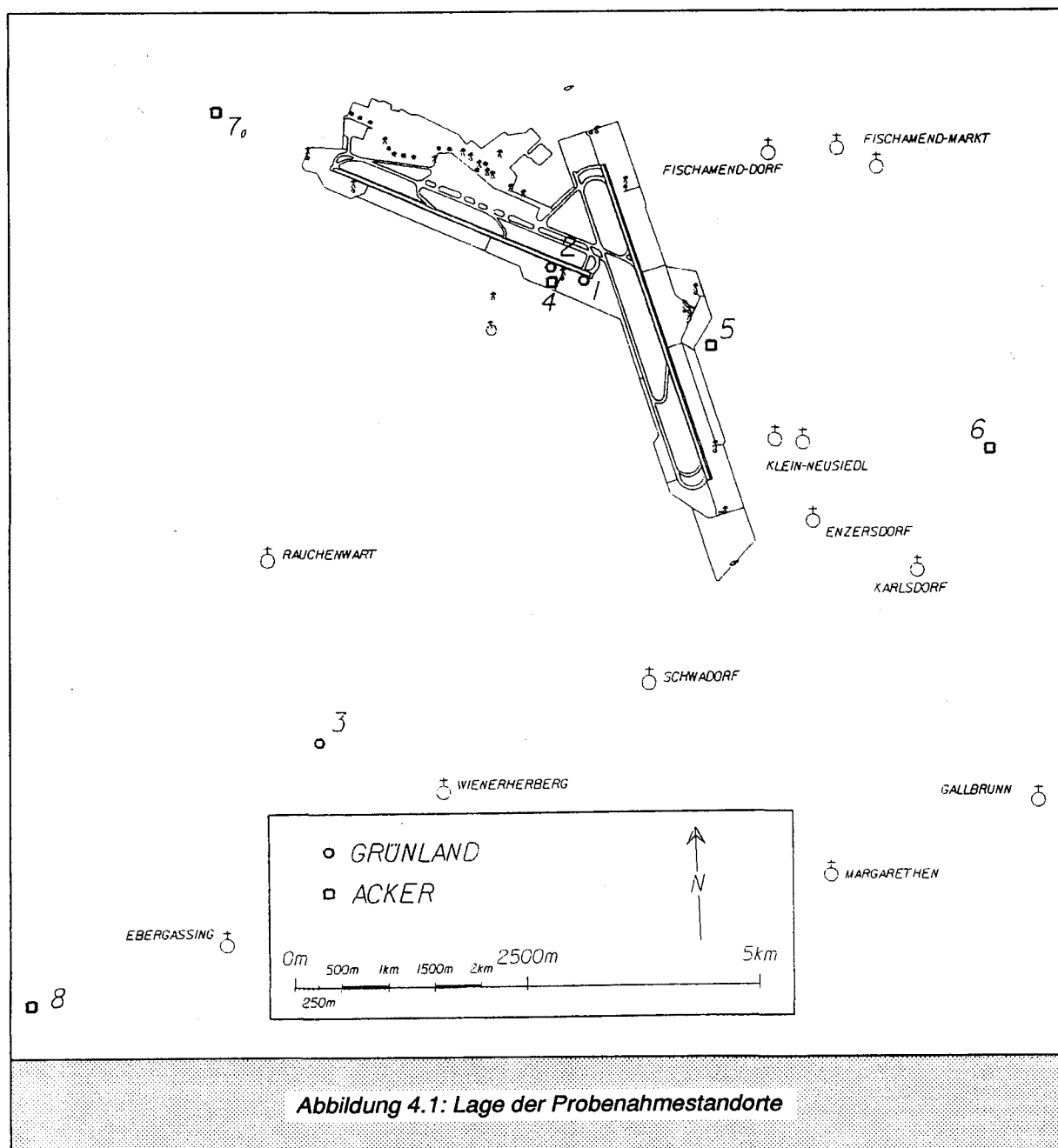
Ziel der vorliegenden Untersuchung von flughafennahen Grünland- und Ackerstandorten war es, die Belastung der Böden mit einzelnen Schwermetallen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) herauszufinden. Insbesondere sollte die Untersuchung Aufschluß darüber geben, ob im Nahbereich von Landebahnen des Flughafens Wien-Schwechat eine Erhöhung der Schwermetall- und PAH-Gehalte des Bodens über den natürlichen Hintergrundwerten festzustellen ist.

### **4.2 METHODIK**

#### **4.2.1 Auswahl der Probeflächen**

Als zu untersuchende Böden wurden 5 Acker- und 7 ungenutzte Grünlandstandorte gewählt. Zusätzlich zu den im Nahbereich des Flughafens untersuchten Böden wurden Acker- und Grünlandreferenzstandorte beprobt, um die Hintergrundbelastung dieser Region herauszufinden. Diese Flächen liegen einige Kilometer südlich des Flughafens und somit außerhalb der durch die Hauptwindrichtungen vorgegebenen Verfrachtungsbereiche von Emissionen im Flughafenbereich.

Bei den Grünlandböden wurden normal zur meist beflogenen Lande- und Startpiste 12/30 nahe der Schwelle 30 sowohl im Start- (Standort 1) als auch im Landebereich (Standort 2) Querprofile angelegt. Die Proben wurden unmittelbar neben der Landepiste (Bezeichnung "A"), in 50m (Bezeichnung "B") und in 100m Distanz (Bezeichnung "C") zur Piste gewonnen. Die Ackerstandorte lagen mit einer Ausnahme (Standort 4) alle außerhalb des Betriebsgeländes.



#### 4.2.2 Probenahme, Probenaufbereitung

Die Probenahme erfolgte am 1.10.1991. Sowohl bei den Acker- als auch bei den Grünlandstandorten wurden pro untersuchter Fläche 25 Einstiche zu einer Mischprobe vereinigt. Die Probeflächengröße betrug jeweils ca. 15 x 5 m. Die Einstiche mit den markierten Bodenstechern wurden zufällig entlang der Seiten der Probeflächen vorgenommen.

Die Grünlandböden wurden bis zu einer Tiefe von 5 cm, die Ackerböden bis zu einer Tiefe von 25 cm (Bearbeitungstiefe) beprobt.

Nach Trocknung bei 30° C im Umlufttrockenschrank wurden die Proben im Stahlsieb (Maschenweite 2mm) gesiebt und anschließend den chemischen Analysemethoden zugeführt.

## 4.2.3 Chemische Analysen

### 4.2.3.1 Grundparameter

Sämtliche chemischen Analysen wurden in den Labors des Umweltbundesamtes durchgeführt.

Die Bestimmung des pH-Wertes, des Karbonat-Gehaltes, des Gesamt-Stickstoff-Gehaltes und des Gesamt- bzw. Organisch-Kohlenstoff-Gehaltes erfolgte nach den ÖNORMEN L-1083, L-1084, L-1082 und L-1080.

### 4.2.3.2 Schwermetalle

Für die Bestimmung der Schwermetall-Gehalte wurden von allen Bodenproben je 2 Königswasseraufschlüsse nach ÖNORM L-1085 durchgeführt. In den Aufschlußlösungen wurden die Elemente Zink, Blei, Cadmium, Vanadium, Eisen, Mangan, Nickel und Kupfer mittels ICP-AES (Jobin Yvon Plasmaemissionsspektrometer JY 38+) nach ÖNORM M 6279 bestimmt. Die Cadmiumwerte einzelner Proben wurden zusätzlich mittels AAS analysiert, wobei die Übereinstimmung der beiden Methoden gut war.

### 4.2.3.3 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH)

#### *Prinzip*

Die PAH wurden in einem Soxhlet-Extraktor mit n-Hexan extrahiert und der Extrakt über Kieselgel vorgereinigt. Mit einer dünnstschichtchromatographischen Schnellmethode wurde der Konzentrationsbereich abgeschätzt. Der quantitative Nachweis erfolgte mit Hilfe der Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) mit Fluoreszenz- und Photodiode-Array-Detektion.

#### *Probenvorbereitung [1]*

20 g der Bodenprobe wurden 5 Stunden im Soxhlet-Extraktor mit einer Vorlage von 200 ml n-Hexan extrahiert. Das Lösemittel wurde sehr vorsichtig am Rotavapor entfernt und der Trockenrückstand in 2 ml n-Hexan aufgenommen. Die Vorreinigung dieses n-Hexan-Extraktes erfolgte über eine Silicagel-Festphasenextraktionssäule (Baker Nr. 7086-3). Dafür wurde die Säule zuerst mit ca. 3 ml Dichlormethan und ca. 10 ml n-Hexan gespült. Dann wurden 500 µl des n-Hexan-Extraktes auf die Säule aufgetragen. Die Elution der PAH erfolgte mit 2,5 ml Dichlormethan/n-Hexan (1/1 V/V). Dieses Eluat wurde bei 40° C im Stickstoffstrom bis zur Trockenen eingengt und der Trockenrückstand in 1 ml Acetonitril aufgenommen.

## Analytik

<b>Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC)</b> Gerät: HPLC-System (Waters) Fluoreszenz-detektor (Model LS-4, Perkin-Elmer) Vorsäule: Guard-PAK Precolumn Insert Resolve C 18,5 µm (Waters Nr. 85824) Trennsäule: Bakerbond Wide-Pore C 18,5 µm, 250 mm x 4,6 mm (Baker Nr. 7104-00) Säulentemperatur: 33° C Gradientenelution: Linearer Gradient			<b>Detektor:</b> 1) Fluoreszenz: selektives Anregungs (Excitation)- und Emissionswellenlängenprogramm		
Zeit (min.)	% Eluent A: Acetonitril	% Eluent B: Wasser	Zeit (min.)	Excitation (nm)	Emission (nm)
0,0	40	60	12,4	273	337
2,0	45	55	18,4	290	320
39,5	78	22	21,6	250	382
46,5	78	22	25,9	348	462
50,5	100	0	27,9	328	394
58,5	100	0	30,3	256	376
62,0	40	60	33,8	265	380
75,0	40	60	37,2	278	367
<i>Flußrate: 1 ml/min.</i> <i>Injektionsvolumen: 20 µl</i>			39,3	290	430
			53,2	303	503
			59,5	337	450
			<i>Excitation-Slit: 10</i> <i>Emission-Slit: 2,5</i>		
			2) Photodiode-Array: für Acenaphthylen Wellenlänge: 226 nm Empfindlichkeit: 0,015 AUFS		

## 4.3 ERGEBNISSE

### 4.3.1 Das geologische Ausgangsmaterial und die Böden des Untersuchungsgebietes [2]

Nach der Österreichischen Bodenkartierung liegen die untersuchten Böden in den Plateaugebieten des Landschaftsraumes im Bereich des Flughafens. Die Basis dieses hügeligen Landschaftsbereiches besteht aus Tertiär–Feinsedimenten, die teilweise von jungeszeitlichem Löß überlagert sind. Diese beiden stellen die vorwiegenden Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung des Untersuchungsgebietes dar.

Auf den etwas höher gelegenen Flächen des Untersuchungsgebietes findet man ein rötlich-braunes Feinmaterial, das häufig mit Quarzschotter durchsetzt ist. Es dürfte ein stehengebliebener Rest einer alteiszeitlichen Landschaft sein.

In den tiefer gelegenen Teilen der Plateaugebiete stößt man – neben Löß– und Tertiär–Feinsedimenten – auf Schotter– und Kiesablagerungen, die als jungeszeitliche Sedimente angesehen werden können.

Die Böden des Untersuchungsgebietes sind klimatisch bedingt Tschernoseme (Steppenschwarzerden). Dabei handelt es sich um einen Bodentyp, bei dem die Verwitterung durch die Trockenheit und den Kalkgehalt gehemmt ist. Unter dem dadurch entstandenen, mehr oder minder mächtigen Humushorizont folgt unmittelbar das Ausgangsmaterial oder das unterlagernde Grobmaterial.

Die Bodenform mit der weitesten Verbreitung in den Plateaugebieten des Kartierungsbereiches Schwechat ist ein tiefgründiger (>70cm), tiefkrumiger (>40cm) mittelschwerer Tschernosem aus Löß. Je nach Ausgangsmaterial treten zusätzlich unter anderem schwere und leichte Tschernoseme im Untersuchungsgebiet auf. Ihr Wasserhaushalt ist dementsprechend verschieden. Fast alle auftretenden Bodenformen des Plateaugebietes im Kartierungsbereich Schwechat sind kalkreich oder zumindest ausreichend mit Kalk versorgt.

### 4.3.2 Ergebnisse ausgewählter allgemeiner Bodenparameter

#### *pH–Wert:*

Die pH–Werte der untersuchten Böden sind im neutralen (Grünland) bis schwach alkalischen (Acker) Bereich angesiedelt (Tab. 4.1) und als weitgehend optimal zu bezeichnen. Im allgemeinen ist eine neutrale Bodenreaktion bei Ackerböden am günstigsten, weil sie für die meisten Kulturpflanzen gute Wachstumsbedingungen bietet.

#### *Karbonatgehalt:*

Aufgrund der gefundenen Karbonatgehalte ist der überwiegende Teil der untersuchten Böden dem Bereich "stark kalkhaltig" (>5%) zuzuordnen. Einzelne Böden sind dem Bereich "mäßig kalkhaltig" (1,5–5,0%) zuzuordnen (Tab. 4.1). Die Ergebnisse korrespondieren sehr gut mit den naturräumlichen Gegebenheiten.

**Kohlenstoffgehalt:**

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC) ist bei den Grünlandböden wegen der geringeren Probenahmetiefe und der fehlenden Bewirtschaftung erwartungsgemäß höher. Für beide Standortgruppen wurden TOC-Gehalte festgestellt, die üblicherweise in derartig genutzten Böden auftreten (Tab. 4.1). Rechnet man die TOC-Gehalte in Gehalt an Humus um ( $\% C_{org} \times 1,724 = \% \text{Humus}$ ), so bekommt man für die Ackerböden Humusgehalte, die dem Bereich "mittelhumos" (1,5–4,0 % Humus) zuzuordnen sind.

**Stickstoffgehalt:**

Der Anteil des organisch gebundenen Stickstoffes ( $N_{org}$ ) am Gesamt-Stickstoffgehalt ( $N_{ges}$ ) beträgt in den A-Horizonten von Böden meist mehr als 95 %. Der  $N_{org}$ -Gehalt der Böden steht in enger Beziehung zum Gehalt an organischem Kohlenstoff und schwankt daher ebenfalls in sehr weiten Bereichen (0,02 bis 0,4%) [3]. Im Vergleich zu diesen Gehalten liegen die Gesamt-Stickstoffgehalte der untersuchten Böden mit einer Ausnahme (Standort 1B) im zu erwartenden Bereich. Wie aus Tab. 4.1 weiters ersichtlich ist, weisen die Bodenproben der Grünlandstandorte durchwegs höhere N-Gehalte auf, als jene der Ackerstandorte. Dies ist auf die unterschiedliche Probenahmetiefe und auf die unterschiedlichen Humusgehalte zurückzuführen.

Mehr als doppelt so hoch wie bei den anderen Standorten liegt der  $N_{ges}$ -Gehalt des Grünlandstandortes 1B. Diese Probefläche liegt 50 m neben der Landepiste. Nachdem die Standorte 1A und 2A, die unmittelbar neben der Landepiste liegen, keine vergleichsweise erhöhten  $N_{ges}$ -Gehalte aufweisen, fällt ein Austrag von N-hältigen Landebahn-Auftaumitteln (Harnstoff) von der Piste in den Boden als Ursache für höhere  $N_{ges}$ -Gehalte aus. Da der Gehalt des Standortes 2B an organischem Kohlenstoff in vergleichbarer Höhe wie jener der anderen untersuchten Grünlandstandorte liegt, dürften anthropogene Quellen für seinen erhöhten  $N_{ges}$ -Gehalt die Ursache sein.

Eine genaue Klärung der Ursachen für die lokal erhöhten  $N_{ges}$ -Gehalte des Standortes 1B ist an dieser Stelle nicht möglich. Es wird jedoch darauf verwiesen, daß am Flughafen Wien-Schwechat N-hältige Pisten-Enteisungsmittel verwendet werden (Urea, Frigantin, Hoechst 1678). Möglicherweise ist die Ursache in den im Zusammenhang mit der Enteisung anfallenden Tätigkeiten zu suchen. Aber auch ein lokal erhöhter Düngemittelaustrag könnte eine mögliche Ursache darstellen.

Erhöhte anthropogen bedingte N-Einträge in den Boden sollten wegen der theoretisch möglichen Grundwassergefährdung jedenfalls künftig vermieden werden, auch wenn die Grundwasserströme im Gebiet des Flughafens in 17m Tiefe liegen.

*Tabelle 4.1: Ausgewählte Grundparameter der untersuchten Acker- und Grünlandböden*

Standorte	pH-Wert in $\text{CaCl}_2$	TOC in %	$N_{ges}$ in %	$\text{CaCO}_3$ in %
Grünland				
1A	7,1	4,01	0,31	10,5
1B	7,0	4,44	0,82	8,4
1C	7,0	3,91	0,35	6,1
2A	6,9	4,68	0,37	11,8
2B	6,9	4,11	0,36	2,3
2C	7,1	4,09	0,36	6,8
3	7,0	3,66	0,30	3,2

Standorte	pH-Wert in $\text{CaCl}_2$	TOC in %	$\text{N}_{\text{ges}}$ in %	$\text{CaCO}_3$ in %
Acker				
4	7,3	1,42	0,11	24,3
5	7,5	1,14	0,13	21,8
6	7,3	1,52	0,15	2,7
7	7,3	1,97	0,17	9,8
8	7,3	1,92	0,16	6,6

### 4.3.3 Die Schwermetall-Gehalte der untersuchten Böden

#### 4.3.3.1 Allgemeines

Die Höhe des Schwermetallgehaltes von Böden ist durch das Ausgangsmaterial der Bodenbildung, verschiedene Bodeneigenschaften und die Höhe und Art anthropogen bedingter Schwermetalleinträge bestimmt. In den Boden eingetragene Schwermetalle häufen sich abhängig von einzelnen Bodeneigenschaften und elementspezifischen Unterschieden in der Regel in der obersten Bodenschicht an. Aus dem Boden können sie von den Pflanzen aufgenommen bzw. mit dem Bodenwasser ausgewaschen werden und auf diese Art und Weise die Nahrungskette und das Grundwasser belasten bzw. die Pflanzen selbst schädigen.

Die Pflanzenverfügbarkeit und –aufnahme aus dem Boden hängt im wesentlichen von pflanzenspezifischen und physikalisch-chemischen elementspezifischen Unterschieden, von Gehalt und Bindungsform des Elementes im Boden sowie von folgenden Bodeneigenschaften ab: pH-Wert, Kationenaustauschkapazität, Gehalt an Ton, organischer Masse und pedogenen Oxiden.

Die Gehalte folgender Elemente wurden in den Bodenproben bestimmt: Eisen, Mangan, Zink, Kupfer, Nickel, Blei, Cadmium und Vanadium. Von diesen Elementen zählen einige zu den für die Ernährung essentiellen Spurenelementen. Dazu gehören: Eisen, Mangan, Zink und Kupfer. Insbesondere Zink- und Kupferüberschuß bei der Pflanzenernährung kann jedoch auch zu pflanzentoxischen Wirkungen führen und die Nahrungskette belasten. Die anderen untersuchten Elemente sind ausschließlich aus toxikologischer Sicht bedeutsam.

Die einzelnen Schwermetalle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer toxischen Wirkungen, ihrer Verlagerbarkeit im Boden, vom Boden in die Pflanze und von den Wurzeln in den Sproß und die pflanzlichen Organe. Beispielsweise sind Zink und Cadmium leichter von den Pflanzen aufnehmbar, innerhalb der Pflanzen verlagerbar und weisen eine höhere Mobilität im Boden auf als Nickel, Kupfer und insbesondere Blei. Von den untersuchten Elementen weist Cadmium die höchste Toxizität auf.

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften und Wirkungen der einzelnen Elemente sowie der möglichen Belastung der Nahrungskette und des Grundwassers wurden in zahlreichen Ländern elementspezifische Richt- und Grenzwerte erarbeitet. In Österreich existieren in einigen Bundesländern Bodengrenzwerte für landwirtschaftlich genutzte Flächen, bei deren Überschreiten das Ausbringen von Klärschlamm gesetzlich untersagt ist. Diese Grenzwerte werden häufig – auch in der vorliegenden Untersuchung – für die Beurteilung einer Bodenbelastung als noch unbedenklich geltende Schwellenwerte herangezogen. Eine praktische Bedeutung die-

ser Grenzwerte ist aber nur dann gegeben, wenn es sich um landwirtschaftlich genutzte Flächen handelt und nur insofern gegeben, als bei deren Überschreiten Klärschlamm nicht mehr aufgebracht werden darf.

Nachfolgend werden die Grenzwerte der Niederösterreichischen Klärschlammverordnung [5] für Ackerböden (0–20 cm) und Grünlandböden (0–10 cm) sowie die in der ÖNORM L 1075 verankerten Richtwerte für Ackerböden (0–20 cm) und Grünlandböden (0–10 cm), bei deren Überschreiten Belastungsverdacht gegeben ist, für die untersuchten Elemente angegeben (Tab. 4.2).

*Tabelle 4.2: Bodengrenzwerte der Niederösterreichischen Klärschlammverordnung und Bodenbelastungsrichtwerte der ÖNORM L 1075*

Element	Grenzwert der NÖ. Klärschlammverordnung in mg/kg Trockenmasse	Belastungsverdacht nach ÖNORM L 1075
Blei	100	50
Cadmium	2	0,5
Kupfer	100	50
Nickel	50	40
Vanadium	—	50
Zink	300	150

#### 4.3.3.2 Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf Schwermetalle

Untersuchungen von pistennahen Böden am Flughafen Frankfurt auf die Gehalte an Blei, Zink und Cadmium ergaben, daß die obersten 0–3 cm des Bodens zum Teil erheblich mit diesen Elementen belastet waren. Die in dieser Schicht unmittelbar neben der Landebahn gefundenen Bleigehalte lagen zwischen 15 und 367 mg/kg, die Zinkgehalte zwischen 30 und 1.520 mg/kg und die Cadmiumgehalte zwischen <0,1 mg/kg (Bestimmungsgrenze) und 8,7 mg/kg. In den darunterliegenden Bodenschichten nahmen die Gesamtgehalte dieser Schwermetalle deutlich ab [4].

Besonders in der Aufsetzzone der Flugzeuge wurden erhöhte Cadmium- und Zinkgehalte gefunden. In diesen Bodenproben wurde auch Gummiabrieb von den Reifen nachgewiesen, so daß vermutet wurde, daß die erhöhte Belastung mit diesen Elementen auf Gummiabrieb zurückzuführen ist.

Die erhöhten Bleigehalte wurden zum größten Teil auf die Emissionen des Kfz-Verkehrs der benachbarten, stark befahrenen Autobahn zurückgeführt.

Die Untersuchung von Böden im Nahbereich des Flughafens Wien–Schwechat (VIE) brachte folgende Ergebnisse:

Erhöhte Schwermetallgehalte konnten nur in den Grünlandböden im Nahbereich der Lande- und Startpisten festgestellt werden (Standorte 1A und 2A). In diesen Böden sind die Gehalte der Elemente Zink, Blei und insbesondere von Kupfer im Vergleich zu den 50 m bzw. 100 m von der Piste entfernt liegenden Probeflächen (1B, 2B bzw. 1C, 2C) sowie zum Referenzgrünlandboden (Standort 3) erhöht (Tab. 4.3). Der Kupfergehalt der Probeflächen unmittelbar neben der Piste liegt bereits über dem für die Ausbringung von Klärschlamm gültigen Grenzwert der Nie-



der österreichischen Klärschlammverordnung [5] von 100 mg/kg. In diesem Zusammenhang wird jedoch darauf verwiesen, daß in der vorliegenden Untersuchung nur die obersten 0–5 cm der Grünlandböden beprobt wurden, während der Grenzwert für 0–10 cm Grünlandboden gilt. Nachdem sich die Schwermetalle besonders in den obersten Zentimetern des Bodens anreichern, hätte der Kupfergehalt bei Beprobung der Bodenschicht 0–10 cm eine entsprechende Verdünnung erfahren und läge vermutlich unter diesem Grenzwert.

Bei Vergleich der Zinkgehalte der Standorte 1A und 2A ist ersichtlich, daß besonders der Zinkgehalt des Standortes im Bereich der Aufsetzzone (2A) erhöht ist. Dies erhärtet die in der Frankfurter Untersuchung aufgestellte Vermutung, daß die erhöhte Zinkbelastung im Nahbereich von Landebahnen auf Reifenabrieb zurückzuführen ist. Beim Aufsetzen der Flugzeuge ist der Reifenabrieb besonders hoch und häufig in Form von schwarzen Wölkchen kurzzeitig sichtbar.

Wenngleich die Cadmiumgehalte der Böden unmittelbar neben der untersuchten Landebahn des VIE im Vergleich zu den anderen Grünlandstandorten geringfügig erhöht sind, konnte hier keine derartig hohe Cadmium-Belastung wie in der Frankfurter Untersuchung gefunden werden. Aber auch die Gehalte der Elemente Zink und Blei liegen in der vorliegenden Untersuchung deutlich niedriger wie die in Frankfurt gefundenen Werte.

Dies ist auf die niedrigere Flugfrequenz des VIE und auf Unterschiede in der Probenahme zurückzuführen. Die Bodenproben der Frankfurter Untersuchung wurden in einem schmalen Streifen unmittelbar neben den Pisten entnommen, in einem Bereich, wo der oberflächliche Abfluß von den Pisten in den Boden am höchsten ist. In der vorliegenden Untersuchung wurde ein 5 m breiter Saum neben den Pisten beprobt. Weiters wurden in der vorliegenden Untersuchung 0–5 cm Boden gewonnen, während sich die deutlich höheren Gehalte der Frankfurter Studie auf die obersten 3 cm des Bodens beziehen. Unter vergleichbaren Probenahmebedingungen wären am VIE vermutlich deutlich höhere Bodengehalte für die landebahntypischen Schwermetalle zu erwarten gewesen.

Die Bodengehalte pistennaher Standorte (der vorliegenden Untersuchung) repräsentieren aber durch die Beprobung eines breiteren Saums jene Schwermetallgehalte, die selbst bei der Anlage von seitlichen Fanggräben zur Ableitung des Oberflächenabflusses von den Pisten im Nahbereich von diesen zu erwarten sind. Aus diesem Grund, und da die Bleibelastung in 50 m Entfernung von den Landepisten nur mehr halb so hoch ist wie unmittelbar daneben, wird vermutet, daß die vergleichsweise erhöhten Bleigehalte in Zusammenhang mit dem Flughafen- oder Flugbetrieb zu sehen sind und weniger auf Kfz-Emissionen öffentlicher Straßen zurückzuführen sind. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß Flugbenzin (Avgas) für Sportflieger im Gegensatz zum Kerosin bleihaltig ist.

Eine Erklärung für die erhöhten Kupfergehalte neben Landepisten kann an dieser Stelle nicht gegeben werden. Denkbar wäre, daß die Belastung durch den Abrieb von Bremsbelägen verursacht wurde. Dies wäre aber generell zu überprüfen.

Die Gehalte der anderen untersuchten Elemente (Eisen, Mangan, Nickel, Cadmium und Vanadium) entsprechen noch weitgehend den festzustellenden Hintergrundwerten unbelasteter Gebiete und liegen durchwegs unter den in der ÖNORM L-1075 angegebenen Werten für Belastungsverdacht (vgl. Tab. 4.2 mit Tab. 4.3). Die Bodengehalte der flughafennahen Standorte unterscheiden sich kaum von den Gehalten der Referenzstandorte für Grünland (Standort 3) und Acker (Standort 8).

Sämtliche untersuchten Ackerböden (auch Standort 4 im Betriebsgelände) weisen bei allen untersuchten Elementen Gehalte auf, die jenen von unbelasteten Gebieten noch weitgehend entsprechen (Tab. 4.3). Zu Vergleichszwecken wurden in Tab. 4.3 die Mediane der bei einer Untersuchung von Ackerböden des nördlich der Donau gelegenen Marchfeldes gefundenen Schwermetallgehalte [6] sowie die Bereiche der in der Literatur zitierten "häufigen Gehalte" von

Kulturböden [3, 7, 8] angegeben. Die geringfügigen Abweichungen der in der vorliegenden Untersuchung gefundenen Gehalte zu diesen Angaben können geogen bedingt sein und müssen nicht unbedingt auf eine höhere oder niedrigere Bodenbelastung des untersuchten Raumes hinweisen.

Vergleicht man die Schwermetallgehalte für einzelne Elemente (z.B.: Cadmium, Blei) der Grünlandböden mit jenen der Ackerböden, so fällt auf, daß die Grünlandböden tendenziell höhere Gehalte aufweisen. Dies ist auf die unterschiedliche Probenahmetiefe zurückzuführen. Da sich eingetragene Schwermetalle in den obersten Zentimetern des Bodens anreichern, nehmen die Gehalte mit größerer Probenahmetiefe ab.

*Tabelle 4.3: Die Schwermetallgehalte der untersuchten Böden im Nahbereich des Flughafens Wien–Schwechat (in mg/kg)*

Standort	Zn	Pb	Cd	Ni
<b>Grünland</b>				
1A	99	57	0,35	33
1B	82	28	0,30	32
1C	85	34	0,31	33
2A	124	65	0,37	32
2B	85	32	0,27	32
2C	78	29	0,24	30
3	71	33	0,33	27
<b>Acker</b>				
4	49	15	0,13	23
5	58	18	0,17	26
6	68	21	0,18	31
7	78	35	0,19	30
8	74	27	0,17	31
(1)	54	17	0,23	25
(2)	3–50	0,1–20	0,1–1	2–50

Standort	Mn	Fe	V	Cu
<b>Grünland</b>				
1A	680	24.000	39	113
1B	732	25.000	41	38
1C	745	26.000	42	32
2A	658	23.000	39	102
2B	775	27.000	42	36
2C	669	25.000	39	30
3	887	28.000	36	21

Standort	Mn	Fe	V	Cu
Acker				
4	519	19.000	30	18
5	574	22.000	33	20
6	736	28.000	44	22
7	682	25.000	41	33
8	660	24.000	35	28
(1)	457	—	—	21
(2)	20–800	1.000–50.000	10–100	1–20

(1) Median der Gehalte von Ackerböden (0–25 cm) des Marchfeldes [6]

(2) häufig in Kulturböden auftretende Bodengehalte [3, 7, 8]

#### 4.3.4 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) in den untersuchten Böden

##### 4.3.4.1 Allgemeines

Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH) sind aus mindestens drei oder mehreren kondensierten Benzolringen (manchmal mit zusätzlichen fünfgliedrigen Ringen) aufgebaut und enthalten ausschließlich Kohlenstoff- und Wasserstoffatome im Molekül.

Sie entstehen bei unvollständiger Verbrennung und bei Pyrolyseprozessen von organischem Material, das Kohlenstoff und Wasserstoff enthält. Bedeutende PAH-Emittenten sind der Hausbrand, kalorische Kraftwerke, der Kfz-Verkehr und industrielle Anlagen, im besonderen Kokereien, Gaswerke und Raffinerien. Weitere PAH-Quellen, die je nach Ursache anthropogen oder natürlich sein können, stellen Waldbrände und offene Feuer auf landwirtschaftlich genutzten Flächen (z. B. Strohverbrennung) dar.

Bedeutung in toxikologischer Sicht erlangten sie vor allem deshalb, weil in Tierversuchen nachgewiesen werden konnte, daß ein Teil der PAH karzinogen ist. Gesichert krebsverursachend sind von den in der vorliegenden Untersuchung analysierten PAH das häufig als Leitsubstanz bezeichnete Benzo(a)pyren sowie Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)anthracen, Dibenzo(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-c,d)pyren [9]. Mit einer Ausnahme (Triphenylen) sind alle untersuchten PAH in der Liste der gefährlichen Umweltgifte ("priority pollutants") der Environmental Protection Agency (EPA) der USA enthalten.

Der Eintrag von PAH in den Boden findet vorrangig über die Sedimentation bzw. Deposition von mit PAH beladenen Aerosolteilchen statt. Im Boden werden die PAH in den obersten Bodenschichten angereichert [10], da sie durch Humus sehr stark gebunden werden und daher eine geringe Löslichkeit im Boden aufweisen [11]. Nach Modellrechnungen ist beispielsweise Benzo(a)pyren nahezu immobil im Boden/Grundwassersystem [12].

Verbindliche Bodengrenzwerte für PAH gibt es bisher nicht. In Holland wurden Bodenrichtwerte für ausgewählte PAH bzw. für die PAH-Gesamtbelastung erarbeitet, die für die Bewertung von PAH-Bodengehalten häufig herangezogen werden. In Tab. 4.4 sind diese Gehalte aufgelistet:

Tabelle 4.4: PAH-Richtwerte des Holländischen "Leitfadens Bodensanierung" [13]

	A in mg/kg	B in mg/kg	C in mg/kg
PAH (gesamt)	1	20	200
Benzo(a)pyren	0,1	1	10
Fluoranthren	0,1	10	100
Anthracen	0,1	10	100
Phenanthren	0,1	10	100
Pyren	0,01	5	50

Dabei bedeuten: A ..... Referenzwert  
 B ..... Richtwert für eine nähere Untersuchung  
 C ..... Richtwert für eine Sanierungsuntersuchung

#### 4.3.4.2 Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Die Untersuchung der Böden in unmittelbarer Nähe zu den Landebahnen des Flughafens Frankfurt ergab Benzo(a)pyren-Gehalte der Bodenschicht 0–3 cm zwischen 0,02 und 21 mg/kg. Ähnlich wie bei Zink und Cadmium waren wiederum die Standorte im Bereich der Aufsetzonen der Flugzeuge außerordentlich hoch mit PAH belastet. In den darunterliegenden Bodenschichten war die PAH-Belastung erwartungsgemäß auf Grund der geringen Verlagerbarkeit dieser Substanzen im Boden deutlich geringer [4].

In Bodenproben (0–20 cm) in 50 m Entfernung zu den Pisten des Flughafens Hamburg wurden Gesamt-PAH-Gehalte zwischen 1,06 und 11,93 mg/kg gemessen. Die sonstigen im Flughafengelände bzw. in dessen Nahbereich festgestellten Gesamt-PAH-Konzentrationen lagen zwischen 1,37 und 20,45 mg/kg. Der höchste in dieser Untersuchung festgestellte PAH-Gehalt von 20,45 mg/kg wurde für einen Standort festgestellt, der bereits deutlich entfernt vom Flughafengelände liegt [14]. Die Gesamt-PAH-Konzentrationen dieser Untersuchung umfassen die Summe von 16 Substanzen, die mit einer Ausnahme den PAH der vorliegenden Untersuchung entsprechen.

Messungen des PAH-Gehaltes von Luftproben, die im Nahbereich der Landebahnen des Flughafens Wien-Schwechat (VIE) gezogen wurden, ergaben PAH-Summenkonzentrationen zwischen 51 und 164 ng/m<sup>3</sup>. Die an Schwelle 30 gezogenen Proben lagen deutlich höher als die an Schwelle 12. Insgesamt war aber aufgrund der geringen Probenanzahl eine Absicherung dieser Ergebnisse nicht möglich. Nach dieser Untersuchung dürften die PAH-Gehalte der Luft am Flughafen Wien-Schwechat in einer Größenordnung liegen, die der von geringer belasteten städtischen Gebieten entspricht (siehe Kap. 2.3.2.7).

Die Untersuchung von Grünland- und Ackerböden in der Region des Flughafens Wien-Schwechat ergab, daß mit Ausnahme der landebahnnahen Grünlandböden im Bereich der Schwelle 30 keine erhöhten PAH-Konzentrationen in den beprobten Böden auftreten.

Die in den Ackerböden (Standorte 4 bis 8) gefundenen PAH-Gehalte (Summe von 17 Substanzen) erreichen maximal 1,8 mg/kg. Die Gehalte der Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) für diese Standorte liegen durchwegs unter dem holländischen Referenzwert für unbelastete Gebiete von 0,1 mg/kg (vgl. Tab. 4.4 mit Tab. 4.5). Der Ackerstandort 4 im Flughafenbetriebsgelände weist PAH-Gehalte im Boden auf, die unter denen des Referenzstandortes 8 liegen.

Im Vergleich zu dieser Untersuchung seien die BaP-Gehalte einer Untersuchung von Ackerböden (0–25 cm) des Marchfeldes angeführt. Die dort gefundenen Gehalte lagen im Mittel bei 0,023 mg BaP/kg (0,002–0,118 mg/kg). Mit zunehmender Nähe zu den Ballungsräumen Wien und Preßburg nahmen die Gehalte zu [6]. Die BaP-Gehalte der untersuchten Ackerstandorte im Nahbereich des Flughafens Wien–Schwechat liegen ähnlich niedrig wie der Mittelwert der Ackerböden im Marchfeld.

Eine andere Situation ergibt sich bei Betrachtung der PAH-Gehalte der untersuchten Grünlandböden (Standorte 1A bis 3). Die PAH- bzw. BaP-Gehalte der Böden unmittelbar neben den Landebahnen (Standorte 1A und 2A) weisen jeweils im Vergleich zu den 50m bzw. 100m von der Piste entfernten Probenahmeflächen (Standorte 1B, 2B bzw. 1C, 2C) deutlich erhöhte Gehalte auf. Insbesondere der PAH-Gehalt des Standortes 2A im Nahbereich der Aufsetzzone der Flugzeuge muß als außerordentlich hoch eingestuft werden. Der PAH-Gehalt dieses Standortes beträgt 106 mg/kg, der BaP-Gehalt 4,6 mg/kg (Tab. 4.5). Diese Werte liegen ca. um das Hundertfache höher als jene des Referenzstandortes 3 und fallen bereits in die Kategorie B (nähere Untersuchung) nach der "Holländischen Liste" (vgl. mit Tab. 4.4).

Im Vergleich zu diesen Werten werden Gehalte einer Untersuchung von Grünlandböden (0–5 cm) des Raumes Linz angeführt: Der Mittelwert der gefundenen PAH-Gehalte betrug 5,81 mg/kg (0,28–79,0 mg/kg, n = 26). Dieser Gehalt stellt die Summe von 18 Substanzen dar, wobei die 17 Substanzen der vorliegenden Untersuchung enthalten sind. Der Mittelwert der gemessenen BaP-Konzentrationen lag bei 0,29 mg/kg (<0,01–4,6 mg/kg, n = 26). Die höchsten Gehalte wurden für einen Standort im Nahbereich der Kokerei, die einen wesentlichen PAH-Emittenten darstellt, festgestellt (79 mg PAH/kg, 4,6 mg BaP/kg) [15].

Bei Vergleich mit diesen Werten wird deutlich, daß Standort 2A sogar eine höhere PAH-Belastung im Boden aufweist als neben der Kokerei in Linz gefunden wurde. Diese Belastung dürfte allerdings räumlich eng begrenzt sein, da die Gehalte des 50m entfernten Standortes 2B bzw. des rund 200m entfernten, ebenfalls direkt neben der Piste liegenden Standortes 1A deutlich geringer als jene des Standortes 2A sind. Bereits 100 m neben den Landebahnen wurden PAH-Bodengehalte gefunden, die jenen von gering belasteten Gebieten weitgehend entsprechen (Tab. 4.5, Abb. 4.1).

Diese Tatsachen sprechen dafür, daß die PAH-Belastung durch eine räumlich begrenzte Deposition von schwereren PAH-haltigen Partikeln unmittelbar neben den Landebahnen zustandekommt. Der hoch belastete Standort 2A liegt in nächster Nähe der Aufsetzzone der Flugzeuge. Es besteht daher die Möglichkeit, daß die Belastung auf den Abrieb der Flugzeugreifen zurückzuführen ist. Die Bodenprobenahme wurde in einem Zeitraum durchgeführt, als im Zuge von Wartungsarbeiten der auf der Piste klebende Reifenabrieb abgezogen wurde. Möglicherweise ist daher die extrem hohe PAH-Belastung des Standortes 2A auf eine durch diese Tätigkeit verursachte, erhöhte Deposition von abgeschliffenem, staubartigem Reifenabrieb zurückzuführen und wäre durch eine bessere Technologie der Pistenwartung leicht zu vermeiden gewesen.

Bei einem derartig hohen PAH-Bodengehalt wie jenem des Standortes 2A stellt sich die Frage inwieweit dadurch gesundheitliche Gefährdungen oder eine Belastung des Trinkwassers möglich sind. Die Möglichkeit einer Gesundheitsgefährdung ist insbesondere dann in Betracht zu ziehen, wenn ein direkter Kontakt von Menschen mit der Verunreinigung besteht oder es sich um Anbauflächen von Nahrungsmitteln handelt. Beides ist für den Standort 2A auszuschließen, da es sich um einen ungenutzten Grünlandstandort im Sperrgebiet des Flughafenbetriebsgeländes handelt. Eine gesundheitliche Gefährdung ist somit von vornherein nicht gegeben.

Auch eine Gefährdung des Trinkwassers ist praktisch unmöglich, da die Grundwasserströme in dieser Region in großer Tiefe (17 m) liegen und die PAH generell weitestgehend immobil in den obersten Bodenschichten gebunden sind.

Aus Vorsorgegründen sollte jedoch eine Verfütterung oder Kompostierung des im Nahbereich der Pisten gemähten Grases vermieden werden. Nach Auskunft der zuständigen Bediensteten der Flughafenbetriebsgesellschaft findet dies ohnehin nicht statt, da gegenwärtig das gemähte Gras nach weiterer Zerkleinerung unmittelbar nach dem Mähen auf den Grünflächen liegen gelassen wird.

Dennoch wird wegen der toxikologischen Relevanz dieser Substanzen empfohlen, Anstrengungen zu unternehmen, um eine derartige Bodenbelastung nicht entstehen zu lassen bzw. einen weiteren Anstieg hintanzuhalten. Eine bessere Technologie der Pistenwartung könnte einen derartigen PAH-Bodengehalt wie jenen des Standortes 2A vermeiden helfen. Weiters kann empfohlen werden, sämtliche Pisten beiderseits durch Auffanggräben zu entwässern und die Abwässer der Abwasserreinigungsanlage zuzuführen.

Tabelle 4.5: PAH-Gehalte der untersuchten Acker- und Grünlandböden (in mg/kg)

GRÜNLANDBÖDEN							
Standort	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3
Acenaphthylen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthen	0,20	<0,01	<0,01	4,1	0,08	<0,01	<0,01
Fluoren	0,06	0,01	<0,01	1,9	0,04	<0,01	<0,01
Phenanthren	0,47	0,12	0,12	12,4	0,28	0,16	0,07
Anthracen	0,04	0,01	0,01	1,0	0,02	0,01	<0,01
Fluoranthren	1,3	0,32	0,29	26,2	0,83	0,37	0,20
Pyren	0,58	0,15	0,18	12,2	0,37	0,22	0,12
Triphenylen	0,08	0,02	0,03	1,3	0,04	0,03	0,02
Benzo(a)anthracen	0,56	0,09	0,10	8,8	0,19	0,11	0,06
Chrysen	0,22	0,11	0,07	4,4	0,13	0,09	0,05
Benzo(e)pyren	0,56	0,13	0,15	11,1	0,31	0,18	0,11
Benzo(b)fluoranthren	0,36	0,11	0,12	6,3	0,23	0,14	0,08
Benzo(k)fluoranthren	0,20	0,05	0,06	3,9	0,12	0,07	0,04
Benzo(a)pyren	0,25	0,07	0,08	4,6	0,15	0,09	0,05
Dibenzo(a,h)anthracen	0,05	0,01	<0,01	0,68	0,04	0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perylen	0,17	0,05	0,06	3,4	0,13	0,07	0,04
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,26	0,07	0,09	4,1	0,17	0,10	0,05
Summe der PAH	5,4	1,3	1,4	106	3,1	1,7	0,8

ACKERBÖDEN					
Standort	4	5	6	7	8
Acenaphthylen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Phenanthren	0,07	0,05	0,06	0,10	0,12
Anthracen	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02
Fluoranthren	0,22	0,20	0,15	0,38	0,47
Pyren	0,14	0,11	0,11	0,23	0,26
Triphenylen	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03
Benzo(a)anthracen	0,06	0,05	0,04	0,12	0,14
Chrysen	0,05	0,05	0,04	0,08	0,09
Benzo(e)pyren	0,10	0,10	0,10	0,12	0,17
Benzo(b)fluoranthren	0,07	0,06	0,05	0,12	0,13
Benzo(k)fluoranthren	0,04	0,03	0,03	0,07	0,07
Benzo(a)pyren	0,02	0,02	0,01	0,06	0,08
Dibenzo(a,h)anthracen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Benzo(g,h,i)perylene	0,03	0,02	0,04	0,06	0,07
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,03	0,03	0,03	0,09	0,12
Summe der PAH	0,86	0,73	0,67	1,5	1,8

#### 4.4 ZUSAMMENFASSUNG

Im Nahbereich des Flughafens Wien–Schwechat wurden Bodenproben von Acker- und Grünlandstandorten geworben und insbesondere auf die Gehalte an Schwermetallen (Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Vd) und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) untersucht. Die Analysen ergaben, daß die Grünlandböden unmittelbar neben den Landebahnen erhöhte Zink-, Blei- und Kupfergehalte sowie deutlich erhöhte Gehalte an PAH aufweisen. Insbesondere die PAH-Belastung des Grünlandstandortes nahe der Aufsetzzone der Flugzeuge ist mit 106 mg PAH/kg (Summe von 17 Einzelsubstanzen) um das rund Hundertfache höher als jene des weitgehend unbelasteten Referenz-Grünlandstandortes. Als mögliche Ursache für diese PAH-Belastung ist der Abrieb von Reifen in Betracht zu ziehen. Als weitere bodenbelastende Stoffe auf einem Flughafen sind Flugzeugabgase und Enteisungsmittel zu nennen.

Bereits in 50 m Entfernung von den Landebahnen liegen die Gehalte der untersuchten Schwermetalle und PAH im bzw. nur mehr knapp über dem Bereich weitgehend unbelasteter Böden. Sämtliche untersuchten Ackerböden (auch jener im Betriebsgelände) weisen häufig festzustellende Normalgehalte auf.

Eine gesundheitliche Gefährdung der Bevölkerung durch die erhöhten Bodengehalte ist auszuschließen, da ein direkter Kontakt von Menschen mit den verunreinigten Böden im gesperrten Betriebsgelände nicht gegeben ist und die Standorte mit erhöhten Gehalten landwirtschaftlich nicht genützt sind. Ein Austrag dieser Stoffe in das Grundwasser ist praktisch unmöglich, da die PAH generell und die Schwermetalle im besonderen bei neutraler Bodenreaktion im Boden relativ immobil in den obersten Schichten gebunden sind. Außerdem liegt der Grundwasserstrom in der untersuchten Region in großer Tiefe (17 m).

Aus Vorsorgegründen sollte das im Nahbereich der Pisten gemähte Gras weder einer Verfütterung noch einer Kompostierung zugeführt werden.

## 4.5 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Landesamt für Wasser und Abfall NRW: Analytik ausgewählter organischer Parameter bei der Abfalluntersuchung. Abfallwirtschaft, Schriftenreihe des Landesamtes für Wasser und Abfall NRW, Nr. 13 (1987)
- [2] Landwirtschaftliche chemische Bundesversuchsanstalt, (Hrsg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft): Erläuterungen zur Bodenkarte 1.25.000, Kartierungsbereich Schwechat, KB 1. (1971)
- [3] Scheffer, F., Schachtschabel, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. 11. Aufl., F. Enke Verlag, Stuttgart (1984)
- [4] Golwer, A., Fischer, G., Gorbauch, H., Schneider, W.: Belastung von Böden und Grundwasser an Start- und Landebahnen des Flughafens Frankfurt Main. Forum Städte-Hygiene 40 (1989)
- [5] Niederösterreichische Landesregierung: Niederösterreichische Klärschlamm- und Müllkompostverordnung. Stammverordnung 13/89 (1989)
- [6] Köchl, A.: Die Belastung der Böden des Marchfeldes mit Schadstoffen. In: Bodenschutz und Wasserwirtschaft, 26 – 48, ÖGNU (1987)
- [7] Kloke, A.: Orientierungsdaten (Richtwerte) für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. Mitt. VDLUFA, Heft 1–3 (1980)
- [8] DVWK: Beurteilung der Fähigkeit von Böden, zugeführte Schwermetalle zu immobilisieren. Teil I, Verlag P. Parey (1988)
- [9] IARC-Monographien: Abschätzung des Krebsrisikos beim Menschen. Fischer Verlag (1988)
- [10] Brüne, H.: Schadstoffeintrag in Böden durch Industrie, Besiedlung, Verkehr und Landbewirtschaftung. In: VDLUFA Kongreßband 1985, Bodenbewirtschaftung, Bodenfruchtbarkeit, Bodenschutz, 85 – 103, VDLUFA-Verlag (1985)
- [11] Litz, N., Blume, H.P.: Verhalten organischer Chemikalien im Boden und dessen Abschätzung nach einer Kontamination. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung, Vol. 30, 355–364 (1989)
- [12] Herrmann, R.: Chemodynamik und Transport von organischen Umweltchemikalien in verschiedenen Kompartimenten eines Talökosystems. Boenke, B. (Hrsg.), Gesellschaft zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft an der Technischen Hochschule Aachen (1987)
- [13] Niederländisches Ministerium für Wohnungswesen, Raumordnung und Umwelt: Leitfaden Bodensanierung (Leitraad Bodemsanering) (1988)
- [14] Kaiser, J.: Untersuchungsbericht über die PAH-Gehalte von Böden im Nahbereich des Flughafens Hamburg. Im Auftrag des Flughafens Hamburg, unveröffentlicht (1991)
- [15] Weiss, P., Riß, A.: Schadstoffe im Raum Linz. Umweltbundesamt, Wien, Monographie Bd. 20 (1992)



## 5 WASSER

### 5.1 GRUNDWASSER UND WASSERVERSORGUNG

#### 5.1.1 Einträge in das Grundwasser

##### 5.1.1.1 Untergrundverhältnisse

Der Flughafenbereich liegt auf einer flachen bis schwach hügeligen Platte. Der Untergrund besteht aus tertiären Sedimenten, die von quartären Kiesen und Sanden überlagert sind. Der Grundwasser(GW)–Stauer liegt in einer Höhe von rd. 160 m. ü. A. und weist ein starkes Gefälle Richtung Donau auf. Jedoch auch in Richtung zu den beiden Flüssen Schwechat und Fischa besteht ein GW–Gefälle, sodaß bei allfälligen GW–Beeinträchtigungen aus dem Flughafenbereich auch mit Schadstoffverfrachtungen nach Norden und Osten zu rechnen ist.

Die südlich der Donau gelegene Schwechater– und Rauchenwarther Platte werden im Norden jäh von der Donau und im Osten von der Einsenkung der Fischa begrenzt. Das Flughafengelände liegt auf rd. 180 m Seehöhe. Die Donau mit dem begleitenden Augelände weist eine Höhenlage von rd. 150 m. ü. A. auf. Der starke Geländesprung im Norden von rd. 30 m Höhe ist im Bereich der Autobahntrasse gelegen.

Die zwischen Deckschicht und GW–Stauer liegenden Sedimente sind je nach Lage verschieden mächtig, aber nur teilweise oder gar nicht von GW durchflossen. Der GW–Spiegel im Flughafenbereich liegt nach Abstichmaßen im Brunnen 56 rd. 25 m, im Brunnen 41 rd. 17,5 m unter der Geländeoberkante (GOK), also sehr tief (gemessen in den Kontrollbrunnen 56 und 41 am Südende der Piste 16/34). Beide Brunnen werden im Zuge der Winterdienstdokumentation monatlich beprobt und befinden sich nahe dem Südende der Piste 16/34. Das GW tritt im Böschungsbereich zur Donau in Form von Quellen frei zutage. Die GW–Strömung verläuft in NO– bis NW–Richtung, also zur Donau bzw. Fischa und Schwechat hin.

Die Durchlässigkeit des Untergrundes wurde in Untersuchungen des Jahres 1984 mit Werten von 0,2 bis  $7,6 \cdot 10^{-3}$  m/s ermittelt. Die Untersuchungen ergaben zudem ein sehr starkes GW–Gefälle zur Senke der Fischa hin und infolgedessen einen nicht unbedeutenden GW–Durchsatz in West–Ost–Richtung [15].

Im Falle von GW–Verunreinigungen (Ölunfall, Altlasten u. ä. m.) müßten demnach hydraulische Sicherungsmaßnahmen (z. B. Sperrbrunnen) nicht nur nördlich des Flughafengeländes, sondern auch östlich davon angeordnet werden, um eine Ausbreitung von etwaigen GW–Kontaminationen zu unterbinden.

### 5.1.1.2 Pisten– und Rollfeldentwässerung

#### *System:*

Die Piste 12/30 verläuft in Richtung West–Nord–West, die Piste 16/34 hingegen ist mehr in Richtung Norden verschwenkt.

Die Oberflächenentwässerung der älteren Piste 12/30, die näher an den Baulichkeiten des Flughafens gelegen ist, erfolgt zu zwei Dritteln über die Regenwasserkanalisation. Ein Drittel des Meteorwassers wird versickert.

Die zweite Piste 16/34 wird zur Gänze über ein System von seitlichen Entwässerungströgen, Schlammfängen sowie Sickergruben bzw. Schluckbrunnen in den Untergrund entwässert. \*)

#### *Funktion:*

Aus Gründen der Flugsicherheit sollen die Pisten bzw. Rollbahnen möglichst rasch vom Niederschlags(NS)–Wasser befreit werden, weshalb die rigolartigen Entwässerungsgräben, die die befestigten Flächen auf beiden Seiten säumen, mit einem Längsgefälle versehen sind. Das gesammelte NS–Wasser, samt den abgeschwemmten Pistenverunreinigungen, fließt sodann in eine in regelmäßigen Abständen angeordnete Zahl von Schlammfängen. Das sind tonnenförmige Absturzbauwerke, wo die schweren Inhaltsstoffe sedimentieren, ehe das NS–Wasser zur Sickergrube weiterfließt bzw. über Schluckbrunnen in das GW eingeleitet wird.

Die Schlammfänge werden kontinuierlich – einmal pro Jahr – mit einem Saugwagen gereinigt. Dabei werden die abgesetzten Schlämme abgesaugt, das überstehende Wasser wird auf die Grünflächen versprüht.

Um die im abgesaugten Wasser enthaltenen Inhaltsstoffe nicht diffus im Umland zu verbreiten, sollte künftig eine geregelte Entsorgung dieses überstehenden Wassers in der VIE–Abwasserreinigungsanlage(ARA) erfolgen.

Weiters scheint es zweckmäßig, die Schlammfänginhalte zu analysieren, um etwaige Schwermetalle bzw. Schadstoffinhalte zu erkennen und entsprechende Maßnahmen einleiten zu können.

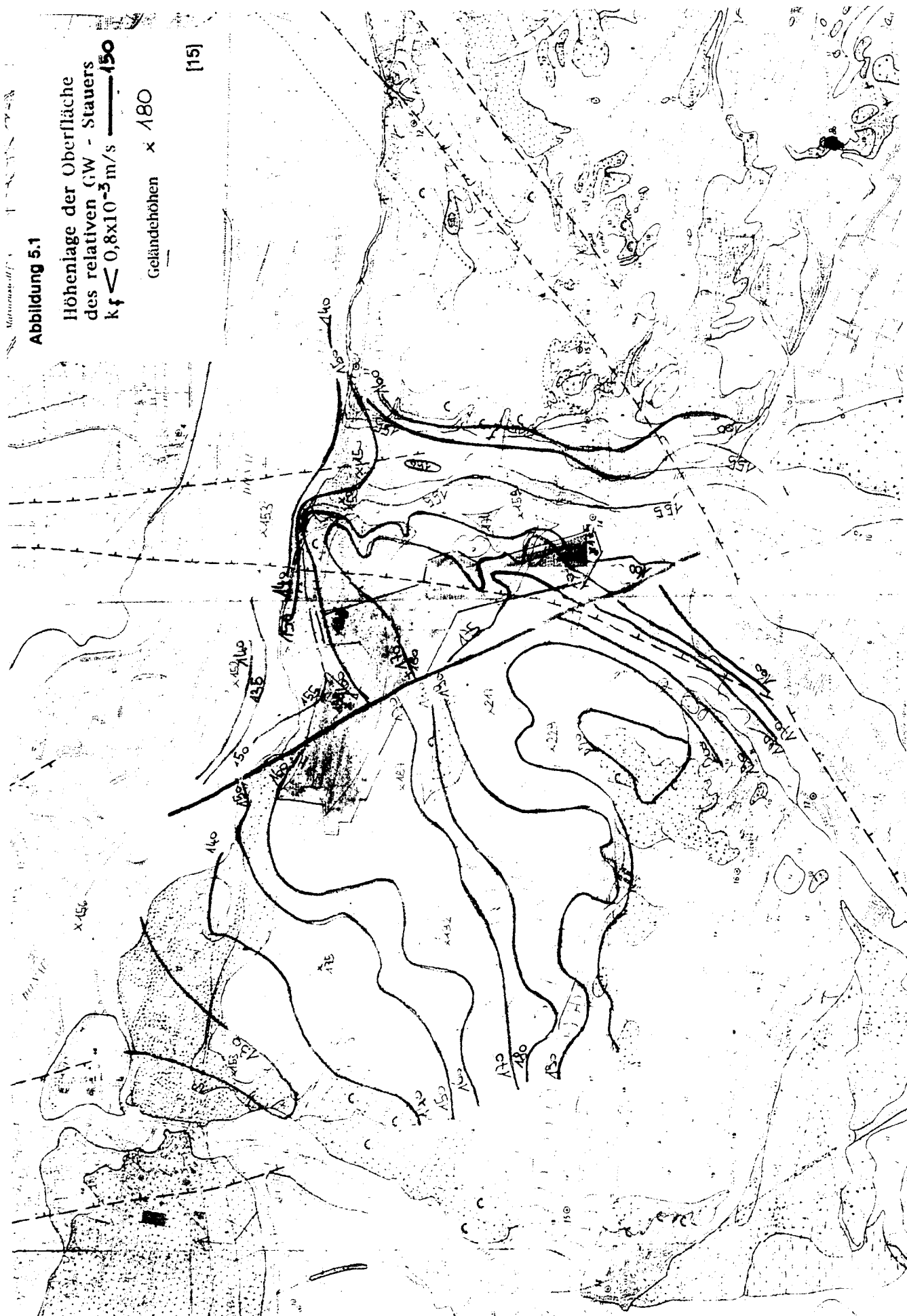
Mengenaufzeichnungen über das Räumgut liegen nicht vor, lt. Aussage des VIE sind die Mengen aber geringfügig. Es gibt keinen Zweifel, daß durch Abrieb von Gummi, Bremsbelägen und Austritten aus den Triebwerken (Ruß, teilverbrannte Kohlenwasserstoff–Verbindungen) auch die an die befestigten Flächen angrenzenden Grünflächen belastet werden. Die Beurteilung dieser Belastungen und deren Auswirkungen werden im Berichtsteil "Boden" (Kapitel 4) behandelt.

### 5.1.1.3 Winterdienst

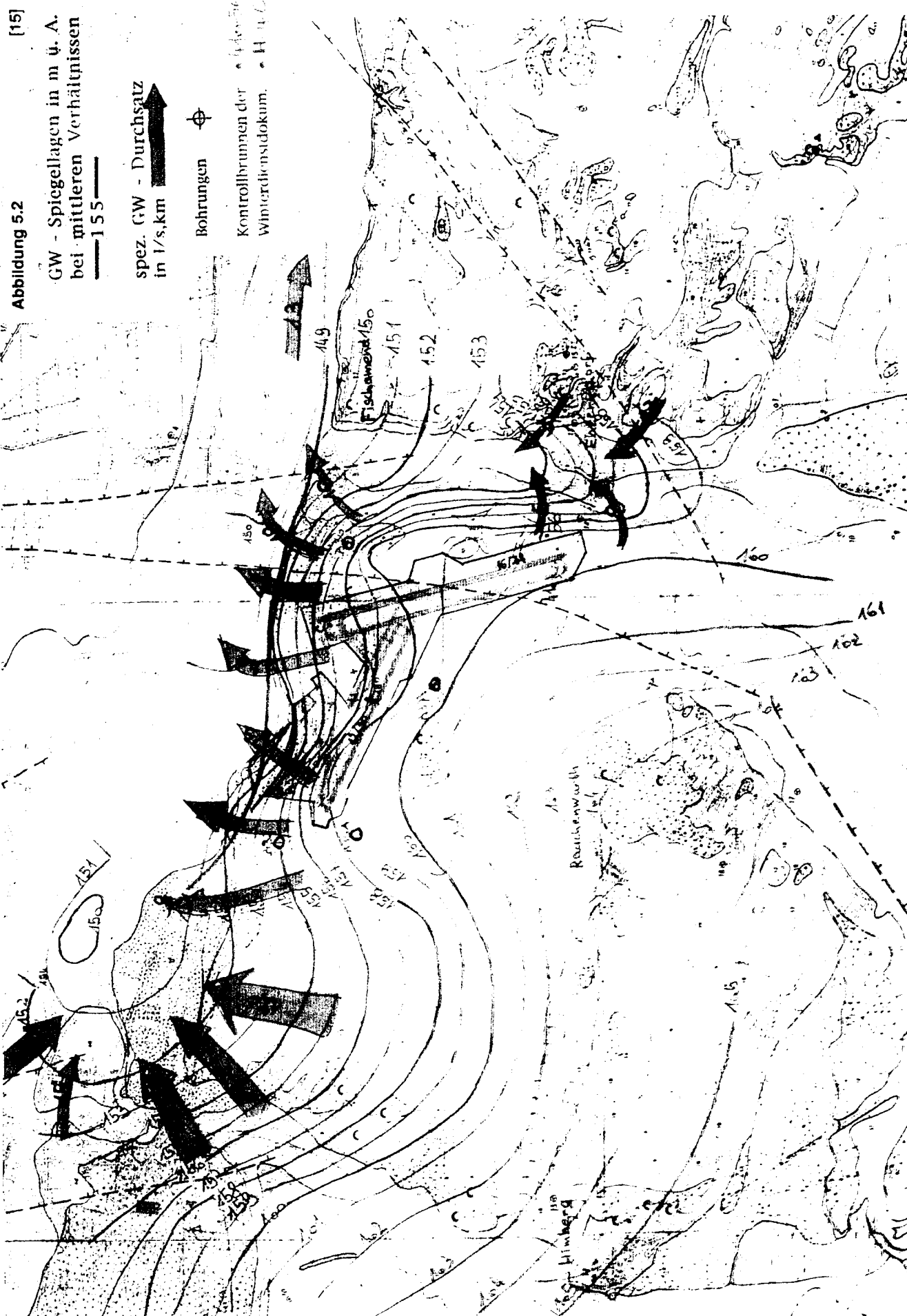
Um jederzeit einen gefahrlosen Flugbetrieb zu gewährleisten muß die FWB Vorfeld, Rollwege und Pisten schnee– und eisfrei halten und die Fluggeräte gegen Vereisung schützen.

Zum Einsatz kommen neben mechanischen Geräten auf Pisten und Rollbahnen vor allem chemische Hilfsmittel – Harnstoff (eine Stickstoffverbindung) – und zunehmend der Alkohol Diethylenglykol (DEG). Beide Substanzen beeinflussen das GW und die ARA, weshalb von einem Zivilingenieurbüro in jeder Saison eine Winterdienstdokumentation erfolgt, um das Ausmaß der GW–Beeinträchtigung zu ermitteln.

\*) Lt. Plan der Pistenentwässerung von Z.I. Dipl.–Ing. Spatz









*Pistenenteisungsmittel und deren Inhaltsstoffe:*

Hoechst 1678 besteht aus Diethylenglycol (DEG), Harnstoff, Wasser u. Korrosionsinhibitoren;

Frigantin E 108 besteht aus DEG, Harnstoff, Wasser und Korrosionsinhibitoren;

Urea besteht aus technischem Harnstoff und enthält 46,6% Stickstoff.

Im milden Winter 1990/91 gab es 19 Winterdiensttage mit Räum- und Streudienst sowie neun Winterdiensttage, an denen nur ein Streudienst erfolgte.

Insgesamt waren 1.775.000 m<sup>2</sup>, d. h. 177,5 ha zu betreuen;

davon sind 124,4 ha Flugbetriebsflächen: 39,6 ha Piste  
45,6 ha Rollbahnen  
39,2 ha Vorfelder sowie  
53,1 ha Betriebsstraßen und Parkplätze.

Im Winter 1986/87 fielen im Flughafenbereich 204 cm Schnee, die unter Einsatz von

- 32 Schneepflügen
- 8 Kehrblasgeräten
- 13 Schneeschleuder-Fräsen
- 5 Enteisungsfahrzeugen sowie
- 30 sonstigen Fahrzeugen geräumt werden mußten [16].

Das Räumkonzept sieht vor, innerhalb von 30 Minuten eine Piste benützbar zu machen. Im Winter 1986/87 wurden rd. 3,5 Millionen m<sup>3</sup> Schnee geräumt und großteils abgeführt. Es kamen rd. 70 Geräte zum Einsatz.

Chemikalienverbrauch in den letzten Jahren ab 1985/86 in Litern je Wintersaison.

Tabelle 5.1: Verbrauch flüssiger Auftaumittel von 1984 bis 1990

84/85	.....	328.000	Liter flüssige Auftaumittel
85/86	.....	437.000	Liter flüssige Auftaumittel
86/87	.....	739.000	Liter flüssige Auftaumittel
87/88	.....	310.000	Liter flüssige Auftaumittel
88/89	.....	220.000	Liter flüssige Auftaumittel
89/90	.....	133.000	Liter flüssige Auftaumittel

*Materialverbrauch (im Winter 1990/91)*

Enteisungsmittel:	• Frigantin E 108	.....	34.562 l
	• Hoechst 1678	.....	214.060 l
	• Salz	.....	107 t
	• Harnstoff	.....	5 t

Nach Aufzeichnungen der FWB kamen somit im außerordentlich milden Winter 1990/91 insgesamt rd. 250.000 l flüssige Enteisungsmittel, 5 t Harnstoff sowie auf den Betriebsstraßen und Parkplätzen 107 t Salz zur Verwendung.

*Flugzeugenteisung*

Die Enteisung der Flugzeuge wird von der FWB bei kalter Witterung für alle Fluglinien betrieben. Für diese Arbeiten steht ein spezieller Standplatz im Vorfeldbereich zur Verfügung. Für die Enteisung wird KILFROST ABC, eine Mischung von 52 % Propylenglycol und 48 % Wasser verwendet. Im Winter 1990/91 wurden davon 223.400 l verbraucht. Dieses Enteisungsmittel ist nicht recycelbar. Der Hauptteil des Enteisungsmittels wird nach dem Enteisungsvorgang vom Boden wiederaufgesaugt und in die ARA-Ost abtransportiert. Dort wird es zur Wiederverwendung (Bodenenteisung) zwischengelagert bzw. entsorgt. Ein gewisser Rest verdunstet oder gelangt auf Nebenflächen, wo er versickert.

*Vorgeschlagene Maßnahmen:*

- Verwendung von recycelbaren Enteisungsmitteln, z. B. ADFI Mischung aus 68 % Ethylen-glycol, 25,4% Propylenglykol, 5 % Wasser, 1 % Kaliumhydrogenphosphat und ca. 0,5 % Netzmittel.
- Einrichtung von Anlagen zum Recyclieren auf den Enteisungsstandplätzen.
- Verstärkte Wiederverwendung der Chemikalien bei der Pistenenteisung.

**5.1.1.4 Auswirkungen**

Glykole sind Alkohole und unter großem Sauerstoffverbrauch durch Mikroorganismen gut abbaubar. Sollte dem GW aber soviel  $O_2$  entzogen werden, daß es sauerstofffrei wird, hätte dies nachteilige Folgen, da dann Eisen-, Mangan- und Phosphorverbindungen in Lösung gehen.

Ammonium ( $NH_4$ ) wird im Untergrund über Ammoniak ( $NH_3$ ) zu Nitrat ( $NO_3$ ) nitrifiziert, wobei dem GW sowie der Bodenluft  $O_2$  entzogen wird.

Um etwaige GW-Qualitätsbeeinträchtigungen zu erfassen wurde seit einigen Jahren mit zwei Kontrollbrunnen das GW ober- und unterstromig der Piste 16/34 (Brunnen 41 und 56) beprobt. Weiters wurden zur Oberflächenwasserkontrolle zwei Schlammfänge von Sickerschächten (C und H) beprobt und letztlich aus zwei GW-Sonden im Bereich von Schneeabladeplätzen GW-Proben entnommen und analysiert [17].

Die Probenahmen erfolgten monatlich, es wurden jeweils 14 Werte gemessen. Dabei ist aber zu bemerken, daß das GW auch durch die landwirtschaftliche Nutzung mit Nitratreinträgen vorbelastet ist, sodaß die gemessenen Nitratgehalte nicht allein dem Flughafenbetrieb zugeordnet werden können. Dies ist aus Untersuchungsergebnissen des Amtes der NÖ. Landesregierung in einer Reihe von Wasserproben aus GW-Meßsonden des Umlandes eindeutig ersichtlich. Die Nitratwerte lagen, vom GW aus dem die Donau begleitenden GW-Strom abgesehen – hier waren die  $NO_3$ -Werte erheblich geringer, meist zwischen 30 und 50 mg  $NO_3/l$ .

Die Analysewerte des GW aus dem GW-zuflußseitigen Brunnen 41 am Südteil der Piste 16/34 zeigten jeweils im 2. Jahresviertel Nitratanstiege, verbunden mit einer leichten Abnahme des Sauerstoffgehaltes (siehe Abb. 5.1 und Tab. 5.2). Es war aber auch eine ganzjährige Grundbelastung an Nitrat im GW – vermutlich infolge der landwirtschaftlichen Nutzung des Umlandes – festzustellen. Da den Nitratanstiegen jeweils erhöhte  $NH_4$ -Gehalte infolge der Auftauflüssigkeiten in den Wintermonaten vorangingen (siehe Abb. 5.2 und Tab. 5.2), waren die periodischen  $O_2$ -Schwankungen und  $NO_3$ -Anstiege mit großer Wahrscheinlichkeit auf  $O_2$ -zehrende Nitrifizierungsvorgänge zurückzuführen. Die GW-Beeinträchtigungen gelangten somit, wenn auch in geringerer Menge, auch zuflußseitig, d. h. GW-oberstromig der Piste ins GW.



Tabelle 5.2: Meßwerte des GW aus dem Brunnen 41

Datum	NH <sub>4</sub> in mg/l	NO <sub>3</sub> in mg/l	PO <sub>4</sub> in mg/l	O <sub>2</sub> in %	CSB in mg/l
2.11.88	0,20	35,00	0,03	88,00	0,00
7.12.88	0,00	40,00	0,10	93,00	0,00
29.12.88	0,30	25,00	0,20	96,00	0,00
30.01.89	0,00	28,00	0,10	94,00	0,00
21.02.89	0,05	20,00	0,04	93,00	0,00
30.03.89	0,05	50,00	0,05	97,00	5,00
27.04.89	0,05	40,00	0,40	89,00	5,00
29.05.89	0,05	55,00	0,10	92,00	0,00
27.06.89	0,10	35,00	0,10	90,00	5,00
2.08.89	0,00	20,00	0,50	89,00	5,00
29.08.89	0,05	14,00	0,05	89,00	10,00
27.09.89	0,00	10,00	0,00	90,00	0,00
30.10.89	0,05	22,00	0,05	95,00	10,00
23.11.89	0,00	24,00	0,00	94,00	0,00
2.01.90	0,50	20,00	0,50	90,00	0,00
30.01.90	0,50	43,00	0,50	93,00	0,00
8.03.90	0,00	30,00	6,00	95,00	15,00
29.03.90	0,05	45,00	0,00	92,00	0,00
26.04.90	0,20	38,00	0,00	83,00	0,00
22.05.90	0,20	45,00	0,50	91,00	0,00
26.06.90	0,10	22,00	0,00	93,00	30,00
24.07.90	0,20	28,00	0,00	96,00	36,00
4.09.90	0,30	30,00	0,50	90,00	55,00
27.09.90	0,20	18,00	0,00	92,00	10,00

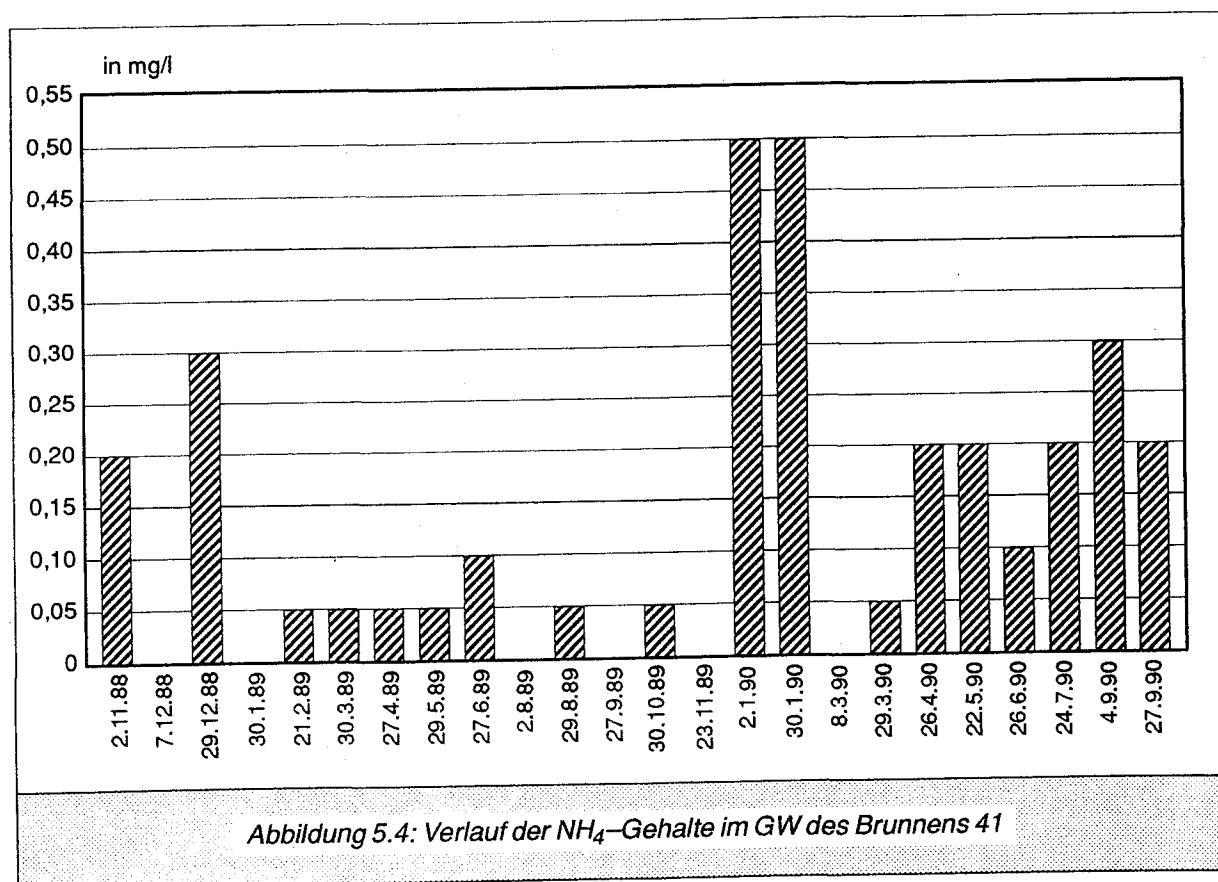
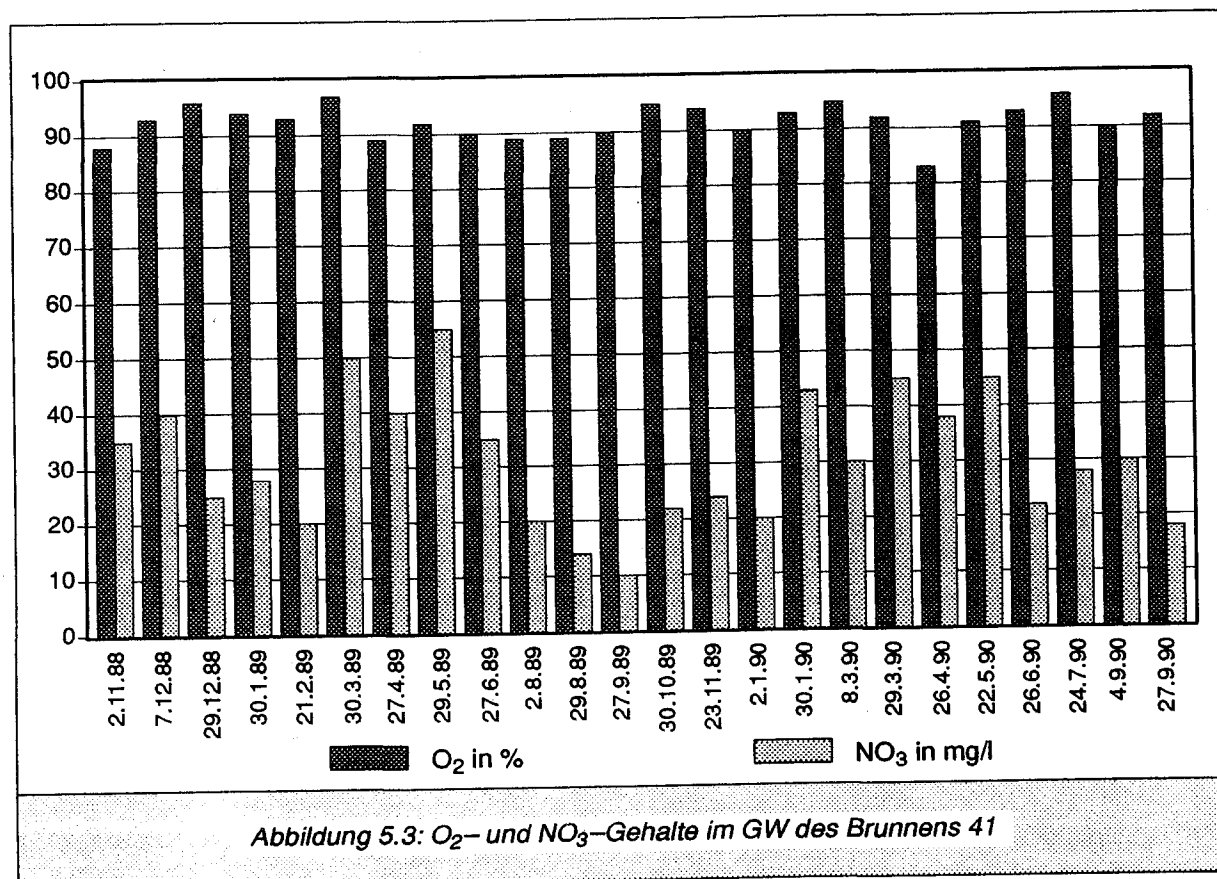


Tabelle 5.3: Meßwerte von GW-Proben aus dem Brunnen 56

Datum	NH <sub>4</sub> in mg/l	NO <sub>3</sub> in mg/l	PO <sub>4</sub> in mg/l	O <sub>2</sub> in %	DEG in mg/l	CSB in mg/l
2.11.88	0,30	25,00	0,03	64,00	0,00	0,00
7.12.88	0,10	20,00	0,10	54,00	0,00	0,00
29.12.88	0,40	18,00	0,10	54,00	0,00	0,00
30.01.89	0,03	20,00	0,03	56,00	0,00	0,00
21.02.89	0,05	25,00	0,15	68,00	0,00	0,00
30.03.89	0,05	40,00	0,10	73,00	0,00	5,00
27.04.89	0,05	30,00	0,05	55,00	0,00	5,00
29.05.89	–	–	–	–	–	–
27.06.89	0,05	35,00	0,10	65,00	0,00	5,00
2.08.89	0,10	20,00	0,50	70,00	0,00	5,00
29.08.89	0,05	10,00	0,06	72,00	0,00	5,00
27.09.89	0,05	0,00	0,05	50,00	0,00	15,00
30.10.89	0,10	20,00	0,00	72,00	0,00	5,00
23.11.89	0,05	10,00	0,00	55,00	0,00	0,00
2.01.90	0,50	13,00	0,00	70,00	0,00	0,00
30.01.90	0,50	30,00	0,50	73,00	0,00	0,00
8.03.90	0,00	28,00	6,00	60,00	0,00	0,00
29.03.90	0,05	30,00	0,50	60,00	0,00	0,00
26.04.90	0,20	16,00	1,00	47,00	0,00	0,00
22.05.90	0,20	28,00	0,50	54,00	0,00	0,00
26.06.90	0,20	3,00	1,00	62,00	0,00	40,00
24.07.90	0,30	20,00	0,00	71,00	0,00	0,00
4.09.90	0,30	22,00	1,00	58,00	0,00	30,00
27.09.90	0,40	15,00	1,00	53,00	0,00	15,00

Der Brunnen 56 liegt im GW-unterstromigen Bereich der Piste 16/34, weshalb ein erhöhter Eintrag der Auftauchemikalien ins GW zu erwarten war. Dies bestätigten auch die NH<sub>4</sub>-Meßwerte vom 29. Dezember 1988 und vom 2. bzw. 30. Jänner 1990.

Wenngleich die Nitratwerte in der Folge nicht viel höher lagen als die des Brunnen 41, ließen doch erheblich geringere O<sub>2</sub>-Sättigungswerte auf andauernde O<sub>2</sub>-Zehrung durch mikrobiellen Abbau der Auftauchemikalien – organische Kohlenwasserstoffe und Stickstoffverbindungen – schließen.

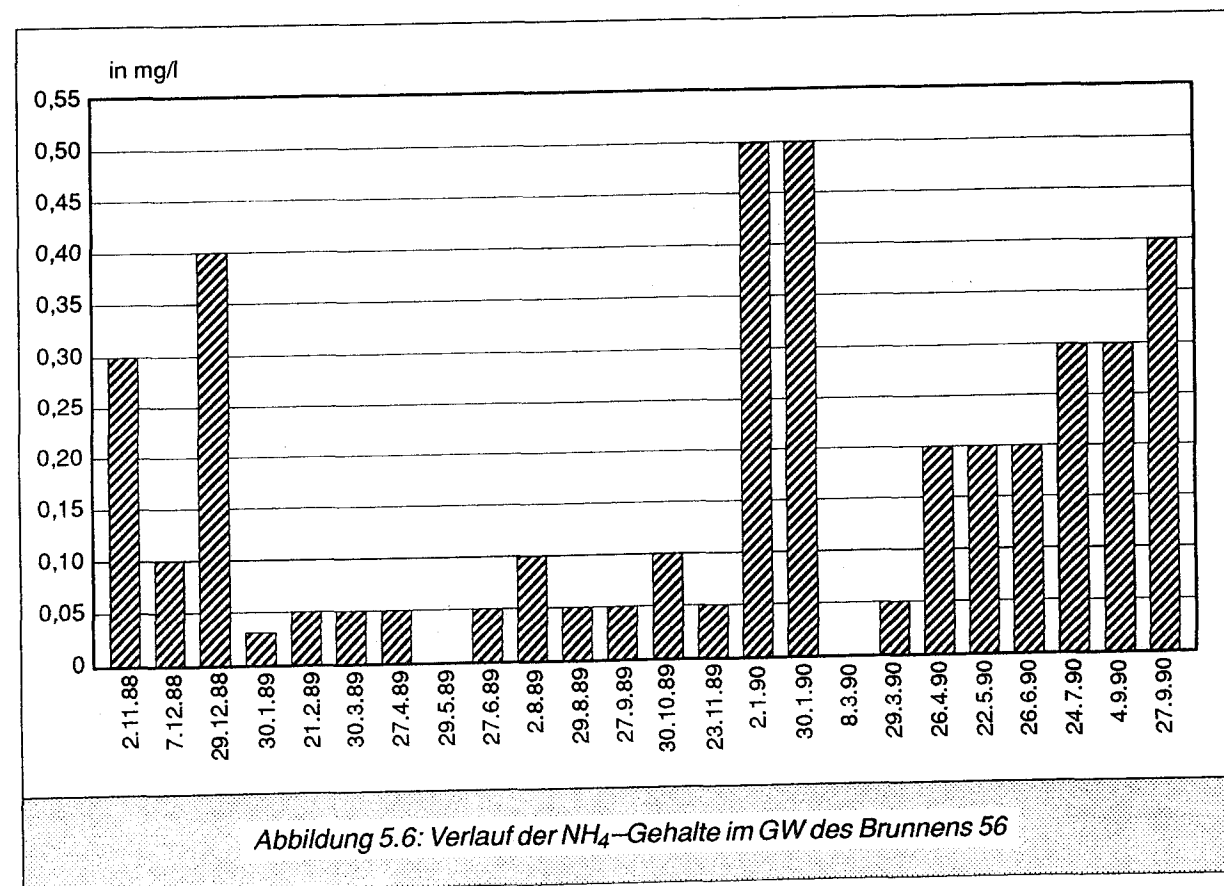
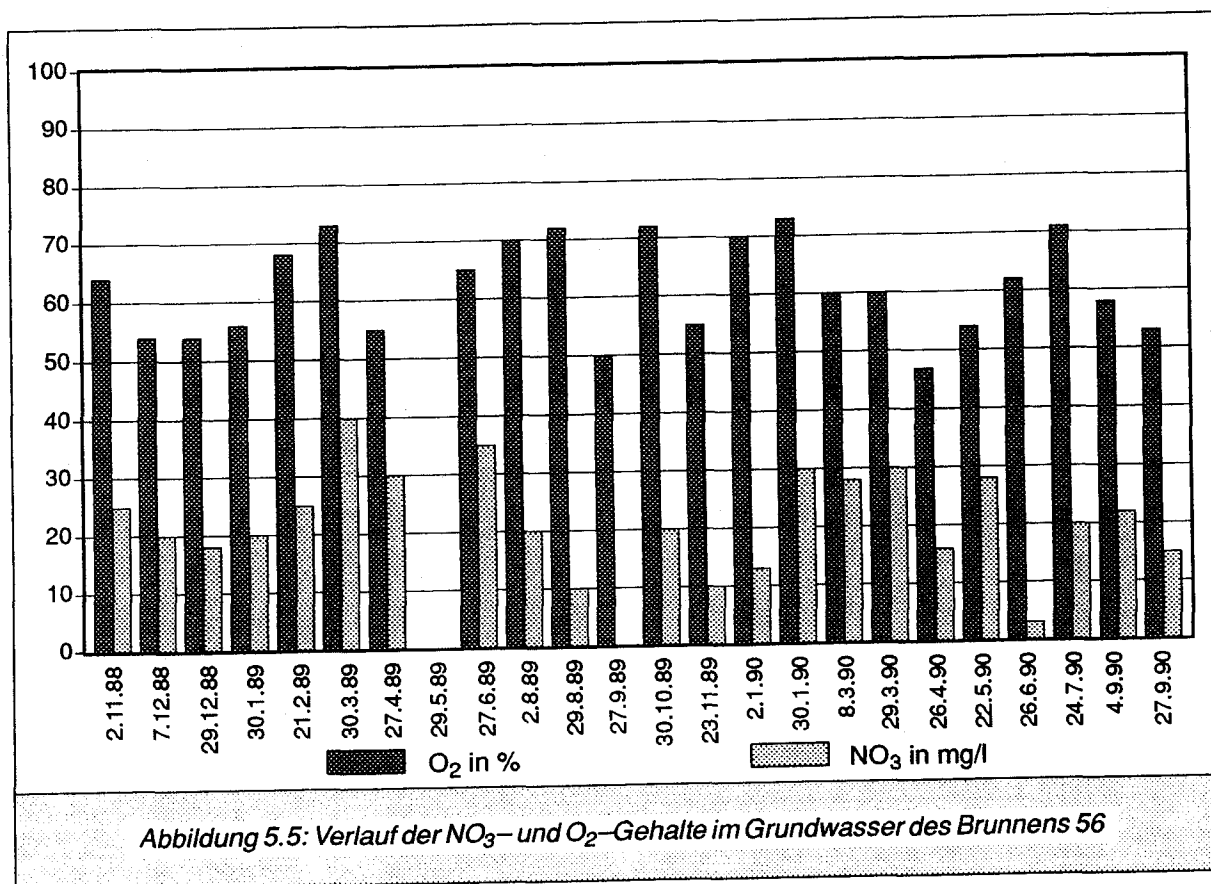


Tabelle 5.4: Meßwerte von Wasserproben aus dem Schacht H

Datum	NH <sub>4</sub> in mg/l	NO <sub>3</sub> in mg/l	PO <sub>4</sub> in mg/l	DEG in mg/l	CSB in mg/l
2.11.88	0,40	3,50	0,30	0,00	15,00
7.12.88	0,60	5,00	0,06	200,00	350,00
29.12.88	0,30	0,80	0,05	6,00	40,00
30.01.89	1,30	0,40	0,10	0,00	1.300,00
210.2.89	0,60	3,00	0,30	22,00	200,00
30.03.89	3,00	10,00	0,20	0,00	65,00
27.04.89	2,00	10,00	0,30	0,00	50,00
29.05.89	0,30	15,00	0,20	0,00	0,00
27.06.89	0,60	10,00	0,20	0,00	10,00
2.08.89	0,70	15,00	2,00	0,00	20,00
29.08.89	0,30	10,00	0,20	0,00	0,00
27.09.89	1,10	0,00	0,05	0,00	20,00
30.10.89	0,50	8,00	1,00	0,00	20,00
23.11.89	0,60	5,00	1,00	0,00	5,00
2.01.90	6,00	0,00	3,00	740,00	1.050,00
30.01.90	6,00	5,00	3,50	3,00	522,00
8.03.90	3,00	6,00	7,00	20,00	70,00
29.03.90	3,00	10,00	3,00	10,00	71,00
26.04.90	0,60	10,00	1,50	0,50	30,00
22.05.90	0,50	5,00	1,00	0,00	5,00
26.06.90	0,40	3,00	2,00	0,00	55,00
24.07.90	1,20	14,00	0,00	0,00	10,00
4.09.90	1,00	10,00	2,00	0,00	55,00
27.09.90	0,30	7,00	1,00	0,00	50,00

Der Sicker- bzw. Schlammfangschacht H befindet sich neben der befestigten Rollbahn und nimmt sowohl Regen- als auch Tauwässer mit Auftauchemikalien auf.

Die hier gemessenen Analysewerte spiegeln die stoßweisen DEG- bzw. CSB-Belastungen wieder. Im Jänner kam es, vermutlich infolge von Harnstoffverwendungen, zu hohen Ammoniumfrachten. Hier wird die Bedeutung der Oberflächenwasserreinigung in der ARA-Ost besonders offenbar. Eine direkte Ausleitung dieser Abwässer über die ARA-Ost muß bedenkliche Verunreinigungen des Vorfluters (Donaualtarm) auslösen.

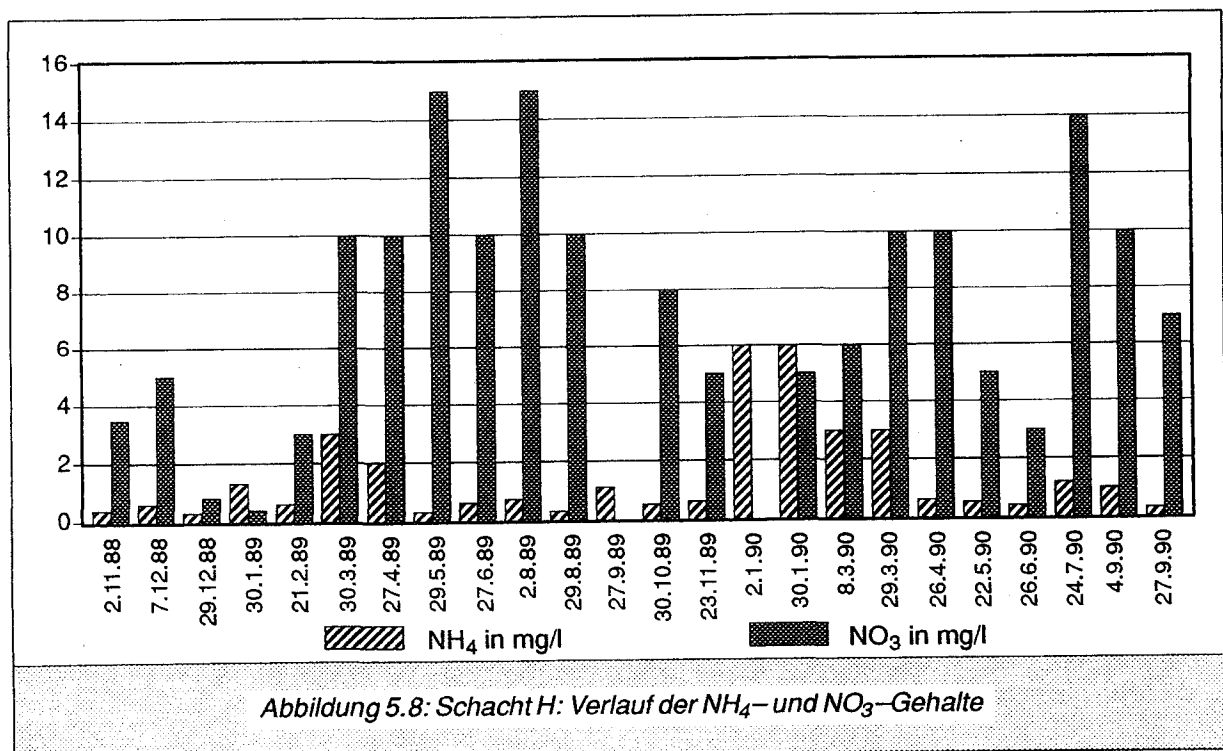
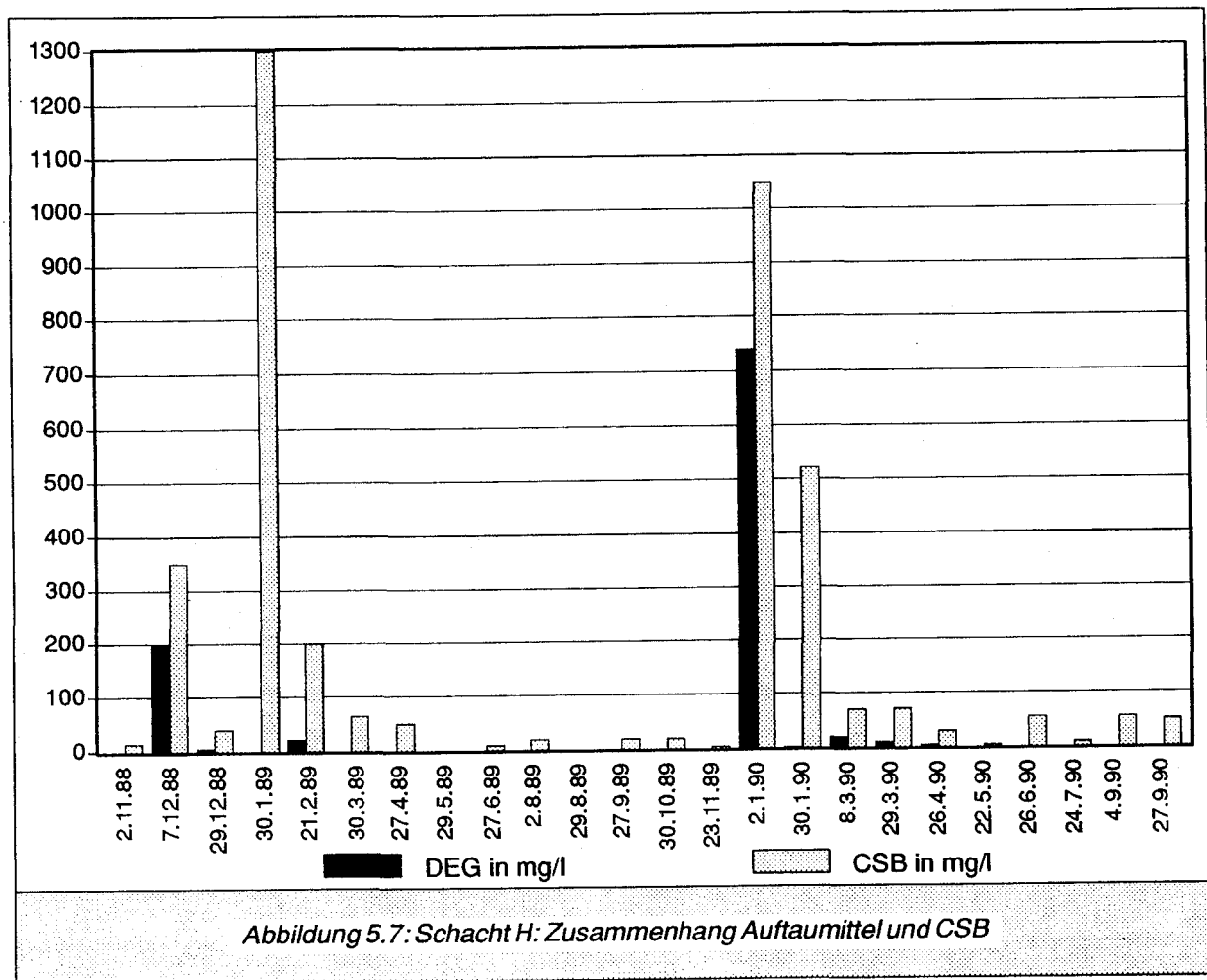
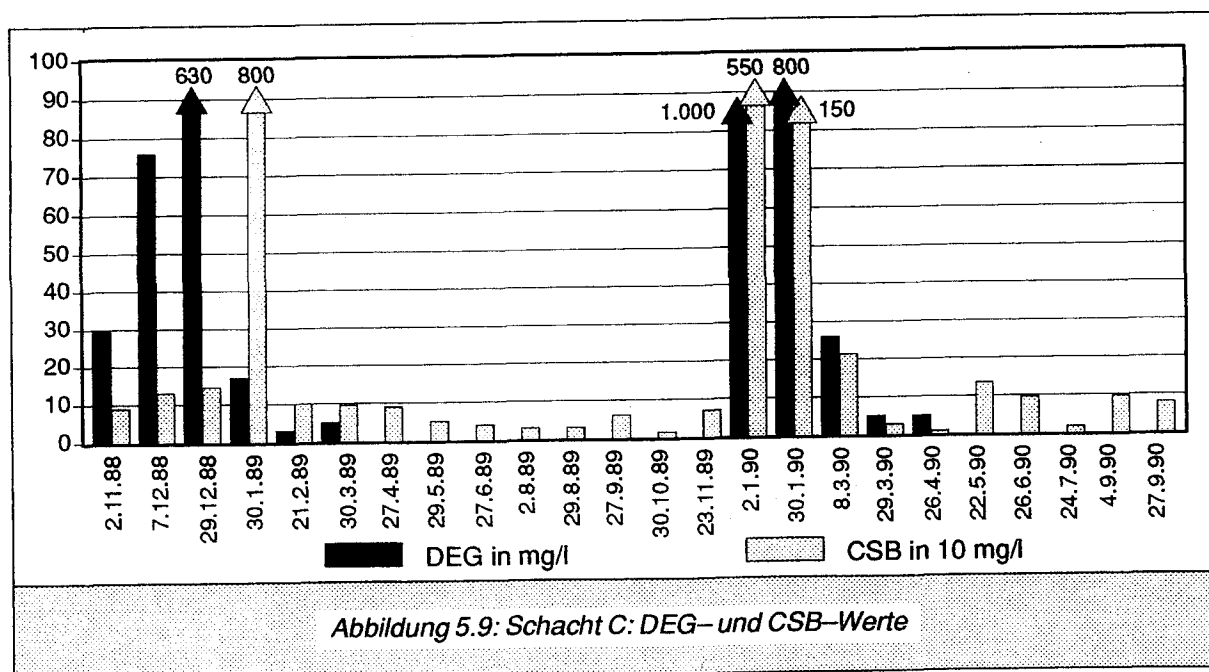
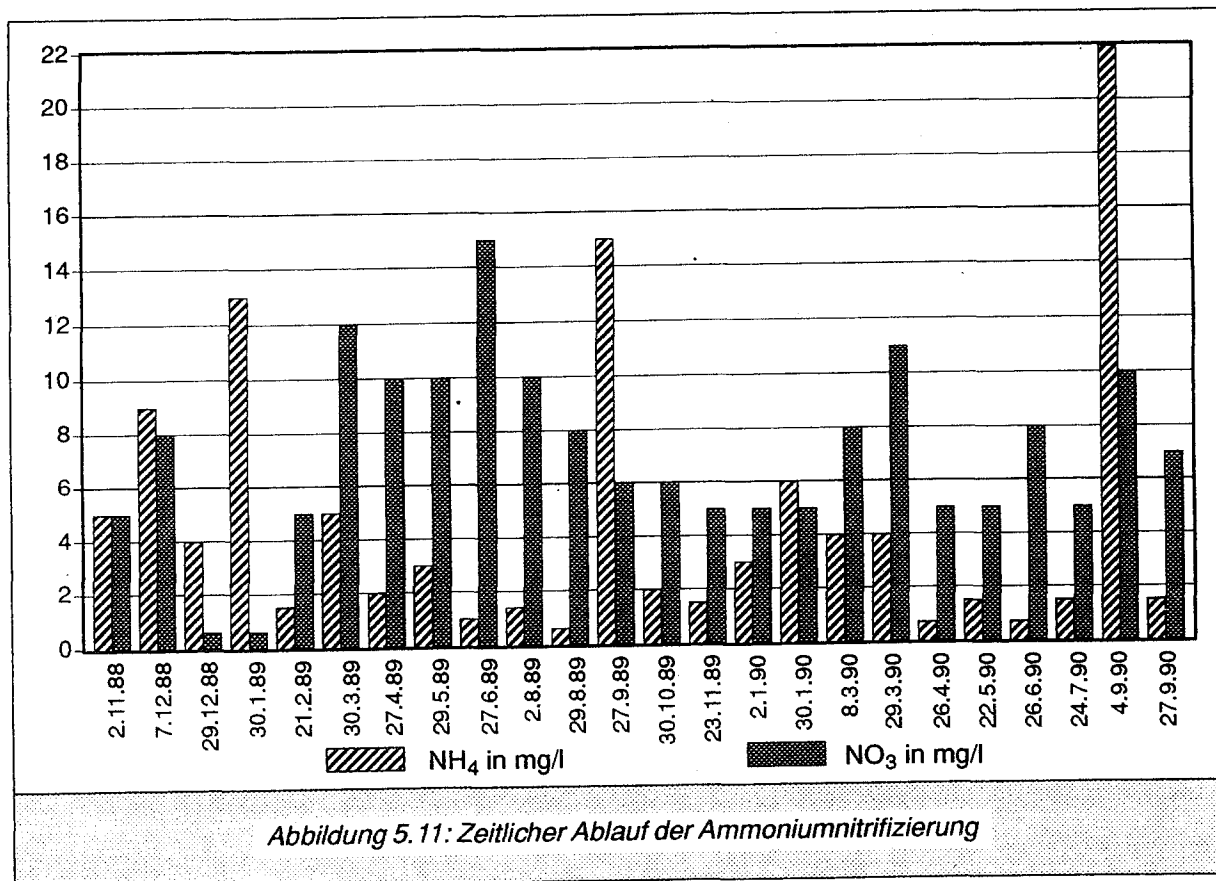
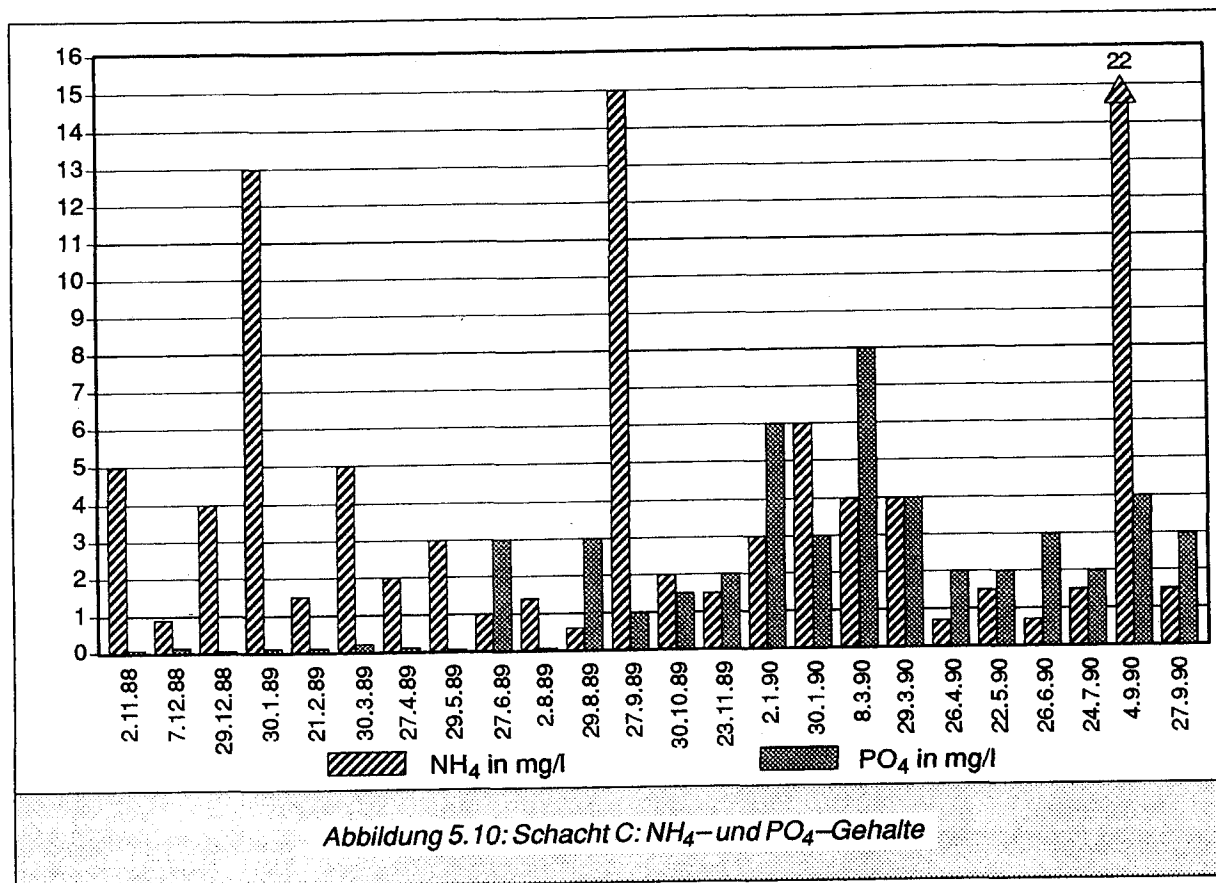


Tabelle 5.5: Meßwerte von Wasserproben aus dem Schacht C

Datum	NH <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	PO <sub>4</sub> mg/l	DEG mg/l	CSB mg/l
2.11.88	5,00	5,00	0,07	30,00	90,00
7.12.88	0,90	8,00	0,13	76,00	130,00
29.12.88	4,00	0,60	0,05	630,00	145,00
30.01.89	13,00	0,60	0,10	17,00	8.000,00
21.02.89	1,50	5,00	0,10	3,00	100,00
30.03.89	5,00	12,00	0,20	0,50	95,00
27.04.89	2,00	10,00	0,10	0,00	90,00
29.05.89	3,00	10,00	0,05	0,00	50,00
27.06.89	1,00	15,00	3,00	0,00	40,00
2.08.89	1,40	10,00	0,05	0,00	30,00
29.08.89	0,60	8,00	3,00	0,00	30,00
27.09.89	15,00	6,00	1,00	0,00	60,00
30.10.89	2,00	6,00	1,50	0,00	15,00
23.11.89	1,50	5,00	2,00	0,00	70,00
2.01.90	3,00	5,00	6,00	1.000,00	5.500,00
30.01.90	6,00	5,00	3,00	850,00	1.500,00
8.03.90	4,00	8,00	8,00	26,00	214,00
29.03.90	4,00	11,00	4,00	5,00	28,00
26.04.90	0,70	5,00	2,00	0,50	10,00
22.05.90	1,50	5,00	2,00	0,00	135,00
26.06.90	0,70	8,00	3,00	0,00	95,00
24.07.90	1,50	5,00	2,00	0,00	19,00
4.09.90	22,00	10,00	4,00	0,00	95,00
27.09.90	1,50	7,00	3,00	0,00	80,00







Das verunreinigte Abwasser der Schächte C und H der Oberflächenentwässerung zeigt die hohen Chemikalienbelastungen, die über die Sickerbrunnen in den Untergrund gelangen erschreckend auf. In den Schächten standen gemessene DEG-Gehalte mit gleichzeitig extremen CSB-Werten in direktem Zusammenhang.

Auch bei den Wasserproben aus der GW-Sonde 2.6 beim Schneeablageplatz war ein direkter Zusammenhang zwischen DEG-Einsatz und CSB,  $\text{NH}_4^+$  sowie elektrischer Leitfähigkeit ablesbar. Das Sondenwasser war dort fast immer sauerstofffrei.

Schlußfolgend kann gesagt werden, daß die Auftauchemikalien das GW, wenn auch örtlich begrenzt, doch nachteilig beeinflussen ( $\text{NH}_4^+$ -Anstiege,  $\text{O}_2$ -Abnahme).

Ein äußerst sparsamer Einsatz dieser Mittel sowie die weitestgehende Erfassung und geregelte Entsorgung der gesamten Winterdienst-Abwässer wäre demnach unbedingt notwendig.

#### 5.1.1.5 Altlasten

Der Raum Schwechat/Fischamend verfügt über große Kiesvorkommen, die seit Jahrzehnten als Rohstoffquelle genützt werden. Auch im Bereich des Flughafens gab es solche Kiesgruben, die nach Auflassung der Kiesgewinnung als Müll- bzw. Bauschuttsturzplätze verwendet wurden. Die Kenntnis der genauen Lage und der Inhalte ging mittlerweile vielfach verloren. Nur durch ein sorgfältiges Auswerten vorhandener Luftbilder könnten alte Deponieflächen wieder erkannt werden. Untersuchungsmethoden der Geoelektrik, Seismik, Bodenluft, Analytik und Geomagnetik könnten gleichfalls zur Erkundung bzw. Abgrenzung von Verdachtsflächen angewandt werden.

Der Umstand, daß früher sowohl Kiesgruben als auch potentielle Abfalllieferanten – Gemeinden, Industrieanlagen, militärische Einrichtungen – in enger Nachbarschaft existierten, läßt das Vorhandensein von Altlasten im Flughafengelände und dessen Nahbereich wahrscheinlich erscheinen.

Bekannt wurde das Existieren einer Altlast bzw. GW-Verunreinigung durch das Auftreten von chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW) im GW der Brunnen 4 und 6, die sich im AUA-Hangar-gelände befinden. Die Verunreinigungen wurden erstmals im Jahre 1982 festgestellt, führten zur Einstellung der Wassernutzung aus dem Wasserwerk 2 und zu Maßnahmen der Behörden [18].

Im Auftrag und auf Kosten des A. d. NÖ Landesregierung wurden seitdem aus dem Brunnen 6 kontinuierlich 5 bis 6 l/s entnommen und über die ARA-Ost in den Altarm der Donau in der Pögen Au ausgeleitet. Damit konnte eine Ausbreitung der Schadstofffahne vermindert und ein beträchtliches Absinken der Kontaminationen beobachtet werden (siehe auch Kap. 5.1.2.2 und 5.2.5.4).

Ein Diagramm der CKW-Werte in den Brunnen 4 und 6 ist aus Anhang 5.1 und 5.2 ersichtlich.

Im 1. Halbjahr 1991 waren nur mehr zwei CKW-Substanzen meßbar, die Konzentration dieser Verbindungen war knapp über den Zulässigkeitswerten für Trinkwasser.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß im Flughafen bzw. dessen Nahbereich mit Altlasten, deren Gefährdungspotential weitestgehend unbekannt ist, gerechnet werden muß.

#### 5.1.1.6 Treibstoffe – Betankung

Im Zuge von Betankungsvorgängen der Flugzeuge kam es nach Aussage der FWB vereinzelt zu Vorkommnissen, die das Ausfließen größerer Treibstoffmengen zur Folge hatten. Wenn der Flughafenbetreiber auch in der Lage war diese Mengen größtenteils aufzusaugen und geregelt zu entsorgen, gelangten doch gewisse Teilmengen in die ARA, wo deren Abscheidung den Betrieb erheblich beeinträchtigte. Eine absolute Sicherheit, daß kein Kerosin ins GW gelangen könnte ist nicht gegeben, obwohl die Betankung auf befestigten Flächen des Vorfeldes erfolgt.

In naher Zukunft soll eine eigene Produktenleitung die nahe ÖMV-Raffinerie mit dem Flughafen verbinden und zudem die Betankung künftig über neue Treibstoffrohrleitungen und durch hydrantenartige Anschlüsse beim Pier Ost und dem projektierten Pier West erfolgen. Dies wird den Antransport des Treibstoffes durch Kraftfahrzeuge erübrigen und die GW-Gefährdung durch einfacheres Manipulieren weiter verringern.

Die Bestimmung, daß im Schadensfall manche Flugzeugtypen vor der Landung, um ihr Gewicht zu senken, den Treibstoff ablassen müssen sowie, daß bei der Notwendigkeit einer Notlandung möglichst wenig Kerosin an Bord sein soll, stellt naturgemäß eine andauernde Bedrohung von Boden, Oberflächengewässer und Grundwasser dar. Nach Angaben der FWB trat dieser Gefährdungsfall noch nie ein.

In einem konkreten Fall traten bei einem Straßenunfall eines Tank-LKW einer Fluglinie aus dem ehemaligen Ostblock große Mengen Kerosin am Boden aus und versickerten, doch gelang es durch Abgraben und Entsorgen der getränkten Untergrundmaterialien den Großteil des Flugbenzins vor dem Erreichen des GW zu entfernen.

Der Umgang mit derart großen Treibstoffmengen stellt naturgemäß eine andauernde Umweltbedrohung dar, es konnte jedoch der Eindruck gewonnen werden, daß die FWB bemüht ist, den Grad der Bedrohung zu minimieren.

#### 5.1.1.7 Ausblicke

Der Winterdienst stellt mit der Versickerung von sehr großen Mengen des mit Pistenaufbaumitteln verunreinigten Pistenabwassers eine nachweisbare GW-Beeinträchtigung dar. Will man die GW-Beeinträchtigungen beenden, müßte eine Erfassung, Ableitung und Reinigung der Abwässer in der Kläranlage, bzw. bei stärkerem Regenwasser-Anfall, wenn eine Übernahme derart großer Wassermengen in die ARA nachteilig wäre, auf natürliche biologische Weise, etwa in Abwasserteichen mit Wurzelraumentsorgung, erfolgen. Dies ist bei Aufrechterhaltung des Flugbetriebes natürlich nicht einfach, jedoch gibt es auch hier sicherlich Problemlösungen, die es zu finden und zu verwirklichen gilt.

Die Zielvorstellung eines möglichst sparsamen Chemikalieneinsatzes sowie die Substituierung der verwendeten Mittel durch solche mit geringeren GW-Beeinträchtigungen müßte verstärkt verfolgt werden.

Die Gefährdung des GW-Körpers durch Altlasten in Form von vielen Mülldeponien, die es im Nahbereich gibt (Aussagen des TU-Institutes für Geologie und des Amtes d. NÖ. Landesregierung) scheint aber erheblich größer und in ihren Auswirkungen vielfältiger zu sein. Das Erkunden dieser Altlasten sowie das Feststellen der Gefährdungspotentiale, um rechtzeitig entsprechende Schritte setzen zu können, sollte die vordringlichste Aufgabe für die künftigen Jahre sein.

## 5.1.2 Grundwasserentnahmen

Die GW-Entnahmen zur Trink- und Brauchwasserversorgung entsprechen denen einer mittleren Stadt. Sie erfolgen aus dem rechtsufrigen Auebereich der Donau. Durch Sparmaßnahmen des VIE konnten die GW-Verbrauchsmengen stark gesenkt werden. Eine negative Auswirkung infolge der GW-Inanspruchnahme scheint nicht gegeben.

### 5.1.2.1 System der Wasserversorgung

Der Flughafen Wien-Schwechat wird mit GW versorgt, welches in einer zentralen Wasserversorgungsanlage (WVA) im Auegelände des rechten Donauufers gewonnen wird.

Mit Bescheid des A. d. NÖ. Landesregierung vom 25. April 1973, GZ III/-5376/63-1973 wurde die wasserrechtliche Bewilligung zur Errichtung von zwei Horizontalfilterbrunnen (HFB) und zur Entnahme von 320 l/s erteilt, was einer theoretisch maximal möglichen Jahresmenge von rd. 10,1 Mill m<sup>3</sup>/a bzw. einer Maximalmenge von 27.650 m<sup>3</sup>/d entspricht.

Die Dimensionierung basiert auf Hochrechnungen zur Bedarfsabschätzung, die von einem maximalen Tagesbedarf des Jahres 1971 in der Höhe von 10.000 m<sup>3</sup>/d und einem Spitzenbedarf  $Q_{18}$  von 154 l/s ausgingen. Es wurde eine jährliche Bedarfssteigerung von 10 l/s angenommen und auf diese Weise ein Spitzenbedarf ( $Q_{18}$ ) des Jahres 2000 von 380 l/s errechnet (siehe auch Kap. 5.1.2.5).

Die neuen HFB schienen erforderlich, da die alte WVA im Flughafengelände zwar im Jahre 1960 durch eine neue WVA in der Donauniederung ersetzt worden war, diese aber nur über eine Konsensmenge von 120 l/s Entnahme verfügte und zudem die Ostautobahn als eine potentielle Gefahrenquelle für die WVA angesehen wurde. Es waren also nicht nur zusätzliche Entnahmemöglichkeiten für 200 l/s, sondern auch ein neuer – nicht gefährdeter – Standort zu finden. Von den zwei genehmigten HFB wurde bisher nur einer errichtet.

Der neue HFB des Wasserwerkes (WW) 1 wurde rd. 500 m nördlich der bestehenden Brunnenanlage in der Aue errichtet. Der Schacht wurde bis in eine Tiefe von 14 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft und 9,5 m unter GOK eine Vortriebsgalerie mit jeweils sechs Horizontalvortrieben und mit Vortriebslängen von je 15 m ausgeführt.

Die Zuleitung des geförderten GW aus dem WW 1 erfolgt mit zwei getrennten Leitungen, an die auch die bestehenden drei Schachtbrunnen (Brunnen 1, 2 und 3) zur erhöhten Versorgungssicherheit angeschlossen sind.

Im Flughafengelände existieren mit dem WW 2 noch drei alte Brunnen – die Brunnen 4,5,6 –, welche über insgesamt 20 l/s Förderleistung verfügen, aber nur zur eventuellen Notversorgung betriebsbereit gehalten werden.

Ein Übersichtsplan der Wasserversorgung aus dem VIE-Energiebericht [19] ist dem Anhang 5.3 zu entnehmen.

### 5.1.2.2 Wasserqualität – Behandlung

- Das Wasser aus dem WW 1–HFB 1 weist nach dem amtlichen Untersuchungszeugnis vom 8. März 1991 keine Verunreinigungen auf und ist als Trinkwasser geeignet. Dieses Wasser hat mit nur 1 mg NO<sub>3</sub>/l einen extrem niederen Nitratwert, weist aber auch für Chlorid– bzw. Sulfatgehalt und Härte sehr gute Werte auf.
- Das mit den Brunnen 1, 2 und 3 geförderte Wasser enthält geringe Mengen Tetrachlorethen (Per). Das Wasser hat zudem relativ hohe Gehalte an Nitrat (48 mg NO<sub>3</sub>/l), Chlorid (60 bis 100 mg/l) und Sulfat (93 bis 133 mg/l) sowie eine Härte von 20,1 dH (Carbonathärte). Deshalb wird es zur geeigneteren Nutzung mit dem qualitativ besseren HFB–Wasser, vermengt.
- Das Mischwasser aus dem WW 1 wurde als für Trinkwasser geeignet befunden und weist eine gute chemische Zusammensetzung auf, u. a.:
 

Carbonathärte	....	17,0° dH
Nitrat	.....	10,0 mg/l
Chlorid	.....	32,0 mg/l
Sulfat	.....	79,0 mg/l

Aliphatische sowie flüchtige halogenierte KW waren nicht nachweisbar.

- Aus Gründen der Sicherheit ist dennoch eine Entkeimung vorgeschrieben und mit einer Chlorung des Trinkwassers verwirklicht.
- Das Wasser des Brunnens 6 im WW 2 (Brunnen 4, 5 und 6 im Hangarbereich) ist für Trinkwasserzwecke wegen des Vorhandenseins von CKW–Gehalten nicht geeignet. Der Brunnen 6 wird als Sperrbrunnen bepumpt. Das Wasser wäre als Brauchwasser einsetzbar. Das abgepumpte, schwach CKW–hältige Wasser wird über die ARA–Ost des VIE in den Donauarm der Poigen Au ausgeleitet. Dies soll aber in naher Zukunft geändert werden (siehe Kap. 5.2.5.4).

### 5.1.2.3 Entnahmemengen

Im Bereich des Flughafens gibt es nur die FWB als Wasserlieferanten, andere GW–Entnehmer sind nicht bekannt. Mit Ausnahme von Kühlwasser in der Kältezentrale erfolgt keine Aufteilung in Trink– und Brauchwasser.

Die Entnahmemengen entwickelten sich in den letzten Jahren rückläufig:

Dies ist im Diagramm der Verbrauchswerte aus dem Energiebericht des VIE [19] (siehe Anhang 5.4) ersichtlich. Der Tagesverbrauchsverlauf weist gewisse Charakteristika auf, die sich aus dem Flughafenbetrieb mit einer gewissen Verbrauchskontinuität einerseits und den üblichen Verbrauchsspitzen kommunaler Abnehmer andererseits herleiten lassen. Die Verbrauchsschwankungen werden durch einen Behälter mit 485 m<sup>3</sup> Inhalt zum Teil ausgeglichen.

Der maximale Tagesverbrauch betrug im Jahr 1991 4.512 m<sup>3</sup>/Tag, der größte Abgabewert wurde am 6. September 1991 mit 95 l/s registriert.

### 5.1.2.4 Verteilung des Wasserverbrauchs

Die im Jahr 1990 gelieferten Wassermengen von rd. 1.120.000 m<sup>3</sup> insgesamt setzten sich aus VIE–externen Abnehmern (rd. 163.600 m<sup>3</sup>) und VIE–internen Abnehmern (956.400 m<sup>3</sup>) zusammen. 14,6 % des geförderten Wassers wurde demnach an diverse Kunden beliefert und zwar gerundet auf 100:

Tabelle 5.6: Wasserabnehmer der VIE-WVA im Jahr 1990

Abnehmer	m <sup>3</sup> /Jahr
VIE	956.400
AUA	119.600
Novotel	19.200
Billa	6.500
WTC	4.800
BP Tankstelle	3.800
Autobahnmeisterei	3.700
Polizei	2.200
sonst. Tankstellen	1.300
Lauda	1.000
ÖBB	1.000
sonstige	500
Gesamtverbrauch	1.120.000

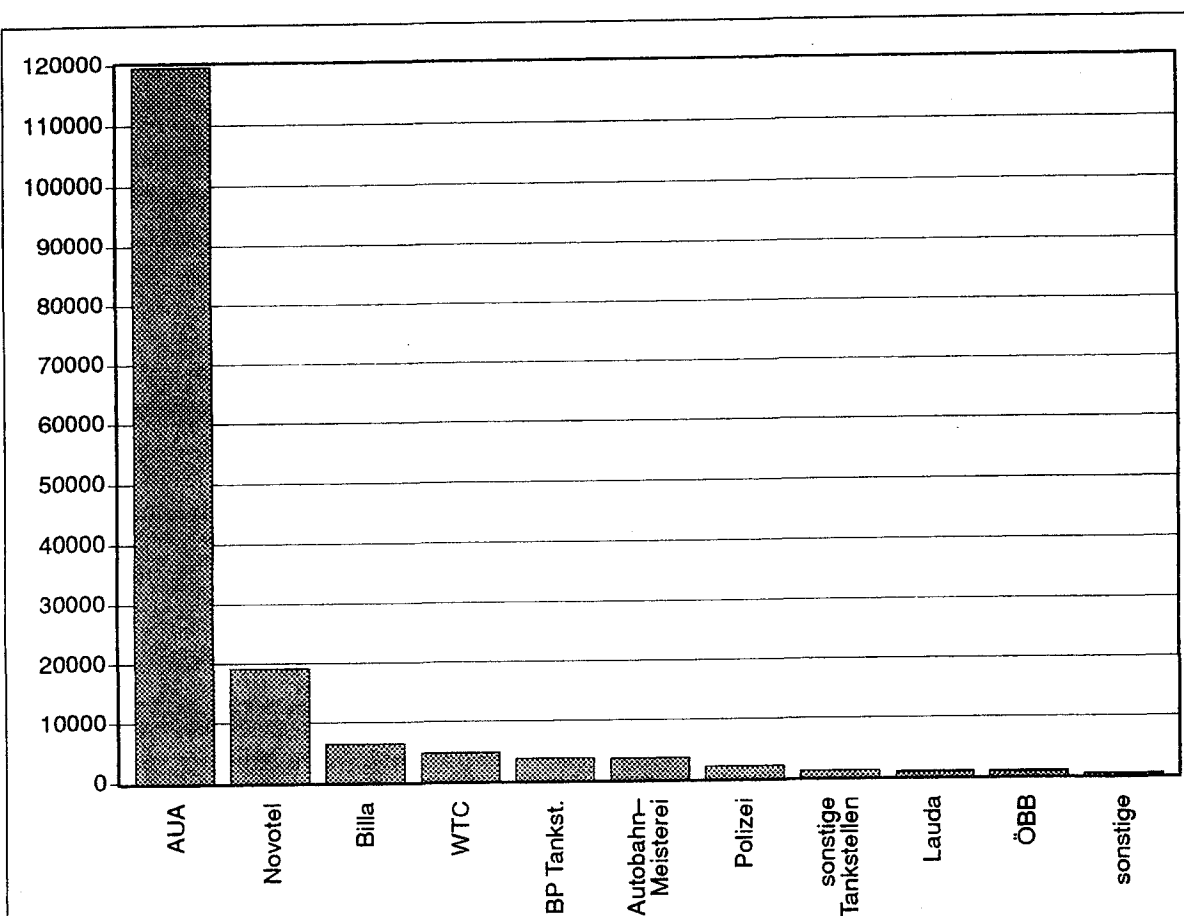


Abbildung 5.12: Wasserabnehmer ohne VIE in m³/Jahr

### 5.1.2.5 Verbrauchsentwicklung

Der aus dem Diagramm des Jahresverbrauches von 1980 bis 1990 (siehe Anhang 5.4) erkennbare Rückgang des Wasserverbrauches ist sowohl auf die nicht eingetretene jährliche Steigerungserwartung von 10 l/s als auch auf sehr erfolgreiche VIE-interne Maßnahmen zurückzuführen.

Vor allem im Klimabereich (Kühlwasser) aber auch bei anderen Großverbrauchern wie Airst wurden wassersparende Kreisläufe installiert, wobei der angehobene Wasserpreis sicherlich dieser Entwicklung förderlich war.

Aus Sicht des Umweltschutzes ist diese Entwicklung überaus zu begrüßen, da eine Schonung der GW-Reserven durch sparsamen Umgang mit dem lebenswichtigen Wirtschaftsgut Wasser den Grundsätzen der Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Umwelttechnik entspricht und letztlich der Allgemeinheit zugutekommt.

### 5.1.2.6 Ausblick

Die GW-Entnahmen aus dem GW-Begleitstrom der Donau sind ein betriebliches Erfordernis und vertretbar. Sie werden auch künftig nicht zu umgehen sein. Die Lösung der eigenständigen Versorgung des Flughafens aus dem nahen GW-Feld der Donau ist als zweckmäßig zu bezeichnen. Eine Möglichkeit zur gesamtheitlichen Verbesserung scheint darin gelegen zu sein künftig zu versuchen, möglichst wenig Niederschlagswasser von Dachflächen der GW-Nachlieferung zu entziehen.

Das Versickern von Dachwässern wäre hier eine gute Lösung und würde auch die Mengen der zu entsorgenden Niederschlagswässer (siehe Kapitel 5.2.5.3) verringern. In der Folge könnte dann mehr, aber stärker verunreinigtes Oberflächenwasser in der ARA-Ost gereinigt werden.

Mit den derzeitigen Nitratgehalten wird es vermutlich auch künftig möglich sein, den strengeren Nitratgrenzwerten von maximal 30 mg NO<sub>3</sub>/l ab 1999 – im Mischverfahren HFB und Brunnen 1, 2 und 3 – zu entsprechen.

Weiters wäre es angebracht zu prüfen, ob es nicht doch Möglichkeiten gibt, für die schwach CKW-hältigen Sperrbrunnenwässer eine vernünftige Verwendung im Brauchwasserbereich zu finden. Die Menge dieses leicht belasteten Wassers beträgt immerhin rd. 157.700 m<sup>3</sup>/a, was etwa der Wasserverbrauchsmenge der gesamten nicht zum VIE gehörenden aber mit VIE-Wasser versorgten Abnehmer entspricht.

## 5.2 ABWASSER

### 5.2.1 Überblick

Im Flughafenbereich fallen sowohl *kommunale Abwässer* an,

- das sind Abwässer die im Sanitär-, Küchen-, bzw. Gastronomiebereich, in gewerblichen Betrieben sowie bei Dienstleistungs- und Verwaltungstätigkeit entstehen

als auch spezielle *betriebliche Abwässer*,

- die aufgrund ihrer besonderen Verunreinigungen einer speziellen Vorbehandlung bedürfen.

Beide Abwasserströme – in ihren Mengen sehr unterschiedlich – werden in einem Kanalnetz erfaßt und einer eigenen Abwasserreinigungsanlage (ARA) zugeführt, wo eine mechanische und vollbiologische Reinigung der Abwässer erfolgt.

Das im Kanalnetz miterfaßte *Niederschlagswasser* bzw. Meteorwasser wird gleichfalls in die ARA geleitet.

Bis zum Jahr 1988 war im Westteil des Flughafengeländes, der nach dem Mischsystem entsorgt wurde, noch die alte unzureichend arbeitende Kläranlage West in Betrieb, die erhebliche Mißstände auslöste.

Die Errichtung der neuen ARA-Ost im Auftrag der FWB erfolgte in Teilschritten. Sie sollte größtenteils nach dem Trennsystem gesammeltes Abwasser reinigen.

- Die erste Ausbaustufe der ARA-Ost wurde mit einer biologischen Reinigung für 6.500 Einwohnergleichwerte (EGW) errichtet, sie ist seit 1983 in Betrieb.
- Unabhängig davon wurde die alte ARA-West – kanalnetzbedingt – noch weiter betrieben.

In der Folge eines Fischsterbens in der Poigen Au, einem Donauarm, wurde die FWB im Jahre 1986 verpflichtet, umfangreiche Maßnahmen bei der Abwasserentsorgung zu setzen. Im besonderen sahen diese gewässerpolizeilichen Aufträge die

- vollbiologische Reinigung der beim VIE anfallenden Schmutzwässer nach vorgegebenen Grenzwerten für den ARA-Ablauf
- sowie Maßnahmen zur sicheren Einleitung des Mischkanalisationszulaufes in die ARA-West und eine vollbiologische Reinigung der biologisch abbaubaren Stoffe in der ARA-West bis zu 90 % vor [1].

Bezüglich der ARA-Ost wurden gleichfalls gewässerpolizeiliche Aufträge erteilt. Diese verlangten:

- eine Denitrifizierung und Phosphatfällung der Abwässer in der ARA-Ost,
- Maßnahmen, wodurch 95 % des aus Teilen des alten Flughafenkernbereiches stammenden Mischwasserzuflusses in der ARA gereinigt werden,
- Maßnahmen zur Reinigung der Abflüsse der Regenwasserkanalisation [2].

Zur Erfüllung der Behördenauflagen wurden entsprechende Bauvorhaben wie

- Verlängerung des ARA-Ablaufkanales zur Donau,
- Ausbau der ARA-Ost – 2. Ausbaustufe,
- Komplettierung des Kanalnetzes,
- Ausbau des Trennsystems und ein
- Rückhalt der Auftauwässer des Winterbetriebes

projektiert, eingereicht und vom Amt der NÖ. Landesregierung wasserrechtlich genehmigt.

Mit der direkten Einleitung der gereinigten Abwässer in die Donau, nicht mehr in den Donauarm wie bisher, wurde die Auflage zur Nährstoffentfernung in der ARA-Ost entbehrlich und die Abwasserentsorgung in der ausgeführten Form am 5. Juni 1989 wasserrechtlich genehmigt [3].

Mit der Verwirklichung der 2. Ausbaustufe wurde die Kapazität der ARA-Ost von 6.500 EGW auf 13.000 EGW verdoppelt. Weiters wurden Maßnahmen zum Rückhalt und zur anschließenden Reinigung der Niederschlagswässer sowie zur Eindickung und mechanischen Entwässerung des Klärschlammes gesetzt.

Der Betrieb der ARA-West durch die FWB wurde in der Folge eingestellt. Sie wird nur mehr von der Autobahn-Meisterei verwendet.

Ein Übersichtsplan über die Abwasserentsorgung ist dem Anhang 5.5 zu entnehmen.

### 5.2.2 Sammlung und Transport des Abwassers

Das Kanalsystem wird laufend um- und ausgebaut. Es ist großteils im Trennsystem errichtet und wird laufend gewartet. Die Abwässer fließen im freien Gefälle zur ARA. Bei den Gebäuden der AUA–Werft werden Niederschlagswässer versickert.

#### 5.2.2.1 Kanalsystematik

Die ältesten Teile des Kanalnetzes im Flughafengelände stammen aus der Zeit ab 1938. Sie liegen im westlichen Teil des Flughafengeländes, zumeist VIE–Gelände, waren als Mischkanalnetz errichtet worden und transportierten die Abwässer zur ehemaligen ARA–West, wo lediglich eine mechanische Teilreinigung erfolgte.

Mit dem kontinuierlichen Ausbau des Flughafens nach Osten hin wuchs auch das Kanalnetz, welches in sämtlichen Neubereichen bereits nach dem Trennsystem errichtet worden war. Bis auf wenige alte Zentralbereiche gelang es in den letzten Jahren das Kanalnetz zu entflechten, bzw. das alte Mischkanalsystem in das neue Trennkanalsystem zu überführen. Zur Zeit werden die Abwässer des Flughafenareals großteils nach Schmutzwässern und Oberflächenwässern getrennt erfaßt und der ARA–Ost zugeführt.

Einen Sonderfall stellt der AUA–Bereich dar, wo die Niederschlagswässer der Dach- und Verkehrsflächen wohl auch getrennt erfaßt, aber nicht zur ARA gebracht, sondern an Ort und Stelle versickert werden.

#### 5.2.2.2 Zustand des Kanalbestandes

Zurzeit ist die Erstellung eines Kanalnetzbestandsplanes in Arbeit, worin der Flughafenzenralbereich lage- und dimensionsmäßig erfaßt wird. Eine Innenkontrolle der einzelnen Kanäle erfolgte im Zuge dieser Arbeiten bisher allerdings noch nicht, weshalb keine konkreten Aussagen über den Zustand möglich sind.

Aufgrund vereinzelter Kanalinspektionen, die lt. Aussage der Verantwortlichen der FWB zufriedenstellend waren, und des noch relativ jungen Kanalalters, ist eine entsprechende Dichtheit der Kanalstrecken zwar wahrscheinlich, aber keinesfalls erwiesen.

Durch mangelhafte Bauausführungen traten in den beiden letzten Jahren an den neu errichteten Schmutzwasserkanälen des Westteiles eine Reihe von Bauschäden auf. Diese wurden aber mittlerweile im Wege der Gewährleistung repariert, sodaß ein ordnungsgemäßer Zustand des neuen Kanalnetzes im Westteil angenommen werden kann.

#### 5.2.2.3 Kanalerhaltung und –ausbau

Die Betreuungs- und Erhaltungsarbeiten am Kanalnetz werden von den für die Abfallentsorgung zuständigen FWB–Bediensteten wahrgenommen. Die Räumung der Kanäle wird kontinuierlich wahrgenommen und soll eine sichere Funktion gewährleisten.



Die verschiedenen Einrichtungen der Abwasserbeseitigungsanlage (ABA) werden nach einem Räumplan für den VIE geräumt bzw. gewartet.

Gegenstand	Räumung jährl.	Anzahl	Anmerkung
Kanäle	1 mal	62.000 m	Kanalnetz
Putzschächte	1 mal-teilweise	1.000 Stk	— " —
Schlammfänge	1 mal-teilweise	118 Stk	Piste 16/34
Sickergruben	1 mal	149 Stk	Piste u.sonst.Flächen
Schluckbrunnen	1 mal	62 Stk	Piste u. Rollwege
Schlammfänge	1 mal	18 Stk	sonst. Flächen
Benzinabscheid.	4 mal	29 Stk	Parkhaus u.Div.
Seifenabscheid.	3 mal	1 Stk	—
Neutral.gruben	4 mal	3 Stk	GZ Ost u.sonst.
Senkgruben	2 mal nach Bedarf	3 Stk	Feuerwehr, Außenstelle Radaranlage, Karolinenhof

#### Kanalnetzausbau

Im Zusammenhang mit dem "Masterplan" Bauvorhaben wird der Ausbau des Kanalnetzes beträchtliche zusätzliche Kanalstrecken und Abwasserzuleitungen mit sich bringen. Eine Abschätzung der zu erwartenden Kanalnetzerweiterung wäre im Zusammenhang mit künftig erforderlichen ARA-Maßnahmen von großer Bedeutung, würde aber den Umfang der vorliegenden Arbeit übersteigen.

#### Mögliche umweltverbessernde Maßnahmen

- Verstärkte Kanalnetzüberprüfung um dessen Dichtheit zu verifizieren, etwaige Leckstellen zu finden und daraus herzuleitende Boden- bzw. GW-Verunreinigungen zu verhindern. Zusätzlich könnten Anschlüsse überprüft, etwaige Fehlan Anschlüsse oder unzulässige Einbindungen (diffuse Einleiter) erkannt und abgestellt werden. Dies wäre für einen sichereren ARA-Betrieb vorteilhaft.
- Umweltbewußte Materialwahl – Der zukünftige Anfall chlorhaltiger Abfälle könnte verringert und die künftige Entsorgung von Kanalrohren aus PVC-Kunststoff durch den Nichteinbau dieser Materialien obsolet werden.
- Die weitgehende Wiederverwendung von vorhandenem Aushubmaterial für Verfüllzwecke wäre anzustreben, ebenso
- der Einbau von geeignetem Bauschuttrecyclingmaterial für Rohrbettung, Verfüllung und sonstige Zwecke, was zur Schonung vorhandener Rohstoffe und von Deponieraum führen würde.

### 5.2.3 AIREST–Abwasservorbehandlung

Im Flughafenbereich ist die AIREST–Restaurant– und Hotelbetriebsgesellschaft angesiedelt, die seit 1978 das Flugcatering, Buffets, Betriebsgaststätten und Restaurants betreibt.

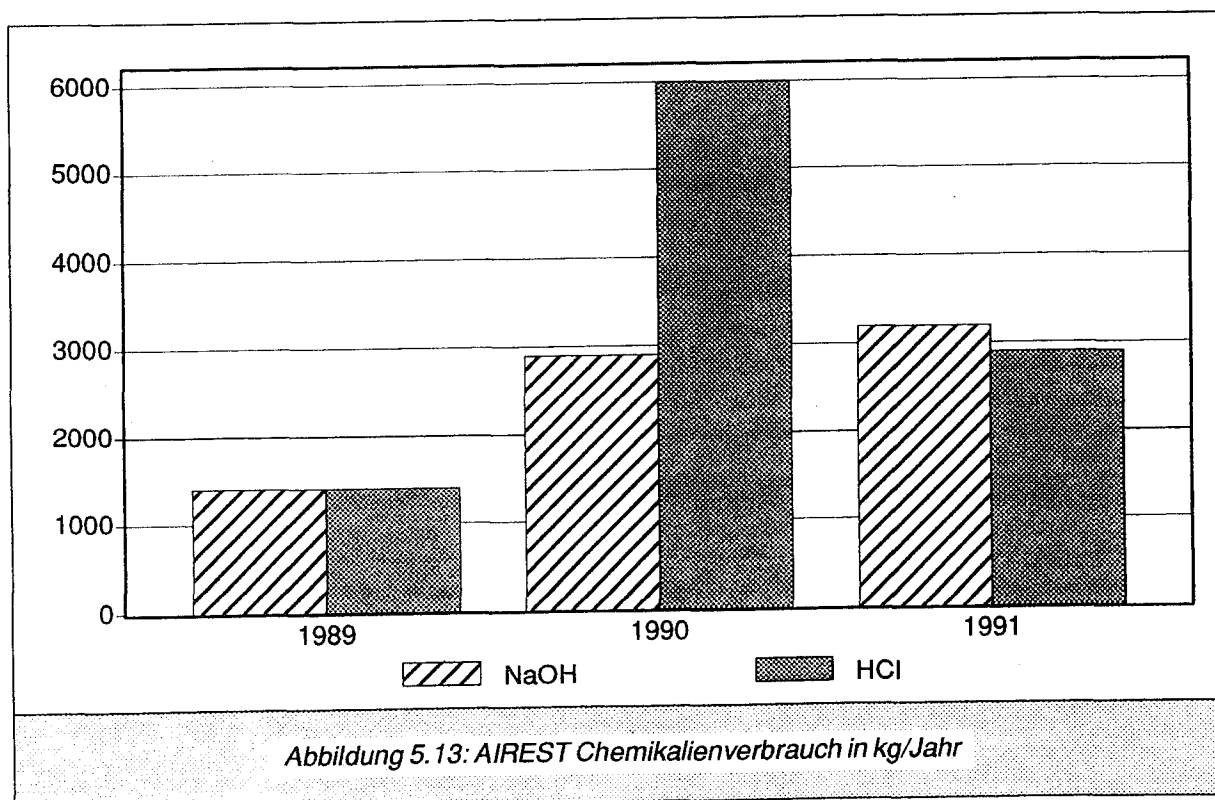
Die im Großküchenbetrieb anfallenden betriebsspezifischen Abwässer müssen vorbehandelt werden, ehe sie in die ARA–Ost des VIE geleitet werden dürfen. Mit der Vorbehandlung ist es bisher weitgehend gelungen die im Entsorgungsvertrag mit der FWB festgestellten Parameter – Grenzwerte des Rohabwassers – einzuhalten, allerdings bereiten nach Angabe der FWB Fettablagerungen im Schmutzwassersammelkanal erhebliche Probleme.

Hauptbetriebszweig ist der Cateringbetrieb für die Flugzeuge von mittlerweile 53 Fluglinien, die durch die AIREST mit Bordverpflegung versorgt und deren Verpflegungsreste, Overcatering-mengen sowie das schmutzige Geschirr übernommen, entsorgt bzw. gereinigt werden.

Im Küchenbetrieb, der in einem 3 Schicht–Betrieb arbeitet und rd. 20.000 Mahlzeiten pro Tag fertigt sowie in einer riesigen Bandwaschanlage zur Geschirrspülung, fallen trotz wassersparender Spülwasser–Kreislaufführungen beträchtliche Mengen an Abwasser an. Diese gastronomiespezifischen Abwässer sind nicht geeignet ohne Vorbehandlung der ARA zugeführt zu werden.

Eine im Kellertrakt des AIREST–Gebäudes installierte Anlage zur Abwasservorbehandlung soll über eine Abpufferung der Abflußschwankungen, Fettabscheider sowie durch eine pH–Wert–Einstellung mittels Zudosierung von Lauge (NaOH) oder Salzsäure (HCl) die Küchenabwässer in eine für die ARA akzeptable Qualität bringen. Zweimal täglich wird die Vorbehandlungsanlage kontrolliert. Der pH–Wert des neutralisierten Abwassers wird kontinuierlich mit einem Dauerschreiber dokumentiert.

Das Ziel der Abwasservorbehandlung wird nach Aussage des ARA–Betreibers weitgehend erreicht. Um dieses Ziel zu erreichen wurden folgende Chemikalien verbraucht.



Wenngleich es durch die genannten Maßnahmen der AIREST ermöglicht wurde, dieses Abwasser in der Flughafen-ARA biologisch zu reinigen, traten in dem zum Sammelkanal führenden Transportkanal Probleme auf.

Der freie Durchflußquerschnitt dieses Abwasserkanales verengt sich zunehmend, was nach Aussagen der FWB vermutlich auf Anlagerungen von "Seifenstein"-artigen Verbindungen durch Fettinhalte im Abwasser an den Rohrrinnenwänden zurückzuführen ist.

Zurzeit sind Untersuchungen im Gange, um zu klären, ob nicht unbekannte Einleitungen aus anderen AUA-Bereichen die Verursacher sind [4].

#### *Zur Aufrechterhaltung der Funktionstüchtigkeit:*

Bei Kenntnis der Zusammensetzung und Entstehung dieser Anlagerungen wären als Maßnahmen zur Abhilfe eine verbesserte Fettabscheiderfunktion sowie eine modifizierte chemische Abwasservorbehandlung, aber auch periodische mechanische Entfernungen dieser Materialien aus dem Rohr mit einem geeigneten Spezialgerät zweckmäßig.

### **5.2.4. AUA-Abwasservorreinigung**

Die bei der AUA anfallenden betrieblichen Abwässer sind nicht wegen der Menge, sondern vielmehr wegen der biologisch kaum abbaubaren Inhaltsstoffe – im besonderen Fette, Öle und chlorierte Kohlenwasserstoffverbindungen (CKW) – problematisch. Vor der Einleitung in die VIE-ARA werden sie daher in einer AUA-betriebseigenen Abwasservorreinigungsanlage (BARA) teilgereinigt, bis die Betriebsabwässer den vorgeschriebenen Grenzwerten verschiedener Parameter des Rohabwassers entsprechen. Die Reinigungsleistung entsprach, von einzelnen Ausreißern abgesehen, den vorgeschriebenen Leistungen [5].

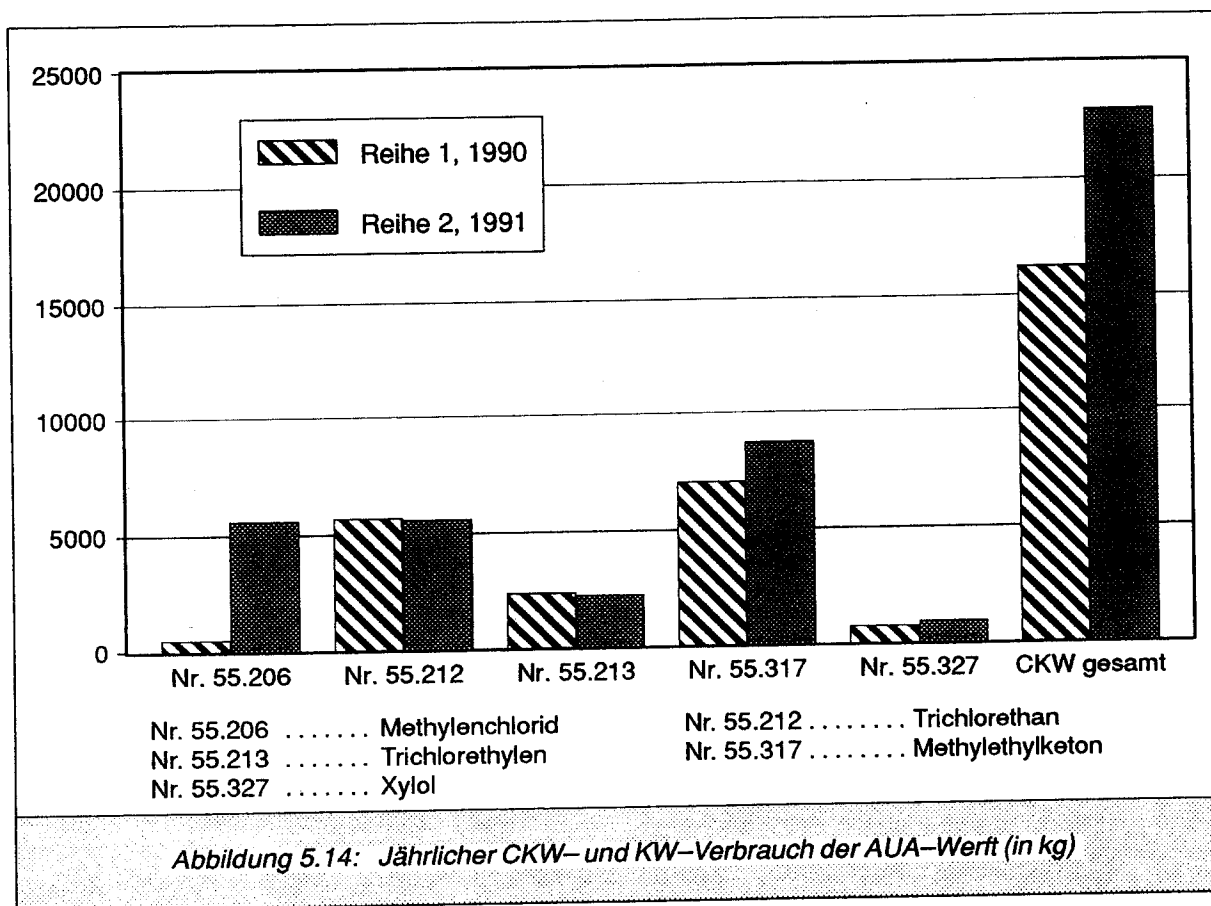
#### **5.2.4.1 Begründung der Vorreinigung**

Im Bereich des Wartungsbetriebes am Flugzeug werden in den beiden Hangars der AUA auch beträchtliche Mengen an CKW-hältigen Lösungsmitteln – vor allem Methylenchlorid, Trichloräthan und andere Kohlenwasserstoffe (KW) – verwendet. Die halogenierten Lösungsmittel werden bei Reinigungsbädern sowie zum Abbeizen von Lacken eingesetzt, sind flüchtig, persistent und, einmal in die Atmosphäre eingetreten, äußerst umweltschädlich.

Die Schädigung der Umwelt durch CKWs erfolgt mehrfach:

- CKWs sind zu rd. 25 % für den Treibhauseffekt in der Troposphäre verantwortlich, wobei der CKW-Wirkungsgrad rd. 18.000mal stärker ist als jener des Kohlendioxids;
- sie sind hauptverantwortlich für die Zerstörung der schützenden Ozonschicht in der Stratosphäre;
- im Wasser stellen die CKW toxische Inhaltsstoffe dar, die biologisch nur äußerst langsam abbaubar sind.

Die CKW sind daher den überwachungsbedürftigen gefährlichen Abfällen bzw. Problemstoffen zugeordnet, deren Entfernung aus dem Abwasser vor dem Eintritt in die biologische Reinigung einer ARA notwendig ist, will man die CKW-Verbindungen nicht in den Vorfluter ausleiten.



#### 5.2.4.2 Konzeption – Funktionsweise

Die Vorreinigungsanlage für CKW-hältige Abwässer ist für folgende Hauptparameter dimensioniert [6]:

Abwasser: Durchsatzleistung  $Q = 2,0 \text{ m}^3/\text{h}$   
 pH-Wert-Bereich 4–11  
 KW-Verbindungen 100–500 mg/l  
 CKW max. 25 mg/l – Spitzen im Normalbetrieb 10 mg/l  
 Chromate in Spuren.

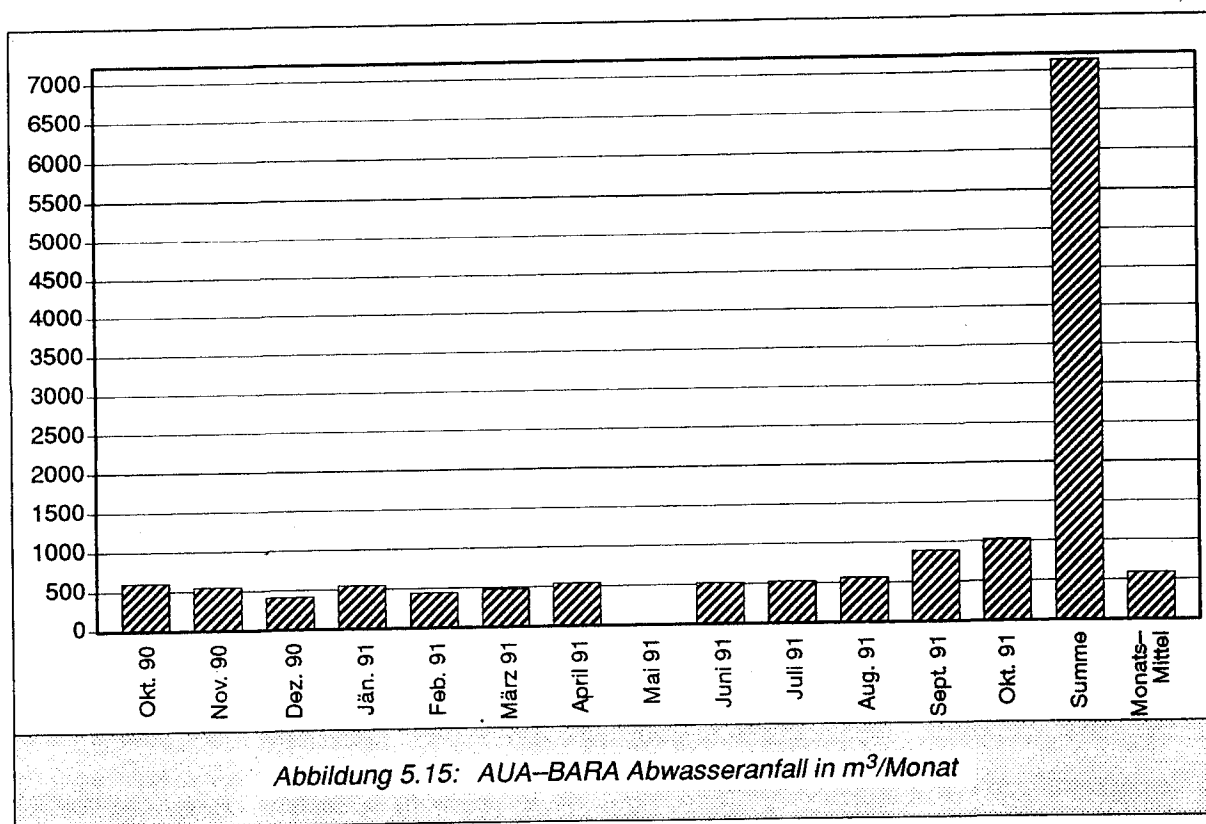
Es dürfen keine Fäkalwässer und keine Öle in Phase der Vorreinigungsanlage zugeführt werden. Die Fäkalwässer sind direkt der ARA zuzuleiten, Öle jedoch in Abscheidern abzusondern. Aufbauend auf dem Wasserrechtsbescheid des Amtes der NÖ. Landesregierung III/1–14.862/50–84 vom 28. Mai 1984 wurde mit dem Bescheid vom 26. Februar 1990 die Einleitung von vorgereinigten betrieblichen Abwässern in die Kanalisation der FWB mit der Auflage bewilligt, daß folgende Grenzwerte nicht überschritten werden dürfen [7]:

- Absetzbare Stoffe: ..... max. 0,3 ml/l
- pH-Wert: ..... 6,5 – 9,5
- leicht flüchtige chlorierte Lösungsmittel: .. max. 0,1 mg Cl/l
- Chrom gesamt: ..... 0,5 mg/l
- organische Fracht: ..... max. 600 EGW – in CSB gemessen
- Abwassermenge: ..... max. 2,0  $\text{m}^3/\text{h}$
- Kohlenwasserstoffe: ..... 10 mg/l.

Das Verfahren besteht im wesentlichen aus einer Kombination physikalischer und chemischer Reinigungsschritte, wobei der wichtigste Teil in der Ausnützung der adsorptiven Eigenschaften der Aktivkohle begründet liegt.

Tabelle 5.7: Monatlicher Chemikalienverbrauch der AUA-BARA nach Dokumentationen der AUA

Monat	Sachtofloc in kg	Kalk in kg	Flock.mi. in l	Peroxid in l	Rohabwasser in m <sup>3</sup>
Oktober 90	600	233	2,00	0,00	610,20
November 90	600	133	2,10	0,00	549,80
Dezember 90	480	133	1,50	0,00	416,10
Jänner 91	720	133	1,60	0,00	555,50
Februar 91	720	133	2,30	40,00	449,40
März 91	720	133	2,30	0,00	482,50
April 91	840	200	2,40	10,00	544,20
Mai 91	0	0	0,00	0,00	0,00
Juni 91	600	233	2,40	0,00	523,20
Juli 91	600	133	1,80	0,00	526,50
August 91	480	166	2,40	0,00	564,80
September 91	720	166	3,60	0,00	895,00
Oktober 91	750	300	3,60	0,00	1.023,00
Summe	7.830	2.096	28,00	50,00	7.140,20
i. Monatsmittel	652,50	174,67	2,33	25,00	595,02



Der betriebliche Abwasseranfall betrug somit monatlich rund 600 m<sup>3</sup>.

Auffallend war der hohe Verbrauch mit rd. 1 kg Sachtofloc pro m<sup>3</sup> Abwasser.

*Die Verfahrensschritte im einzelnen:*

- Vollständige Erfassung der Abwässer in der Werft (Hangars und Reinigungswerkstätte).
- Abscheidung von Ölen, Fetten und festen Schmutzstoffen in zwei Stück Öl- bzw Schlammabscheidern.
- Homogenisierung des Zuflusses in Quantität und Qualität durch Beschickung eines Pufferbeckens, um die jeweilige Tagesmenge entsprechend einstellen und behandeln zu können.
- Einleiten der Koagulationsvorgänge durch Chemikalienzudosierung. Mit der Zugabe von Aluminiumsulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  wird das komplexe Verbindungen enthaltende Abwasser entstaibilisiert und auf die optimale Flockungsmittelzugabe in der nächsten Stufe eingestellt.
- Neutralisation des Abwassers mit Kalkmilch-Zugabe. Durch die Zugabe von Kalkmilch  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  bilden sich Aluminiumhydroxid  $\text{Al}(\text{OH})_3$ -Flocken, woran die organischen Inhaltsstoffe absorbiert und so die KWs auf rund 20 mg/l eliminiert werden. Gleichzeitig senken Fällungsvorgänge den Phosphatgehalt ab.
- Flockenbildung durch Zugabe von Flockungshilfsmitteln, dabei werden die Flocken zu Makroflocken agglomeriert.
- Sedimentation der ausgeflockten Schlammflocken sowie pH-Endkontrolle bzw. pH-Nacheinstellung. Der entstandene Dünnschlamm wird in dieser Phase abgezogen und in einer Kammerfilterpresse entwässert. Das weitgehend schwebstofffreie Dekantat enthält aber noch immer CKW und KW-Reste.
- Weitere physikalische Reinigung in Zweischichtfiltern mit Bimsstein und Quarzsand zum Schutz der Aktivkohlefilter.
- Entzug der CKW und KW mittels einer Reihe von jeweils drei Aktivkohlefiltern im Perkulationsverfahren. Bei diesem Reinigungsschritt ist auch eine Chromatkontrolle und Trübungsmessung miteingebunden.

#### 5.2.4.3 Reinigungsleistung der BARA

Die AUA-BARA wird von einer Spezialfirma regelmäßig gewartet und weist einen entsprechenden funktionstüchtigen Zustand auf.

Durch den Betreiber werden die täglichen Stoffein- und -ausgänge nachvollziehbar dokumentiert und die anfallenden Reststoffe geordnet entsorgt.

Die Überprüfung der Reinigungsleistung erfolgte extern durch ein Universitätsinstitut und ergab im Jahresmittel eine bescheidgemäße Funktion, wobei ein krasser Ausreißer beim Dichlormethan (20. November 1990) nicht einbezogen wurde. Trotz Tagespufferbecken schwankten die Abwasserinhaltskonzentrationen sehr stark, desgleichen auch die Ablaufwerte, im besonderen beim Dichlormethan dessen Abscheidung offenbar nicht problemlos ablief. Das war nach Aussage des wissenschaftlichen Betreuers auf Desorptionsvorgänge bei den Aktivkohlefiltern zurückzuführen [8].

Bei derart aufwendigen Reinigungsschritten von komplexen Betriebsabwässern muß aber die erzielte Vorreinigung als entsprechend bezeichnet werden. Durch die ständig steigende Wartungstätigkeit wird die BARA zunehmend belastet und ist kaum mehr in der Lage, den Abwasseranfall innerhalb eines normalen 8-Stunden-Arbeitstages entsprechend vorzureinigen. Künftig könnte die Durchsatzleistung durch längere Tagesbetriebszeiten erhöht werden. Im Untersuchungsbericht des Universitätsinstitutes vom 2. November 1990 wurden die monatlich ermittelten Hauptparameter wie folgt angegeben:

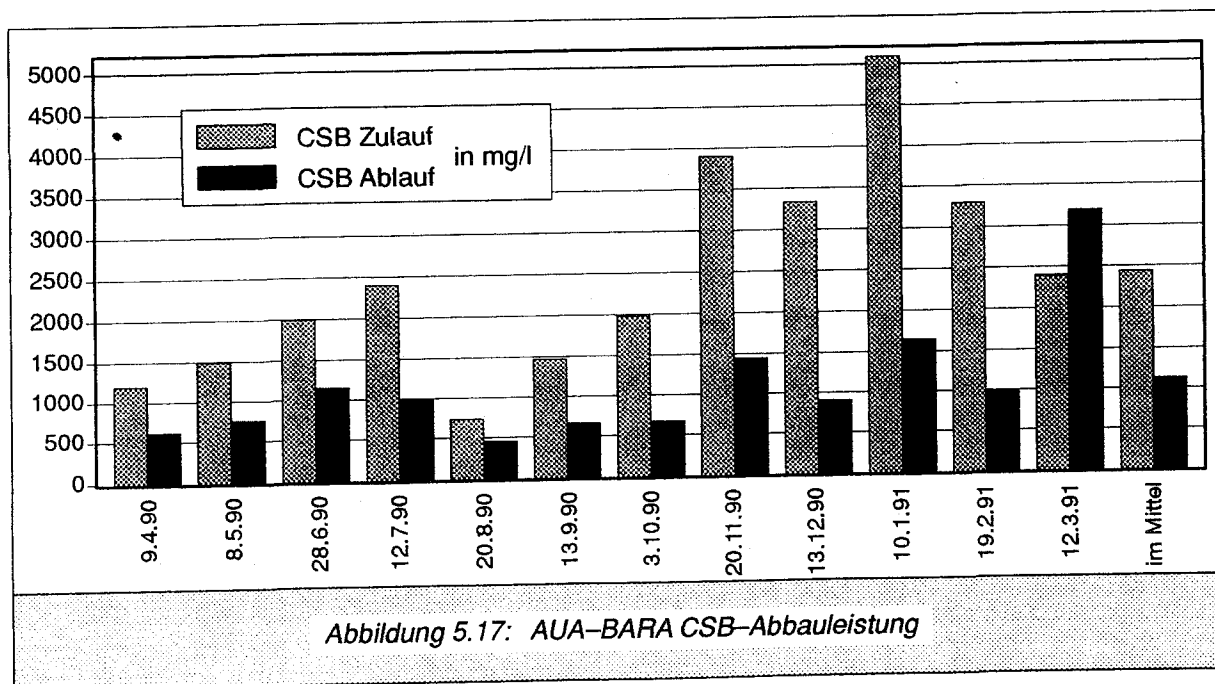
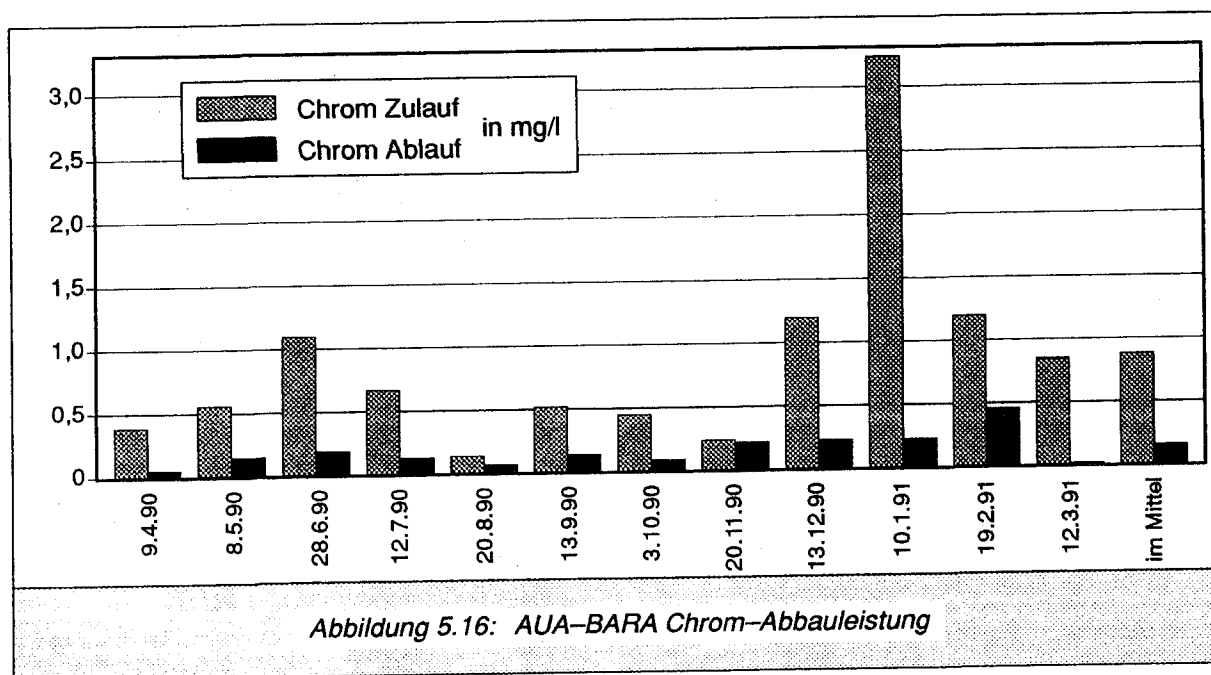
Tab. 5.8: Funktion der AUA-BARA, Darstellung der Abbauleistung

Probe Datum	Q m <sup>3</sup> /d Zulauf	pH- Wert	Chrominhalte in mg/l		Ges. KW in mg/l		CSB in mg/l		Dichlormethan in µg/l		Trichlorethan in µg/l	
			Zulauf	Ablauf	Zulauf	Ablauf	Zulauf	Ablauf	Zulauf	Ablauf	Zulauf	Ablauf
9.4.1990	21,0	8,1	0,39	0,05	20	0,12	1.200	620	450	600	38,5	<0,1
8.5.1990	24,9	8,1	0,56	0,15	68	0,12	1.500	760	320	95	90	<0,1
28.6.1990	18,9	6,9	1,10	0,19	190	0,10	2.000	1.150	100	60	180	<0,5
12.7.1990	19,4	8,3	0,67	0,13	170	0,09	2.400	990	1.065	26	208	<0,1
20.8.1990	19,1	7,5	0,14	0,07	26	0,06	740	460	250	<10	30	0,1
13.9.1990	23,6	7,5	0,52	0,14	72	0,05	1.470	670	1.200	31	35	0,1
3.10.1990	26,8	7,9	0,45	0,09	140	0,05	1.980	680	1.800	<10	140	0,5
20.11.1990	23,0	6,0	0,24	0,22	610	0,15	3.900	1.450	3.600	1.640	1.350	0,2
13.12.1990	23,8	5,9	1,2	0,23	370	0,22	3.340	910	1.230	87	626	<0,1
10.1.1991	21,7	5,9	3,24	0,23	420	0,05	5.100	1.650	7.600	<10	240	<0,1
19.2.1991	28,6	6,8	1,20	0,46	1.100	0,12	3.300	1.000	2.900	<0,1	500	<0,1
12.3.1991	22,0	5,6	0,86	0,02	160	1,5	2.400	3.200	2.700	52	680	<0,1
im Mittel	22,7	7,04	0,88	0,16	279	0,22	2.444	1.128	1.935 1.783*	219 90*	343	0,17

\* ohne 20.11.1990

Aus den Tabellenwerten wurden folgende Werte der unterschiedlichen Reinigungsleistungen ermittelt:

- Chromabbau von im Mittel 0,88 mg/l auf 0,16 mg/l, was einer Reduktion um 82 % entspricht;
- Gesamt KW–Abbau von 279 mg/l auf 0,22 mg/l, was einer Reduktion um 99,92 % entspricht;
- CSB–Abbau von i. Mi. 2.444 mg/l auf 1.128 mg/l, was einer Reduktion um 54 % entspricht;
- Dichlormethanabbau von i. Mi. 1.783 µg/l auf 90 µg/l, wobei die Messung vom 20. November 1990 als Ausreißer unberücksichtigt blieb, d. h. Reduktion um 95 % auf 5 % des Ausgangswertes;
- Trichlorethanabbau von i. Mi. 343 µg/l auf 0,17 µg/l, das ist eine Reduktion um 99,95 % auf 0,05 % des Zulaufwertes.





Die Abwassermenge betrug i. Mi. der 12 Beobachtungstage  $22,7 \text{ m}^3/\text{d}$ . Das waren 47,3 % der bescheidmäßig maximalen Abwassermenge von  $48 \text{ m}^3/\text{d}$ . Der pH-Wert wurde i. Mi. auf 7,04 eingestellt.

Die mittlere Ablaufkonzentration an CSB mit  $1.128 \text{ mg/l}$  ergab bei einer Tagesabwassermenge von i. Mi.  $22,7 \text{ m}^3$  eine CSB-Tagesfracht von  $25,6 \text{ kg CSB/d}$ . Diese Menge entsprach 232 EGW – wenn 1 EGW mit  $110 \text{ g CSB/d}$  gerechnet wird – das heißt rd. 39 % der zulässigen CSB-Einbringung in EGW.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Vorreinigungsanlage bescheidmäßig arbeitet und die schwer abbaubaren Inhaltsstoffe von der Flughafen-Kläranlage vertragsgemäß fernhält.

#### 5.2.4.4 Reststoffe der Abwasservorreinigung

Die bei der Vorreinigung jährlich anfallenden Reststoffe setzen sich lt. AUA wie folgt zusammen:

##### a) Schlamm- bzw. Ölabscheiderinhalte

1989 .....	10.260 kg
1990 .....	4.000 kg
1991 .....	3.500 kg

##### b) Gepreßter, entwässerter Schlammkuchen

1989 .....	9.760 kg
1990 .....	9.360 kg
1991 .. (im Erhebungszeitraum)	6.620 kg *)

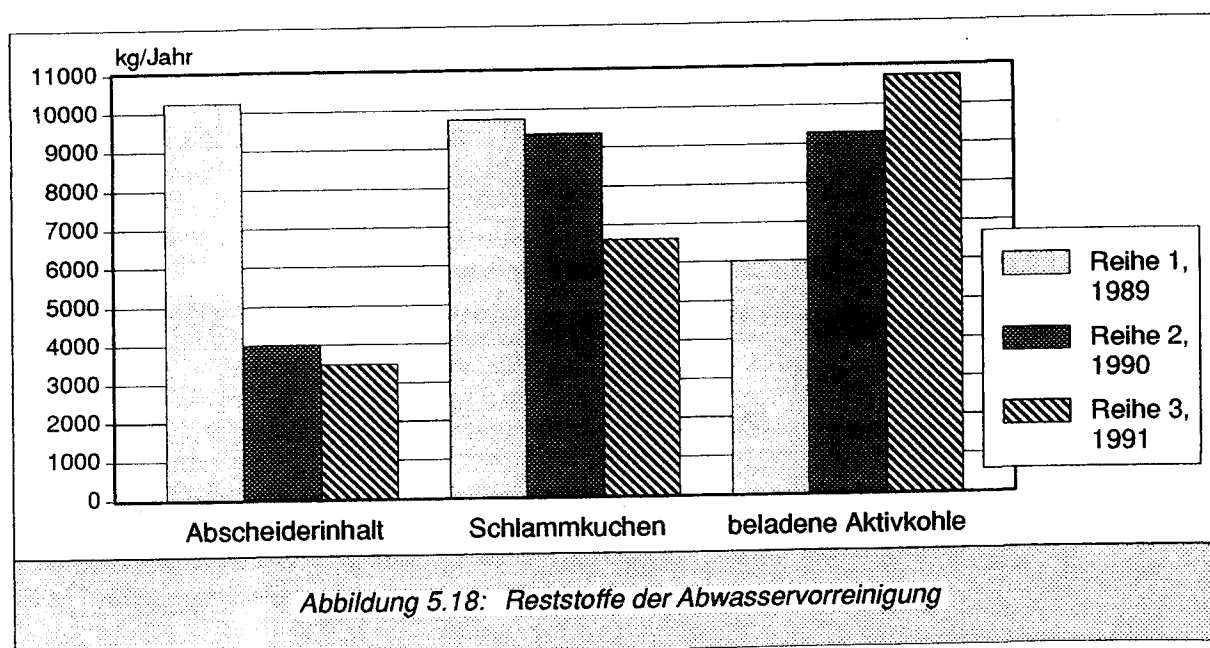
\*) Gesamtmenge vermutlich rd. 9.500 kg; im Mittel somit 9,5 t/a Schlammkuchen

##### c) Verbrauchte, beladene Aktivkohle

1989 .....	6.020 kg
1990 .....	9.280 kg
1991 .....	10.760 kg

im Mittel somit rd. 9 t/a beladene Aktivkohle mit steigender Tendenz.

Die Entsorgung der Schlammabscheiderinhalte und des Schlammkuchens erfolgt über einen konzessionierten Entsorgungsbetrieb, die Aktivkohle wird nicht regeneriert, sondern in der EBS verbrannt.



#### 5.2.4.5 Zukunftsaspekte

Infolge Zunahme des Wartungsbetriebes ist auch mit steigenden Abwassermengen zu rechnen, weshalb gegenwärtig versucht wird eine höhere Abwasserdurchsatzleistung zu erreichen bzw. durch teilweise automatisierten Betrieb den größeren Mengenanfall mit einer längeren Laufzeit der AUA-BARA zu kompensieren.

Eine andere Möglichkeit wäre die Errichtung einer zweiten identen Abwasser-Reinigungsstraße, für die räumlich bereits vorgesorgt wurde.

Der Betreiber erklärte aber auch zu prüfen, inwieweit eine neue Anlage mit Waschwasserkreislauf ökonomisch vertretbar wäre. Diese neue Waschanlage sollte dann im vorgesehenen neuen Hangar 3 verwirklicht werden.

*Mögliche Verbesserungen im Sinne des Umweltschutzes:*

- Eine Verminderung des Wasserverbrauches und des Abwasseranfalles durch Kreislaufführung wäre zweckmäßig.
- Langfristig sollte eine Substituierung der CKW-Reiniger und Beizen erfolgen, um diese Wasserschadstoffe bzw. Treibhausgase und Ozonzerstörer – ein Entweichen von Teilströmen dieser stark flüchtigen gefährlichen, persistenten Stoffe in die Atmosphäre ist nicht zu verhindern – durch Stoffe mit geringerem Schädigungspotential zu ersetzen.
- In beiden Fällen würde dies die AUA-BARA entlasten und den Aktivkohle- sowie Chemikalienverbrauch verringern.
- Sollte es nicht gelingen, die CKW-Verbindungen durch umweltverträglichere Stoffe zu ersetzen, sollte es möglich sein, die an der Aktivkohle adsorbierten CKW-hältigen Mittel zu desorbieren, einer Wiederverwendung zuzuführen und dabei die Aktivkohle zu regenerieren. So könnten Aktivkohle- und CKW-Verbrauch gesenkt werden und damit dem Prinzip der Abfallvermeidung und Wiederverwendung entsprochen werden.

#### 5.2.5 VIE – Kläranlage Ost (ARA-Ost)

Die ARA-Ost ist derzeit in der 2. Ausbauphase für 13.000 EGW realisiert. Sie ist eine vollbiologische Kläranlage mit aerober Schlammstabilisierung und reinigt in zwei parallel beschickten Einheiten die eingebrachten Abwässer ausgezeichnet [9].

Der als Reststoff anfallende Klärschlamm (KS) wird maschinell entwässert, mit Kalk versetzt und sodann deponiert. Die über Trennkanalisation einlangenden verschmutzten Niederschlagswässer können in zwei Speicher- bzw. Absetzbecken mechanisch grob gereinigt werden. Leider ist eines dieser beiden Becken ständig durch Wasserzulauf aus einem Sperrbrunnen gefüllt und somit als Absetzbecken nicht verfügbar. Dies ist ein unbefriedigender und auch dem Inhalt des Wasserrechtsbescheides nicht entsprechender Zustand. Vorkehrungen zur Beseitigung dieses Betriebszustands wurden bereits von der FWB eingeleitet.

##### 5.2.5.1 Konzeption

Die Abwasserreinigungsanlage wurde rd. 1 km nordöstlich des Passagier-Terminals errichtet. Das Ausnützen einer ehemaligen Kiesgrube als Standort ermöglichte mit der damit verbundenen Tiefenlage, daß alle Abwässer im freien Gefälle die Kläranlage erreichen und verlassen. Dieser Umstand erfordert zwar tiefere Kanallagen, bringt aber durch das Nichterfordernis von Pumpwerken eine höhere Betriebssicherheit mit sich. Die ARA besteht derzeit aus zwei parallel durchströmten Einheiten in Kompaktbauweise für jeweils 6.500 EGW.

Die ARA-Ost ist nach dem System einer vollbiologischen ARA nach dem Belebtschlammverfahren mit simultaner Schlammstabilisierung ausgeführt. Die Wahl der Anlagenkonzeption ist für Anlagen in dieser Größenordnung sehr zweckmäßig, da der Verzicht auf Vorklärbecken das Verfahren vereinfachte und bessere Schlammabsetzeigenschaften erwarten ließ. Die simultane Schlammstabilisierung gewährleistet mit dem hohen Schlammalter eine weitestgehende Nitrifizierung der N-hältigen Abwasserinhaltsstoffe. Die ARA ist in ihrer Konzeption als dem Stand der Technik entsprechend zu bezeichnen [10][11].

Ein Systemplan des ausführenden Zivilingenieurbüros ist dem Anhang 5.6 und 5.7 zu entnehmen.

#### 5.2.5.2 Behandlung des Schmutzwassers

Das Schmutzwasser gelangt über einen Rohrkanal DN 500 zur Kläranlage, wo mit einer Feinentlastung sichergestellt wird, daß maximal  $2 \times 55 \text{ l/s}$ , dh  $110 \text{ l/s}$  in die Belebungsbecken gelangen. Stärkere Zuflüsse als  $110 \text{ l/s}$  werden in der Feinentlastung über ein Streichwehr abgezogen und dem Niederschlagswassersystem zugeführt. Die  $110 \text{ l/s}$  sind der maximale Schmutzwasserfluß bei Trockenwetter, auf dem die Dimensionierung der Anlage beruht.

Im Rechenhaus sind die Rechenanlage und die Einrichtungen zur Entwässerung des Sandfang- und Rechengutes untergebracht. Weiters wird hier die Druckluft für den belüfteten Sandfang erzeugt. Die Überbauung und ein Notumlaufgerinne mit Grobrechen gewährleisten eine sichere Funktion im Winter und bei Arbeiten am Feinrechen.

Das Sandfang- und Schwimmgut wird im anschließenden belüfteten Längssandfang abgeschieden und der Sand über eine Sandhebeeinrichtung ins Rechenhaus gefördert, wo die Entwässerung erfolgt und von wo der Sand abtransportiert wird.

Der mechanische Reinigungsanteil ist durch das Fehlen eines Vorklärbeckens geringer als bei ARAs, die über ein solches verfügen, doch ist dies keineswegs nachteilig.

Das mechanisch gereinigte Schmutzwasser gelangt nun in die beiden Belebungsbecken, die in Kompaktbauweise errichtet ringförmig jeweils ein im Inneren liegendes kreisförmiges Nachklärbecken umschließen.

In den beiden Belebungsbecken wird das Abwasser innig mit Belebtschlamm vermischt, wobei ein biologischer Abbau der Schmutzstoffe, in aller Regel leicht abbaubare organische Kohlenstoffverbindungen, erfolgt. Dabei wird von den, den Belebtschlamm darstellenden Mikroorganismen sehr viel Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) verbraucht, der über Stabwalzenbelüfter ständig eingebracht wird.

Der Sauerstoffeintrag ist je nach Bedarf regelbar. Damit ist eine entsprechend gleichmäßige Sauerstoffversorgung zu erreichen und solcherart eine maximale Vermehrung und Nahrungsaufnahme der Mikroorganismen, d. h. eine gute Abwasserreinigung ermöglicht.

Im Nachklärbecken erfolgt die Sedimentation der Schlammflocken, die dann aus dem Tiefpunkt des Beckens abgesaugt werden, während das gereinigte Abwasser im Oberflächenbereich abgezogen wird und als ARA-Ablauf Richtung Donau ausgeleitet wird.

Der abgesaugte Belebtschlamm wird zum überwiegenden Teil in das Belebungsbecken als Rücklaufschlamm zurückgeleitet, zum geringeren Teil als Überschußschlamm endgültig abgesondert. Der Überschußschlamm wird in Schlammeindickern durch Abzug des Trübwassers volumsmäßig auf ein Viertel verringert und in weiterer Folge in einer Kammerfilterpresse soweit entwässert, bis er nach Kalkbeimengung als stichfester Schlammkuchen deponierfähig ist.

### 5.2.5.3 Behandlung des Oberflächenwassers

Im Vorreinigungs- und Entlastungsbauwerk wird die Abtrennung der Niederschlags-Wassermengen vorgenommen, deren anschließende Reinigung erfolgt im ARA-Teil für Oberflächenwasserbehandlung. Dieser besteht aus Rechen, Sandfang und Absetzbecken.

Während Rechen und Sandfang den vergleichbaren Einheiten der Schmutzwasserlinie direkt entsprechen, vollzieht sich die Reinigung des Niederschlagswassers nicht biologisch, sondern in Absetzbecken, die baumäßig und funktionell Vorklärbecken gleichen, lediglich mechanisch. Bei Regenwasserzufluß wird das Absetzbecken zunächst wie ein Rückhaltebecken nur befüllt, sodann wird es langsam längs durchströmt, wobei die Schwerstoffe absinken. Das so von groben Inhaltsstoffen befreite Abwasser fließt dann über eine Zahnschwelle mit vorgesetzter Tauchwand ab und wird mit einem eigenen Ablaufkanal zum Donaualtarm Poigen Au ausgeleitet.

Die zweistraßige Ausführung der Absetzbecken mit jeweils 1.000 m<sup>3</sup> Speicherraum könnte einen weitgehenden Rückhalt von Schmutzstoffen bei Regenereignissen sowie der massiven Ammoniumstickstofffrachten – als Folge der Auftaumittelverwendung – gewährleisten. Diese stark Sauerstoff zehrenden Winterdienstchemikalien hatten bereits Fischsterben im Vorfluter, dem Donaualtarm, ausgelöst. Beide Rückhaltebecken-Inhalte sollten bei schwacher ARA-Belastung, also während der Nachtstunden, langsam in die Belebungsbecken hineingepumpt werden, um die Stickstofffrachten biologisch zu nitrifizieren und sodann teilweise zu denitrifizieren (Abgabe von atomarem Stickstoff gasförmig an die Luft).

### 5.2.5.4 Sperrbrunnenproblematik

Trotz Errichtung des zweiten Absetzbeckens konnte der Zweck des zweiten Absetzbeckens – der verstärkte Regenwasser-Rückhalt – bisher nicht zum Tragen kommen. Wegen der ständigen Einleitung von kontaminiertem Grundwasser in die Regenwasser-Kanalisation und damit in die Rückhaltebecken, ist ständig eines dieser Becken befüllt und wird von diesem Wasser durchströmt. Dadurch ist die Rückhaltefunktion nur mehr zur Hälfte gegeben und das verunreinigte Niederschlags-Wasser wird früher sowie vermehrt in den Vorfluter ausgeleitet. Das kontaminierte Grundwasser kommt aus einer nicht eindeutig zuordenbaren Altlast in der Nähe der AUA-Hangars. Obwohl die CKW-Belastung des abgepumpten Grundwassers bereits stark zurückgegangen ist, ist es noch nicht möglich abzuschätzen, wann der Sperrbrunnenbetrieb beendet werden kann.

Diese Art des Brunnenbetriebes erfolgt aufgrund von Auflagen der Wasserrechtsbehörde des Amtes d. NÖ. Landesregierung seit 1985 [12].

Die Einleitung des Grundwassers in das Regenwasser-Kanalnetz erfolgt mangels anderer Möglichkeiten zur Wasserableitung. Die Übernahme des GW in das Schmutzwassersystem wurde vom ARA-Betreiber wegen des generellen Verbotes von Reinwassereinleitungen in einen Schmutzwasserkanal und der damit verbundenen höheren hydraulischen Belastung abgelehnt.

Eine Übernahme von 5 l/s würde über 24 Stunden einer Menge von 432 m<sup>3</sup>/d entsprechen und die mittlere Tageszulaufmenge von 2.065 m<sup>3</sup> (2. Halbjahr 1989, 1. Halbjahr 1990) auf 2.500 m<sup>3</sup>/d, d. h. um 21 % erhöhen).

- Die Verdünnung des Abwassers brächte eine geringere Konzentration der Schmutzinhaltskonzentration mit sich, von 264 mg BSB<sub>5</sub>/l auf 218 mg BSB<sub>5</sub>/l, was wiederum eine Milieuänderung für die Mikroorganismen bewirkt. Die Anpassung daran würde allerdings wahrscheinlich in kurzer Zeit und problemlos ablaufen.
- Die Erhöhung der hydraulischen Belastung könnte theoretisch die Schlammabsetzeigenschaften in den Nachklärbecken, vor allem bei stärkeren Schmutzwasserzuflüssen (Tages-

spitze, Regenwetter) verschlechtern und die Oberflächenbeschickung beim maximalen Trockenwetterzufluß (lt. Projekt) von 0,70 m/h auf 0,76 m/h weiter erhöhen (im Vergleich dazu der neue ÖWWV-Richtwert hierfür beträgt als Obergrenze 0,50 m/h).

Mit dem tatsächlichen, wesentlich geringeren Schmutzwasseranfall – im Mittel  $Q_{16} = 129 \text{ m}^3/\text{h}$  – ist allerdings nur eine Oberflächenbelastung von 0,23 m/h gegeben. Die 5 l/sec zusätzlich würden diesen Wert auf 0,28 m/h erhöhen, was erst 40 v. H. der projektgemäßen Oberflächenbeschickung entspräche. Eine Verschlechterung der Schlammabsetzeigenschaften in den Nachklärbecken erscheint deshalb unwahrscheinlich.

- Die *Abkühlung des Schmutzwassers* in je nach Zufluß unterschiedlicher Stärke würde die Wachstumsrate der Mikroorganismen vermutlich geringfügig senken und damit den biologischen Abbau der organischen Inhaltsstoffe etwas langsamer ablaufen lassen. Da allerdings aufgrund des Wasserrechtsgesetzes 1990 ab dem Jahr 2000 die verschärften Erfordernisse zur Denitrifizierung wegen der dazu erforderlichen Kohlenstoffquelle ohnehin nur schwierig zu erreichen sein werden, würde eine zusätzliche Abwasserabkühlung die Einhaltung der neuen Stickstoffeliminierungswerte weiter erschweren.

Es wird aber darauf hingewiesen, daß die Grundwasser-Entnahme aus dem Sperrbrunnen bis zu diesem Zeitpunkt voraussichtlich nicht mehr notwendig sein wird.

Wenn auch die Auswirkungen der Schmutzwasserverdünnung bei Übernahme des schwach kontaminierten GW wegen der derzeit gegebenen Teilauslastung der ARA vermutlich nicht dramatisch sein würden, wären bestimmte nachteilige Einflüsse einer solchen Maßnahme auf den ARA-Betrieb nicht absolut auszuschließen.

Als Problemlösung beabsichtigt die FWB in Zukunft das Sperrbrunnenwasser über eine bestehende Druckleitung des Wasserversorgungsnetzes in den Regenwasserablaufkanal zum Zielgewasser auszuleiten.

#### *Mögliche umweltverbessernde Maßnahmen:*

- Reduzierung der Stickstofffrachten mittels Ersatz der Auftauchemikalien durch umweltverträglichere bzw. biologisch leichter abbaubare Mittel. Zum Teil erfolgt dies bereits durch die Verwendung von Alkoholen.
- Übernahme des kontaminierten Sperrbrunnen-GW in die biologische Schmutzwasserreinigung, oder Verwendung als Nutzwasser.
- Freihaltung der beiden Oberflächenwasserabsetzbecken um die Schmutzfrachtstöße bei Starkregeneignissen bestmöglich auffangen zu können.

#### **5.2.5.5 Reinigungsleistung der ARA-Ost**

Die Dokumentation der Reinigungsleistung erfolgt gemäß den Richtlinien des ÖWWV für ARAs dieser Größenordnung intern durch den Betreiber. Im Einklang mit den Auflagen des Wasserrechtsbescheides, die Fremdüberwachung betreffend, wurde die ARA am 21. und 22. August 1990 durch ein Zivilingenieurbüro überprüft und in weiterer Folge die internen Aufzeichnungen des ARA-Betreibers zu einem Bericht aufgearbeitet der das 2. Halbjahr 1989 und das 1. Halbjahr 1990 umfaßte. Die Überprüfung der Anlage, d. h. Fremduntersuchung durch dasselbe Büro, von welchem auch die Planung der ARA erfolgte, wurde vom Amt der NÖ Landesregierung akzeptiert.

Die am 21. und 22. August 1990 durchgeführte Untersuchung der Kläranlage ergab einen ausgezeichneten Reinigungseffekt der Anlage. Die Untersuchungsparameter des Ablaufes lagen durchwegs unter den zulässigen Werten des geltenden Wasserrechts-Bescheides, lediglich der Phosphorgehalt war relativ hoch, allerdings ist in diesem Bescheid (rd. 10.000 EGW) kein

diesbezüglicher Grenzwert festgelegt. Die Anlage erreichte eine nahezu vollständige Nitrifikation bei weitgehender Denitrifikation. Der Reinigungsgrad am Untersuchungstag lag hinsichtlich BSB<sub>5</sub> bei 98,6 %, hinsichtlich CSB bei 94,2 %. Absetzbare Stoffe wurden zu 99,2 % in der Kläranlage zurückgehalten, Schwebstoffe zu 96,7 %.

Mit diesen Werten liegt die Flughafenkläranlage in ihrer Reinigungswirkung im Spitzenfeld biologischer Abwasserreinigungslagen.

Ein bisher noch ungeklärtes Phänomen war der Umstand, daß trotz gleicher Abwasserbeschickung und baulicher Identität, die beiden Belebungsbecken einen unterschiedlichen Schlammindex aufwiesen, was die Reinigungsleistung aber nicht beeinträchtigte.

Die Auswertung der 14-Tage-Protokolle der FWB für die ARA-Ost ergab als Summenwerte des 2. Halbjahres 1989 und 1. Halbjahres 1990 bzw. Mittelwerte je Tag folgende Ergebnisse (siehe Anhang 5.8 und 5.9).

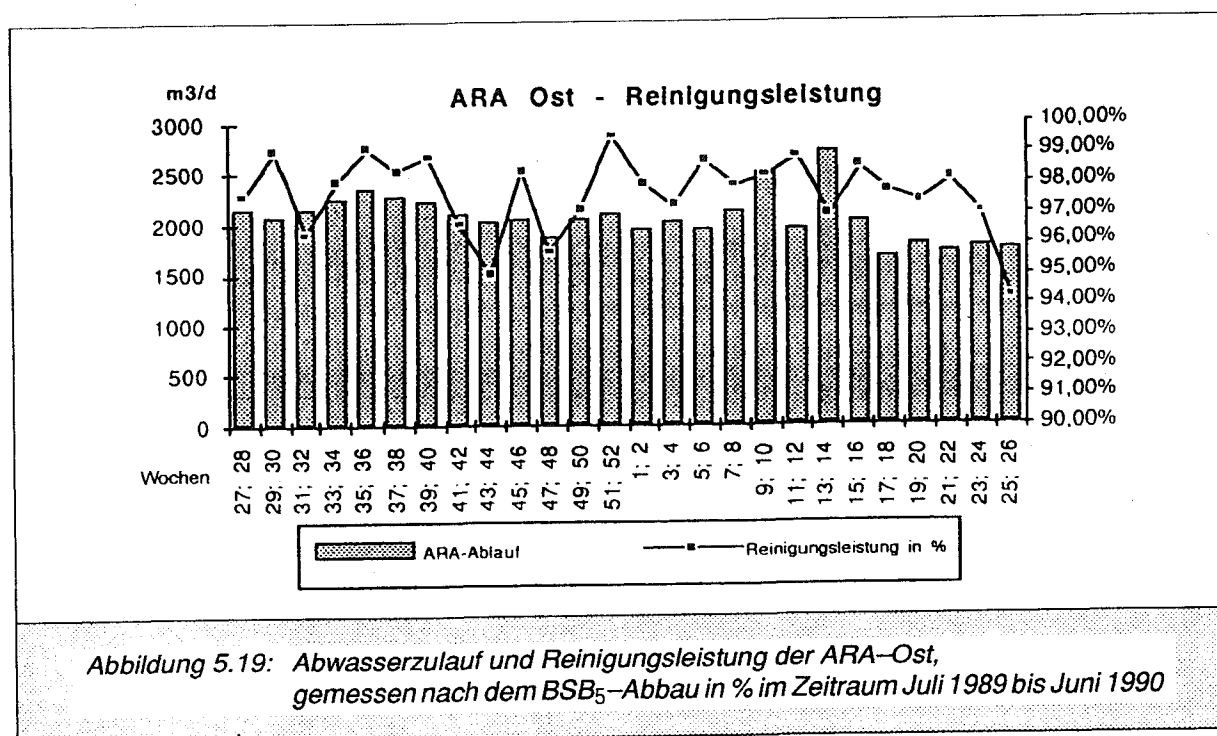
Abwassermenge gesamt: ..... 753.700 m<sup>3</sup>/a bzw. 2.065 m<sup>3</sup>/d (rd. 10.000 EGW)

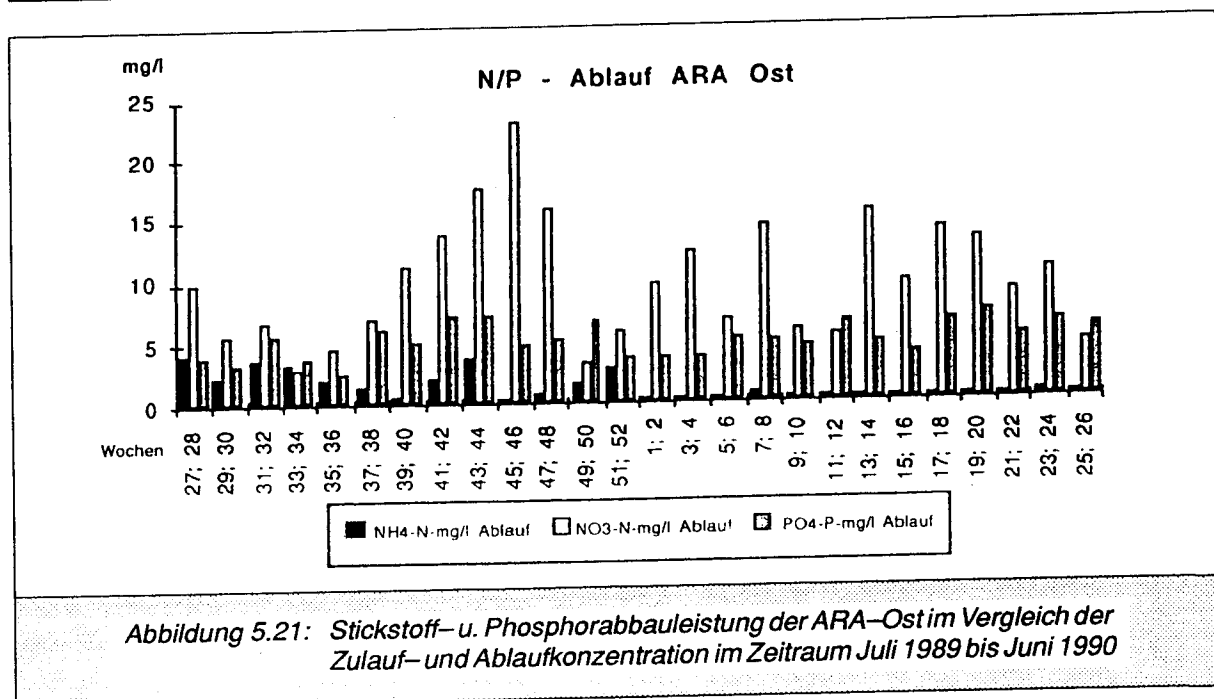
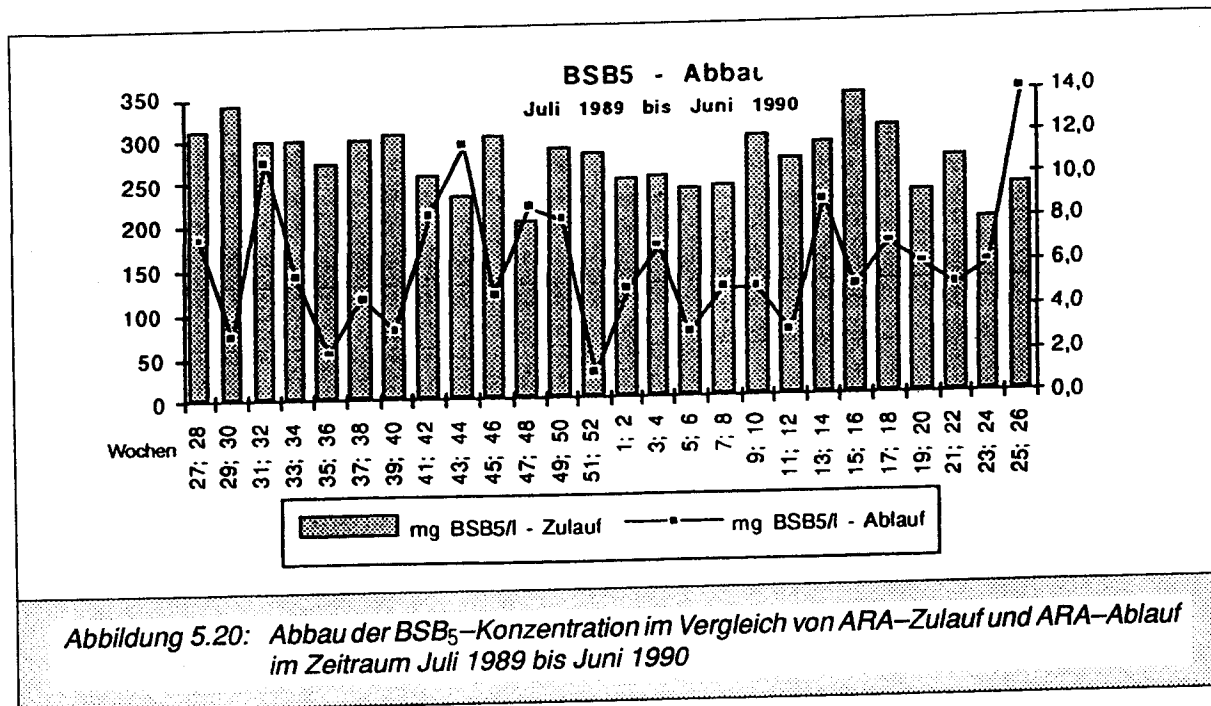
BSB<sub>5</sub>-Fracht-Zulauf insgesamt: ... 207.651 kg BSB<sub>5</sub>/a bzw. 569 kg BSB<sub>5</sub>/d

BSB<sub>5</sub>-Fracht-Ablauf: ..... 753.700 m<sup>3</sup> x 6 mg BSB<sub>5</sub>/l;  
4.522 kg BSB<sub>5</sub>/a bzw. 12,4 kg BSB<sub>5</sub>/d.

Im Beobachtungszeitraum von 12 Monaten wurde somit die Schmutzfracht von 207.651 kg auf 4.522 kg BSB<sub>5</sub> verringert. Das entspricht der ausgezeichneten Reinigungsleistung von 97,8 %.

Die FWB-internen Aufzeichnungen des ersten Halbjahres 1991 wiesen ähnlich gute Reinigungsleistungen auf.





#### Auslastung der Kläranlage:

Die Anlage war nach ihrer Schmutzfracht im Mittel mit 9.483 EGW (60 g BSB<sub>5</sub>/E. d) belastet, das waren 73 % von 13.000 EGW. Die CSB-Frachten wiesen deutlich höhere Vergleichswerte auf, was auf einen erhöhten Anteil von betrieblichen Abwässern hindeutet.

Der maßgebliche Abwasseranfall berechnet als  $Q_{16}$  des Jahresmittelwertes von 2.065 m<sup>3</sup>/d, betrug bei Trockenwetter  $Q_{TW} = 129 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Da die Anlage lt. Wasserrechts-Bescheid für 2 x 3.154 m<sup>3</sup>/d, d. h. für rd. 6.300 m<sup>3</sup> tägliche Abwasserfracht ausgelegt worden war, war sie hydraulisch tatsächlich nur zu 33 % belastet, wobei die Abwassermengen auch Regenwasserabflüsse enthielten.

Die hydraulische Minderbelastung ist für die Reinigungsleistung trotz der höheren Abwasserkonzentration offensichtl. nicht nachteilig und läßt eine stärkere Übernahme von verunreinigten Oberflächenwässern in die biologische Reinigungsstufe zweckmäßig erscheinen, zumal die ARA auch hinsichtlich der Schmutzbelastung über Reserven verfügt, die nicht genutzt werden. Da die beiden identen ARA-Straßen in der Lage sein müßten, im Regenwetterfall bis zu  $2 \times 394 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{RW} = 788 \text{ m}^3/\text{h}$ , – das ist die doppelte Trockenwettermenge – biologisch zu reinigen, was einem Zufluß von rd. 219 l/s entspricht, erschien es angebracht, die Regenwetterbelastung der ARA durch die biologische Reinigung zusätzlicher verschmutzter Oberflächenwässer schrittweise zu erhöhen. Dabei wäre aber besonders im Winterhalbjahr die erhöhte Schmutzfrachtkonzentration und damit die Gefahr einer Überlastung der Biologie zu beachten.

Im Beobachtungszeitraum 1989/90 wurden Spitzenabläufe aus der ARA von 150 l/s nie überschritten. Es sind jedoch einzelne höhere Zulaufspitzen durchaus möglich.

Selbst bei Spitzenabflüssen von 150 l/s ist noch eine "theoretische Kapazitätsreserve" von 70 l/s Abwasserabfluß gegeben.

Bei entsprechender "Speicherraumbewirtschaftung" durch früh einsetzendes Rückpumpen des Regenwassers in die Belebungsbecken und unter Ausnützung der offensichtlich vorhandenen Kapazitätsreserven müßte die ARA in der Lage sein, mehr Oberflächenwässer – langandauernde Starkregenereignisse ausgenommen – auch biologisch zu reinigen.

Solcherart könnte der "Umweltnutzen" der ausgezeichnet arbeitenden ARA noch erheblich erhöht werden.

#### 5.2.5.6 Klärschlammbehandlung und Reststoffentsorgung

Bei der Abwasserreinigung fallen beträchtliche Mengen an Klärschlamm an, dessen Entsorgung ständig schwieriger wird. Weiters sind den Reststoffen noch Rechengut und Schwimmstoffe sowie Sandfangmaterial zuzuzählen.

##### *Klärschlamm (KS)*

Der in den Belebungsbecken entstehende belebte Schlamm wird in einem Teilstrom im Schlammhebewerk als Überschussschlamm abgezogen. Dieser Schlamm (mit einem Trockensubstanz (TS)–Gehalt von 5 bis 10 g/l) wird in zwei Schlammeindicker eingebracht, wo sich die Schlammflocken agglomerieren und gravimetrisch absinken. Krählerwerke unterstützen diesen Vorgang. Dabei wird der abgesunkene KS auf einen TS–Gehalt von 10 bis 20 g/l bzw. 1 bis 2 % TS aufkonzentriert. Sein Volumen wird dabei auf die Hälfte verringert und das überstehende Trübwasser wieder dem Belebungsbecken zur biologischen Reinigung zugeführt.

Der nur schwach eingedickte KS wird täglich mit einer betriebseigenen Kammerfilterpresse mechanisch bis auf einen TS–Gehalt von rd. 32 % entwässert. Zur besseren Entwässerbarkeit und Flockenbildung werden spezielle Chemikalien, nämlich Eisen III–Chlorid und Staubbkalk (rd. 170 kg), eingesetzt.

Der so entwässerte KS ist deponierfähig und wird auf einer Deponie in Fischamend abgelagert.

Überschussschlammanfall in der ARA vom Juli 1989 bis Juni 1990 \*)

Belebungsbecken 1	2. HJ 1989	10,3 m <sup>3</sup> /d	TS = 5,5 g/l	3.723 m <sup>3</sup> ÜS
	1. HJ 1990	10,1 m <sup>3</sup> /d	TS = 9,7 g/l	28.295 kg TS
Belebungsbecken 2	2. HJ 1989	5,6 m <sup>3</sup> /d	TS = 5,5 g/l	2.007 m <sup>3</sup> ÜS
	1. HJ 1990	5,4 m <sup>3</sup> /d	TS = 7,2 g/l	12.748 kg TS

In 12 Monaten wurden somit 5.730 m<sup>3</sup> Überschussschlamm dem biologischen System entzogen, der TS–Gehalt betrug rd. 41 t/a bzw. 112 kg TS/d.

\*) KS–Mengen lt. Protokollen der VIE–ARA–Ost



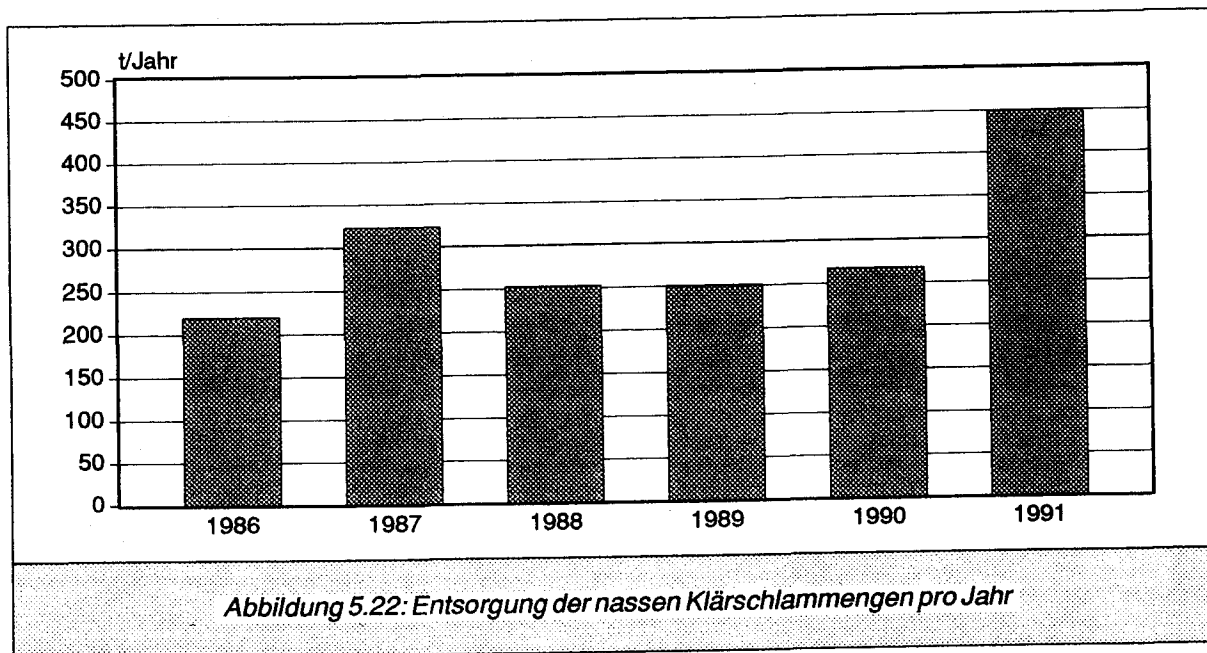


Tabelle 5.9: Klärschlammengen in t TS der ARA-Ost

1986	...	221 t
1987	...	296 t
1988	...	253 t
1989	...	251 t
1990	...	256 t
1991	...	450 t für 1991 Hochrechnung inkl. Kalkzugabe.

Die vorweg ermittelten 41 t TS waren demnach in rd. 260 t KS enthalten, was nur einem TS-Gehalt von 16 % entspräche (Kalkzugabe war dabei nicht berücksichtigt). Die Zugabe von Kalk ließ den TS-Gehalt auf 30 bis 35 % ansteigen.

Im Jahr 1991 wurden im Mittel 36 kg/d Eisen III-Chlorid sowie 167 kg/d Kalk dem KS als Flokkungsmittel zugegeben. Die Abfuhr des ausgepreßten KS-Kuchens betrug im Mittel 1,6 m<sup>3</sup>/d lose.

Eine Entsorgung des KS in der Landwirtschaft bzw. auf Ruderalflächen schien wegen der Übernahme der Betriebsabwässer und den deswegen erwarteten Restgehalten an Schwermetallen und CKW-Verbindungen kaum möglich. In Untersuchungen des KS wurden aber nur sehr geringe Schadstoffkonzentrationen und eine Eignung für eine landwirtschaftliche Verwertbarkeit nachgewiesen.

Ein Diagramm der Klärschlammengen ist dem Anhang 5.10 zu entnehmen.

#### Rechengut – Sandfangmaterial

Seit Anfang 1991 wird das Rechengut gesondert von einer Entsorgungsfirma übernommen. Dieses Unternehmen versucht angeblich das Rechengut teilweise zu kompostieren, doch waren der FWB keine diesbezüglichen Ergebnisse bekannt. Die Rechengutmengen betrugen im Jahre 1991 rd. 100 t (Hochrechnung).

Das Sandfangmaterial aus der ARA ist mengenmäßig unbedeutend, da die Reinigungsschächte laufend geräumt, d. h. ausgesaugt werden. Dennoch fallen im Durchschnitt rd. 15 t Sandfangmaterial pro Jahr an, das auf einer Deponie entsorgt wird.

### 5.2.5.7 Ausblick – ARA–Ausbau – WRG 1990

Nach durchaus ernstzunehmenden Prognosen soll der Anstieg des Luftverkehrs auch in den nächsten Jahren anhalten und möglicherweise das Passagieraufkommen am Flughafen in Wien–Schwechat von derzeit rd. 5,7 Millionen auf 11,2 Millionen Fluggäste bis zum Jahr 2000 ansteigen. Dies läßt einen erheblichen Anstieg des Abwasseranfalles erwarten. Dieses Mehr an Abwasser, verbunden mit steigenden Anforderungen an die Reinigungsleistung, wird Ausbaumaßnahmen in den nächsten Jahren unerläßlich werden lassen.

Bei der ARA–Ost sind Kapazitätsreserven gegeben, auch läßt die großzügige Dimensionierung eine in Teilbereichen stärkere Belastung möglich erscheinen (Vergleiche Kapitel 5.2.5.5).

Die mit dem BGBl 252/90 in Rechtskraft erwachsene Wasserrechtsgesetznovelle sieht in der mit 12. April 1991 herausgegebenen Emissionsverordnung für kommunale Abwässer für ARAs von 5.000 bis 50.000 EGW (kommunales Abwasser) eine zehnjährige Frist bis zur Erfüllung der neuen Grenzwerte bei der Stickstoffeliminierung bzw. bei der Phosphorreduktion eine Frist von 4 Jahren vor [13],[14].

Die im Wasserrechts–Bescheid des Amtes d. NÖ. Landesregierung bedungenen Ablaufwerte sind bei  $\text{BSB}_5$ , CSB und  $\text{NH}_4\text{-N}$  erheblich strenger als es die neue Abwasseremissionsverordnung verlangt, hinsichtlich der Stickstoff– und Phosphor–Entfernung sind im Wasserrechts–Bescheid aber gar keine Größen festgelegt worden, was vermutlich mit der Ausleitung in den starken Vorfluter Donau zusammenhing.

Dies läßt es auch verständlich erscheinen, daß bisher noch keine Schritte zur Phosphat–Reduktion in der ARA–Ost unternommen worden sind.

Die Ablaufwerte von  $\text{PO}_4\text{-P}$  mit durchschnittlich 5,15 mg/l lagen wesentlich über dem ab April 1995 zu erreichenden Wert von 0,8 mg  $\text{PO}_4\text{-P/l}$ .

Hier werden entsprechende Maßnahmen zur Phosphoreliminierung dringend notwendig werden. In Frage kommen dabei der Einsatz von Fällungsschemikalien und/oder biologische Verfahren. In beiden Fällen ist mit zusätzlichem Aufwand zu rechnen, biologische Verfahren erfordern unter anderem auch zusätzliche Becken, bei Fällungsverfahren wird der KS–Anfall merklich ansteigen.

In der ARA–Ost konnten zwar bereits simultane Denitrifikationserscheinungen beobachtet und nachgewiesen werden (im August wurde eine Gesamtstickstoffentfernung von 59,0 % ermittelt) doch werden ab dem Jahr 2001 N–Reduktionsraten von 70 % im Sommer bzw. 60 % gesichert erreicht werden müssen. Dies wird aller Voraussicht nach nicht nur über die Errichtung von Denitrifikationsbecken möglich sein, sondern zusätzliche Maßnahmen im Verfahrensablauf erfordern, um eine sichere Einhaltung der geforderten Nährstoffeliminierung zu gewährleisten.

Die *Ausbauschritte* an der ARA–Ost zeichnen sich also folgend ab:

1. Nutzung beider Absetzbecken für Oberflächenwässer.
2. Phosphorentfernung vermutlich mit Fällchemikalien und KS–Vorentwässerung (gegen  $\text{PO}_4\text{-}$  Rücklösung).
3. Gewährleistung einer ausreichenden Denitrifizierung (zwei Jahre Planungs–, acht Jahre Realisierungsfrist).
4. Falls erforderlich, Verwirklichung der 3. Ausbaustufe – auf 20.000 EGW. Dies würde eine erhebliche zusätzliche Funktionssicherheit, Reservekapazität im Schadensfall und zusätzliche Möglichkeit zur Niederschlagswasserreinigung bewirken.

### 5.3 ZUSAMMENFASSUNG

Der Betrieb des Flughafens in Wien–Schwechat führt zu Beeinflussungen des Wassers, die über drei Hauptwege erfolgen:

#### 5.3.1 Niederschlagswasser – Beeinflussung durch den Flughafenbetrieb

Eine Aussage über qualitative Beeinträchtigungen des Niederschlagswassers nur durch den Flughafenbetrieb konnte mangels entsprechender Grundlagen nicht erfolgen. Aufgrund der räumlichen Nähe zu anderen Schadstoffemittenten des Großraumes Wien, des östlichen NÖ sowie der CSFR, beispielhaft seien die ÖMV, PCD, EBS, kalorische Kraftwerke, der Straßenverkehr sowie die Industrie und Raffinerie von Preßburg angeführt, erschien eine Zuordnung etwaiger Auswirkungen nur des Flughafenbetriebes schwer möglich.

Im Zuge der Recherchen konnten keine Hinweise auf meßbare Beeinflussungen der Niederschläge ermittelt werden. Zweifellos trägt aber der Luftverkehr ebenso wie alle anderen industriellen, kommunalen oder verkehrsbedingten Abgaben von Verbrennungsrückständen an die Atmosphäre zu einer Kontaminierung des Meteorwassers bei (siehe Berichtsteil Luft).

#### 5.3.2 Grundwasser und Wasserversorgung

Eine Belastung des Grundwassers (GW) im Flughafenbereich erfolgt nachweisbar mit chlorierten Kohlenwasserstoffverbindungen (CKW) durch eine lokal begrenzte Altlast. Durch Einsatz eines Brunnens als Sperrbrunnen konnte eine Ausdehnung der Kontaminationsfahne verhindert und ein starker Rückgang der CKW–Gehalte erreicht werden.

Gewisse temporäre GW–Beeinträchtigungen erfolgen weiters durch den Winterdienst, wo es nach Verwendung von Auftauchemikalien (Salze und Alkohole) zum Eintrag dieser Stoffe in das GW kommt, was zu nachteiligen Veränderungen, im besonderen des gelösten Sauerstoffgehaltes, führt.

Die Entnahme von GW für Trink– und Brauchwasserzwecke erfolgte im Aubereich der Donau aus dem donaubegleitenden GW–Strom im Ausmaß von rd. 0,9 Mill m<sup>3</sup>/a. Der Wasserverbrauch konnte in den letzten Jahren beträchtlich verringert werden.

Eine Auswaschung von Verbrennungsrückständen des Kerosin aus den Flugzeugtriebwerken bis in den GW–Körper konnte nicht nachgewiesen werden, was durch das Rückhaltevermögen der obersten Bodenschichten einerseits und die tiefe GW–Spiegellage – rd. 17 m unter Gelände – andererseits erklärbar war.

Die Versiegelung des Bodens durch Verkehrs– und Dachflächen sowie die Ableitung der Niederschlagswasser in Kanälen ist für die GW–Neubildung von nachteiligem Einfluß. Im Bereich der AUA–Betriebsanlagen werden die anfallenden Niederschlagswasser allerdings versickert. Dies ist bei unverschmutzten Dachwässern aus umwelttechnischer Sicht sehr zu begrüßen, aber ursächlich auf ein Fehlen entsprechender Kanäle bei der Errichtung der AUA–Gebäude zurückzuführen.

### 5.3.3 Abwasser – Anfall und Entsorgung

Der Anfall von Schmutzwasser – unteilbar mit allen menschlichen Aktivitäten verbunden – entspricht am Wiener Flughafen dem einer Stadt von rd. 10.000 Einwohnern. Die Reinigung dieser Abwässer erfolgt nach den geltenden Bestimmungen, das Abwasserproblem im Bereich des Flughafens Wien-Schwechat kann zusammenfassend als "bewältigt" bezeichnet werden. In naher Zukunft werden allerdings verschärfte Emissionsbestimmungen zusätzliche Maßnahmen (Entfernung der Nährstoffe sowie von Stickstoff und Phosphor) erforderlich machen. Im Bereich der Niederschlagswasserbehandlung wären Verbesserungen zweckmäßig.

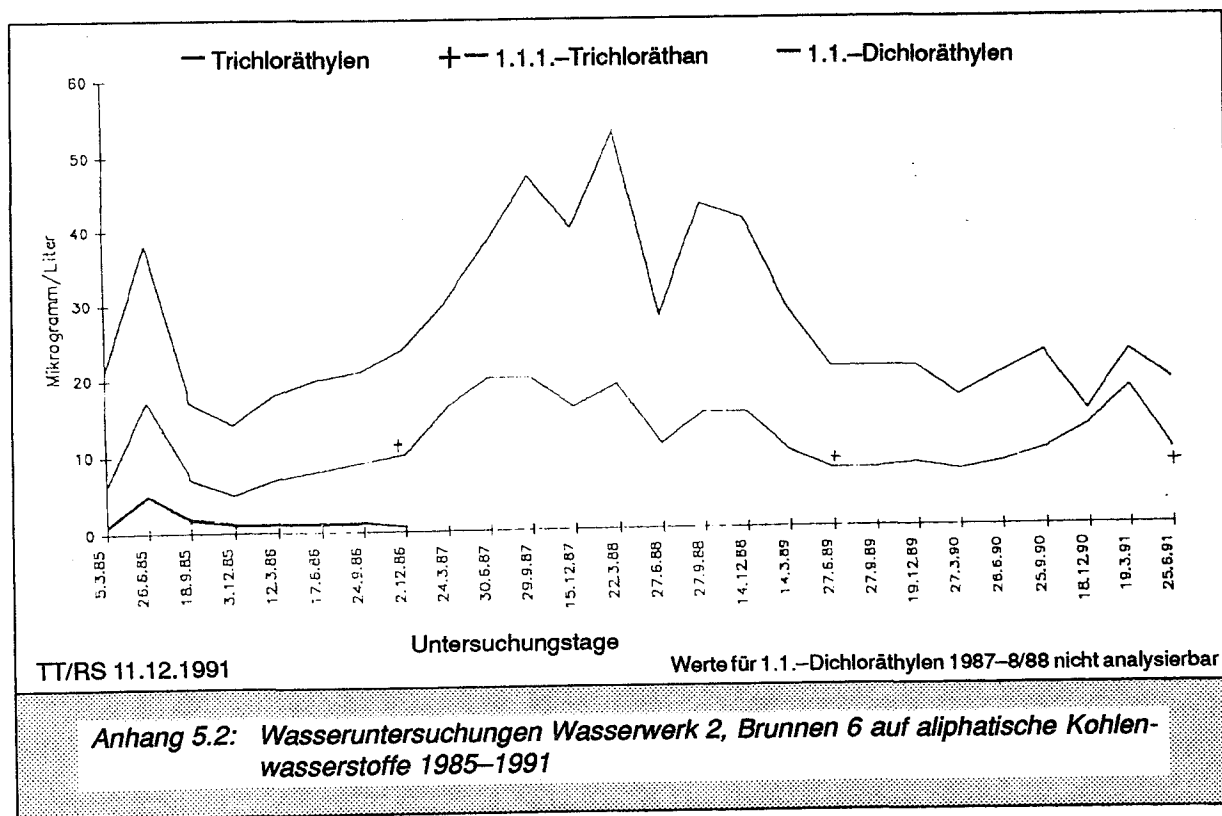
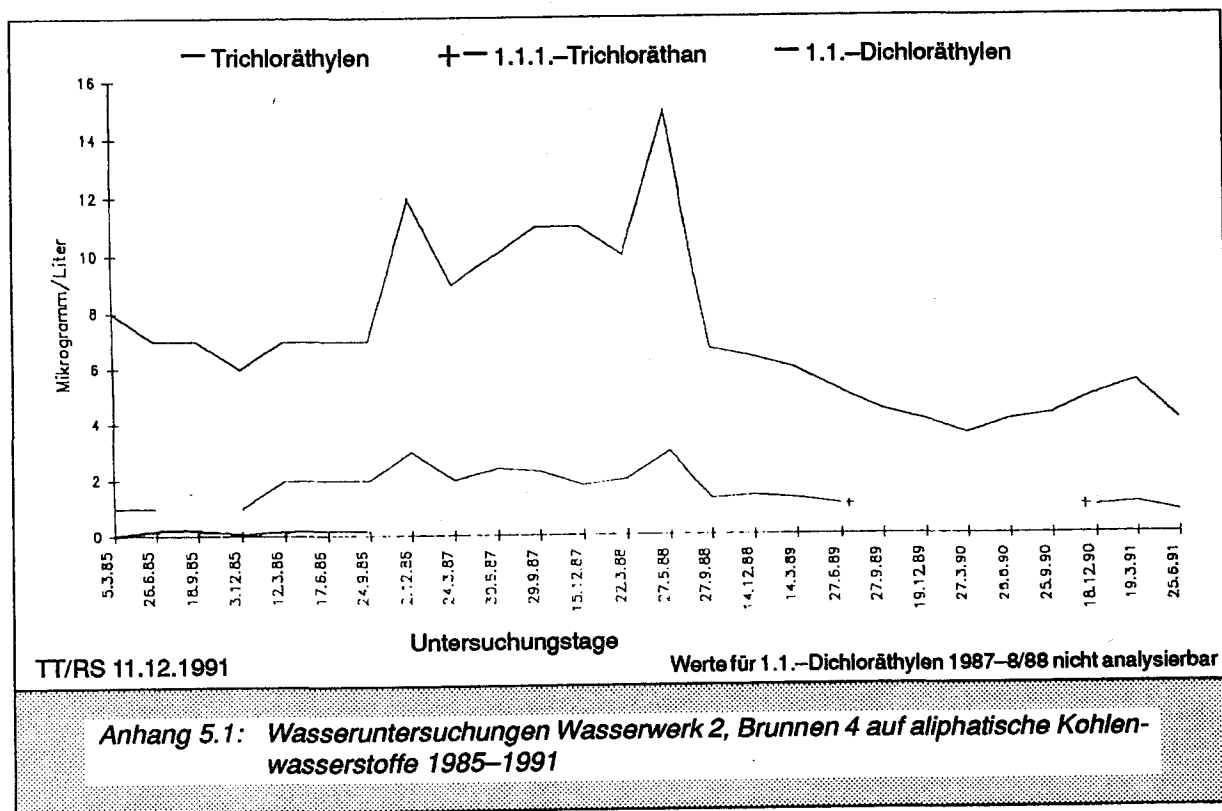
## 5.4 LITERATURVERZEICHNIS

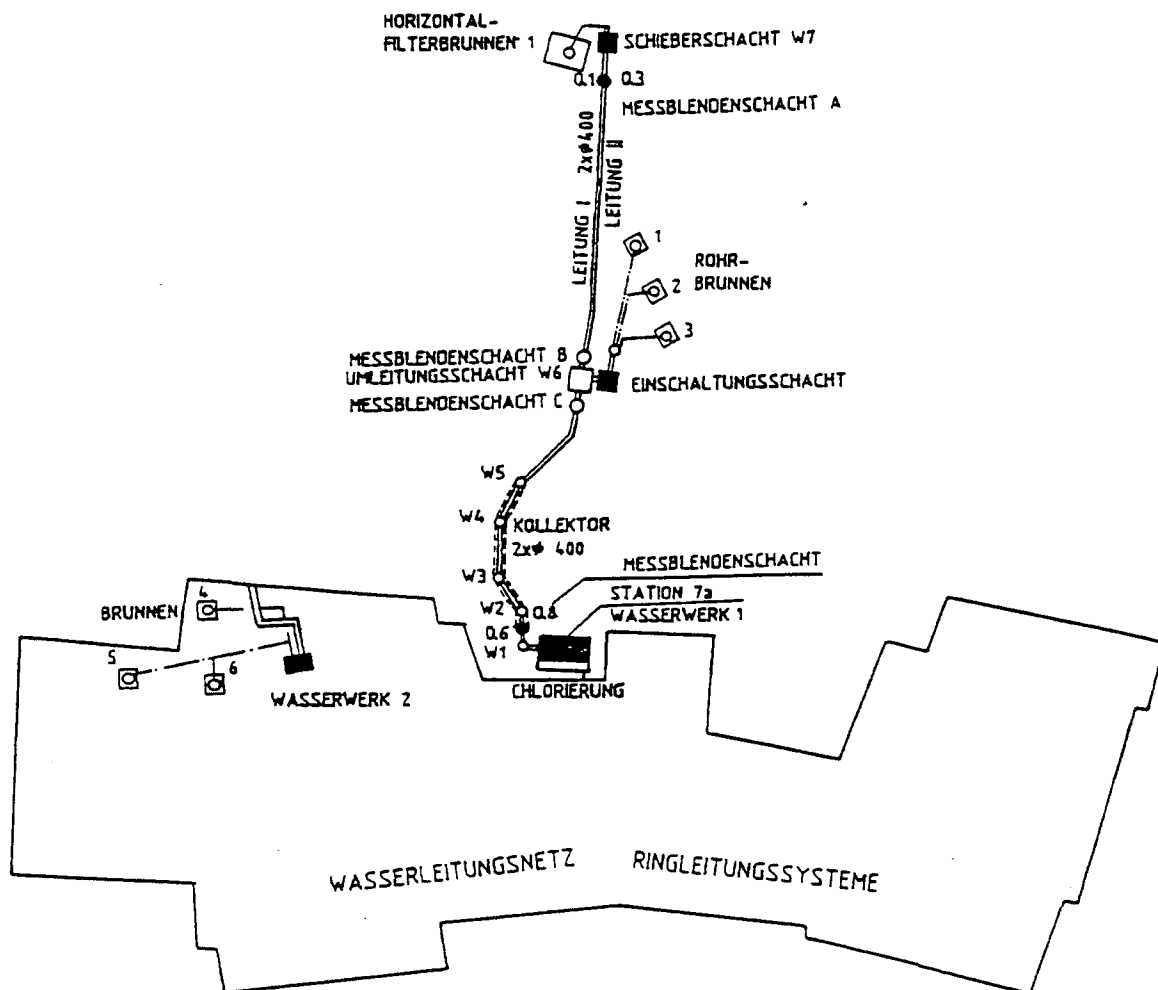
- [1] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Wasserrechtsbescheid Zl.: III/1–5.361/64–86 vom 22.1.1986 hinsichtlich der ARA–West
- [2] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Wasserrechtsbescheid Zl.: III/1–5.361/63–86 vom 22.1.1986 hinsichtlich der ARA–Ost
- [3] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Niederschrift zur Wasserrechtsverhandlung vom 5.6.1989 hinsichtlich der ARA–Ost
- [4] Matschè, N.: Frachtermittlung der technischen Basis der AUA am Flughafen Wien–Schwechat vom 17.6. bis 19.6.1991
- [5] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Wasserrechtsbescheid Zl.: III/1–14.862/88–90 vom 26.2.1990. hinsichtlich AUA–BARA
- [6] Envirotech Chemie AG: Verfahrensschema der AUA–Abwasservorreinigungsanlage EC–4.4012 vom 28.11.1985
- [7] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Wasserrechtsbescheid Zl.: III/1–14.862/88–90 vom 26.2.1990 hinsichtlich AUA–BARA
- [8] Frischherz, H.: Stellungnahme zu Untersuchungen der Abwasserproben aus der AUA–BARA vom 2.11.1990 und vom 17.6.1991
- [9] Spatz, P., Zivilingenieurbüro: Funktionsnachweise der ARA–Ost für 1989/90 und 1990/91
- [10] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Kläranlagenbeschreibung lt. WR–Bescheid vom 25.3.1987
- [11] Spatz, P., Zivilingenieurbüro: Kläranlagenbeschreibung aus dem Funktionsnachweis
- [12] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Bescheid der WR–Behörde Zl.: III/1–19.828/58–87 vom 3.2.1987 hinsichtlich Wasserwerk 2
- [13] Wasserrechtsgesetz–WRG 1959 idF der WRG–Novelle 1990 gem. BGBl 1990/252
- [14] Bundesministerium für Land– und Forstwirtschaft, 179. u. 180. Verordnung des BMLuF vom 12.4.1991, Allgemeine Abwasseremissionsverordnung BGBl Nr. 74/1991
- [15] Breiner, H.: Untersuchungen Schwechat–Haslau, Bericht über die hydrologischen und geologischen Verhältnisse. Erstellt im Auftrag des BMLuF Abt. IV. (1984)
- [16] FWB: Zahlen, Daten, Fakten (1990)
- [17] Spatz, P., Zivilingenieurbüro: Winterdienstdokumentation 88/89 und 89/90
- [18] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Bescheid Zl.: III/1–19.828/23–84 vom 8.2.1984 hinsichtlich WW 2, Brunnen 4 und 6
- [19] Flughafen Wien Betriebsgesellschaft mbH., Ressort Technik, Hauptabteilung Technischer Betrieb, Hauptabteilung Bauwesen (Hrsg.): Energiebericht 1990

## 5.5 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AB	Autobahn
A.d.NÖ. LReg.	Amt der Niederösterreichischen Landesregierung
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AUA	Austrian Airlines
BARA	betriebliche Abwasserreinigungsanlage
BB	Belebungsbecken bei Abbau organischer Inhaltsstoffe
BSB5	biochemischer Sauerstoffbedarf innerhalb von 5 Tagen
CKW	chlorierte Kohlenwasserstoffe
CKW	chlorierte Kohlenwasserstoffverbindungen
Cl	Chlor
COD	englische Bezeichnung von CSB
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
DEG	Diethylenglycol
EBS	Entsorgungsbetriebe Simmering
EGW	Einwohnergleichwerte
FWB	Flughafen Wien Betriebsgesellschaft mbH
GOK	Geländeoberkante
GW	Grundwasser
HFB	Horizontalfilterbrunnen
KS	Klärschlamm
KW	Kohlenwasserstoffe
NKB	Nachklärbecken
NO <sub>3</sub>	Nitrat
NS	Niederschlag
N	Stickstoff
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
öWWV	österreichischer Wasserwirtschaftsverband
P	Phosphor
PO <sub>4</sub>	Phosphat
Q	(Ab)wassermenge
Q <sub>16</sub>	maßgebliche Abwassermenge pro Stunde
Q <sub>Tw</sub>	Abwassermenge bei Trockenwetter
R <sub>HB</sub>	Rückhaltebecken
RW	Regenwasser
TS	Trockensubstanz
TU	Technische Universität
üSS	Überschußschlamm
vH	von Hundert
VIE	Vienna International Airport
VKB	Vorklärbecken
WR	Wasserrecht
wr	wasserrechtlich
WRG	Wasserrechtsgesetz
WVA	Wasserversorgungsanlage
WV	Wasserversorgung
WW	Wasserwerk

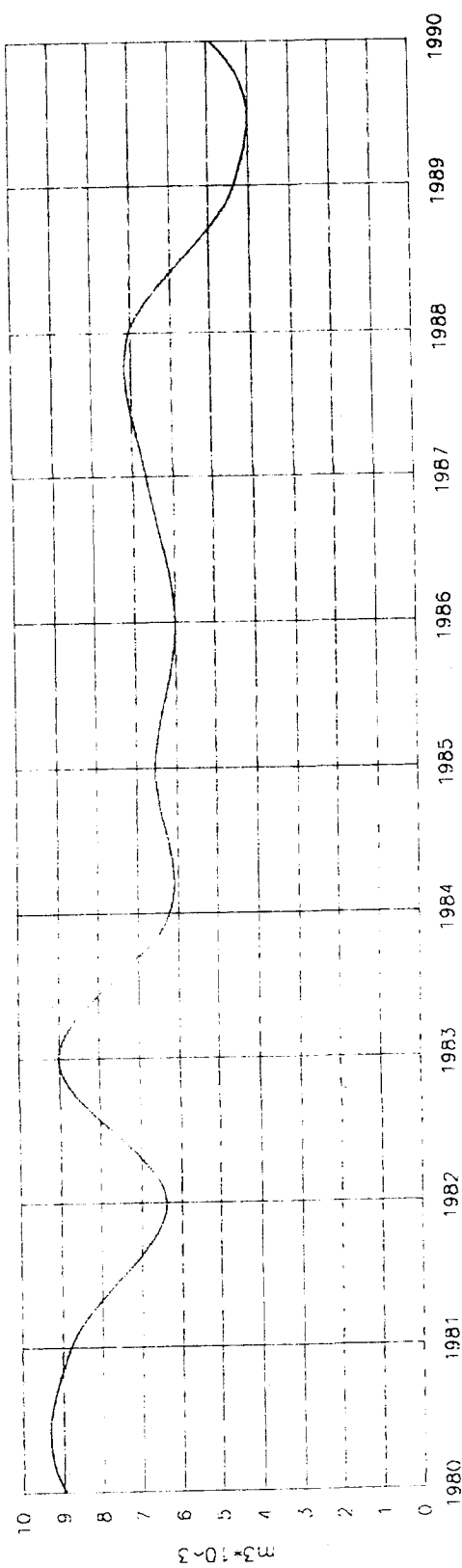
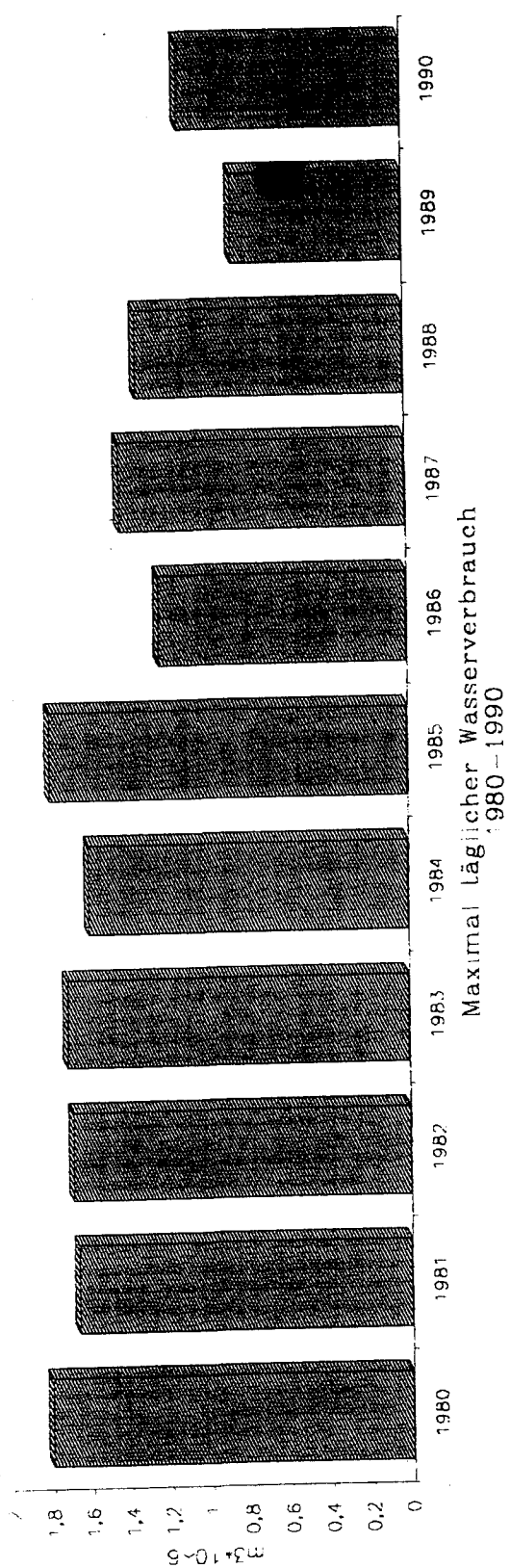
## ANHANG





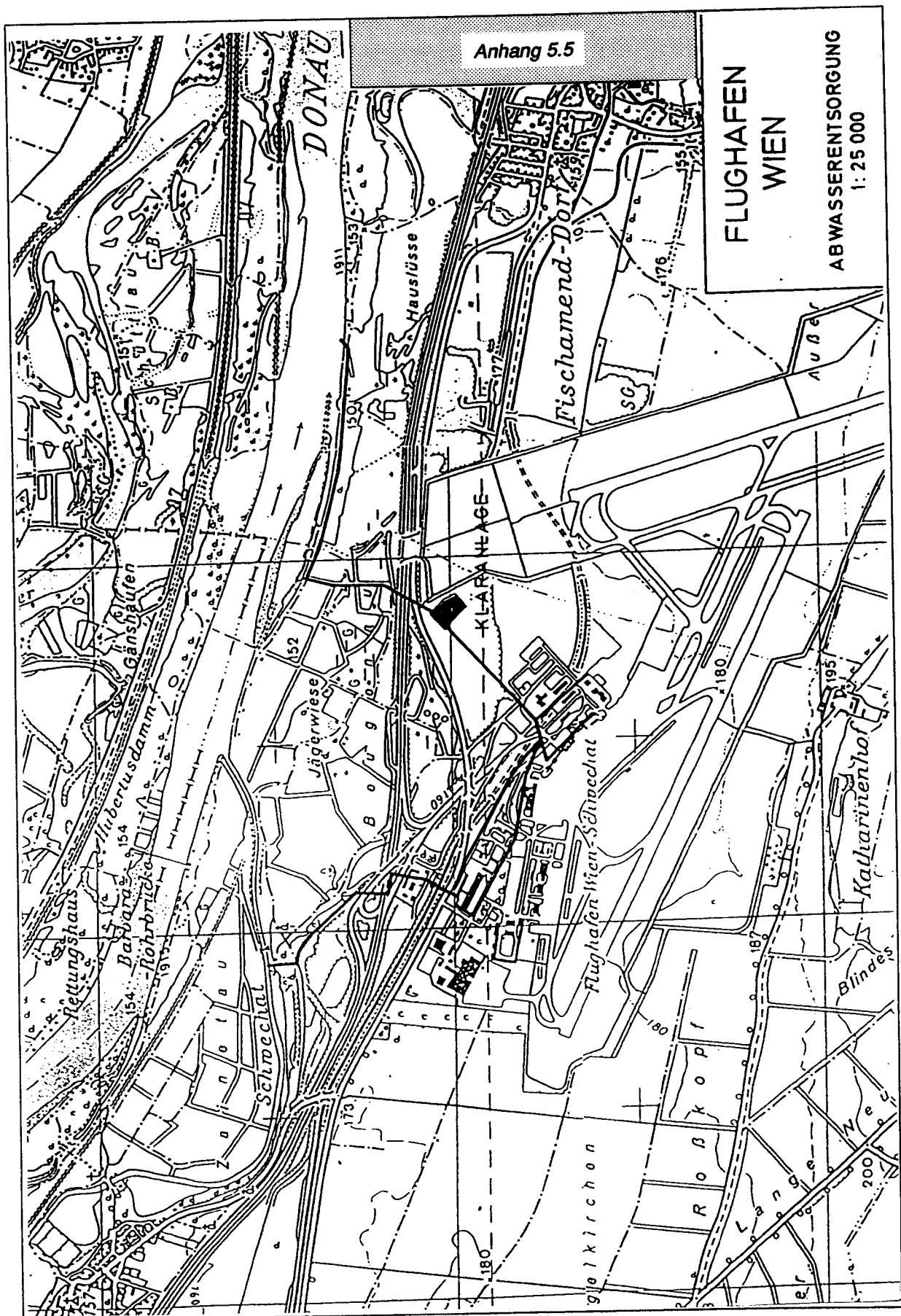
Quelle: VIE Ressort Technik, Energiebericht 1990

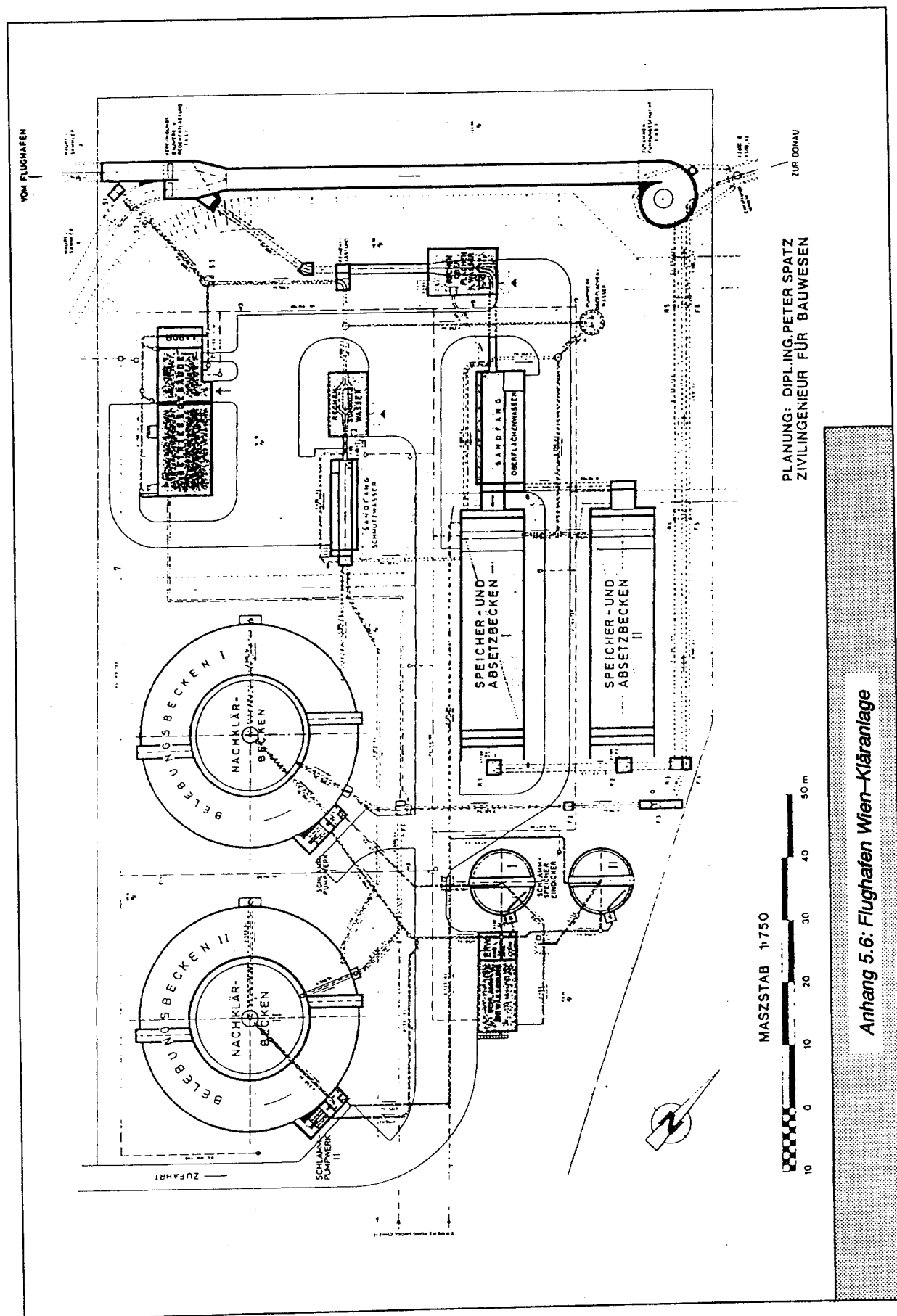
**Anhang 5.3: Übersichts-schema Wasserversorgung Flughafen Wien-Schwechat**

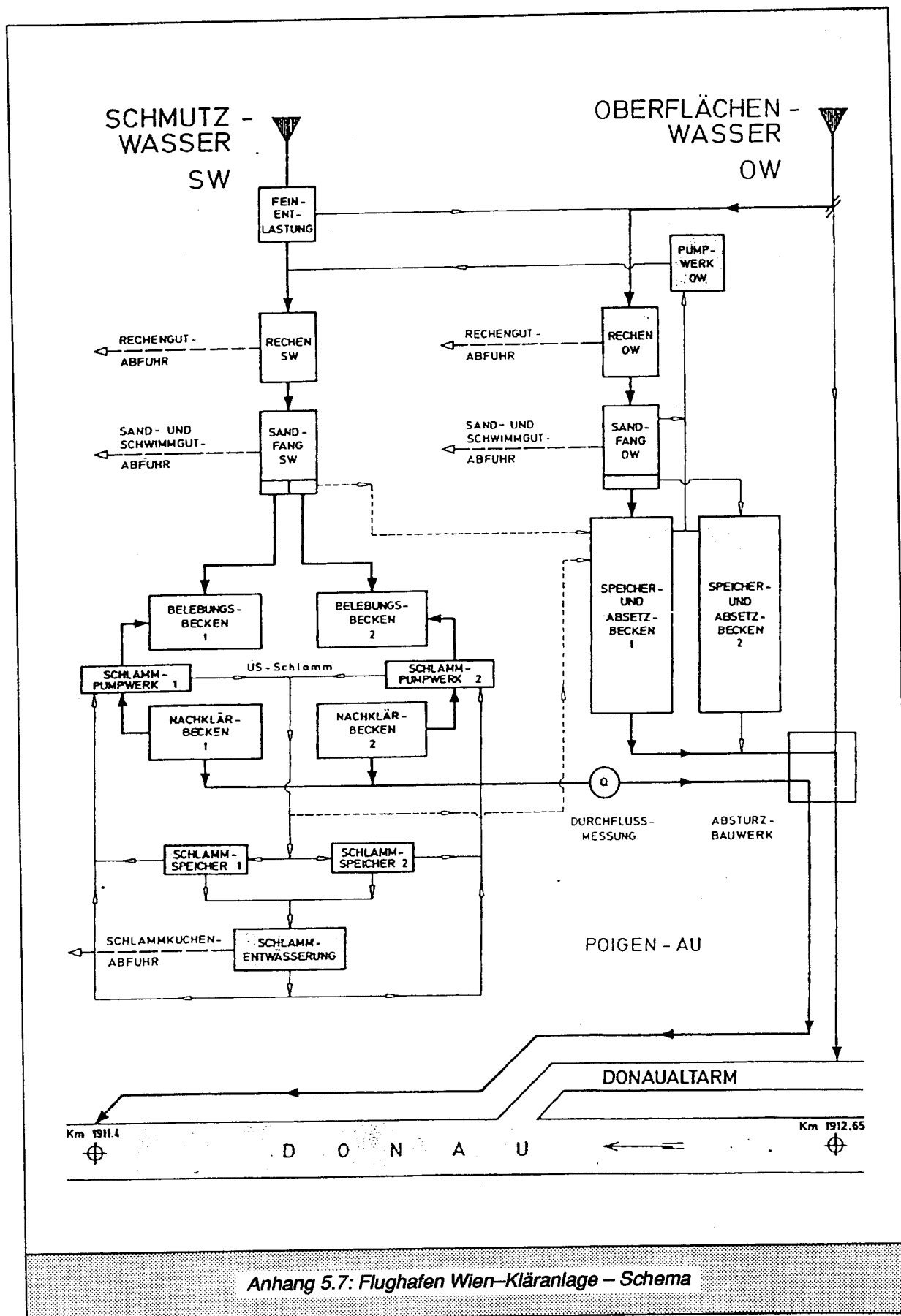


Anhang 5.4: Wasserverbrauch 1980–1990









## Juli - Dezember 1989

Wochen	Abwasser- menge Ablauf m3/d	BSB5		NH4-N-Ablauf Grenzwert: 3 (1) mg/l	NO3-N- Ablauf	PO4-P- Ablauf	Schlammuntwässerung				Schlammab- fuhrant- wässert
		Zulauf	Ablauf Grenzwert: 15 mg/l				Aufgabe Menge	Feststoff- gehalt	Kuchen Menge	Feststoff- gehalt	
27; 28	2 168	312	7,5	4,3	10	4					
29; 30	2 085	342	3,0	2,3	5,7	3,3					
31; 32	2 142	298	11,0	3,8	6,7	5,7	20,3	1,5	2,0	16,0	2,1
33; 34	2 257	300	5,7	3,3	3,1	3,7					
35; 36	2 368	272	2,2	2,2	4,7	2,6	10,2	1,9	1,1	15,5	1,1
37; 38	2 286	302	4,7	1,6	7,0	6,1	7,3	1,4	0,9	15,6	0,9
39; 40	2 221	305	3,3	0,7	11,1	5,0					
41; 42	2 107	258	8,5	2,1	13,7	7,2					
43; 44	2 021	235	11,7	3,9	17,5	7,3	10,6	1,9	1,2	36,3	1,1
45; 46	2 050	303	4,8	0,5	22,9	4,9	16,7	1,1	1,7	38,0	1,8
47; 48	1 860	206	8,8	0,8	15,9	5,2					
49; 50	2 068	286	8,2	1,7	3,4	6,8					
51; 52	2 096	282	1,2	2,8	5,9	3,7					
Summe							65,1	7,8	6,9	121,4	7,0
Mittel der Arbeitslage		285	6,0	2,3	9,8	5,0		1,6		24,3	
Mittel aller Tage	2 133						5,0		0,5		0,5

## Jänner - Juni 1990

Wochen	Abwasser- menge Ablauf m3/d	BSB5		NH4-N-Ablauf Grenzwert: 3 (1) mg/l	NO3-N- Ablauf	PO4-P- Ablauf	Schlammuntwässerung				Schlammab- fuhrant- wässert
		Zulauf	Ablauf Grenzwert: 15 mg/l				Aufgabe Menge	Feststoff- gehalt	Kuchen Menge	Feststoff- gehalt	
1; 2	1 936	252	5	0,5	9,6	3,7					
3; 4	2 025	257	7	0,6	12,1	3,7	4,7	1,3	3,3	35,5	3,3
5; 6	1 964	242	3	0,6	6,7	5,2					
7; 8	2 114	243	5	0,9	14,4	5,0					
9; 10	2 514	298	5	0,4	5,9	4,6					
11; 12	1 968	272	3	0,3	5,5	6,6					
13; 14	2 732	292	9	0,6	15,3	4,9	30,8	2,1	4,8	38,8	4,2
15; 16	2 025	348	5	0,4	9,6	4,1	16,5	1,9	2,8	36,4	2,6
17; 18	1 660	309	7	0,5	13,9	6,6					
19; 20	1 800	235	6	0,6	12,9	7,2					
21; 22	1 714	272	5	0,5	9,0	5,2					
23; 24	1 775	200	6	0,7	10,4	6,2					
25; 26	1 732	242	14	0,6	4,8	5,9					
Summe							52,0	5,3	10,9	109,6	10,1
Mittel der Arbeitslage		266	6	0,5	10,0	5,3		1,8		36,5	
Mittel aller Tage	1 997						4,0		0,8		0,8

Anhang 5.8: 14-Tage-Meßprotokolle der FWB für die ARA-Ost  
(2. Halbjahr 1989 und 1. Halbjahr 1990)

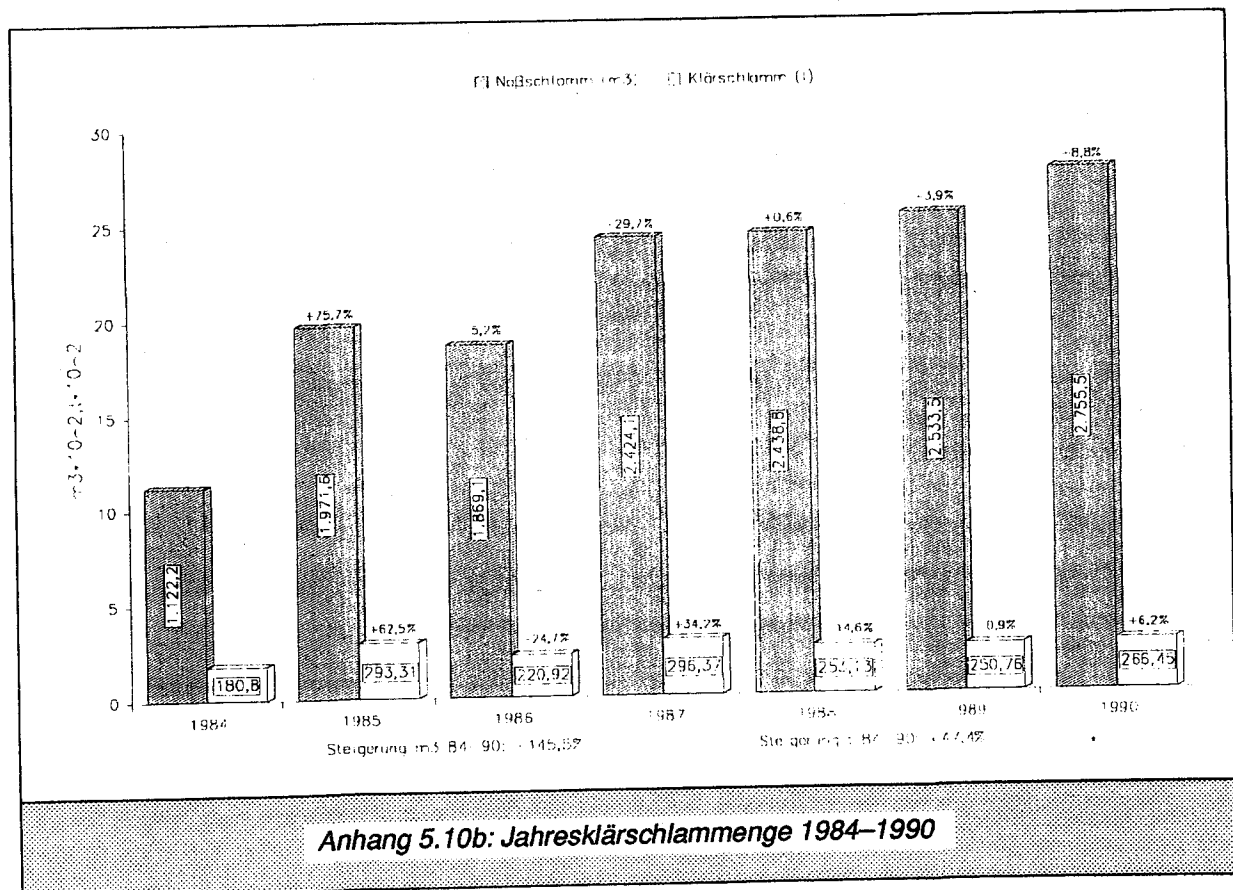
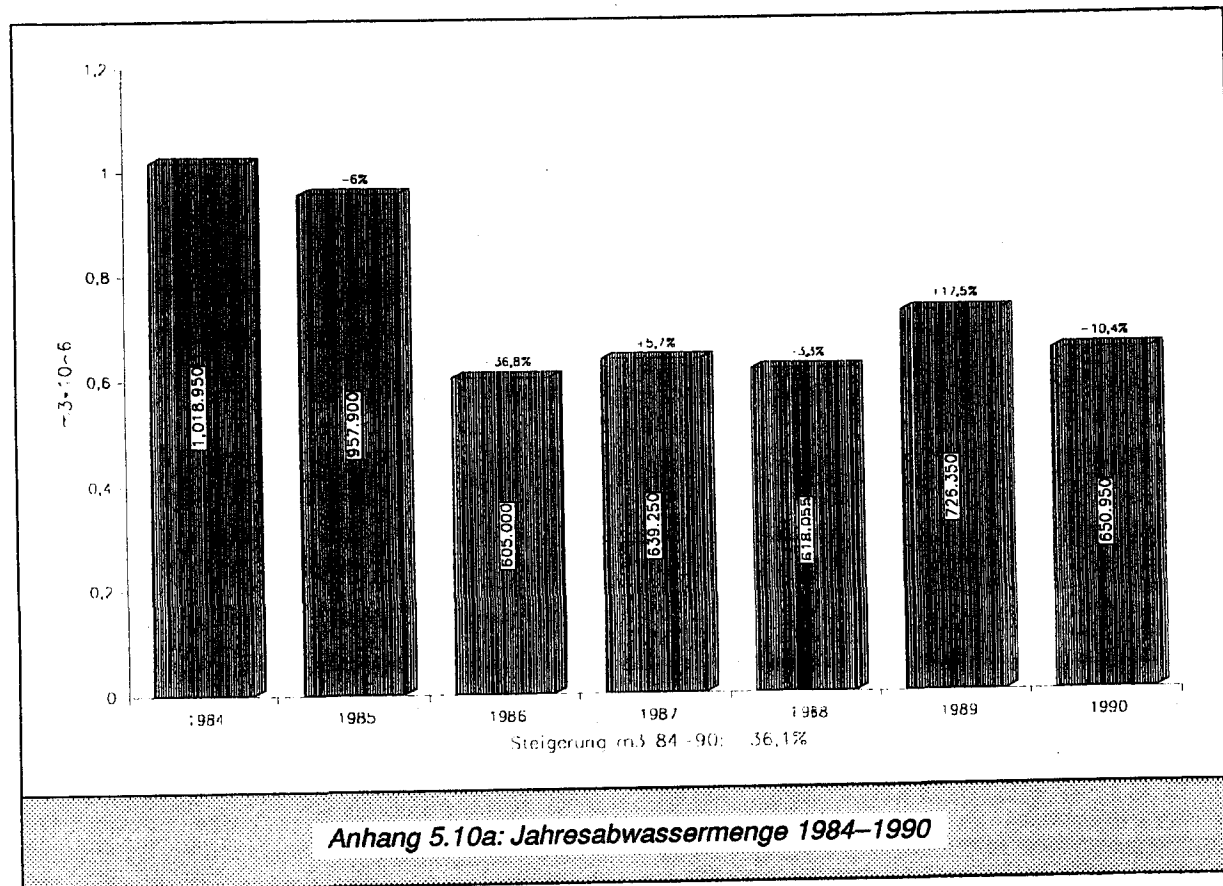
## Juli - Dezember 1989

Wochen	Rechen- gut m3	Sandanfall dm3	Gesamt kWh/d	Belebungsbecken 1		Rücklauf- schlamm Schlamm- trockensub. g/l	Überschuß- schlamm (BB/RS) m3/d	Belebungsbecken 2		Rücklauf- schlamm Schlamm- trockensub. g/l	Überschuß- schlamm (BB/RS) m3/d
				Schlamm- trockensub- stanz ml/l	Schlamm- index ml/g			Schlamm- trockensub- stanz g/l	Schlamm- index ml/g		
27: 28	0,2	16	871	4,1	227	5,2	8,2	3,7	110	5,2	1,3
29: 30	0,2	16	814	4,0	287	5,1	10,6	3,9	116	5,0	11,5
31: 32	0,2	15	833	4,2	291	4,5	11,5	4,1	130	4,7	8,2
33: 34	0,2	16	861	4,1	278	5,1	11,5	4,1	117	4,9	9,8
35: 36	0,2	18,6	851	4,4	279	5,0	13,0	3,9	112	5,1	8,2
37: 38	0,2	22,0	906	4,7	245	5,6	11,5	4,3	93	5,1	6,7
39: 40	0,2	18,6	852	4,8	254	6,0	9,8	4,3	92	5,4	4,9
41: 42	0,2	20,0	798	4,4	266	5,6	9,9	4,4	108	5,6	3,3
43: 44	0,2	15,7	808	5,0	255	6,3	9,8	4,6	114	5,6	4,3
45: 46	0,2	23,6	818	5,0	270	5,9	9,1	4,3	118	6,5	3,9
47: 48	0,2	15,7	764	4,9	264	5,9	9,8	4,7	131	5,8	3,4
49: 50	0,2	20,0	726	4,3	259	5,3	9,8	4,7	134	6,1	2,8
51: 52	0,2	18,6	754	5,1	246	6,3	9,8	4,9	123	6,4	5,1
Summe	2,6	235,8	10 754	59,0	3 421	71,8	134,3	55,9	1 498		
Mittel der Arbeitslage				4,5	263	5,5		4,3	115	5,5	
Mittel aller Tage	0,2	18,1	827				10,3				5,6

## Jänner - Juni 1990

Wochen	Rechen- gut m3	Sandanfall dm3	Gesamt kWh/d	Belebungsbecken 1		Rücklauf- schlamm Schlamm- trockensub. g/l	Überschuß- schlamm (BB/RS) m3/d	Belebungsbecken 2		Rücklauf- schlamm Schlamm- trockensub. g/l	Überschuß- schlamm (BB/RS) m3/d
				Schlamm- trockensub- stanz ml/l	Schlamm- index ml/g			Schlamm- trockensub- stanz g/l	Schlamm- index ml/g		
1: 2	0,2	18,4	710	4,9	264	6,0	9,1	5,2	119	6,7	5,1
3: 4	0,2	22,0	759	6,1	224	7,8	9,8	5,7	106	7,1	5,2
5: 6	0,2	14,3	782	6,4	238	7,7	11,3	5,6	102	6,6	5,1
7: 8	0,2	15,0	781	6,5	261	7,9	11,5	5,7	104	7,4	5,1
9: 10	0,2	21,4	779	6,6	263	8,5	10,3	5,4	109	7,1	6,8
11: 12	0,2	17,8	840	6,8	260	8,2	10,3	5,5	102	7,2	5,1
13: 14	0,2	18,4	856	7,0	260	8,7	10,3	5,3	100	6,3	5,1
15: 16	0,2	17,8	880	6,1	236	10,4	8,6	5,6	103	7,1	6,0
17: 18	0,2	19,3	932	6,9	229	12,0	11,1	6,1	103	7,3	5,1
19: 20	0,2	18,6	1 017	7,6	216	12,1	10,3	5,7	101	7,0	6,0
21: 22	0,2	19,3	874	6,0	242	10,6	8,6	5,9	106	7,1	5,1
23: 24	0,2	23,7	881	6,6	242	11,6	8,6	6,8	95	8,6	6,0
25: 26	0,2	17,1	1 002	6,4	229	14,6	10,3	6,3	99	7,7	5,1
Summe	2,6	240,1	11 093	91,9	3 164			74,8	1 349		
Mittel der Arbeitslage				7,1	243	9,7		5,6	104	7,2	
Mittel aller Tage	0,2	18,5	853				10,1				5,4

Anhang 5.9: 14-Tage-Meßprotokolle der FWB für die ARA-Ost  
(2. Halbjahr 1989 und 1. Halbjahr 1990)



## 6 ABFALL

### 6.1 EINFÜHRUNG

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die verschiedenen am Flughafen Wien–Schwechat anfallenden Abfälle erfaßt und ihre Entsorgungswege aufgezeigt. Die entstehenden Abfälle wurden in unterschiedliche Abfallkategorien unterteilt.

Die Abfälle werden bei den vier wichtigsten Unternehmungen am Flughafen – FWB, AUA, Lauda Air und AIREST – gesammelt und teils getrennt, teils unsortiert zur Entsorgung weitergeleitet.

Die Mengenangaben dieser Betriebe waren Grundlagen der weiteren Bearbeitung.

Die Aufnahme des Ist–Zustandes erfolgte im Sommer und Herbst 1991. Als Bezugsjahr für den Bereich Abfall wurde daher das Jahr 1990 gewählt.

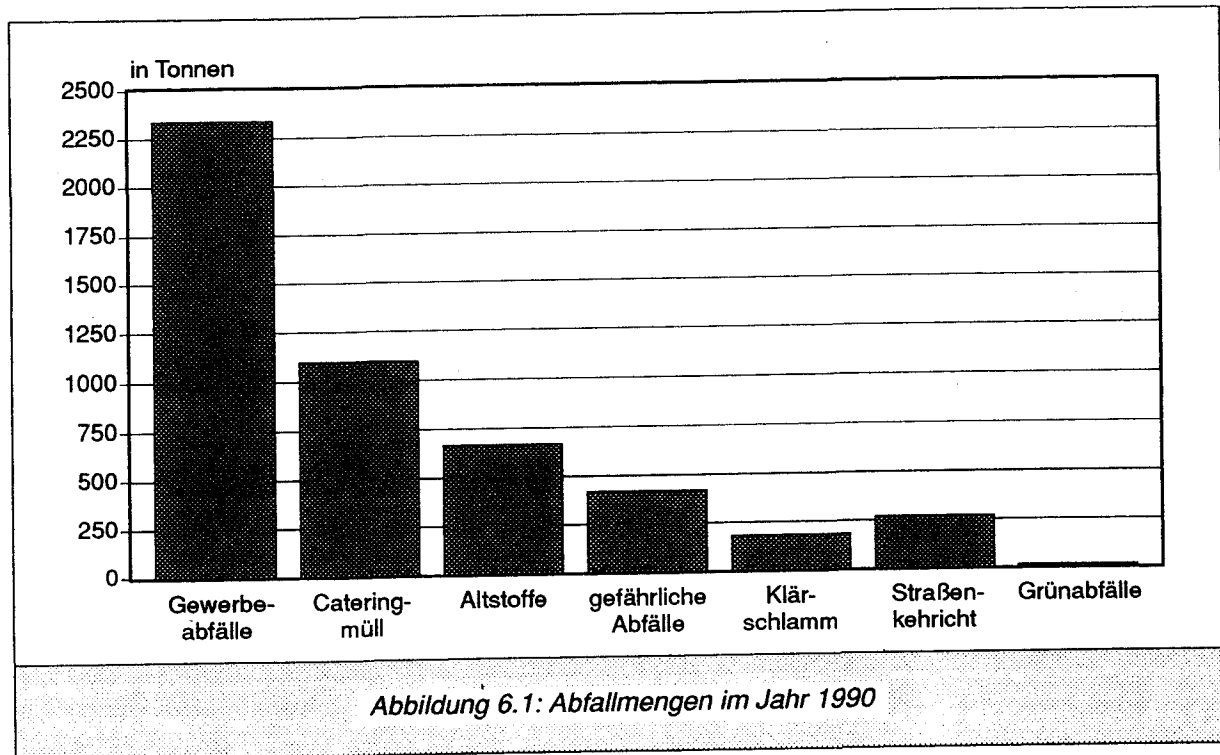
### 6.2 MENGE, ZUSAMMENSETZUNG UND HERKUNFT DER ABFÄLLE

Am Flughafen Wien–Schwechat fallen zur Zeit jährlich insgesamt rd. 5.000 t Abfall an. Davon ausgenommen sind Aushub– und Pistenabbruchmaterial sowie verschiedene Baustellenabfälle. Daraus ergibt sich die spezifische Abfallmenge je Passagier und Jahr von rd. 0,9 kg (5.715.000 Passagiere im Jahr 1990).

Diese Abfallmenge setzt sich aus hausmüllähnlichem Gewerbeabfall, Straßenkehrsicht, Cateringmüll (d. h. Abfälle der Flugzeugverpflegung), Klärschlamm, Grünabfällen und gefährlichen Abfällen zusammen.

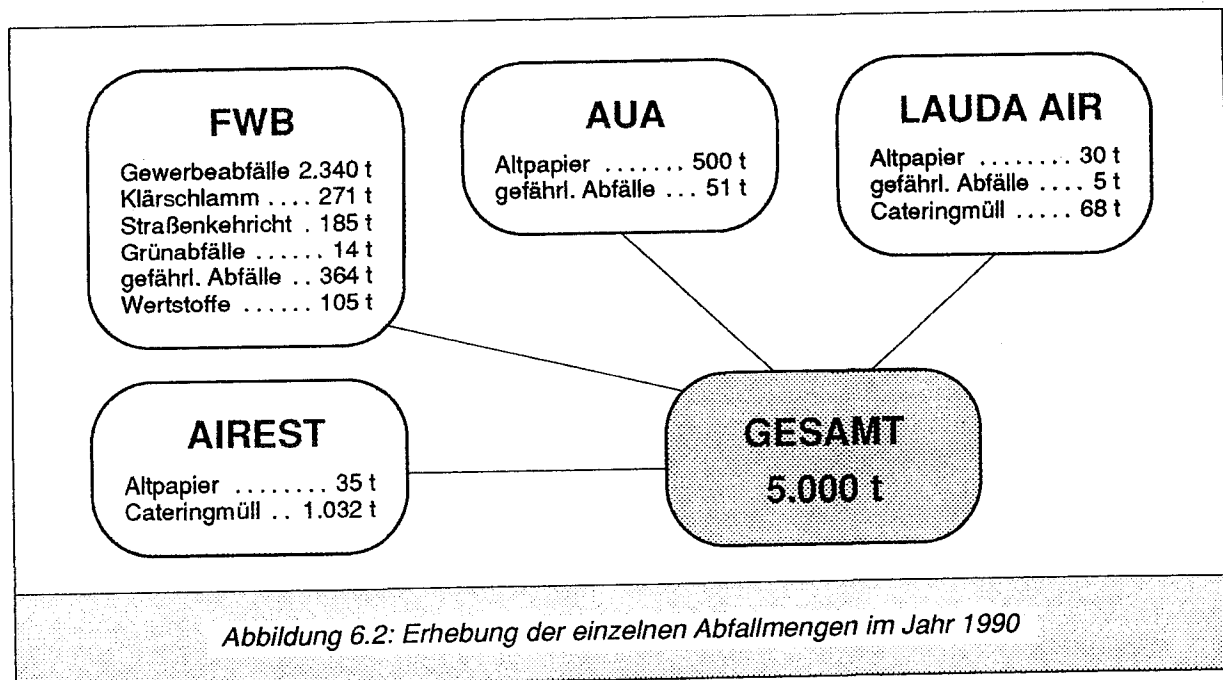
Tabelle 6.1: Abfallmengen im Jahr 1990

Abfallart	Menge (t)	Massen–%
Gewerbeabfälle	2.340	46,80
Cateringmüll	1.100	22,00
Getrennte Altstoffsammlung	670	13,40
Gefährliche Abfälle	420	8,40
Klärschlamm	271	5,42
Straßenkehrsicht	185	3,70
Grünabfälle	14	0,28
Gesamt	5.000	100,00



### Ermittlung der Abfallmengen

Die Auskünfte über die anfallenden Abfallmengen wurden bei der AUA, AIREST und Lauda Air mündlich eingeholt. Lediglich bei der FWB waren die Unterlagen in Form von Aufzeichnungen und Diagrammen über die Abfallmengen vorhanden und wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt. [6]



Die wesentlichen "abfallproduzierenden" Bereiche sind Passagierabfertigung, Hotellerie und Gastronomie, Catering-Service, Fracht, Wartung und Verwaltung.

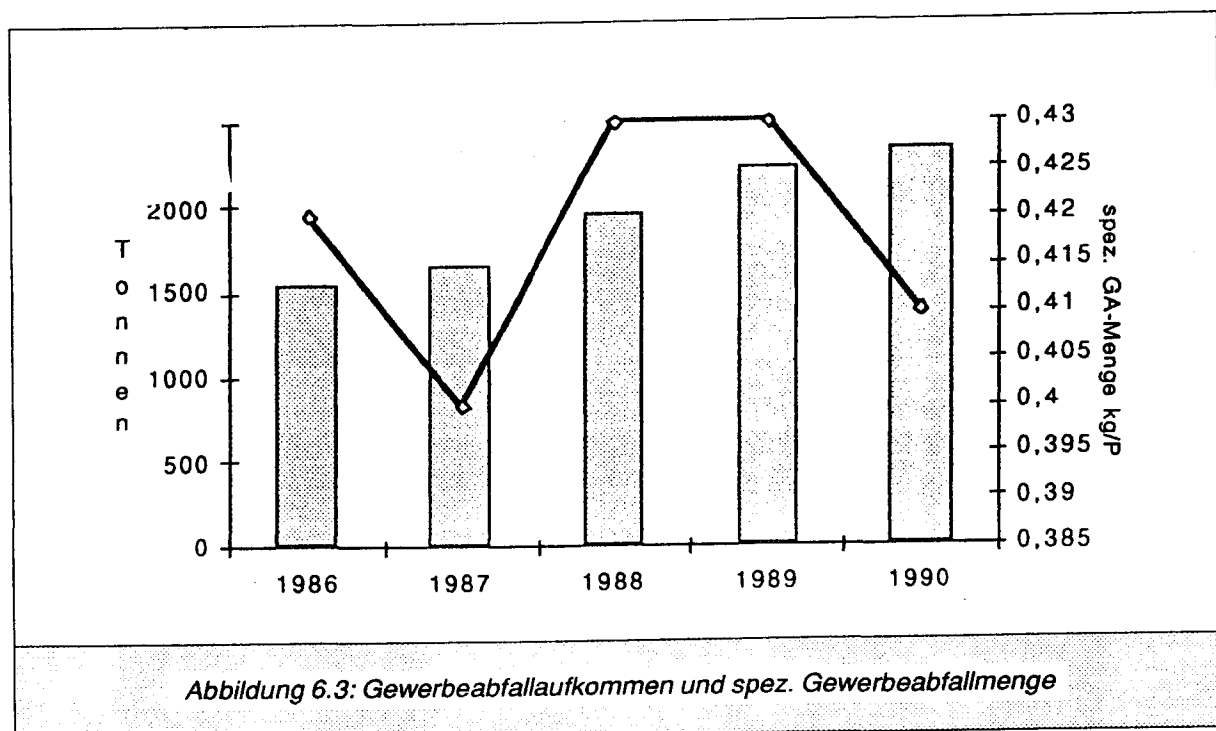


### 6.2.1 Gewerbeabfälle

Der Gewerbemüll macht rd. 47 % aus; es sollte daher seitens der FWB diesem großen Bereich verstärkte Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Tabelle 6.2: Gewerbeabfallaufkommen von 1986 bis 1990 und spez. Gewerbeabfallmenge

	1986	1987	1988	1989	1990
Gewerbeabfall (t)	1.545,14	1.650,67	1.964,82	2.158,20	3.389,70
Passagierzahl (Mill)	3,668	4,172	4,591	5,138	5,714
spez. GA-Menge (kg/P)	0,42	0,40	0,43	0,43	0,41



Der niedrigere Wert von 0,41 kg/P der Gewerbeabfallmenge im Jahre 1990 ist auf konsequenter Mülltrennung und Wertstofffassung zurückzuführen.

Da bei vergleichbaren Abfallströmen aus dem kommunalen Sektor der Anteil an wiederverwertbaren Stoffen (Papier, Glas, Metall) bei 30 % liegt, müßte hier noch ein großes Potential zur Wiederverwertung bzw. zur Müllreduktion vorhanden sein (vgl. Tabelle 6.1).

Die Zusammensetzung der Gewerbeabfälle ist hausmüllähnlich. Ca. 17 % dieser Abfälle stammen aus dem Großküchenbereich. Hier, im Bereich der AIREST-Betriebe, die 53 Fluglinien mit Bordverpflegung versorgen, wird ein Teil der biogenen Abfälle an Bauern abgegeben. Diese Mengen konnten nicht erfaßt werden. Eine getrennte Sammlung der restlichen biogenen Abfälle zur späteren biologischen Behandlung wäre durchaus realisierbar und zweckmäßig. Bis jetzt wurde sie nicht durchgeführt.

### 6.2.2 Cateringmüll

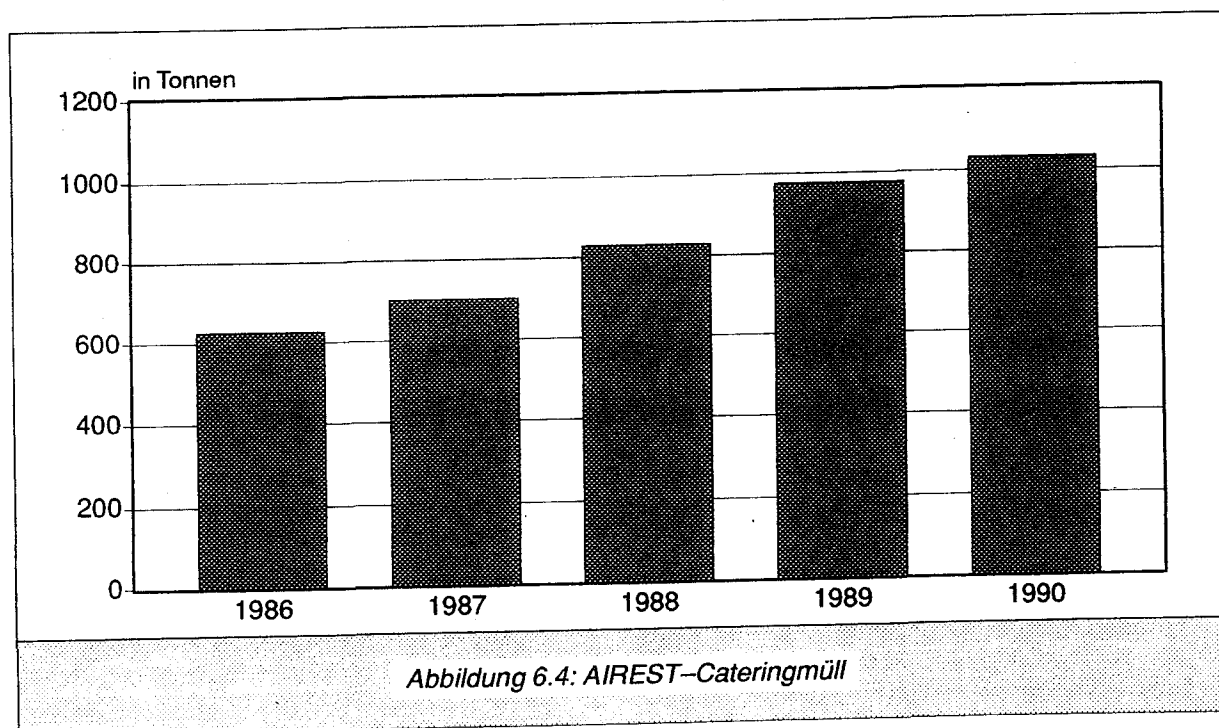
Aus dem Catering fallen derzeit 1.100 t Abfälle an, davon 1.032 t der Fa. AIREST. Das sind vor allem Essensreste und Verpackungsmaterial (Kunststoff, Papier, Karton, Glas, Metall usw). Diese Abfälle, die direkt aus den Flugzeugen anfallen, stellen eine Besonderheit dar. Sie werden, lt. Auskunft der Fa. AIREST, vom Gesundheitsamt und dem Hygieneinstitut als Müll mit besonderen Eigenschaften bezeichnet. Wenn Flugzeuge aus Ländern kommen, die der seuchenhygienischen Einfuhrverordnung unterliegen, müssen diese Abfälle aufgrund gesetzlicher Bestimmungen durch Verbrennung entsorgt werden, weil sie seuchenhygienisch bedenklich sein könnten. Da im Rahmen des Flughafenbetriebes eine getrennte Behandlung der einzelnen Flugzeuge nach den Herkunftsländern nicht durchgeführt wird, werden die gesamten Abfälle aus Flugzeugen, auch original verpackte Lebensmittel, verbrannt. Hier spielen auch die Zollbestimmungen eine Rolle. Da die unverbrauchten Lebensmittel (z. B. ungeöffnete Getränke) als Importware deklariert und zur Verzollung gebracht werden müssen, ist es derzeit einfacher, sie mit den anderen Flugzeugabfällen thermisch zu entsorgen.

Eine industrielle Vernichtung hochwertiger, unbenützter, originalverpackter Lebensmittel ist unvertretbar, auch wenn dies bisher wegen behördlicher Regelungen so gehandhabt wurde. Zudem ist eine thermische Entsorgung sicherlich der ungeeignetste Weg sich des Anfalles von Glas (Flaschen) zu entledigen.

Die Absicht der Fa. AIREST eine Anlage zu bauen, wo diese original verpackten Lebensmittel gesammelt, verzollt, mikrobiell untersucht, entseucht und dann zur weiteren Verwendung gebracht werden sollen, ist zu begrüßen.

Tabelle 6.3: AIREST-Cateringmüll von 1986 bis 1990

1986	.....	627 t
1987	.....	702 t
1988	.....	830 t
1989	.....	977 t
1990	.....	1.032 t

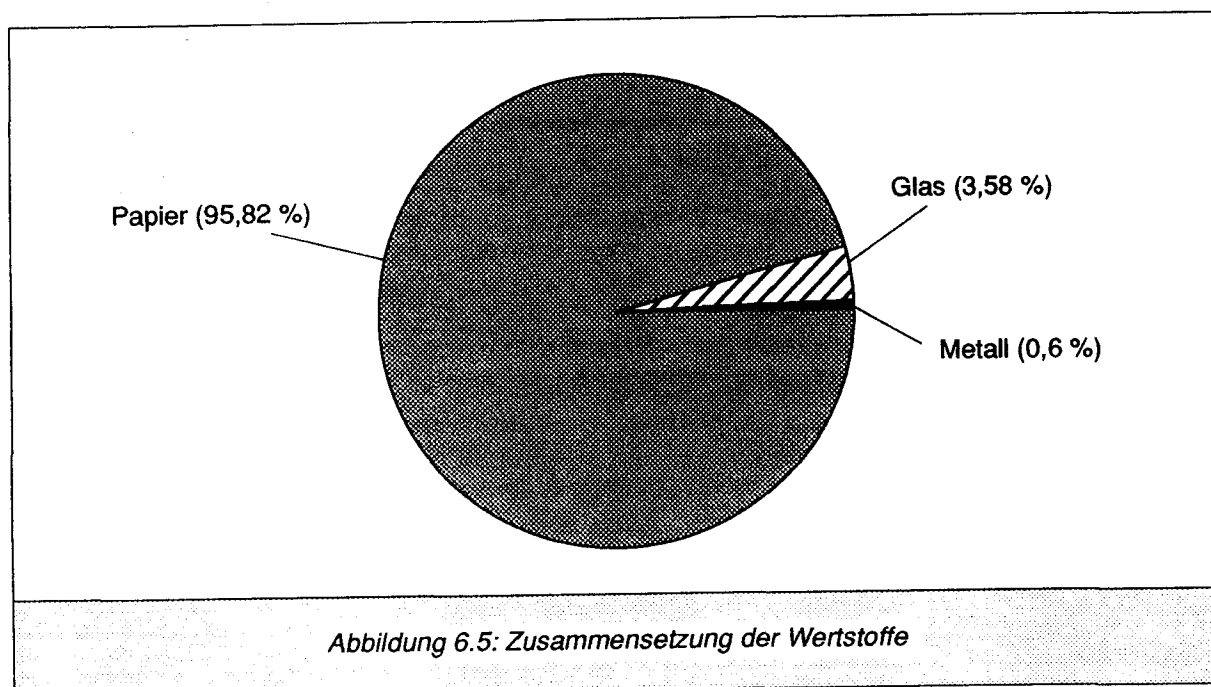


### 6.2.3 Altstoffe

Die getrennte Altstoffsammlung beinhaltet im wesentlichen Papier, Glas und Metall. Im Jahr 1990 wurden 670 t (13,40 % des Gesamtmüllaufkommens) einer Verwertung zugeführt.

Tabelle 6.4: Zusammensetzung der Wertstoffe

Altstoff	Menge (t)	Massen-%
Papier	642	95,82
Glas	24	3,58
Metall	4	0,60
Gesamt	670	100,00



#### Altpapier

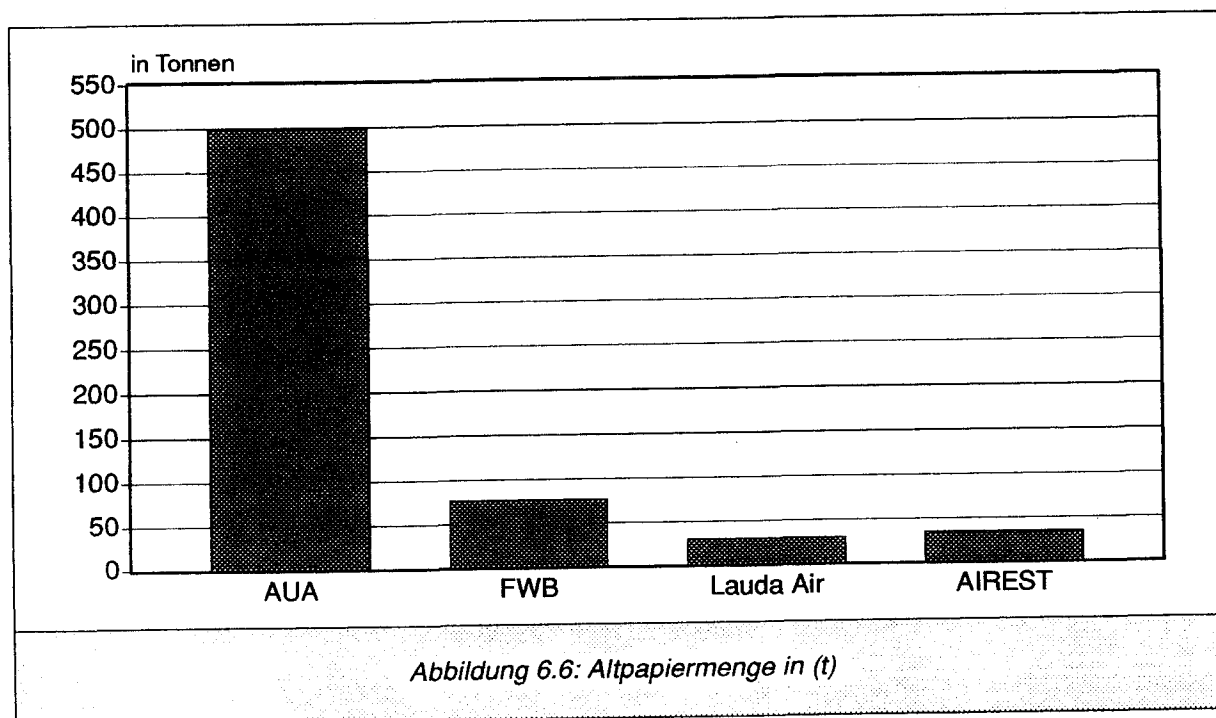
Rd. 78 % der gesamten Altpapiermenge wird durch die AUA gesammelt.

Bei der FWB wurde erst in den letzten Jahren mit der getrennten Sammlung von Papier, Pappe, etc. begonnen. Der hohe Anteil am gesammelten Altpapier ist auf den hohen Anteil an Zeitungen aus Flugzeugen und das ausgezeichnete Sammelsystem von der AUA zurückzuführen. Bei der AUA erfolgt die Papiersammlung bereits seit 1980, dies ist vermutlich mit ein Grund für das auffallend bessere Sammelergebnis. Unserer Ansicht nach könnte dieser Erfolg auch durch die Verwendung von 41 Stück Umleerrollbehältern mit einem Fassungsvermögen von 90 l pro Behälter begründet sein, die leicht nach Bedarf platziert werden können.

Tabelle 6.5: Herkunft des Altpapiers 1990

Gesammelt von	Menge (t)	Zahl der Beschäftigten	spez. Altpapiermengen (kg/B.a)
AUA	500	2.600	192,30
FWB	77	4.618 *	16,67
Lauda Air	30	482	62,24
AIREST	35	ca. 500	70,00
Gesamt	642	8.200	

\* Anzahl der Beschäftigten für die die FWB die Sammlung und Entsorgung von Altpapier übernommen hat.



### Metalle

Seitens der FWB werden lediglich Alu-Dosen in einer Menge von rd. 630 kg erfaßt. Große Mengen werden vermutlich mit dem gemischten Abfall auf Deponien abgelagert. Bei den Entsorgungsinselfen fielen bisher keine nennenswerten Mengen sonstiger Almetalle an. Der Almetallanfall aus den Bereichen Haustechnik, Wartung der Kfz und dergleichen mehr war nicht gesondert erfaßt bzw. bekannt. Der Anteil der von der AUA gesammelten Almetalle wurde geschätzt. Bei diesem Unternehmen erfolgt eine kostenlose Abholung und Verwertung der Almetalle, deswegen sind die Mengen unbekannt.

### Glas

Im Zuge der lückenlosen Erfassung des Flughafenbereiches wurden auf den 12 Entsorgungsinselfen auch Altglascontainer aufgestellt, die periodisch entleert werden. Im Jahr 1990 wurden knapp 24 t getrennt erfaßt und der Wiederverwertung zugeführt. Mangels einer getrennten Altglassammlung bei der AIREST wird die gesamte Menge an vollen, teilbefüllten und leeren Getränkeflaschen mit dem Cateringmüll bei der MVA Flötzersteig thermisch entsorgt. Dies widerspricht in hohem Maß dem Gedanken der Müllvermeidung bzw. -verwertung.

### Kunststoffe

Aufgrund der kleinen Mengen werden auf dem Flughafen Wien–Schwechat Kunststoffe nicht getrennt gesammelt. Die Kunststoffabfälle sind daher im Mischmüll, der deponiert wird, mitenthalten. Lt. Aussage der FWB – Zentraler Einkauf – werden bei Bestellungen von Kunststoffprodukten angebotene PVC–Produkte nicht mehr berücksichtigt [5].

Die Entsorgung der elektronischen Apparate (Computer, Kopierer, Fax–Geräte, Laserdrucker und deren Zubehör), welche hohe Kunststoff– und Metallanteile (insb. Edel– und Schwermetalle) aufweisen, ist derzeit so gelöst, daß die ausgedienten Geräte von den jeweiligen Lieferanten zurückgenommen werden. Die Verbrauchsmaterialien für diese Geräte (Farb– und Korrekturbänder, Toner etc.) werden von den Lieferanten kostenfrei zurückgenommen. Ähnlich ist die Entsorgung von Abfällen aus dem Kfz–Bereich gelöst. Altreifen, Trocken–, Traktions– und Starterbatterien werden gleichfalls an die Lieferanten zurückgegeben. Deswegen waren diese Mengen nicht erfaßbar.

### 6.2.4 Gefährliche Abfälle

In den Bereichen Wartung, Erhaltung und Großküche fallen z. z. rd. 420 t gefährliche Abfälle an.

Tabelle 6.6: Anfall und Herkunft gefährlicher Abfälle 1990

	Menge (t)	Herkunft
Schlammabscheiderinhalte	3	BARA (AUA)
Fettabscheiderinhalte	285	Großküche (AIREST)
Altöle	44	Wartung (AUA + FWB + Lauda)
Benzinabscheiderinhalte	38	Wartung ( – “ – )
Lackreste	3	Wartung ( – ” – )
Verschmutzte Leergebinde	3	Wartung, Druckerei ( – “ – )
Chlorierte Lösungsmittel	15	Wartung (AUA)
KS–Filterkuchen	7	BARA (AUA)
Beladene Aktivkohle	9	BARA (AUA)
Körperpflegemittel	2	Fracht (Lauda)
Andere Werkstättenabfälle	3	Wartung (FWB + AUA)
Gummiabrieb	5	Piste (FWB)
Trockenbatterie, Leuchtstoffröhren	3	Erhaltung (AUA + FWB)
Gesamt	420	

Die Schlammabscheiderinhalte, KS–Filterkuchen und beladene Aktivkohle stammen von der betrieblichen Abwasserreinigungsanlage der AUA (BARA). Sie sind mit CKW und Schwermetallen belastet und werden thermisch entsorgt (siehe Berichtsteil Wasser).

Jährlich müssen 285 t Rückstände aus Fettabscheidern im Großküchenbereich als gefährlicher Abfall bei der EBS verbrannt werden. Hier sollten die Recyclingmöglichkeiten für Speiseöl–abfälle überprüft werden.

Die chlorierten Lösungsmittel, hauptsächlich Dichlormethan, Trichlorethen und 1,1,1–Trichlorethan, werden zur Dampfentfettung und zur Entfernung von Anstrichschichten bei der Revision von Flugzeugen verwendet. Die jährliche Gesamtverbrauchsmenge an CKW beträgt rd. 20 t.

Ein Teil der chlorierten Kohlenwasserstoffe gelangt mit dem Wasser in die betriebliche Abwasserreinigungsanlage (BARA). Der flüchtige Teil der chlorierten Kohlenwasserstoffe wird abgesaugt und ohne Filter in die Atmosphäre weitergeleitet. Der Einbau von Aktivkohlefiltern wird in der nächsten Zeit in Erwägung gezogen. Der Anteil an CKW, die in die Atmosphäre entweichen bzw. ins Grundwasser gelangen, ist nicht erfaßbar.

Der in den Hangars erfaßte Rest wird als gefährlicher Abfall entsorgt. Dieser Rest ist teilweise mit Wasser, teilweise mit Sägespänen und Folien vermengt, auch beinhaltet er Schmutz und/oder Lackreste. Die Gesamtmenge der entsorgten CKW inklusive Wasser-, Sägespänen-, Schmutz- und Lackanteilen betrug

1990 .....	15.025 kg	
1991 (bis Ende Nov.) .....	15.430 kg	also rd. 15 t/a.

### **Reifenabrieb**

Der Reifenabrieb auf den Pisten wird im Auftrag der FWB abgefräst und als gefährlicher Abfall entsorgt. Im Gummiabrieb können folgende Stoffe enthalten sein: Naturgummi, Synthetikgummi, Ruß, Nylon-/Cordmaterial und chemische Additive (Zink, Cadmium, Silicium-IV-Oxid, Schwefel). Der überwiegende Teil des Abriebs fällt im Bereich der Aufsetzonen an. Diese Zonen werden einmal jährlich mechanisch gereinigt. Die so entfernte Reifenabriebsmenge betrug im Jahr 1990 rd. 5 t (Einfluß des Reifenabriebs auf den Boden, siehe Berichtsteil Boden).

### **Leuchtstoffröhren**

Die Leuchtstoffröhren haben einen hohen Schwermetallgehalt (vor allem Quecksilber: 15 bis 50 mg/Stk.), deswegen ist ihre Entsorgung problematisch. Die AUA läßt jährlich etwa 3.000 Stk. solcher Lampen in einem Recyclingbetrieb aufbereiten.

## **6.2.5 Straßenkehricht**

Die 185 Tonnen Straßenkehricht im Jahr 1990 stammen größtenteils von rd. 920.000 m<sup>2</sup> Betriebsstraßen und Parkplätzen, die von der FWB geräumt und im Winter gestreut werden. Im Vergleich zu 1989 ist diese Menge um das 4,5fache gestiegen, weil infolge erhöhter Bautätigkeit die Straßen stärker verschmutzt waren [6]. Diese Abfälle werden zur Deponie gebracht.

## **6.2.6 Klärschlamm**

Der Klärschlamm – rd. 271 t/a – stammt von der ARA-Ost des VIE. Er wird mit der Kammerfilterpresse und unter Zugabe von Kalziumhydroxid auf einen TS-Gehalt von 32 % entwässert (siehe Berichtsteil Abwasser). Der so entwässerte Klärschlamm ist deponierfähig und wird zu einer Deponie verbracht. Einmal im Jahr wird der Klärschlamm im Auftrag der FWB auf Schadstoffgehalte analysiert. Dabei zeigte sich, daß die so gewonnenen Werte unterhalb der Grenzwerte für eine landwirtschaftliche Verwertung liegen [4]. Der Klärschlamm der BARA ist bei den gefährlichen Abfällen miterfaßt.

## **6.2.7 Grünabfälle**

Es wurden 14 t Grünabfälle gesammelt, was dem Aufkommen aus einer relativ kleinen Grünfläche von ca. 7.000 m<sup>2</sup> (angenommene Durchschnittsmenge 2 kg/m<sup>2</sup>) entspricht. Die geringe

Fläche erklärt sich damit, daß nur von den gärtnerischen Flächen des Flughafenareals die Grünabfälle laufend gesammelt, zwischengelagert und letztendlich zu einer Deponie verbracht werden. Dort werden sie auch kompostiert. Der Grasschnitt auf den Flächen entlang der Pisten bleibt liegen und verrottet an Ort und Stelle.

### 6.2.8 Bauschutt und Pistenabbruch

Im Jahr 1991 fielen durch die laufende Bautätigkeit rd. 10.000 t Abbruch- und Aushubmaterialien an. Diese baustellenspezifischen Abfälle werden von den bauausführenden Vertragsfirmen auf Firmendeponien verbracht. Sollten die Ausbaupläne gemäß Masterplan verwirklicht werden, ist mit einem Vielfachen der derzeitigen Bauschuttmengen zu rechnen.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, daß jedes Bauwerk potentiellen Abfall darstellt, weshalb bei der Auswahl der eingesetzten Baustoffe darauf geachtet werden sollte, möglichst umweltfreundliche bzw. recycelbare Materialien einzusetzen. Dies gilt im besonderen für Kanalarohre, Dämmstoffe, Fenster, Farben, Bodenbeläge und Einrichtungsgegenstände.

Weiters sollte im Zuge der Bauausschreibungen in den Leistungsverzeichnissen die Verwendung von recycelten Materialien vorgeschrieben werden. Dadurch kann Deponievolumen gesont sowie eine stoffliche Wiederverwendung und Ressourcenschonung erreicht werden.

Im Gegensatz zu anderen Flughäfen Mitteleuropas (z. B. Zürich, München) wurden diese Gedanken am Flughafen Wien-Schwechat bisher noch nicht berücksichtigt.

## 6.3 SAMMLUNG

Die FWB deckt den Großteil der Abfallsammlung im Bereich des Flughafens Wien-Schwechat ab. Der gesamte am Flughafen anfallende Gewerbeabfall, die gesammelten Altstoffe und die gefährlichen Abfälle werden von der FWB entsorgt oder zur Entsorgung weitergeleitet. Zu diesen kommen noch die Mengen der gesonderten Sammlungen von gefährlichen Abfällen und Wertstoffen der Firmen AIREST, AUA und Lauda Air, die ihrerseits die Entsorgung dieser gefährlichen Abfälle oder Verwertung von Altstoffen veranlassen.

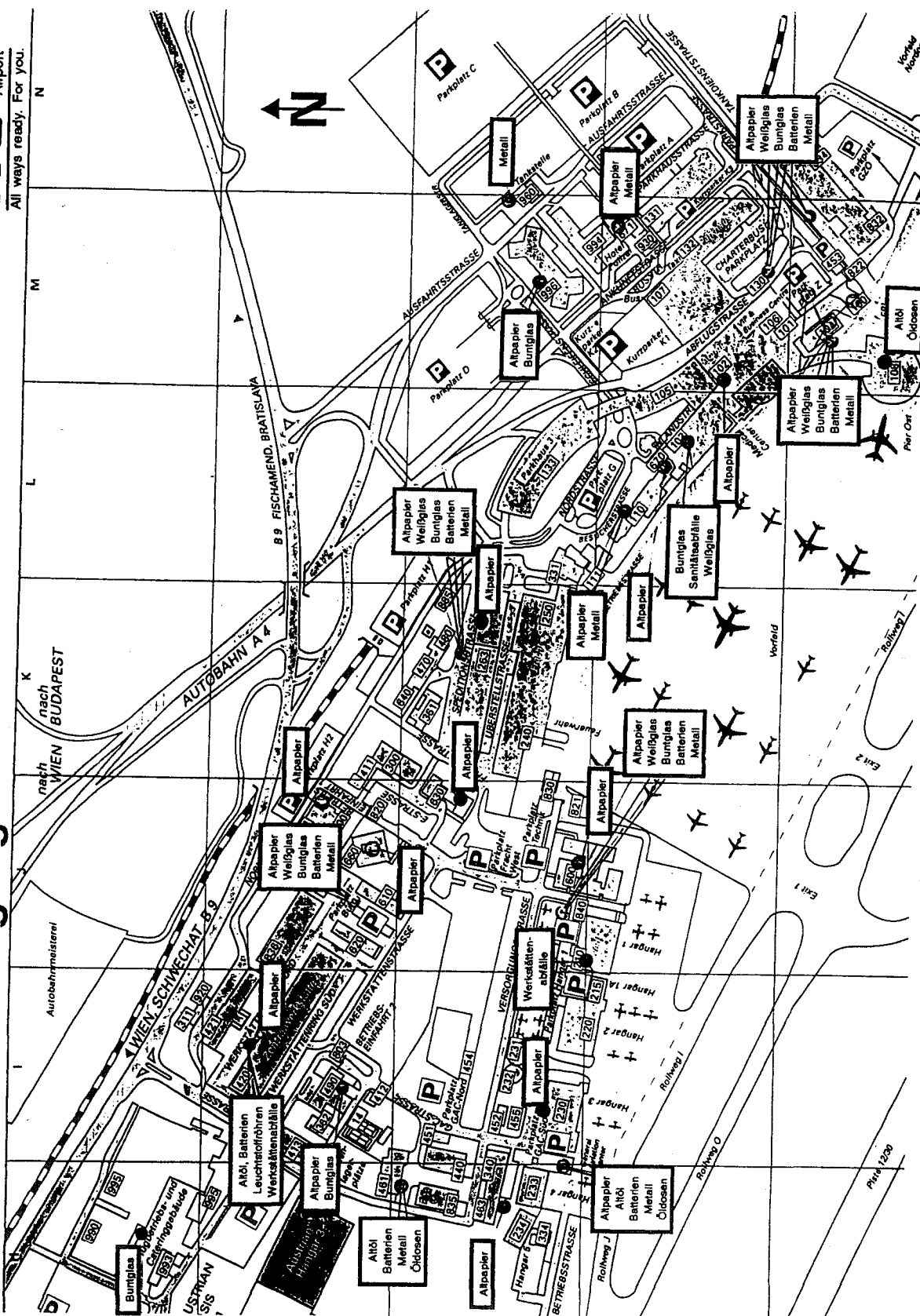
Hier ist grundsätzlich zu erwähnen, daß die Technik der Abfallsammlung eine der entscheidenden Grundlagen für die Effektivität von Abfallverwertungsmaßnahmen darstellt.

Die Erfassungsquoten und die Stoffreinheit verwertbarer Abfallbestandteile werden stark von der Sammelmethode beeinflusst. Der Flughafen bietet als abgeschlossenes Entsorgungsgebiet mit einer großen räumlichen Ausdehnung eine günstige Infrastruktur für die getrennte Sammlung. Behältersysteme, Sammlung, Transport und Logistik der Abfallentsorgung können optimal aufeinander abgestimmt und zentral gesteuert werden. Das Personal des Flughafens, der Fluggesellschaften und der Gewerbebetriebe kann als überschaubare Gruppe mittels gezielter Informationsarbeit zu einer entsprechenden Disziplin in bezug auf die getrennte Sammlung erzogen werden. Die FWB ist derzeit bemüht, im Wege einer betriebsinternen Informationsstätigkeit das Umweltbewußtsein der Mitarbeiter zu vertiefen und entsprechende Sammeltätigkeit zu fördern.

Ein VIE-internes Sammelsystem ist auf dem Übersichtsplan in Abbildung 6.7 dargestellt:

## VIE – Abfallentsorgung

**120  
1100  
VIA**  
Vienna  
International  
Airport  
All ways ready. For you.





Am Flughafen Wien–Schwechat sind 12 Entsorgungsinselfür die getrennte Wertstoffsammlung durch die FWB eingerichtet. Hier werden Papier, Weißglas, Buntglas, Metalle, Ni–Cd–Batterien und Restmüll getrennt gesammelt. Dazu kommen noch die Plätze für die Bedarfsentsorgungen. Für Gewerbemüll sind auf 103 Plätzen insgesamt 180 Stk. Müllgroßbehälter zu 1.100 l sowie 2 Stk. Großcontainer für Preßmüll aufgestellt. Im Jahr 1990 erfolgten rd. 49.000 Entleerungen mit einem durchschnittlichen Grad der Befüllung von ca. 80 %.

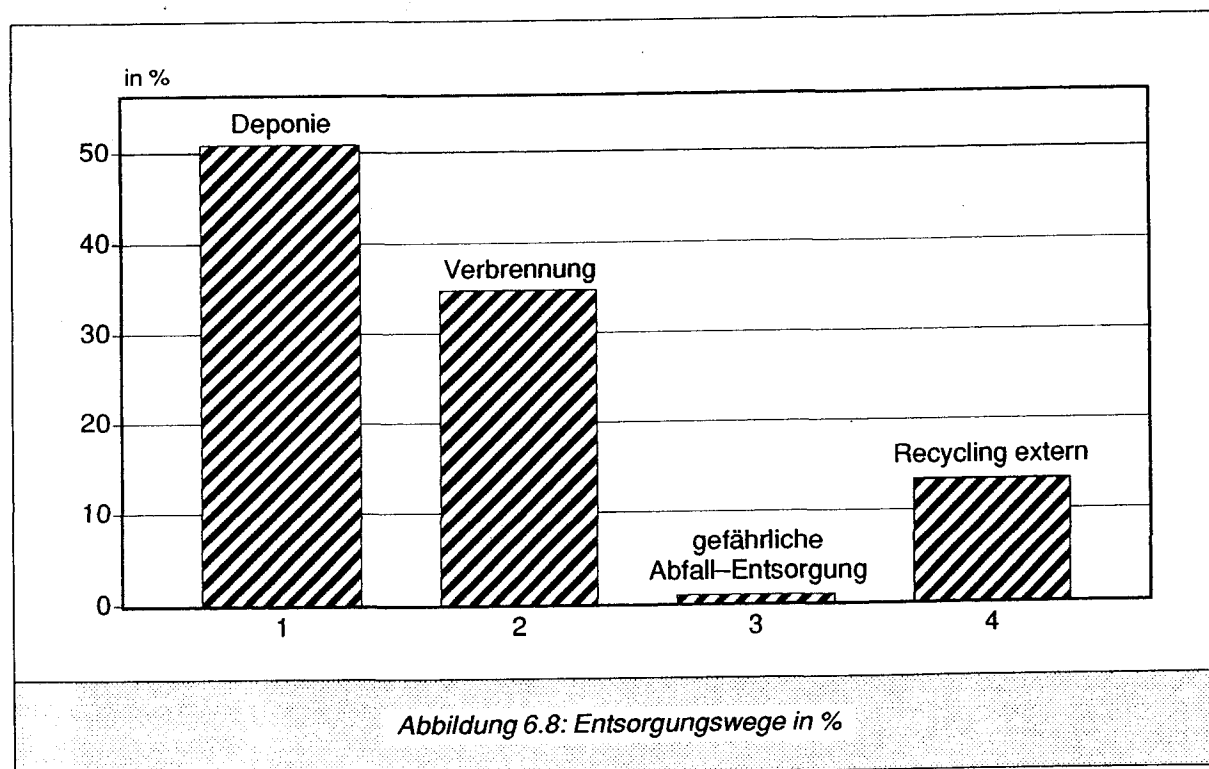
Die FWB beabsichtigt die Anzahl der Entsorgungsinselfür zu vergrößern, um die Erfassungsquote der Wertstoffe zu erhöhen.

## 6.4 ENTSORGUNGSWEGE

Der weitaus größte Teil der Flughafenabfälle wird auf einer Deponie abgelagert.

Tabelle 6.7: Entsorgungswege

	Menge (t)	Massen-%
Deponie	2.545	50,90
Verbrennung	1.740	34,80
Gefährl. Abfall-Entsorger	45	0,90
Recycling extern	670	13,40
Gesamt	5.000	100,00



Tatsächlich ist der Anteil der auf Deponien entsorgten Abfälle mit rd. 3.000 t anzusetzen, da bei der Verbrennung von Abfällen mit dem Anfall von Reststoffen in der Höhe von 40 % (hoher Glasanteil des Cateringmülls) zu rechnen ist.

Der Großteil der gefährlichen Abfälle wird zur Verbrennung in die MVA verbracht. Ein kleinerer Teil dieser Abfälle (45 t), wie z. B. Altöle, Benzinabscheiderinhalte und Lösungsmittel werden durch befugte Sammler übernommen.

## 6.5 MASSNAHMENVORSCHLÄGE

- 1) Bessere Erfassungsquote der Wertstoffe:
  - Überprüfen der Recyclingmöglichkeiten der Speiseölabfälle.
  - Überprüfen der Entsorgungsmöglichkeit des Cateringmülls durch biologische Behandlung. Unter anaeroben Bedingungen und einer Dauer von 6 Tagen über 65° C wären seuchenhygienische Anforderungen erfüllt.
  - Glassammlung bei AIREST-Cateringmüll
  - Verwertung ungeöffneter bzw. original verpackter Lebensmittel
- 2) Umsteigen auf Lösungsmittel, die nicht CKW enthalten.
- 3) Einbau von Aktivkohlefiltern in den Hangars der AUA.
- 4) Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes zur Abfallvermeidung und -minderung.

## 6.6 PROGNOSE DES ABFALLAUFKOMMENS FÜR DAS JAHR 2000

Statistiken über das Gesamtmüllaufkommen von früheren Jahren auf dem Flughafen Wien-Schwechat sind nicht vorhanden. Wenn man annimmt, daß die Müllmenge pro Passagier konstant bleibt, wenn keine Müllreduktion durch verschiedene Maßnahmen der Müllvermeidung stattfindet, ist im Jahr 2000 mit einem Gesamtmüllaufkommen von rd. 12.000 Tonnen zu rechnen (nach Masterplan 2000 werden 11.650 Millionen Passagiere erwartet).

## 6.7 VERGLEICHE ZU ANDEREN FLUGHÄFEN

Im Vergleich zu den Flughäfen München und Zürich ist das Gesamtmüllaufkommen des Flughafens Wien-Schwechat schon wegen der geringeren Passagierzahl kleiner, es beträgt ca. 25 % der Mengen in München und Zürich.

Tabelle 6.8: Vergleich der Flughäfen Wien, München und Zürich

Flughafen	Passagier- zahl (Mill.) P	Zahl d. Be- schäftigten B	Abfall- menge t/a	spez. Ab- fallmenge kg/P.a	spez. Ab- fallmenge kg/B.a
Wien-Schwechat 1990	5,7	8.200	5.000	0,88	610
München 1990 [3]	12	12.000	20.000	1,67	1.670
Zürich 1989 [2]	12	18.900	22.500	1,87	1.190

Es ist auffallend, daß die spezifischen Abfallmengen in kg je Passagier und Jahr und je Beschäftigtem und Jahr in Wien um etwa die Hälfte kleiner sind als in München und Zürich.

Mögliche Ursachen für diesen Unterschied sind:

- Geringere Menge der Grünabfälle auf dem Flughafen Wien-Schwechat im Vergleich zu München und Zürich.
- Abfälle, deren Mengen nicht erfaßt werden konnten:
  - Die Menge der biogenen Abfälle, die an Bauern abgegeben werden, war unbekannt.
  - Die Ausschöpfung aller kostenlosen Rückgabemöglichkeiten alter Produkte beim Einkauf von neuen, wie z. B.: Computer, Kopierer, Laserdrucker, Fax-Geräte, Fahrzeugbatterien, Reifen usw.

## 6.8 LITERATUR

- [1] Lechner, P., Lahner, T.: Abfallwirtschaft. Studienunterlage, TU-Wien, WS 1990/91
- [2] Flughafen Zürich: Umweltbilanz Flughafen Zürich. (1991)
- [3] Fichtner, Thomé-Kozmiensky, K. I.: Optimierung des Abfallwirtschaftskonzeptes für den Flughafen München 2 (1990)
- [4] Spatz, P., Zivilingenieurbüro: Klärschlammuntersuchung 1989, 1990, 1991
- [5] FWB: Umweltfreundliche Aktivitäten der Hauptabteilung Materialwirtschaft, Zentraler Einkauf und Zentrallager. (1991)



## **7 ENERGIEVERSORGUNG UND ENERGIEVERBRAUCH DES VIE**

### **7.1 EINLEITUNG**

Flughäfen sind Großbetriebe, die einen hohen Energieverbrauch aufweisen. Dettweiler [1] schreibt, daß der neue Flughafen München einen Energiebedarf haben wird, der einer Stadt mit 30.000 bis 50.000 Einwohnern oder dem von 12.000 bis 15.000 Einfamilienhäusern entspricht.

Nach Fremuth [3] betrug in Österreich 1988 der Gesamtverbrauch an elektrischer Energie pro Kopf der Bevölkerung 5.961 kWh. Nimmt man diesen Wert als Bezugsbasis für den Energieverbrauch des Flughafens Wien-Schwechat, so entspricht dies dem Verbrauch an elektrischer Energie von rund 21.600 Personen.

Ein Flughafen benötigt Wärme, Kälte und elektrische Energie sowie Kraftstoffe für die Bodenfahrzeuge. Damit werden alle Bereiche eines Flughafens wie Passagierabfertigung, Verwaltung, technische Dienste, Flugsicherung, Befeuerung, Küche, Kantine u. ä. mit der erforderlichen Energie versorgt.

Eine detaillierte energetische Analyse und Bewertung des VIE ist im Rahmen dieses Projektes nicht vorgesehen. Zur Beurteilung werden daher die Daten, wie sie im Energiebericht 90 der Flughafen Wien Betriebsgesellschaft [2] vorliegen, verwendet.

Einen Vergleich mit anderen Flughäfen vorzunehmen ist problematisch, da die Strukturen der einzelnen Flughäfen ebenso wie die klimatischen Verhältnisse sehr unterschiedlich sind.

### **7.2 ENERGIEVERBRAUCH**

#### **7.2.1 Wärmebedarf und Klimatisierung von Gebäuden**

Um ein behagliches Raumklima zu schaffen, muß eine bestimmte Raumtemperatur aufrechterhalten werden; dies geschieht durch Wärmezufuhr bzw. durch Wärmeabfuhr. In unseren Breiten dominiert die Wärmezufuhr.

Die Wärmeverluste eines Gebäudes werden durch Transmissions- und Lüftungswärmeverluste verursacht.

##### **7.2.1.1 Energiebilanz von Gebäuden**

Die Energiebilanz eines Gebäudes hängt von zahlreichen Faktoren ab. Sie können folgenden Bereichen zugeordnet werden:

1. Gebäude: Bauweise, Baumaterial, Größe, Geschößzahl, Verhältnis von Fensterfläche zu Gebäudefläche und Verhältnis von Gebäudefläche zu Volumen.

2. Heizung: Heizanlage, Regelung, Zustand, Wärmeverteilung
3. Benutzeranforderungen: Nutzung der Räume, Raumtemperatur, tägliche Benutzungsdauer, Umfang der Beheizung, Luftwechsel (Benutzerverhalten).
4. Klimatische Verhältnisse: Verlauf der Außentemperatur und Sonneneinstrahlung, Wind und Luftfeuchtigkeit.

#### 7.2.1.2 Heizlast und Kühllast eines Gebäudes

Unter Heizlast versteht man jene Wärmeleistung, die einem Gebäude zugeführt, unter Kühllast die Wärmeleistung, die abgeführt werden muß, um eine bestimmte Raumtemperatur aufrecht zu erhalten.

Zur exakten Ermittlung des Heizenergiebedarfs müßte eine Energiebilanz erstellt werden. Diese enthält die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste sowie die Gewinne durch Sonneneinstrahlung und innere Gewinne durch Abwärme (Geräte, Beleuchtung und Anzahl der Menschen).

#### 7.2.1.3 Energetische Bewertung von Gebäuden

Als Maß für die thermische Güte eines Gebäudes wird häufig der "mittlere Wärmedurchgangskoeffizient  $k$ " der umschließenden Gebäudeflächen genommen.

Energiekennzahlen ermöglichen es, den Energieverbrauch von Gebäuden mit gleicher oder ähnlicher Nutzung miteinander zu vergleichen. Die Energiekennzahl [5] ist ein Maß für den spezifischen Energieaufwand eines Gebäudes innerhalb eines Jahres in MJ, bezogen auf die Energiebezugsgröße (vorrangig die Grundrißfläche).

### 7.2.2 Elektrische Energie

Der Verbrauch an elektrischer Energie für die Beleuchtung hängt vom Gebäude, vom Wetter und dem Benutzerverhalten ab. Für die Beleuchtung werden im allgemeinen etwa 15 % der gesamten elektrischen Energie verwendet [4].

Ein weiterer wesentlicher Faktor für den Verbrauch an elektrischer Energie ist die Ausstattung mit Maschinen und Geräten (EDV, Büromaschinen, Werkstätten, Rolltreppen, Aufzüge, Förderanlagen, Pumpen usw.). Bei Flughäfen kommen noch die Flugsicherung und die Befeuerung (Lichtmarkierung an Pisten und Rollwegen) hinzu.

#### 7.2.3 Prozeßwärme und Warmwasserverbrauch

Der Verbrauch an Prozeßwärme und Warmwasser ist von den betriebsinternen Prozessen, der Anzahl der Beschäftigten und Passagiere sowie dem Benutzerverhalten abhängig.

### 7.3 GESAMTENERGIEVERBRAUCH

Laut Energiebericht der Flughafen Wien Betriebsgesellschaft wurden im Jahr 1990 folgende Energiemengen verbraucht [2]:

elektr. Energie ..... 47.935 MWh  
 Wärme ..... 80.604 MWh  
 Gesamtverbrauch ..... 128.539 MWh

Abb. 7.1 zeigt anschaulich den Energiefluß vom Bezug über die Verteilung bis zur Energienutzung. Knapp zwei Drittel des Gesamtenergieverbrauches entfallen auf Wärme, der Rest auf elektrische Energie.

Bereinigt man den Gesamtverbrauch an Wärme und elektrischer Energie von den Verlusten, dann ergibt sich für die einzelnen Bereiche folgende Verteilung in Prozenten:

Tabelle 7.1: *Anteilmäßiger Verbrauch von Wärme und elektrischer Energie in %*

Verbraucher	Wärme	Elektr. Energie
VIE	51,75	44,86
AUA	33,50	30,02
Klimatisierung	10,59	5,93
Sonstige	4,16	14,34
Flugsicherung		2,77
Befeuerung		2,08

Der Gesamtenergieverbrauch hat zwischen 1980 und 1990 um 22.862 MWh oder 21,6 % zugenommen. Eine Prognose über den Verbrauch an Wärme und elektrischer Energie zeigt, daß auch in Zukunft mit einer Steigerung des Gesamtenergieverbrauches zu rechnen ist (vgl. Abb. 7.2).

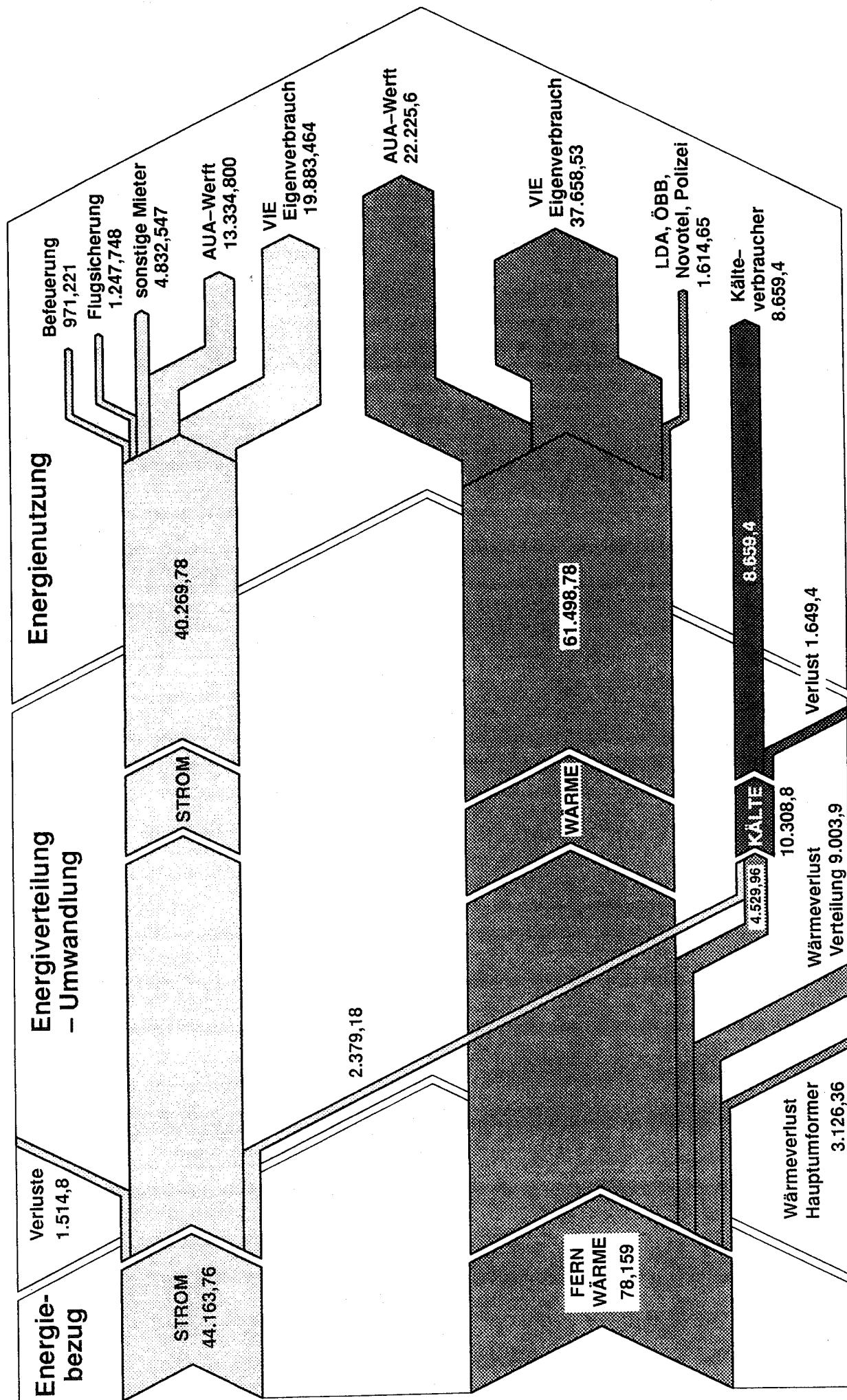
Der spezifische Energieverbrauch hingegen ist aufgrund des starken Passagieraufkommens um rund 37 % gefallen. 1980 betrug das Passagieraufkommen 2.923.297 Personen, 1990 waren es 5.714.514; dies entspricht einer Steigerung von 95,5 %. Das Verkehrsaufkommen hat im selben Zeitraum um 94,9 % zugenommen: 1980 wurden 3.152.000, 1990 6.143.000 Verkehrseinheiten gezählt. Die Abb. 7.3 bis 7.5 geben diese Entwicklung wieder.

Zur Beurteilung des Energieverbrauches wird unter anderem der spezifische Energieverbrauch verwendet. Man versteht darunter den Energieverbrauch eines Jahres, der auf einen mengenmäßigen oder finanziellen Wert bezogen wird. Im obigen Energiebericht wird der gesamte Energieverbrauch, bzw. der gesamte Verbrauch an elektrischer Energie, Wärme- und Kälteenergie auf die Verkehrseinheit bzw. auf den Passagier bezogen.

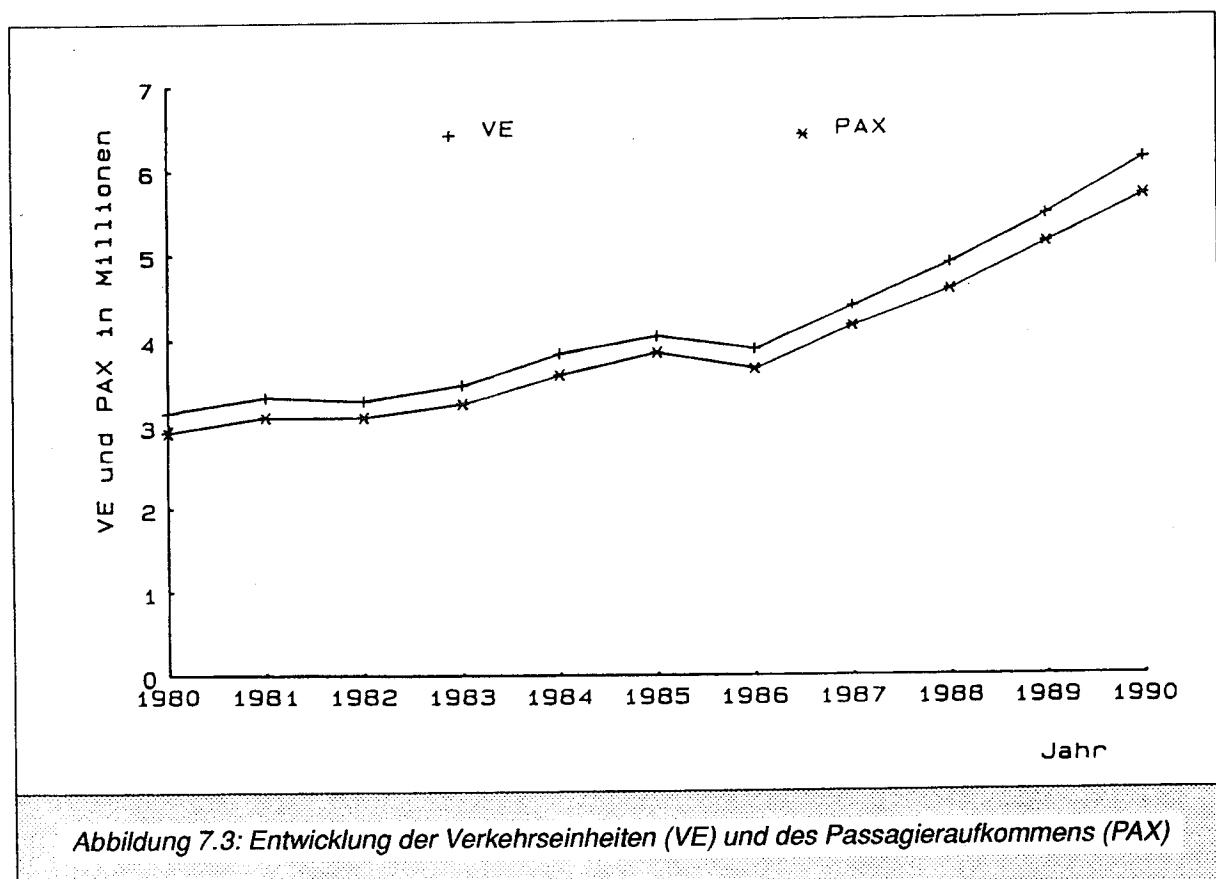
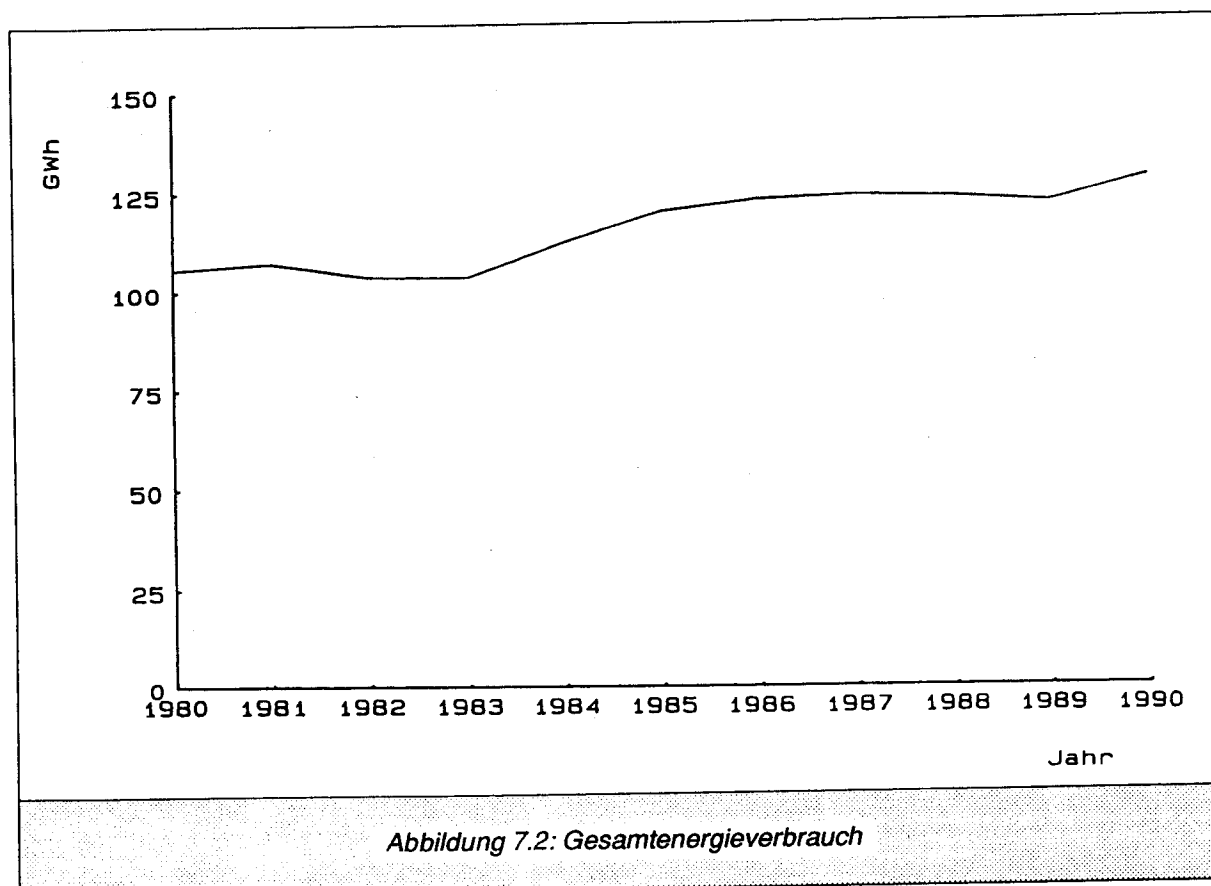
Eine Verkehrseinheit ist das summierte Verkehrsaufkommen (das sind Passagiere + Fracht + Post in kg) pro Jahr, bezogen auf eine Masse von 100 kg. Ein Passagier mit Gepäck wird gleich 100 kg gesetzt. Z. B. entsprechen 5 Passagiere + 100 kg Fracht + 50 kg Post 6,5 Verkehrseinheiten.

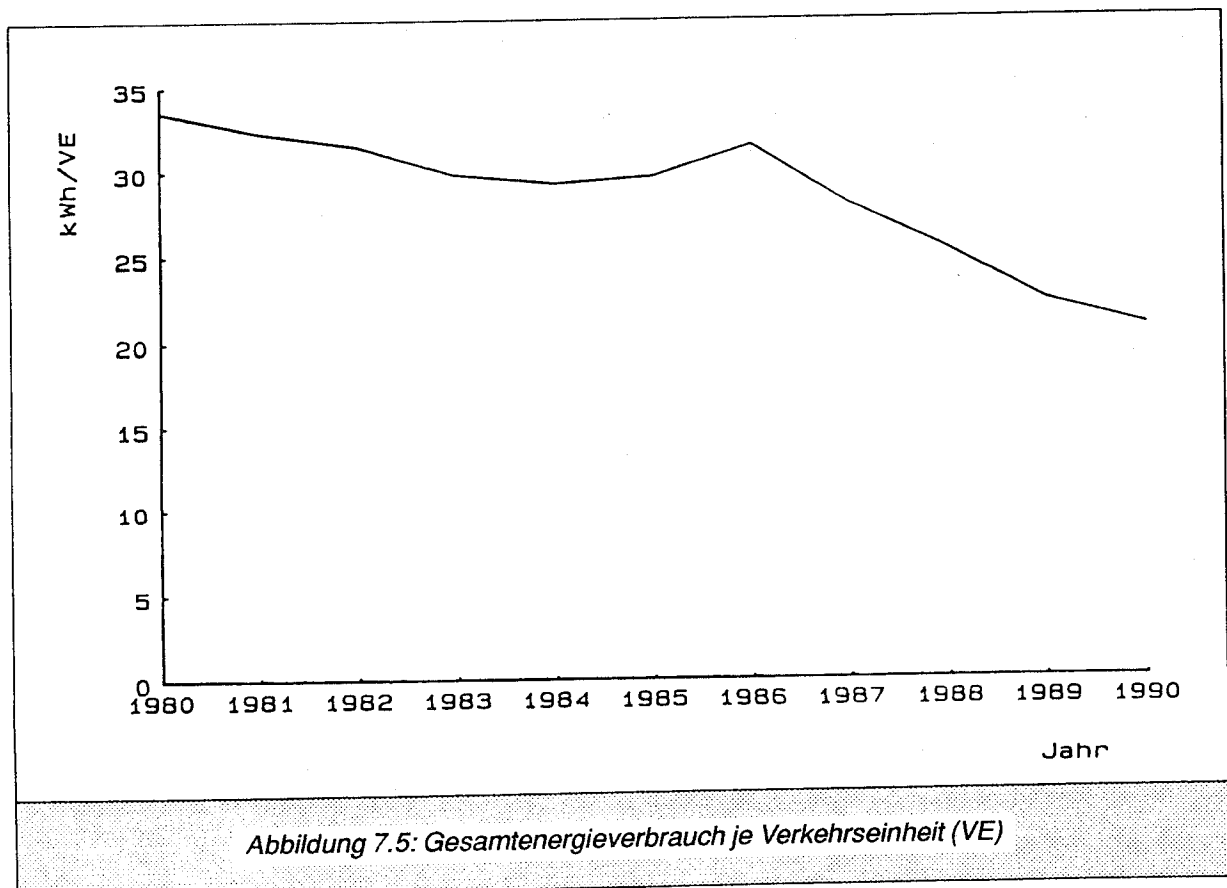
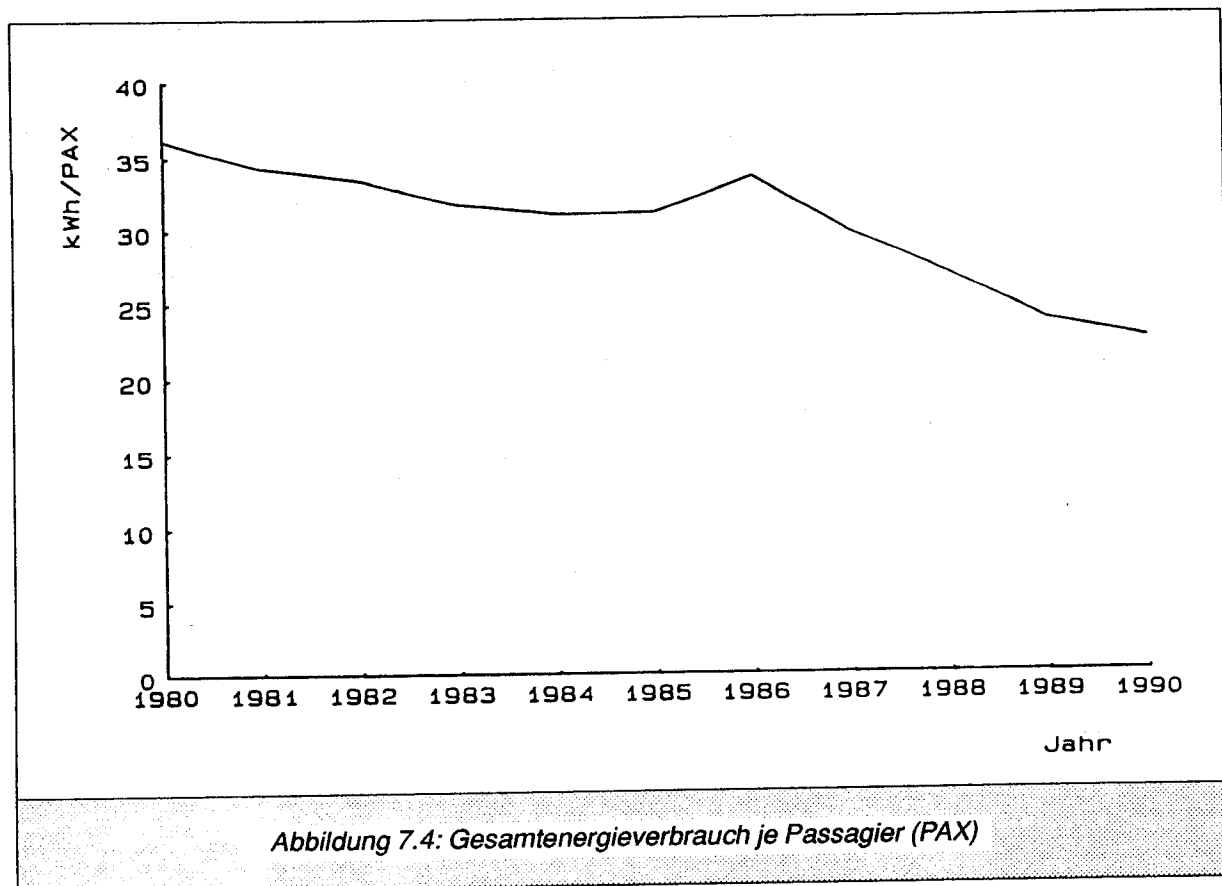
Abbildung 7.1.: **Energiefluß Flughafen Wien-Schwechat**

(Quelle: Energiebericht 1989 des VIE)









### 7.3.1 Elektrizitätsversorgung

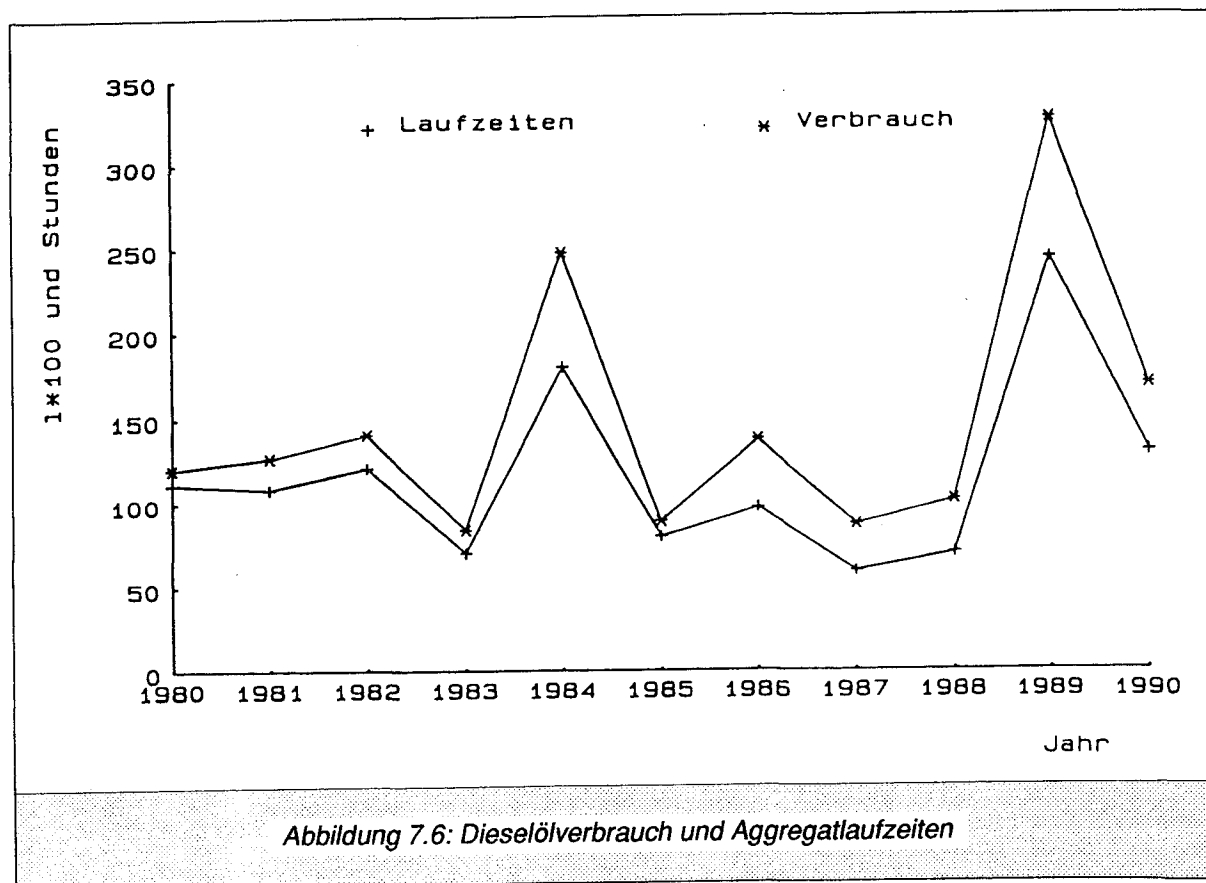
Der Flughafen Wien–Schwechat bezieht die benötigte elektrische Energie vom Verbundnetz über das Verteilnetz und dem Umspannwerk Kaiserebersdorf der Wr. Stadtwerke. Vom Umspannwerk Kaiserebersdorf führen zwei Kabel zur Übergabestation am Flughafen, in der sich die Meßeinrichtungen befinden. Die Übertragungsleistung der Kabel beträgt 8,1 MW, die Versorgungsspannung 20 kV. Alle Trafostationen des VIE sind in Kabelringen zusammengeschaltet.

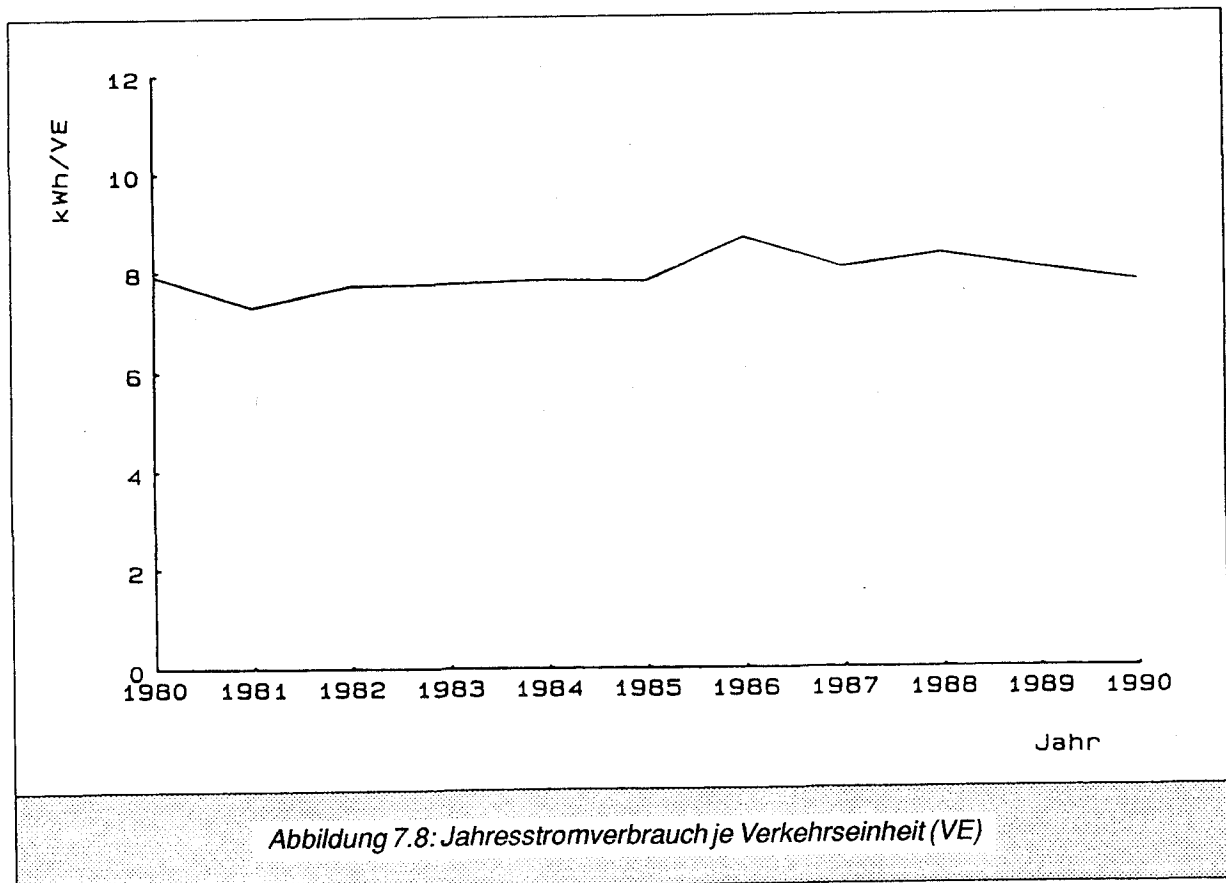
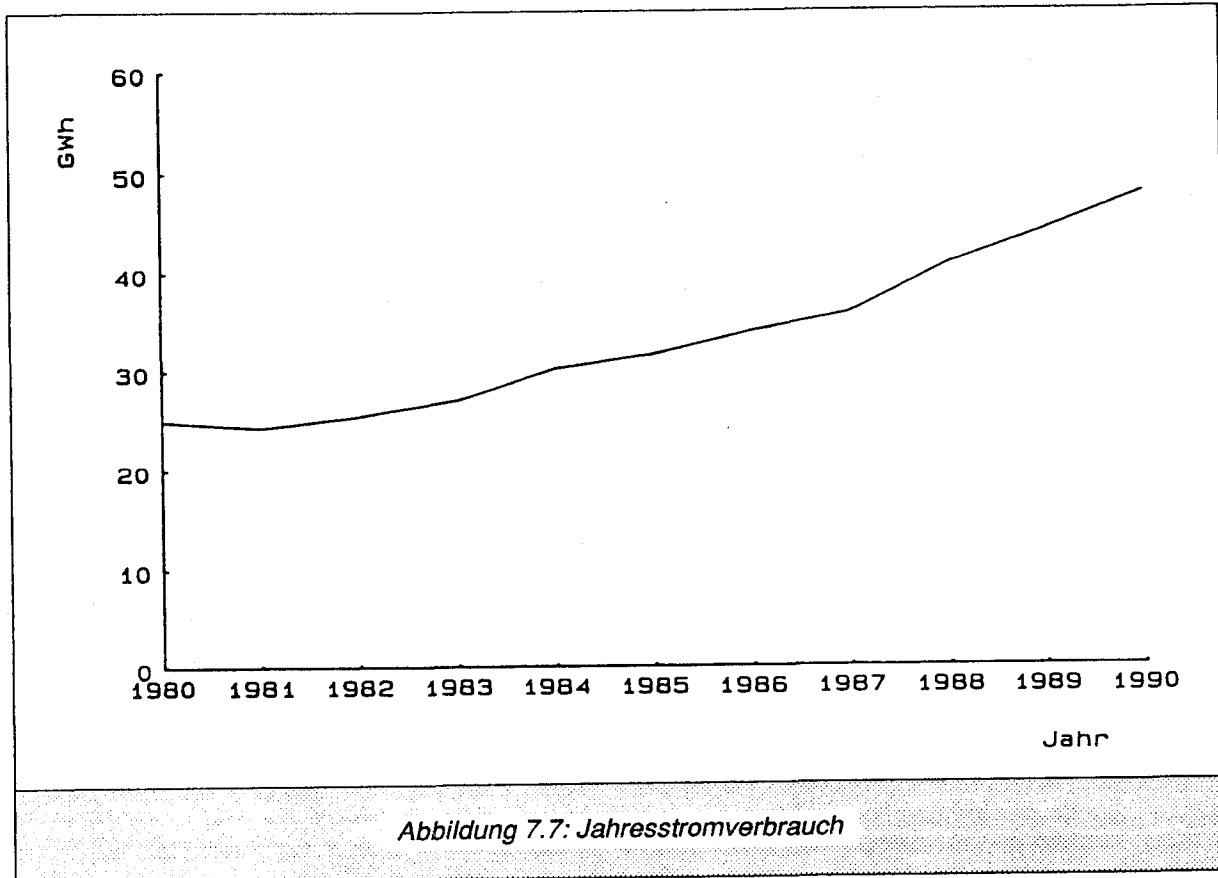
#### Notstromversorgung

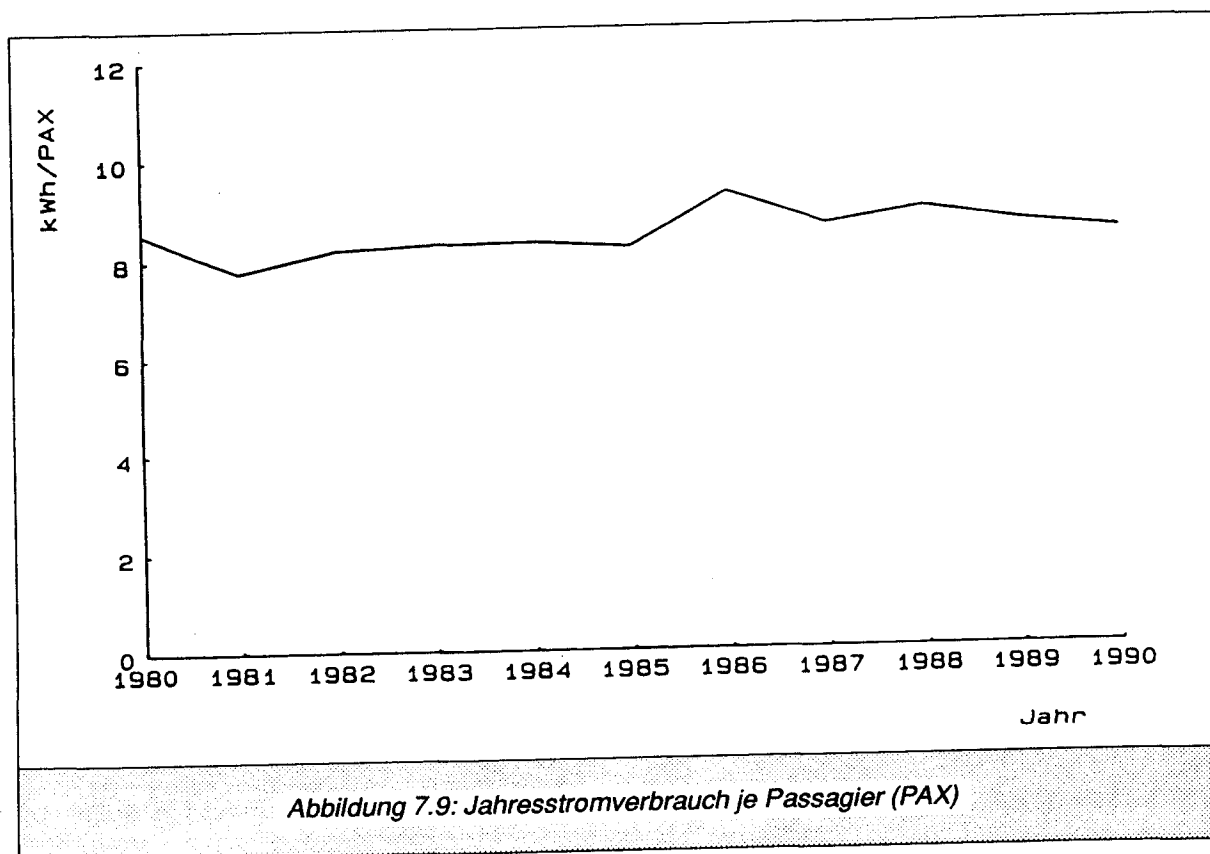
Für die Notstromversorgung stehen vier Notstromaggregate mit einer Gesamtleistung von 4.200 kVA zur Verfügung. Die Notstromaggregate werden mit Dieselmotoren betrieben. In bestimmten Fällen muß innerhalb einer Sekunde Strom geliefert werden. Dies erfolgt durch das Schnellbereitschaftsaggregat mittels eines Speicherschwungrades. Dieselölverbrauch und Laufzeiten sind aus Abb. 7.6 zu ersehen.

Der Verbrauch an elektrischer Energie ist in den letzten 10 Jahren beinahe kontinuierlich gestiegen, und zwar von 24.964 MWh auf 47.935 MWh. Dies entspricht einer Steigerung um 22.971 MWh oder um 92,0 % (vgl. Abb. 7.7).

Der spezifische Verbrauch an elektrischer Energie je Verkehrseinheit bzw. je Passagier ist in den Jahren 1980 bis 1990 beinahe konstant geblieben (s. Abb. 7.8 und 7.9).







### 97.3.2 Fernwärmeversorgung

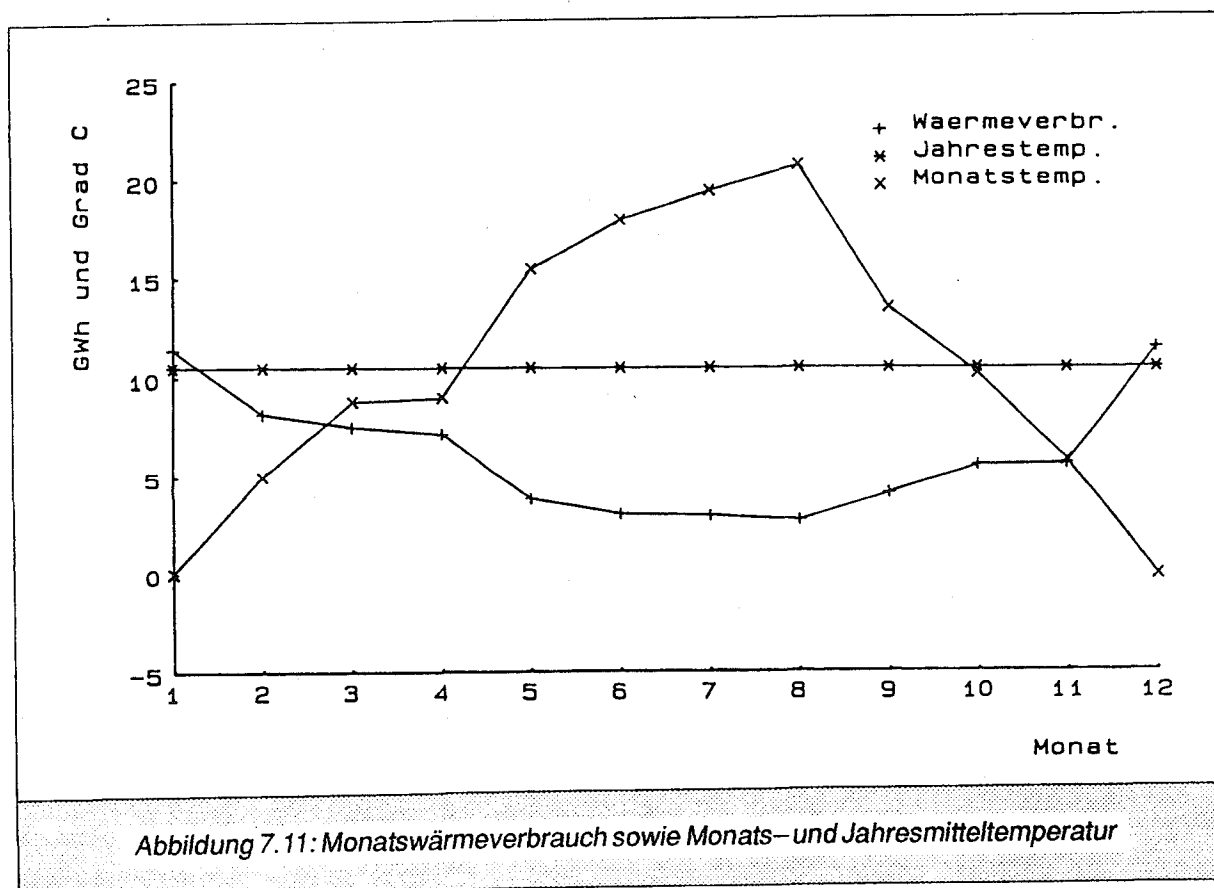
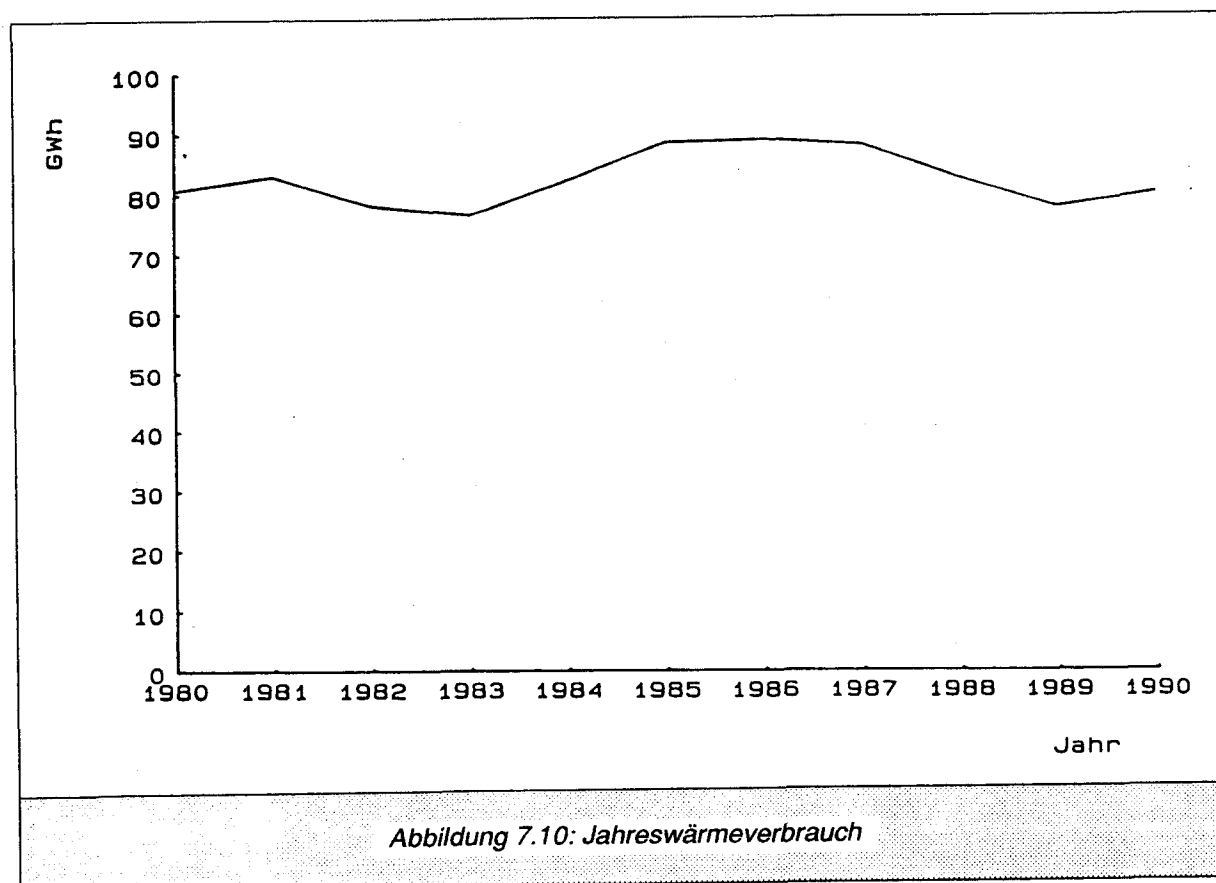
Von der in der Raffinerie Schwechat befindlichen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage wird der VIE mit Fernwärme versorgt. Die Fernwärmeleitung hat eine Länge von 4,3 km. Der Transport der Wärme zwischen Schwechat und dem Flughafen erfolgt über einen Heißwasserkreislauf mit einer Vorlauftemperatur von 170° C und einer Rücklauftemperatur von 110° C. Die Wärme wird über eine Umformerstation an den Heizkreislauf des Flughafens abgegeben. Das Wasser des Heizkreislaufes des Flughafens wird dabei von 70° C auf 150° C erwärmt. Die Wärmetransportkapazität beträgt derzeit 37,8 MW; eine Verdopplung ist möglich, sodaß insgesamt etwa 75 MW zur Verfügung stehen können.

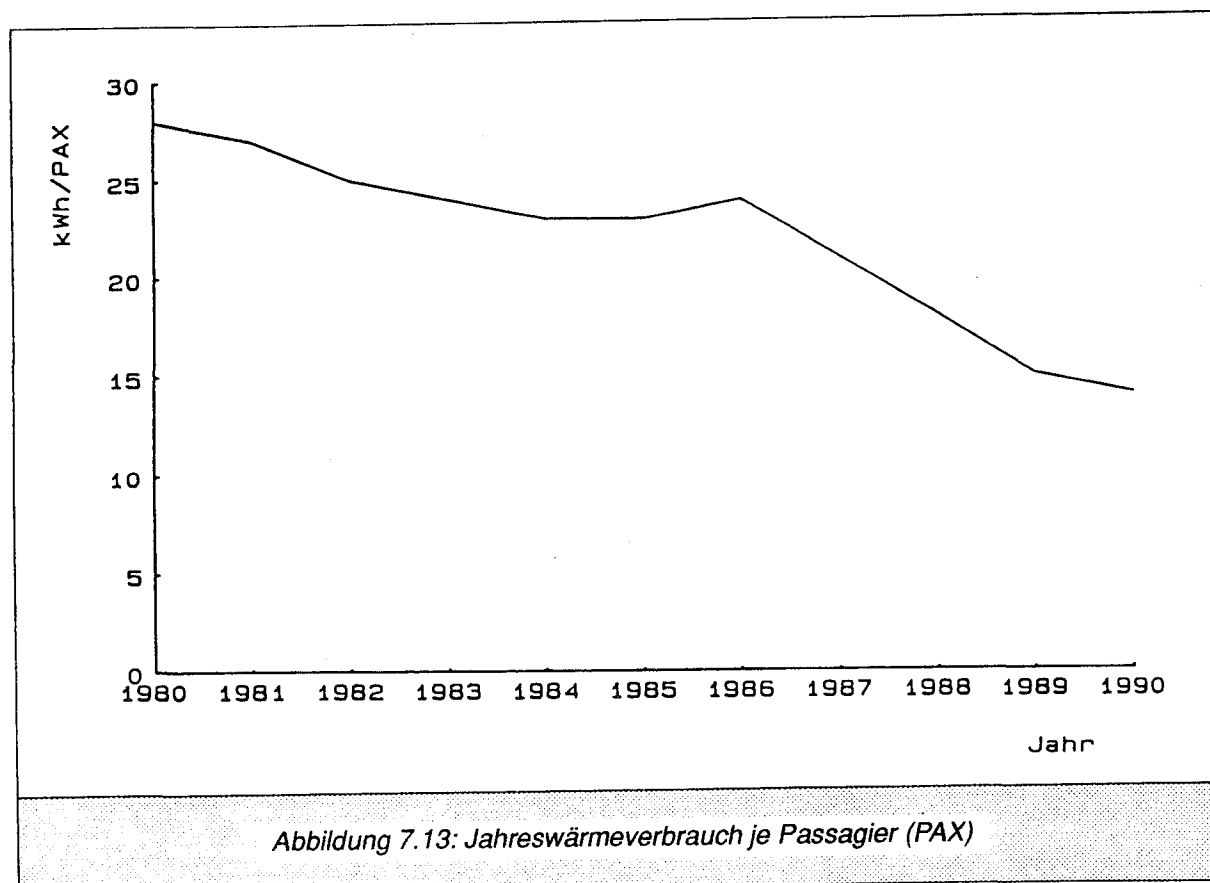
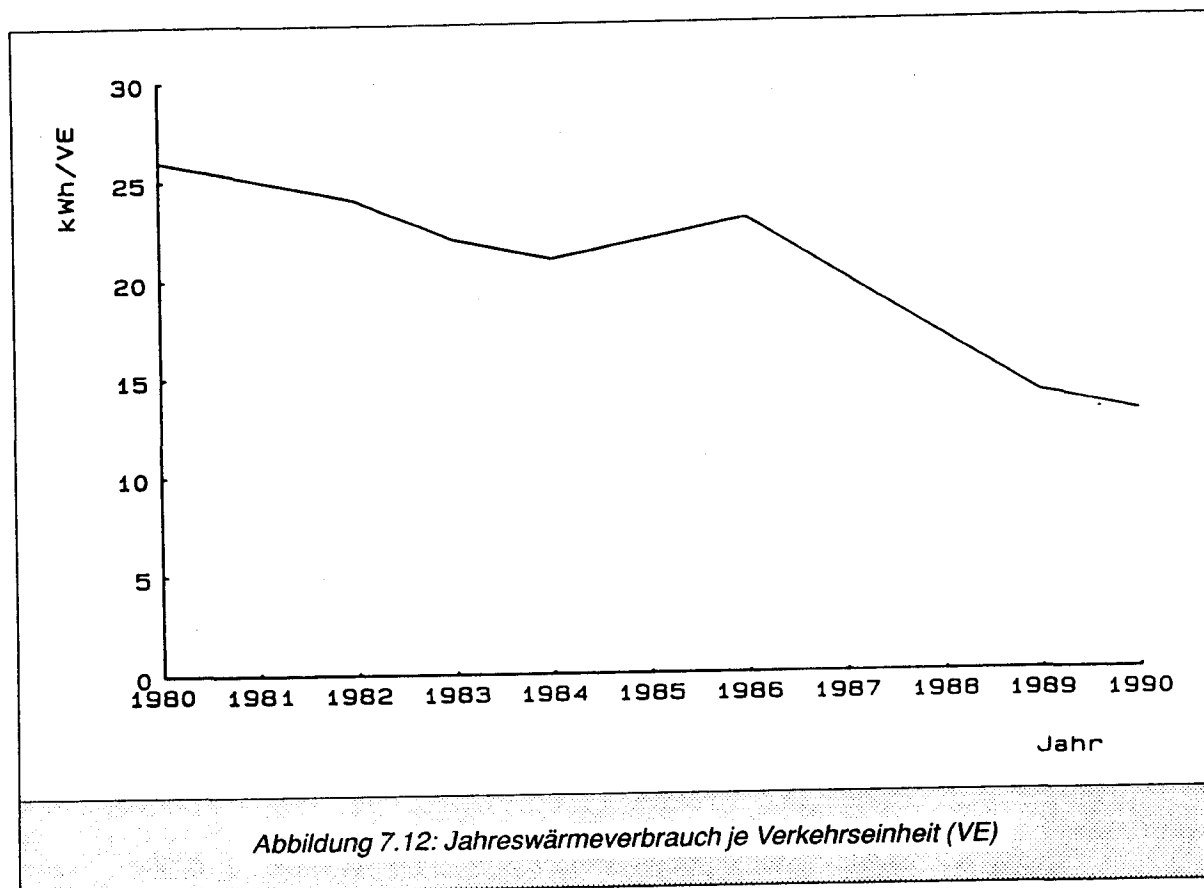
Der Primärkreislauf ist mit entsprechenden Regel- und Steuereinrichtungen ausgestattet. Dadurch ist es möglich, den Wärmetransport in der Primärleitung entsprechend der Laständerung des Flughafenkreislaufes (Sekundärkreislauf) anzupassen.

In der Verteilerstation befinden sich sechs Heißwasser-Netzpumpen mit einer Pumpleistung von 170 m<sup>3</sup>/h; der Antrieb erfolgt mit Drehstrommotoren mit einer Leistung von je 30 kW. Die Drehzahl der Pumpen wird aufgrund des Netzdifferenzdruckes geregelt.

Der jährliche Wärmeverbrauch der letzten 10 Jahre weist naturgemäß Schwankungen auf, die vorwiegend auf Witterungseinflüsse zurückzuführen sind. Dies ergibt sich aus den Heizgradsummen für Wien für die Jahre 1980 bis 1990 [6].

Während der Jahre 1980–1990 hat sich der jährliche Wärmeverbrauch kaum verändert (Abb. 7.10). Der monatliche Wärmeverbrauch weist entsprechend dem Temperaturverlauf starke Schwankungen auf (Abb. 7.11). Der Jahreswärmeverbrauch je Verkehrseinheit (Abb. 7.12) bzw. je Passagier (Abb. 7.13) hat zwischen 1980 und 1990 um rund 60 % abgenommen. Dies ist auf die Steigerung des Passagieraufkommens bzw. der Verkehrseinheiten zurückzuführen.





### 7.3.3 Klimawasserversorgung

Die für die Klimatisierung erforderliche Kälteleistung wird in der Kältezentrale von sechs Kältemaschinen mit einer Leistung von 8,2 MW bereitgestellt. Das Wasser für die Klimatisierung hat eine Vorlauftemperatur von 6° C und eine Rücklauftemperatur von 12° C. Umwälzpumpen fördern das Kühlwasser über ein Leitungssystem zu den einzelnen Klimaanlageanlagen.

Für die Kühlung der Kondensatoren der Kältemaschinen stehen vier Kühltürme zur Verfügung. Im Winter erfolgt die Kühlung über Trockenkühltürme; diese sind als Free–Cooling–Anlagen ausgeführt. Bei Temperaturen unter –5° C wird die gesamte Kühllast über diese Anlagen abgeführt, so daß keine Kältemaschine in Betrieb ist.

Der Jahreskälteverbrauch zwischen 1980 und 1990 weist witterungsbedingt leichte Schwankungen auf (Abb. 7.14). Der monatliche Kältebedarf hingegen hat einen ausgeprägten Jahresgang (Abb. 7.15).

Der Jahreskälteverbrauch je Verkehrseinheit, bzw. je Passagier ist in den letzten zehn Jahren um rund 40 % gefallen, bedingt durch die Zunahme des Passagieraufkommens bzw. der Verkehrseinheiten (Abb. 7.16 und 7.17).

## 7.4 MASSNAHMEN FÜR DEN RATIONELLEN ENERGIEEINSATZ

Methoden des rationellen Energieeinsatzes wurden – abgesehen von einigen energieintensiven Industriezweigen – bis in die siebziger Jahre kaum angewandt. Energie war billig und wie es schien, unerschöpflich vorhanden. Erst die Erdölkrisen 1973 und 1979 brachten ein Umdenken mit sich.

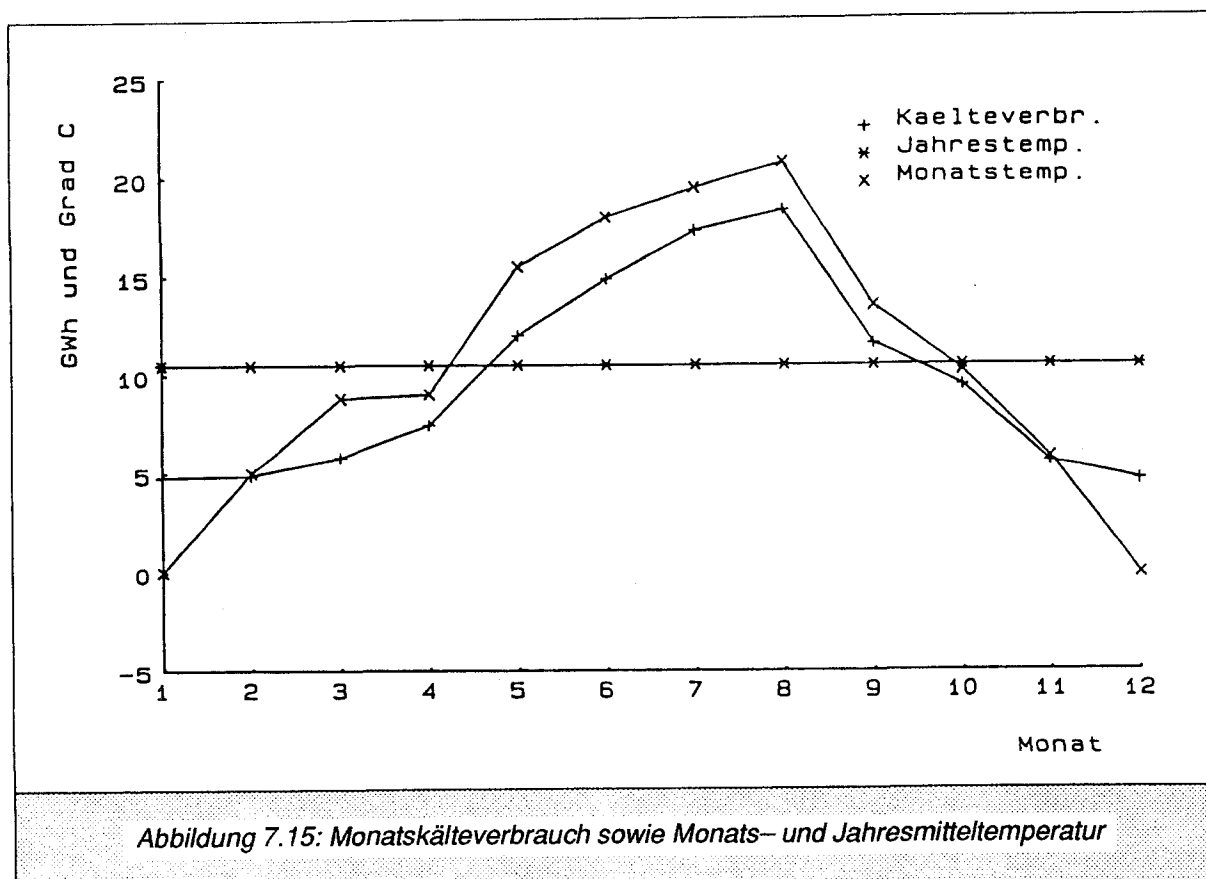
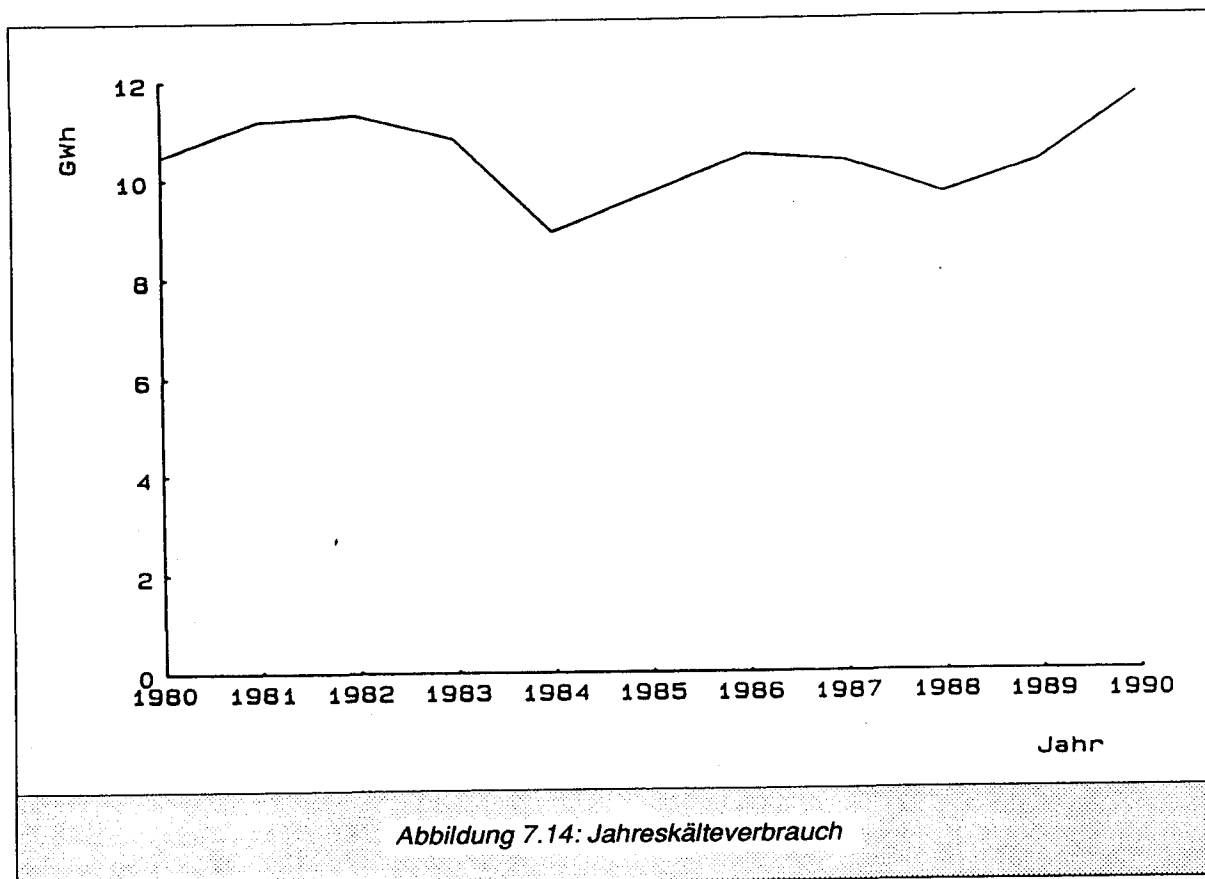
Seit Mitte der 70er Jahre werden Maßnahmen zum rationellen Energieeinsatz durchgeführt; eine Auflistung sämtlicher Maßnahmen ist im Energiebericht 90 des VIE [2] zu finden.

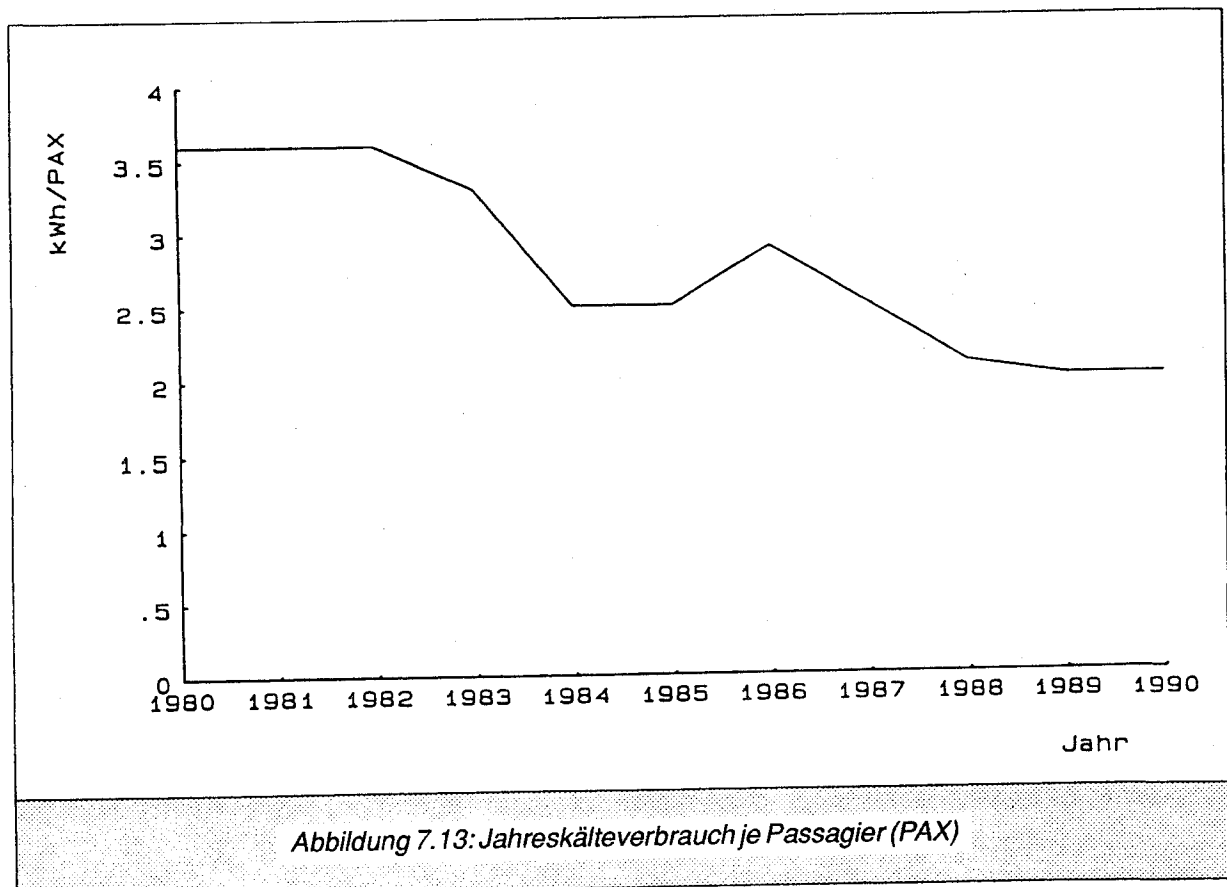
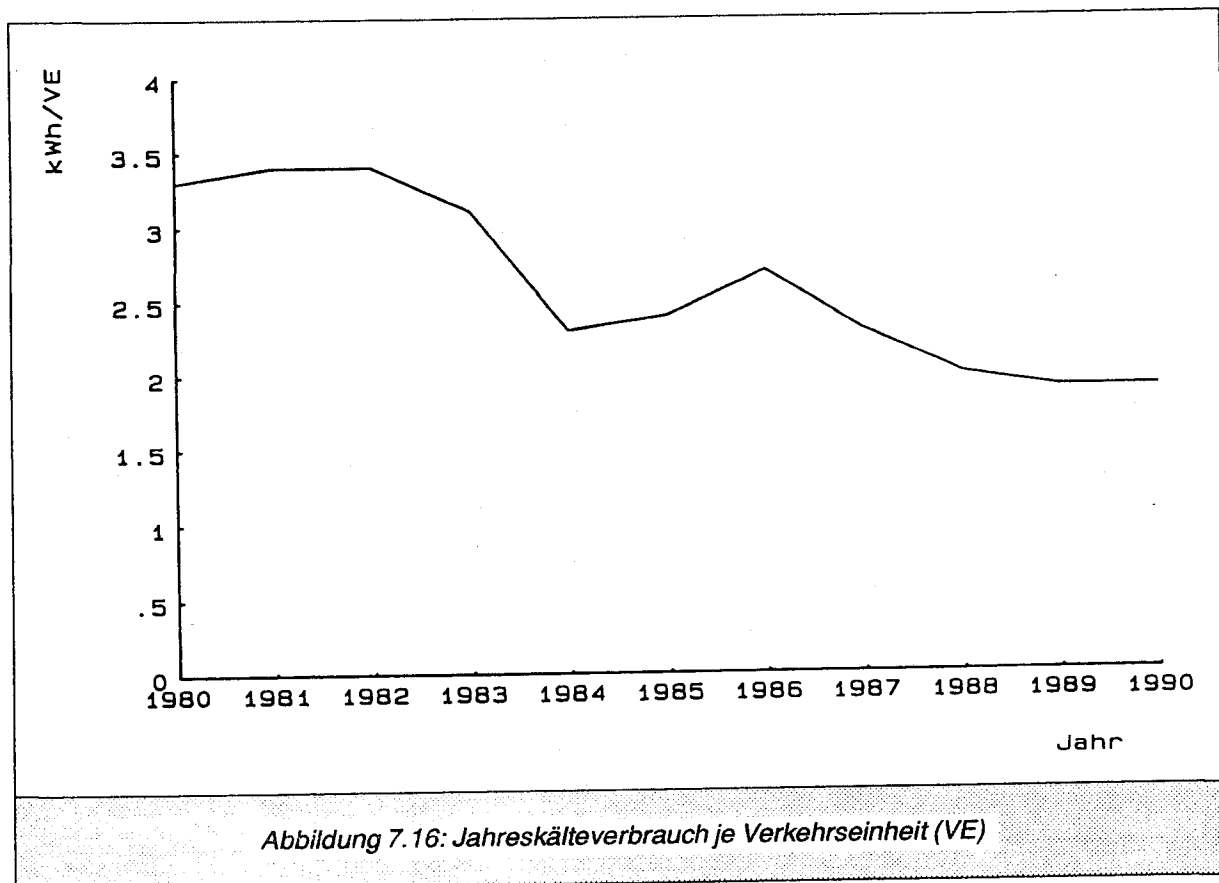
Einsparungen an elektrischer Energie konnten vor allem im Bereich der Straßen-, Parkplatz-, Vorfeld- und Gebäudebeleuchtung sowie der Pistenbefeuerung erzielt werden.

Durch den Einbau von Wärmerückgewinnungs–Anlagen in die Klimaanlageanlagen der Abrufräume und Sondergasträume, die Errichtung der Free–Cooling–Anlage sowie die Anpassung der Maschineninternkreise im Klimawassersystem konnte der Energieverbrauch ebenfalls gesenkt werden.

Die Inbetriebnahme der Fernwärmanlage im Jahre 1980 brachte den größten energetischen Gewinn: Einsparung von 15 Mio. S/Jahr.







## 7.5 ZUSAMMENFASSUNG

Der Flughafen Wien–Schwechat wird beinahe vollständig von außen mit elektrischer Energie und Wärme versorgt. Abgesehen vom Einsatz der Notstromaggregate an wenigen Tagen im Jahr – 1990 waren es 130,5 Stunden – erfolgt keine umweltbelastende Energiewandlung am Flughafen Wien–Schwechat, soweit es die Kälte- und Wärmeversorgung und die elektrische Energie betrifft.

Dies bedeutet aber nicht, daß die Energieversorgung des Flughafens die Umwelt nicht belastet. Jede Energiewandlung ist mit einer mehr oder weniger großen Umweltbelastung verbunden; in diesem Fall ist sie nach außen verlagert.

Wie weit die Wärmeabgabe des Flughafens an die Umgebung die Umwelt beeinflusst, ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Inwiefern die Versorgung des Flughafens mit elektrischer Energie und Wärme zur allgemeinen Umweltbelastung beiträgt, läßt sich im Detail nicht feststellen. Es ist aber zu bedenken, daß im Winter etwa 45 % der elektrischen Energie in kalorischen Kraftwerken erzeugt werden.

Als positiv hervorzuheben ist, daß die Fernwärme in Schwechat in einer Kraft–Wärme–Kopplungs–Anlage erzeugt wird. Solche Anlagen weisen einen hohen Jahreswirkungsgrad auf; sie sind in Hinblick auf den Energieverbrauch und die Umweltbelastung besonders günstig.

Mit Kraft–Wärme–Kopplungs–Anlagen kann eine Energieeinsparung von 30 % und mehr erreicht werden. Damit verbunden ist auch eine Verminderung von Luftschadstoffen. Das Problem wird in [7] ausführlich beschrieben.

Wie hoch die Energieeinsparung und die Schadstoffreduktion im einzelnen ist, hängt von der Anlage und vom eingesetzten Brennstoff ab. Wird der spezifische Ausstoß an Kohlendioxid bei Steinkohle gleich 100 gesetzt, so beträgt er bei Braunkohle 121, bei Erdöl 88 und bei Erdgas 58.

Laut Masterplan ist in den nächsten Jahren mit einer starken Steigerung des Passagier- und Frachtaufkommens zu rechnen. Dies bedingt eine Zunahme des gesamten Energieverbrauches.

Es sollten daher alle Einsparmöglichkeiten untersucht werden, um die Zunahme des Energieverbrauches so gering wie möglich zu halten. Dies vor allem auch in Hinblick darauf, daß der Kohlendioxidausstoß um ein Fünftel gesenkt werden soll. Kohlendioxid ist am verstärkten Treibhauseffekt zu etwa 50 % beteiligt.

In diesem Zusammenhang wäre auch zu prüfen, wie weit der vermehrte Einsatz von Wärmepumpen, die Nutzung der Sonnenenergie für die Warmwasserbereitung und eine Verbesserung des Wärmeschutzes der Altbauten eine Verminderung des Energieverbrauches bringen würden.

Die Kraftstoffversorgung des Flughafens erfolgte bis Herbst 1991 mittels Tankwagen. Seither wird die Versorgung über eine Leitung von der Raffinerie Schwechat zum Flughafen übernommen. Dadurch entfallen jährlich rund 25.000 Fahrten mit Tankfahrzeugen. Dies bedeutet eine Minderung des Schadstoffausstoßes, der Lärmbelastung, des Unfallrisikos sowie der Gefahr, durch Unfälle Boden und Grundwasser zu kontaminieren.

## 7.6 LITERATUR

- [1] Dettweiler, G.: Ein Airport auf autarken Wegen. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 1990, Heft 5, S. 354–358
- [2] Flughafen Wien Betriebsgesellschaft mbH, Ressort Technik, Hauptabt. Techn. Betrieb, Hauptabt. Bauwesen (Herausg.): *Energiebericht 1990*
- [3] Fremuth, W.: Tätigkeitsbericht des Bundeslastverteilers 1989. *Österr. Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft*, 43(1990), Heft 9, Seite A187–A205
- [4] Gartner, J.: Die Bedeutung der Beleuchtung für die Energieberatung. *Österr. Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft*, 43(1990), Heft 10, Seite A213–A214
- [5] Österreichisches Normungsinstitut: *ÖNORM H 5050, Energiekennzahl*
- [6] Österr. Statistisches Zentralamt (Herausg.): *Energieversorgung Österreichs, Jahresheft 1990, Energieversorgung Österreichs, August 1991*
- [7] Reichl, A.: Energetische und ökologische Bewertung der Fernwärme aus Kraft–Wärme–Kopplung, Brennstoff, Wärme, Kraft, Bd. 42(1990), Nr. 6, S. 325

## 7.7 GLOSSAR

### *Einheiten*

WW	.....	Wasserwerk
MJ	.....	Megajoule (1.000.000 Joule)
GJ	.....	Gigajoule (1.000.000.000 Joule)
MW	.....	Megawatt (1.000.000 Watt)
kWh	.....	Kilowattstunde (1.000 Wattstunden)
MWh	.....	Megawattstunde (1.000.000 Wattstunden)
kV	.....	Kilovolt (1.000 Volt)
kVA	.....	Kilovoltampere (1.000 Voltampere)

### *Abkürzungen*

VE	.....	Verkehrseinheit
PAX	.....	Passagier

## 8 BODENVERKEHR

### 8.1 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Ziel des Kapitels Bodenverkehr ist die Erfassung der umweltrelevanten Einflüsse, die vom VIE-induzierten Bodenverkehr stammen. Dieser wird dazu in die Bereiche des luftseitigen Bodenverkehrs (Fahrzeuge, die zur Aufrechterhaltung der Infrastruktur des Flughafens dienen) und landseitigen Bodenverkehrs (gesamter Zubringerverkehr vom/zum Flughafen) unterteilt. Zur Bearbeitung wurde eine "Verursacher-Einwirkungs"-Matrix erstellt, deren Matrixelemente die einzelnen Arbeitsbereiche widerspiegeln.

Tabelle 8.1: Verursacher-Einwirkungs-Matrix

Verursacher \ Einwirkung		Luft	Lärm	Energie	Boden	Wasser	Raum
landseitiger Bodenverkehr	Bahn		x	x			x
	Pkw	x	x	x			x
	Lkw	x	x	x			x
	Bus	x	x	x			x
luftseitiger Bodenverkehr	Pkw	x		x			
	Lkw/Bus	x		x			
	Arbeitsmasch.	x		x			

Die in Tab. 8.1 markierten Felder werden für den Ist-Zustand (Bezugsjahr 1990) und für den Zustand nach Masterplan 2000 (MP2000) untersucht.

#### 8.1.1 Personendaten

Die Gesamtzahl der Passagiere 1990 ist mit 5,715 Mio. angegeben, davon 0,217 Mio. im Transit, die restlichen 5,498 Mio. reisten an oder ab (Quell- und Zielverkehr). Für MP2000 werden 11,650 Mio. Flugpassagiere (davon 11,080 Mio. An- oder Abreise) erwartet. Die Anzahl der Abholer, Begleiter und Besucher betrug im Jahre 1990 0,545 Mio., die Anzahl der am VIE beschäftigten Personen 8.200. Die Begleiteranzahl wird für MP2000 auf 1,125 Mio. geschätzt, die Zahl der Beschäftigten auf 17.070

#### 8.1.2 Frachtdaten

Die Luftfracht betrug im Jahr 1990 57.849 t (Quell- u. Zielverkehr). Zusätzlich wurden 21.080 t als Luftfrachtersatz transportiert und 6.734 t Post befördert. Für MP2000 werden 117.570 t Luftfracht, 36.550 t Luftfrachtersatz und 10.150 t Luftpost erwartet.

Tabelle 8.2: Passagier- und Frachtdaten nach [8]

Verkehrsaufkommen	Ist 1990	MP 2000*
<b>1. Bewegungen</b>		
Linien- und Charterverkehr	79.854	154.700
Allgemeine Luftfahrt und Militär	30.180	43.750
<b>TOTAL</b>	<b>110.034</b>	<b>198.450</b>
<b>2. Passagiere (in 1000)</b>		
Quell- und Zielverkehr	5.497	11.080
Transit	217	570
<b>TOTAL</b>	<b>5.714</b>	<b>11.650</b>
<b>3. Fracht (in t)</b>		
Quell- und Zielverkehr	57.849	117.570
Trucking	21.080	36.550
<b>4. Post (in t)</b>		
Quell- und Zielverkehr	6.734	10.150
<b>5. Abholer, Begleiter (in 1000)</b>		
Abholer	230	450
Begleiter	190	375
<b>6. Besucher (in 1000)</b>	<b>125</b>	<b>300</b>
<b>7. Beschäftigte</b>	<b>8.200</b>	<b>17.070</b>

\* persönliche Mitteilung der FWB

## 8.2 LUFTSEITIGER BODENVERKEHR

Der Fuhrpark der FWB und der AUA verursachen den Hauptanteil des luftseitigen Bodenverkehrs. Nach Mitteilung der FWB besteht deren Fuhrpark aus:

Dieselbetriebene Kfz	410
Benzinbetriebene Kfz	157
Kfz mit Elektroantrieb	146
Kfz ohne eigenen Antrieb	380

Nach Mitteilung der AUA besteht deren Fuhrpark aus insgesamt 62 Kfz. Wegen der geringen Anzahl und fehlender Betankungslisten wird er in den weiteren Berechnungen nicht berücksichtigt.

Vom luftseitigen Bodenverkehr werden die Emissionswerte der Luftschadstoffe und der Energieverbrauch ermittelt. Die Lärmemissionen des luftseitigen Bodenverkehrs werden wegen ihrer angenommenen Geringfügigkeit, bezogen auf den Lärm der am Boden stehenden oder rollenden Flugzeuge, nicht berücksichtigt.

## 8.2.1 Luftschadstoffemissionen

Als Grundlagen für die Berechnung dienen die Emissionswerte der Studie der Schriftenreihe Nr. 55 [1] des Bundesumweltamtes der Schweiz (BUS), die Emissionsgrenzwerte der 18., 21. und 22. KDV-Novelle [2] und eine Studie des BMWV [3] über Schadstoffemissionen von Verbrennungskraftmaschinen. Mit Hilfe der von der FWB geführten Betankungslisten kann der entsprechende Treibstoffverbrauch jedes einzelnen Kfz ermittelt und aus dem durchschnittlichen Benzinverbrauch eine Kilometerleistung errechnet werden. Mit Hilfe der aus der Literatur entnommenen Emissionswerte pro Kilometer ergeben sich die Gesamtemissionen. Aus Aktualitätsgründen werden auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet. Die Fahrzeugflotte wird in 7 Gruppen unterteilt.

Tabelle 8.3: Gruppeneinteilung der Kfz im Bereich des luftseitigen Bodenverkehrs

	Einheit der Verbrauchsaufzeichnung
1. Pkw .....	l/km
2. Lieferwagen (<3,5 t) .....	l/km
3. Lkw, Bus (>3,5 t) .....	l/km
4. Arbeitsgeräte Diesel .....	l/Betriebsstunde
5. Arbeitsgeräte Benzin .....	l/Betriebsstunde
6. Einspurige Kfz (Mopeds) .....	l/km
7. Sonstige: Kaltstart .....	g/Kaltstart
Verdunsten .....	g/Tag

Die spezifischen Emissionen pro Gruppe sind in Tab. 8.4 dargestellt, der Gesamtverbrauch an Treibstoff ist in Tab. 8.5 aufgelistet.

Tabelle 8.4: Spezifische Schadstoffemissionen E<sub>s</sub> der Kfz für 1990 nach [1]

Schadstoff	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Russ Part.	Kaltstart	Verdampfung	CO <sub>2</sub>	Literatur
EINHEIT	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[mg/km]	[mg/k]	[g/Ks]	[g/Tag]	[kg/l]	
<b>Kfz-Gruppe</b>									
1 Benzin	1,03	1,18	9,84	56	—	0,42 NO <sub>x</sub> 1,63 HC 16,09 CO 25,4 SO <sub>2</sub>	6,27 HC	2,4*	[1]
Diesel	0,62	0,25	2,1	56	2,9	—	—	2,7*	[1,2]
2 Benzin	1,95	2,31	15,46	132	—	0,49 NO <sub>x</sub> 1,86 HC 18,24 CO 29,2 SO <sub>2</sub>	6,83 HC	2,4	[1]
Diesel	1,43	0,5	6,2	132	36	—	—	2,7	[2]
3 Diesel	15,23	8,2	12,00	1050	440	—	—		[1]
EINHEIT	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]				
4 Diesel	14,4	2,8	11,2	816	944	—	—	2,7	[2]
5 Benzin	1,94	0,35	1,86	30	—	wie 1	wie 1	2,4	[1]
6 Benzin	0,06	3,76	6,2	9,3	—	—	0,60 HC	2,4	[1]

\* persönliche Mitteilung des UBA

Berechnung	Bezeichnung	Werte
Gruppe 4	Wirkungsgrad	$\eta = 35 \%$
	Heizwert Diesel	$H_u = 11,92 \text{ kWh/kg}$
	spezifisches Gewicht	$\rho = 0,838 \text{ kg/l}$
	genutzte Energie	$E_n = 3,5 \text{ kWh/l}$
Gruppe 5	durchschnittliche Geschwindigkeit	$v = 90 \text{ km/h}$
	Verbrauch	$M_s = 6,3 \text{ l/100 km}$
	Emission gesamt	$E_G = E_g/\text{km} \times 1/M_s \times M$

Tabelle 8.5: Gesamttreibstoffverbrauch  $M$  der luftseitigen Bodenfahrzeuge in [l] für 1990

Gruppe	Benzin [l]	Diesel [l]
1	55.285	76.587
2	1.747	49.410
3		171.812
4		578.971
5	27.219	
6	1.346	
gesamt	85.597	876.780

#### Gruppe 1 (Pkw)

Für benzinbetriebene Pkw wird ein Durchschnittsverbrauch von 12,4 l/100 km, für dieselbetriebene Pkw wird ein Durchschnittsverbrauch von 8,9 l/100 km angenommen [1]. Als durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit werden 20 km/h festgelegt, analog zu den Annahmen anderer Flughäfen [4].

#### Gruppe 2 (Lieferwagen LIE, <3.5 t)

Für benzinbetriebene LIE wird ein Durchschnittsverbrauch von 17,4 l/100 km, für dieselbetriebene LIE wird ein Durchschnittsverbrauch von 12,4 l/100km angenommen [1]. Als durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit werden 20 km/h festgelegt [4].

#### Gruppe 3 (Lkw, >3.5 t)

Alle Dieselmotoren, deren Betriebsführung über km erfolgt, sind in dieser Gruppe zusammengefaßt. Es wird ein Durchschnittsverbrauch von 31.5 l/100km angenommen [1]. Als durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit werden 20 km/h festgelegt [4].



**Gruppe 4 (Arbeitsmaschinen)**

Alle Dieselmotorkraftmaschinen, deren Betriebsführung über Betriebsstunden erfolgt, sind in dieser Gruppe zusammengefaßt. Es werden ein Wirkungsgrad von 35% angenommen und die Grenzwerte der 21. KDV-Novelle verwendet [2]. Zur Berechnung der spezifischen Emissionen werden die in Tab. 8.4 festgehaltenen Annahmen getroffen.

**Gruppe 5 (Arbeitsmaschinen)**

Alle Benzinmotorkraftmaschinen, deren Betriebsführung über Betriebsstunden erfolgt, sind in dieser Gruppe zusammengefaßt. Da für diese Kraftstoffart keine vergleichbaren Daten existieren, wird eine optimale Betriebsart angenommen, die den Emissionswerten von Pkw bei einer Geschwindigkeit von 90 km/h entspricht.

**Gruppe 6 (Motorfahräder)**

Es wird ein Durchschnittsverbrauch von 2,5 l/100km angenommen [1]. Als durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit werden 20 km/h festgelegt [4].

**Gruppe 7 (Sonstiges)**

In dieser Gruppe werden die Emissionen aus Kaltstart und Verdampfungsverluste zusammengefaßt (siehe Tab. 8.4). Es wird für jedes Kfz ein täglicher Kaltstart angenommen. Die Verdampfungsverluste werden nur für benzingetriebene Kfz berechnet. Die Verluste durch das Tanken werden nicht berücksichtigt, Studien zufolge [4] sind sie mit ca. 2 t HC anzunehmen.

Die gesamten Schadstoffemissionen des luftseitigen Bodenverkehrs sind in Tab. 8.6 zusammengefaßt.

*Tabelle 8.6: Schadstoffemissionen des luftseitigen Bodenverkehrs in [t] für 1990 und prozentuelle Aufteilung in die einzelnen Gruppen*

in [t]	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Russ	CO <sub>2</sub>
gesamt	40	13	41	2,3	2,1	2.572,7
in [%]						
Gruppen 1,2,5	6	14	24	6	1	
Gruppe 3	21	35	16	24	11	
Gruppe 4	73	44	56	70	88	
Gruppe 6,7		7	4			

Es zeigt sich aus der prozentuellen Verteilung, daß für alle untersuchten Luftschadstoffe die schweren Dieselmotoren der Gruppe 4 noch vor den LKW der Gruppe 3 die relevanten Emittenten sind.

Für die Berechnung der MP2000-Emissionen werden lt. Abteilung Anbindung der FWB folgende Annahmen getroffen:

Die Kfz der Gruppen 1, 2, 3, und 6 nehmen halb so stark wie die Angestelltenzahl zu (entspricht einem Faktor von 1,54), die Kfz der Gruppen 4 und 5 wachsen proportional zur Zahl der Luftbewegungen (entspricht einem Faktor von 1,8).

Aus den entsprechenden Datenblättern [1, 2, 3] wurden die für das Jahr 2000 in Tab. 8.7 hochgerechneten spezifischen Emissionswerte ermittelt.

Tabelle 8.7: Spezifische Schadstoffemissionen der Kfz für das Jahr 2000 nach [1], [2], [3]

Schadstoff	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Russ Partikel	Kaltstart	Verdamp- fung	Liter- atur
Einheit	[g/km]	[g/km]	[g/km]	[mg/km]	[mg/km]	[g/Ks]	[g/Tag]	
<b>Kfz-Gruppe</b>								
1 Benzin	0,24	0,23	1,91	62	–	0,38 NO <sub>x</sub> 1,42 HC 14,25 CO 24,6 SO <sub>2</sub>	0,95 HC	[1]
Diesel	0,62	0,25	2,1	62	2,9	–	–	[1,2]
2 Benzin	0,79	0,58	4,63	149	–	0,42 NO <sub>x</sub> 1,54 HC 15,4 CO 27,3 SO <sub>2</sub>	1,34 HC	[4]
Diesel	1,43	0,5	6,2	149	46	–	–	[2]
3 Diesel	10,99	8,2	12,0	1050	440	–	–	[1]
EINHEIT	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]			
4 Diesel	14,4	2,8	11,2	816	944	–	–	[2]
5 Benzin	0,45	0,07	0,39	35	–	wie 1	wie 1	[1]
6 Benzin	0,06	0,35	0,35	9,3	–	–	0,60 HC	[1]

Die daraus errechneten Emissionen sind in Tab. 8.8 aufgelistet.

Tabelle 8.8: Schadstoffemissionen des luftseitigen Bodenverkehrs in [t] für das Jahr 2000 und prozentuelle Aufteilung in die einzelnen Gruppen

in [t]	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Russ
gesamt	64	18	61	4	4
in [%]					
Gruppen 1, 2, 5	3	4	14	6	
Gruppe 3	14	38	16	21	10
Gruppe 4	82	57	67	73	90
Gruppen 6, 7	1	1	3		

Aus der Verteilung der Anteile der Emittenten erkennt man die starken Auswirkungen der selbstbetriebenen Arbeitsmaschinen, obwohl für diese Geräte Grenzwerte angenommen werden, die erst ab einer Erstzulassung 1988 erfüllt sein müssen. Da aber auch ältere Geräte im Einsatz sind, ist diese Bedingung nicht gegeben. Die berechneten Werte stellen daher Mindestemissionen dar. Ersetzt man sie durch die von [1] angenommenen Werte, müßten für NO<sub>x</sub> noch 12 t dazugenommen werden. Diese Rechnung ist aber problematisch und der Wert von 52 t NO<sub>x</sub> für 1990 stellt eine obere Grenze dar.

Unsicherheiten der Werte entstehen durch die Annahmen der Durchschnittsgeschwindigkeiten, der Kaltstartanzahl und des Verbrauchs. Die Fehler können mit 10 % angenommen werden. Die Emissionen aus der Betankung der Flugzeuge sind nicht erfaßt worden. Nach subjektiven Einschätzungen sind sie aber nicht vernachlässigbar und sollten näher untersucht werden.

Für den MP2000 zeigt sich eine starke Zunahme der Emissionswerte in allen Bereichen aufgrund des starken Zuwachses der schweren Dieselmotoren.

Eventuelle Maßnahmen zur Reduktion dieser zu erwartenden Emissionen wären:

- verstärkter Einsatz von elektrisch (ev.solar) betriebenen Maschinen und Fahrzeugen
- Optimierung der Fahrstrecken auf der Luftseite
- Optimierung der Einsätze (= Reduktion des Kfz Verkehrs).

### 8.2.2 Energieverbrauch

Der Energieverbrauch setzt sich aus folgenden Posten zusammen:

- Treibstoffverbrauch des Fuhrparks
- Stromverbrauch des elektrisch betriebenen Fuhrparks
- Wartung des Fuhrparks
- Energieverbrauch der Wartungs- und Servicegebäude des Fuhrparks.

Die Daten über den Treibstoffverbrauch können aus den Betankungslisten der FWB ermittelt werden. Der Stromverbrauch der Akkuladestation wird als Energieverbrauch des elektrisch betriebenen Fuhrparks angenommen. Über die anderen Verbraucher liegen keine Einzeldaten vor. Sie sind als Summenparameter im gesamten Energieverbrauch des VIE enthalten.

Der Energieinhalt des Treibstoffes wird über den Heizwert und die Dichte in kWh/l umgerechnet und dann als spezifischer Energieverbrauch pro Passagier in Tab. 8.9 angegeben.

Tabelle 8.9: Energieverbrauchsberechnung pro Passagier für 1990 und 2000 in [kWh]

1990	E Benzin =	709.259 kWh
	E Diesel =	8.736.350 kWh
	E elektr. =	205.000 kWh
	E gesamt =	9.650.609 kWh
<hr/>		
E/Passagier = 1,69 kWh/Passagier		
2000	E Benzin =	1.005.363 kWh
	E Diesel =	14.304.326 kWh
	E elektr. =	369.000 kWh
	E gesamt =	15.678.689 kWh
<hr/>		
E/Passagier = 1,35 kWh/Passagier		
<hr/>		
Berechnung/Energie in Treibstoffen		
Heizwert:	Benzin $H_u$ =	42 MJ/kg
	Diesel $H_u$ =	42,7 MJ/kg
spezifisches Gewicht:	Benzin $\rho$ =	0,71 kg/dm <sup>3</sup>
	Diesel $\rho$ =	0,84 kg/dm <sup>3</sup>

$$1 \text{ MJ} = 0,2778 \text{ kWh}$$

Für MP2000 wird eine 15%ige Treibstoffreduktion bei Kfz [3] zugrundegelegt. Bei Arbeitsmaschinen wird eine solche Verminderung nicht angenommen. Mit den Annahmen über die Zunahme des luftseitigen Bodenverkehrs ergeben sich die in Tab. 8.9 festgehaltenen Treibstoff- und Energiewerte. Aufgrund der erwarteten Passagierzahlen (siehe Tab. 8.2) resultiert eine leichte Reduktion des Energieverbrauchs pro Passagier.

Da der Energieverbrauch für Wartung und Service nicht berücksichtigt ist, ist das gewonnene Ergebnis bezüglich seiner Absolutwerte sicherlich zu gering. Die Tendenz der Entwicklung nach MP2000 mit einem ca. 50%igen Anstieg des fossilen Energieträgerverbrauchs und einer Reduktion des Energieverbrauchs pro Passagier zeigt sich aber deutlich.

### 8.3 LANDSEITIGER BODENVERKEHR

Der Flughafen Wien–Schwechat (VIE) liegt ca. 12 km südöstlich von Wien/Zentrum. Die verkehrstechnische Anbindung besteht durch:

- Anschluß an das Bahnnetz der Österreichischen Bundesbahn (Preßburger Bahn S7, Strecke Wien Nord–Wolfsthal)
- Anschluß an die Autobahn (A4)
- Anschluß an die Bundesstraße (B9).

#### *Anschluß an das Bahnnetz*

Der VIE ist an das Nahverkehrsnetz der Stadt Wien angeschlossen. Der Bahnhof "Flughafen Wien–Schwechat" liegt direkt unter dem Flughafenterminal. Es besteht eine stündliche Verbindung nach Wien–Nord mit verkürzter Zugfolge zu den Hauptverkehrszeiten. An Werktagen fahren 46 Nahverkehrszüge und zwei Güterzüge von/nach Wien (ausschließlich in der Zeit von 6–22 Uhr), an Wochenenden weniger [5].

Die Bahn wird nur von 2 % der Flugpassagiere benutzt [6]. Gütertransporte werden derzeit nicht mit der Bahn durchgeführt, es gibt aber bereits Studien über Verlagerungsmöglichkeiten des Güterzubringerverkehrs auf die Schiene [6,7]. Eine Verlagerung von Gütertransportleistungen auf die Bahn ist jedoch nach Angaben der FWB, Abteilung Anbindung, bis zum Jahr 2000 nicht zu erwarten.

#### *Anschluß an das Straßennetz*

Der VIE verfügt über zwei Anschlüsse an das hochrangige Straßennetz: an die A4– Ostautobahn mit einer Verbindung Wien–Bratislava und an die B9–Preßburger Bundesstraße, von der auch die Betriebszufahrt abzweigt. Im Bereich des Flughafengebäudes befinden sich 4 Parkplätze und 3 Parkhäuser. Sie bieten Abstellplätze für 3.639 Pkw auf 132.000 m<sup>2</sup> Fläche [8].

Wegen der guten Straßenanbindung werden 98 % des Passagiertransports mit Kfz durchgeführt. Dabei benutzen 13 % den öffentlichen Bus, 5 % fahren mit einem privaten Bus, der Rest (= 80 %) benutzen einen Pkw (privat oder Taxi) [6]. Der Gütertransport erfolgt zu 100 % mit Lkw und Lieferwagen. Der tägliche Bedarf an Güternahversorgung war nicht zu ermitteln.

Für den MP2000 sind im Passagierverkehr 2 Varianten berücksichtigt:

- die Anteile der Bodenverkehrsmittel (Modal Split) bleiben unverändert:  
80 % Pkw, 18 % Bus, 2 % Bahn (MP2000 Var 1)
- der Modal Split ändert sich in: 50 % Pkw, 38 % Bus und 12 % Bahn (MP2000 Var 2).

### 8.3.1 Bahn

Die Bahn soll in Zukunft mehr Bedeutung für den Zubringerverkehr erhalten. Allerdings sind auch von diesem künftig zu forcierenden Verkehrsmitteln negative Umweltauswirkungen in den Bereichen:

- Lärm
- Luft
- Boden
- Energiebedarf zu erwarten.

Für die Bahnanbindung an den VIE werden die Bereiche Lärm und Energie untersucht.

Die Luftschadstoffemissionen werden nicht untersucht, weil

- die Strecke elektrifiziert ist (Stromaufkommensanteile der ÖBB nach Auskunft des Betriebes für 1990: aus Wasserkraft 59 %, aus öffentlichem Netz 41 %)
- nur 3 % der gesamten Zuganzahl auf dieser Strecke 1990 nicht elektrisch betrieben war und
- dieser Anteil zu 100 % durch Güterzüge gestellt wurde, die nicht zum VIE führen [5].

Die Bodenbelastung wird nicht untersucht, da über die einzelnen Faktoren, wie Abrieb, Öl- und Schmiermittelverluste keine flughafenspezifischen Anteile ermittelt werden können. Der Verbrauch an Bodenfläche für den Betrieb der Bahnanlage kann aus den Flächenwidmungsplänen ermittelt werden.

#### 8.3.1.1 Lärm

Die Umweltabteilung der ÖBB verfügt über umfangreiche Daten betreffend die Lärmbelastung entlang der Strecke Wien–Mitte – VIE. In Tab. 8.10 sind die A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel für eine Entfernung von 25 m bei freier Schallausbreitung der einzelnen Streckenabschnitte in dB angeführt.

Tabelle 8.10: A-bewerteter äquivalenter Dauerschallpegel in 25 m Entfernung in [dB] für Wien–Mitte – VIE für 1990 und MP2000 Var 2.

Strecke	1990		MP2000 Var 2
	Tag [dB]	Nacht [dB]	
Wien Mitte – Aspangbahnhof	64	60	+ 4 dB
Aspangbahnhof – Simmering	53	52	
Simmering – Zentralfriedhof	53	52	
Zentralfriedhof – Klein Schwechat	51	47	
Klein Schwechat – Groß Schwechat	–	–	
Groß Schwechat – VIE	58	–	

Für den Streckenabschnitt Klein Schwechat–Groß Schwechat–VIE lagen keine fertigen Berechnungen der ÖBB vor. Sie wurden für diese Arbeit nach der Richtlinie ÖAL 30 [9] im Umweltbundesamt (UBA), Abteilung Lärm berechnet. Die zugrunde liegenden Annahmen sind in Tab. 8.11 zusammengefaßt.

Tabelle 8.11: Annahmen für die Berechnung der  $L_{eq}$ -Werte für die Strecke Groß–Schwechat– VIE und MP2000 Var2

1990	Anzahl	Geschwindigkeit (v)	Länge (l)	Gleiszahl
Reisezüge/Tag	46	v = 100 km/h	Länge = 70 m	1 Gleis
Güterzüge/Tag	2	v = 60 km/h	Länge = 170 m	1 Gleis
MP2000 Var 2				
Reisezüge/Tag mit Stop	46	wie 1990	wie 1990	2 Gleise
Reisezüge/Tag ohne Zwischenstop	138			
Güterzüge/Tag	2			2 Gleise

Die erkennbar höhere Schallemission auf dem Streckenabschnitt Schwechat–VIE entsteht aus der hier auftretenden größeren Fahrgeschwindigkeit, verglichen mit dem Streckenabschnitt Aspangbahnhof–Schwechat.

Die ÖBB transportierte 1990 auf dieser Strecke 2,2 Mio. Fahrgäste (= 135 Reisende/Zug). Davon entfielen rund 110.000 Fahrgäste auf den VIE, d. h. rund 5 %.

Für den MP2000 mit Modal Split Variante 1 würde sich eine zusätzliche Passagierzahl von 111.600 ergeben. Für diese zusätzlichen Benutzer ist keine Ausweitung des Zugbetriebes erforderlich. Daher ist dadurch auch keine zusätzliche Lärmbelastung gegeben.

Für den MP2000 Var 2 ergeben sich rund 1,3 Millionen zusätzliche Personen. Das bedeutet etwa eine 50prozentige Erhöhung der Fahrgastzahl auf der Bahn und soll durch einen viertelstündlichen Taktbetrieb mit Direktzügen von Wien zum VIE auf zweigleisiger Trasse mit Fahrt-dauer von 15 Minuten erreicht werden. Der daraus berechnete  $L_{eq}$ -Wert steigt um 4 dB (siehe Tab. 8.10).

Laut einer Studie des Technologischen Gewerbemuseums (TGM) [10] sind zurzeit bei Tag durch den Bahnlärm auf der Strecke Simmering–Zentralfriedhof 700 Personen statistisch gesehen gestört, davon 329 Personen stark gestört. Bei MP2000 Var 2 erhöht sich der  $L_{eq}$ -Wert um 4dB. Es ist zu erwarten, daß sich ohne weitere Lärmschutzmaßnahmen die Anzahl der stark gestörten Personen dadurch erhöhen würde.

Um MP2000 Var 2 attraktiv zu machen, sind erhebliche bauliche Maßnahmen erforderlich. Diesbezügliche Pläne liegen beim VIE bereits vor. Der dabei auftretende Lärm ist in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Sowohl während der Bauphase, als auch im ausgebauten Zustand werden dann aber Lärmschutzmaßnahmen sinnvoll und/oder notwendig werden.

### 8.3.1.2 Energie

Daten über den Energieverbrauch hat die ÖBB–GD 8.8 Abteilung Versorgung/Verteilung freundlicherweise ermittelt und zur Verfügung gestellt. Da nur der Anteil der Personenzüge von Interesse ist, wird der Anteil "Nichtelektrischer Energieverbrauch" der Züge vernachlässigt. Der Energieverbrauch der Stationseinrichtungen wird berücksichtigt, nicht aber der Verbrauch der betrieblichen Infrastruktur wie Signalanlagen, Wartung und Heizung der Weichen, da hier keine expliziten Daten erfaßt sind.

Die Daten und das Ergebnis sind aus Tab. 8.12 ersichtlich.

Tabelle 8.12: Energieverbrauch der Bahn in [kWh] für 1990

Energieverbraucher	spezifischer Energieverbrauch	Gesamtenergie [kWh]
1 Zug	83 kWh	1.344.102
Heizung (6 Monate)	20 % vom Zug	134.410
Infrastruktur	Strom	878.170
	Gas	1.224.053
E <sub>gesamt</sub>		3.580.735
Anteil VIE	5 %	179.037

Anzahl der Passagiere = 109.940

Energieverbrauch/Passagier = 1,6 kWh/Person

Es ergibt sich dabei ein Energieverbrauch von 1,6 kWh pro Passagier. Für den MP2000 Var 1 bleibt der Energieverbrauch erwartungsgemäß etwa gleich (Tab. 8.13).

Tabelle 8.13: Energieverbrauch der Bahn in [kWh] für MP2000 Var 1 und MP2000 Var 2

Energieverbraucher	spezifischer Energieverbrauch	Gesamtenergie [kWh]
1 Zug mit Stop ohne Stop	83 kWh	1.344.102
	56 kWh	2.721.600
Heizung (6 Monate)	20 % vom Zug	406.570
Infrastruktur	Strom	878.170
	Gas	1.224.053
E <sub>gesamt</sub>		6.574.493
Anteil VIE	~37 %	2.432.565

Anzahl der Passagiere (MP2000 Var 2) = 1.329.600

Energieverbrauch/Passagier (MP2000 Var 2) = 1,8 kWh/Person

Anzahl der Passagiere (MP2000 Var 1) = 221.600

Energieverbrauch/Passagier (MP2000 Var 1) = 1,6 kWh/Person

Bei Variante 2 wird wegen der Verkürzung der Zugfolgen der spezifische Energieverbrauch auf 1,8 kWh/Passagier gegenüber 1990 geringfügig größer. Die für den Ausbau benötigte Energie ist in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Die Werte zeigen im Vergleich mit dem PKW-Verkehr den energetischen Vorteil der Bahn (vergleiche Kap. 8.3.2.4.). Für MP2000 Var1 ist kein zusätzlicher Ausbau der Bahn erforderlich, oder umgekehrt: erfolgt kein Ausbau der Bahn werden auch keine zusätzlichen Fluggäste auf die Bahn umsteigen. Aus verkehrstechnischen Gründen ist eine Verlagerung des Zubringerverkehrs auf die Bahn notwendig. Um den Energieverbrauch pro Passagier bei verkürzten Zugfolgen (MP2000 Var 2) zu senken, ist eine zusätzliche Verlagerung des Zubringerverkehrs auf die Bahn notwendig. Aufgrund dieser Ergebnisse ist die Variante 2 des MP2000 anzustreben, wobei aber begleitende Maßnahmen zur Verbesserung der Infrastruktureinrichtungen der Bahn (z.B. nach Schweizer Muster [6]) notwendig sind.

### 8.3.2 Kraftfahrzeugverkehr

#### 8.3.2.1 Anzahl

Zur Ermittlung der Anzahl der Kraftfahrzeuge liegt das Ergebnis einer an drei Tagen im Oktober 1991 durchgeführten Verkehrszählung vor [11]. Weiters stehen eine Statistik der Passagier- und Frachtdaten des VIE für 1990 [8] und MP2000 zur Verfügung und aus einer Fluggastbefragung ein Modal Split der benutzten Transportmittel [6].

Aus diesen Daten wird durch Extrapolierung mit Tagesgewichtung ein Jahresmittelwert für die verschiedenen Fahrzeugtypen (Pkw, Lieferwagen, Lkw, Bus) berechnet. In Tab. 8.14 sind die Mittelwerte und die zugehörigen Standardabweichungen aufgelistet.

Tabelle 8.14: Anzahl der Kraftfahrzeuge für 1990 nach [11]

Anzahl	$\bar{x}$	$\sigma_n$
Pkw	3.050.314	366.300
Lieferwagen	160.582	11.099
Bus	76.791	2.114
Lkw	153.855	27.485
gesamt	3.441.542	

Jährlicher durchschnittlicher Tagesverkehr (JDTV) = 18.858

Weiters wird ein jahresdurchschnittlicher Tagesverkehr (JDTV) berechnet. Aufgrund der Kennzeichenerfassung bei der Verkehrszählung existiert eine Fahrzeugzuordnung nach Bundesländern (siehe Tab. 8.15) und in NÖ auch nach Bezirkshauptmannschaften (siehe Tab. 8.16).

Tabelle 8.15: Fahrzeugzuordnung nach Bundesländern und Nachbarstaaten (1990)

	Pkw		Lieferwagen		Lkw		Bus	
	gesamt	%	gesamt	%	gesamt	%	gesamt	%
Wien	1.677.673	55,3	105.021	65,4	66.004	42,9	50.605	65,9
Bgld	155.566	5,1	4.175	2,6	29.232	19,0	3.840	5,0
Knt	27.453	0,9	1.766	1,1	2.923	1,9	230	0,3
OÖ	61.006	2,0	13.971	8,7	23.386	15,2	4.607	6,0
Szb	24.403	0,8	1.927	1,2	1.539	1,0	384	0,5
Stmk	70.157	2,3	2.569	1,6	1.539	1,0	3.456	4,5
Ti	12.201	0,4	482	0,3	615	0,4	77	0,1
Vbg	12.201	0,4	803	0,5	2.308	1,5	0	0
NÖ	713.773	23,4	18.146	11,3	14.770	9,6	3.379	4,4
Ungarn	39.654	1,3	1.927	1,2	1.539	1,0	1.075	1,4
vorm. CSFR	91.509	3,0	1.927	1,2	1.539	1,0	6.988	9,1
D	48.805	1,6	1.445	0,9	615	0,4	0	0



Tabelle 8.16: Fahrzeugzuordnung nach Bezirkshauptmannschaften in Niederösterreich (1990)

NÖ Bezirk	Pkw		Lieferwagen		Lkw		Bus	
	gesamt	%	gesamt	%	gesamt	%	gesamt	%
P	3.050	0,1	0	0	1.385	0,9	0	0
AM	12.200	0,4	0	0	0	0	77	0,1
BN	61.006	2,0	642	0,4	1.077	0,7	154	0,2
BL	85.408	2,8	1.445	0,9	4.000	2,6	77	0,1
GF	24.403	0,8	802	0,5	615	0,4	0	0
GD	6.100	0,2	0	0	0	0	461	0,6
HL	9.150	0,3	0	0	0	0	0	0
HO	3.050	0,1	0	0	0	0	0	0
KO	27.453	0,9	321	0,2	923	0,6	154	0,2
KR	6.100	0,2	0	0	154	0,1	0	0
LF	3.050	0,1	160	0,1	0	0	0	0
ME	6.100	0,2	0	0	0	0	154	0,2
MI	9.150	0,3	321	0,2	0	0	0	0
MD	88.459	2,9	1.124	0,7	1.846	1,2	154	0,2
NK	24.403	0,8	321	0,2	154	0,1	77	0,1
PL	15.250	0,5	482	0,3	1.077	0,7	384	0,5
SB	6.100	0,2	321	0,2	154	0,1	0	0
TU	12.200	0,4	1.124	0,7	0	0	0	0
WT	6.100	0,2	0	0	0	0	0	0
WB	24.403	0,8	160	0,1	308	0,2	461	0,6
WU	134.214	4,4	2.569	1,6	1.077	0,7	0	0
ZW	3.050	0,1	0	0	0	0	0	0
WN	21.352	0,7	482	0,3	0	0	154	0,2
KS	3.050	0,1	160	0,1	308	0,2	0	0
WY	3.050	0,1	0	0	0	0	0	0
SW	115.912	3,8	7.547	4,7	3.231	2,1	1.075	1,4

Daraus können den verschiedenen Kraftfahrzeugen auf Autobahnen (AU), außerorts (AO) und innerorts (IO) gefahrene Strecken zugeordnet (Tab. 8.17) und die Gesamtstrecke berechnet werden (Tab. 8.18).

Tabelle 8.17: Mittlere Entfernung in km der BZH, Bundesländer und Nachbarländer vom VIE

Herkunft	IO	AO	AU	IO+AO	IO+AU	AO+AU	IA+AO+AU
Wien				18			
Baden						34	
Schwechat		6					
Bruck/Leitha		40					
Amstetten			141				
Gänserndorf		49					
Korneuburg		36					
Krems						98	
Mödling		26					
Melk			98				
Mistelbach		68					
Gmünd		160					
Wien Umgebung				28			
Horn		105					
Neunkirchen						70	
Wr. Neustadt						57	
St. Pölten			76				
Waidhofen/Ybbs						166	
Hollabrunn		73					
Tulln				63			
Waidhofen/Thaya		132					
Lilienfeld						90	
Scheibbs						148	
Zwettl						149	
Burgenland		60					
Oberösterreich (Linz)			200				
Salzburg (Salzburg)			300				
Steiermark (Graz)			205				
Kärnten (Klagenfurt)						350	
Tirol (Innsbruck)			480				
Vorarlberg (Bregenz)						650	
Ungarn		60					
vorm. CSFR		45					
D			300				

Tabelle 8.18: Gesamte Wegstrecke in km der Kfz zum VIE (1990)

[km]	AO	AU	IO+AO	AO+AU
Pkw	27.818.486	58.111.065	34.724.706	25.030.528
Lieferwagen	657.823	4.600.437	2.033.122	1.298.530
Lkw, Bus	2.908.458	7.958.380	2.129.118	2.782.453
gesamt	31.384.767	70.669.882	38.886.946	29.111.511

Die Streuung der Pkw-Daten beträgt 12 % und die der Lkw 18 %. Auch die Unsicherheiten der Fahrzeugherkunft und des Modal Split der Fahrgäste bewegen sich in diesen Größenordnungen. Weitere Fehlerquellen entstehen durch die angenommene Korrelation des Lieferwagenverkehrs zu den im VIE befindlichen Geschäften mit den Passagierzahlen. Für den Lkw-Verkehr ist die starke Wochentag-/Wochenendschwankung berücksichtigt, die nicht mit den Luftfrachtdaten zusammenhängt.

Für den Parkplatz eines Reiseveranstalters für Dauerparker ergibt eine grobe Abschätzung der FWB, Abteilung Anbindung, eine mittlere Belegung von 2.000 Pkw/Tag, die durchschnittlich 2 Wochen parken. Daraus berechnen sich 50.000 zusätzliche Pkw zum Verkehrsaufkommen des VIE. Das sind 14 % der Streuung der Gesamt-Pkw-Anzahl. Da keine genaueren Daten existieren, werden diese Dauerparker nicht berücksichtigt.

### 8.3.2.2 Lärm

Aus den Zähldaten und den daraus berechneten Tagesmittelwerten wird der vom Zubringerverkehr zum VIE verursachte Verkehrslärm auf den Hauptzufahrtstrecken A4 und B9 und in den Orten Schwechat und Fischamend berechnet. Diese Daten werden mit dem Lärmkataster NÖ [12] verglichen und bewertet.

Die Zähldaten und ihre prozentuelle Zuordnung sind in Tab. 8.19 dargestellt.

Tabelle 8.19: Durch VIE verursachter jährlicher durchschnittlicher Tagesverkehr (JDTV) auf den Zubringerstraßen (1990)

vom VIE verursachter Verkehr	JDTV	Anteil am Verkehr des VIE
A4	11.352	60 %
B11/B9 Schwechat	5.676	30 %
B10/B9 Fischamend	1.892	10 %
Gesamtverkehr	JDTV	VIE-Anteil an Gesamtverkehr
Nr. 107/A4 (km 9,3)	30.500	37 %
Nr. 7/B9 (km 3)	10.111	56 %
Nr. 54/B10 (km 17,4)	14.836	0 %

Aus diesen Werten werden nach [12] und [13]  $L_{eq}$ -Werte IO, AO und AU berechnet. Rechengang und Ergebnisse sind in Tab. 8.20 aufgelistet.

Tabelle 8.20: Rechengang und Lärmbelastung in [dB] verursacht durch den Zubringerverkehr zum VIE für 1990

in [dB]	A4	B9 v. Schwechat	B9 in Schwechat	B9 v. Fischamend	B9 in Fischamend
$L_g$	32	32	32	32	32
MSV Tag	737,88	368,94	368,94	122,98	122,98
MSV Nacht	157,58	–	–	24,6	24,6
$K_s$	1	1	IO=AO+5 (max + 9)	1	IO=AO+5 (max + 9)
$K_f$	2	–		–	
$K_g$	6	4		4	
IO-Zuschlag			4		4
VIE $L_{eq}$ Tag	69,7	62,7	66,7	57,9	62,9
VIE $L_{eq}$ Nacht	62,7	55,7	59,7	50,9	55,9
gesamt $L_{eq}$ Tag	72	63	75	62,6	67,6
gesamt $L_{eq}$ Nacht	66	57	69	56,5	61,5
gesamt ohne VIE $L_{eq}$ Tag	68,1	51,2	74,3	60,8	65,8
gesamt ohne VIE $L_{eq}$ Nacht	63,3	51,5	68,5	55,1	60,1

$$L_{eq,A} = L_g + 10 \lg MSV + K_s + K_f + K_g$$

$$MSV \text{ Tag} = 0,065 \times JDTV$$

$$MSV \text{ Nacht} = 0,014 \times JDTV$$

$$\text{Innerorts (IO)} = \text{außerorts (AO)} + 5\text{dB [12]}$$

$$\text{(oder maximal + 9dB für alle K)}$$

$$\text{Fehler} = \pm 0,5 \text{ dB (für } \Delta JDTV = 10 \text{ \%)}$$

Mittels folgender Gleichungen

$$L_1 + L_2 = 10 \lg (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10})$$

$$L_1 - L_2 = 10 \lg (10^{L_1/10} - 10^{L_2/10})$$

wird von den Werten des Lärmkatasters der Anteil des vom Zubringerverkehr verursachten Verkehrslärms abgezogen und diese Differenz zur Beurteilung herangezogen. Weiters wird der Verkehrslärm nach MP2000 Var 1 und MP2000 Var 2 berechnet.

Die Unsicherheiten bei den Daten für 1990 ergeben sich durch die Schwankung der Zählraten um  $\pm 10 \text{ \%}$ . Diese bewirken eine Schwankung des  $L_{eq}$ -Wertes um insgesamt 1 dB. Für die MP2000-Varianten ist die Unsicherheit einer Vorhersage über die Gesamtverkehrsentwicklung in diesem Raum (Veränderung der Verkehrssituation auf der Strecke nach Ungarn und Tschechoslowakei) groß und daher nicht erfaßbar. Daher wird von einer insgesamt gleichbleibenden Verkehrssituation ausgegangen. Die Abschätzung ist deshalb konservativ nach oben (= maximal).

Aus den Daten ergibt sich auf der A4 für 1990 eine erhebliche Lärmbelastung durch den Zubringerverkehr zum VIE. In Schwechat ist durch den hohen Anteil des Ostverkehrs der Zubringerverkehrsanteil am Verkehrslärm gering, während auf der B9 außerorts dieser Anteil sehr hoch ist. Auch aus der anderen Richtung ist der Lärm, besonders in Fischamend, durch den Zubringerverkehr deutlich erhöht.

MP2000 Var 1 ergibt eine deutlich wahrnehmbare Erhöhung ( $\approx +3 \text{ dB}$ ) des vom VIE verursachten Verkehrslärms, während MP2000 Var 2 eine Zunahme um 1–2 dB bewirkt (siehe Tab. 8.21).

Tabelle 8.21: Lärmbelastung in [dB] verursacht durch den Zubringerverkehr zum VIE für MP2000 Var1 und MP2000 Var 2

[dB]	A4	B9 von Schwechat	B9 in Schwechat	B9 von Fischamend	B9 in Fischamend
MP2000 Var1 VIE Tag	72,7	65,7	70,7	60,9	65,9
MP2000 Var1 VIE Nacht	65,7	58,7	63,7	53,9	58,9
MP2000 Var2 VIE Tag	71,1	64,1	69,1	59,4	64,4
MP2000 Var2 VIE Nacht	64,1	57,1	62,1	52,4	57,4

### 8.3.2.3 Luftschadstoffemissionen

Die Emissionen sind geschwindigkeitsabhängig, leistungsabhängig und kraftstoffabhängig. Daher wird eine Einteilung in die 3 Geschwindigkeitskategorien innerorts, außerorts und Autobahn getroffen (siehe Tab. 8.22, nach [3]).

Tabelle 8.22: Geschwindigkeitszuordnungen

[km/h]	Pkw	Lieferwagen	Lkw	Bus
innerorts	30	30	30	30
außerorts	70	60	60	60
Autobahn	120	100	100	100

Die Trennung nach Kraftstoffarten ist in Tab. 8.23, nach [3] aufgelistet, die entsprechenden Emissionswerte in Tab. 8.24 nach [1]. Auch hier werden aus Aktualitätsgründen die CO<sub>2</sub>-Emissionen mit den Daten aus Tab. 8.4 abgeschätzt.

Tabelle 8.23: Kraftstoffverteilung

	Diesel	Benzin
Pkw	13 %	87 %
Lieferwagen	56 %	44 %
Lkw	84 %	16 %
Bus	100 %	—

Tabelle 8.24: Spezifische Emissionswerte in [g/km] bzw. [mg/km] für Kfz für 1990 und 2000 (nach [1])

Jahr		1990				2000			
Schadstoff	v	Pkw	LIE	Lkw	Bus	Pkw	LIE	Lkw	Bus
NO <sub>x</sub> [g/km]	30	1,05	1,95	13,76	13,76	0,25	0,77	9,94	9,94
	60		2,17	13,95	13,95		0,82	10,07	10,07
	70	1,39				0,32			
	100		4,02	24,58	24,58		1,5	17,74	17,74
	120	2,73				0,64			
HC [g/km]	30	0,88	1,69	5,5	5,5	0,17	0,41		
	60		0,79	2,7	2,7		0,18	wie 1990	wie 1990
	70	0,37				0,07			
	100		0,67	2,55	2,55		0,16		
	120	0,38				0,07			
CO [g/km]	30	7,33	11,49	7,5	7,5	1,41	3,4		
	60		4,35	3,2	3,2		1,27	wie 1990	wie 1990
	70	2,13				0,42			
	100		3,7	5,0	5,0		1,4		
	120	3,83				0,81			
Pb [mg/km]	30	7,2	8,5			0,4	0,4		
	60		5,1				0,2		
	70	4,3				0,2			
	100		5,9				0,3		
	120	6,2				0,3			
SO <sub>2</sub> (mg/km)	30	44	108	930	930	50	123		
	60		78	816	816		91		
	70	27				32		wie 1990	wie 1990
	100		93	1350	1350		108		
	120	40				48			
Russ [mg/km]	30	2,2	27	340	340	5,0	34		
	60		40	200	200		51	wie 1990	wie 1990
	70	3,7				10,5			
	100		77	250	250		99		
	120	8,6				19,5			

Um den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten einer Fahrt gerecht zu werden, wird eine Mittelung durchgeführt (siehe Tab. 8.25) und den einzelnen Regionen nach Tab. 8.17 zugeordnet.

Tabelle 8.25: Aus Mittelung gewonnene spezifische Emissionswerte in [g/km] bzw. [mg/km] für Kfz

Jahr		1990			2000		
Schadstoff	Straßentyp	Pkw	LIE	Lkw/ Bus	Pkw	LIE	Lkw/ Bus
NO <sub>x</sub> [g/km]	IO/AO/AU	1,72	2,38	–	–	–	–
	IO/AO	1,22	2,06	13,86	0,29	0,8	10,01
	IO/AU	1,89	2,99	–	–	–	–
	AO/AU	2,06	3,1	19,27	0,48	1,16	13,9
HC [g/km]	IO/AO/AU	0,54	–	–	–	–	–
	IO/AO	0,63	1,24	4,1	0,12	0,3	4,1
	IO/AU	0,63	–	–	–	–	–
	AO/AU	0,38	0,73	2,63	0,07	0,17	2,63
CO [g/km]	IO/AO/AU	4,43	–	–	–	–	–
	IO/AO	4,73	7,88	5,4	0,92	2,34	5,4
	IO/AU	5,58	–	–	–	–	–
	AO/AU	2,98	4,03	4,1	0,62	1,34	4,1
Pb [mg/km]	IO/AO/AU	5,9	–	–	–	–	–
	IO/AO	5,75	6,8	–	0,3	0,3	–
	IO/AU	6,7	–	–	–	–	–
	AO/AU	5,25	5,5	–	0,25	0,25	–
SO <sub>2</sub> [mg/km]	IO/AO/AU	37	–	–	–	–	–
	IO/AO	36	93	873	41	107	873
	IO/AU	42	–	–	–	–	–
	AO/AU	34	86	1.083	40	100	1.083
Russ [mg/km]	IO/AO/AU	4,8	–	–	–	–	–
	IO/AO	3,0	34	270	7,8	43	270
	IO/AU	5,4	–	–	–	–	–
	AO/AU	6,2	59	225	15,0	75	225

Für die einzelnen Regionen werden die entsprechenden Verwaltungszentren als Bezugspunkt gewählt.

Die sich ergebenden Schadstoffmengen für 1990, MP2000 Var1 und MP2000 Var 2 sind in Tab. 8.26 zusammengefaßt.

Tabelle 8.26: Schadstoffemissionen der Kfz in [t] für Zubringerverkehr zum VIE und Gesamt-Österreich sowie der Anteil des Zubringerverkehrs zum VIE an den Kfz-Emissionen von Gesamt-Österreich in [%] für die Jahre 1990 und 2000

Jahr	[t]	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Russ	Pb	CO <sub>2</sub>
1990	Pkw	590	128	1.053	10,4	1,75	1,6	42.270
	LIE	56	14	82	1,6	1,1	0,1	3.188
	Lkw/Bus	639	88	144	36	8,8	–	13.419
	Kaltstart	1	4	36	–	–	–	–
	Verdunstung		6					
	VIE gesamt	1.286	240	1.315	48	11,65	1,7	58.877
	Ö gesamt	132.304	83.547	435.228	5.745	112,45	155	
	Anteil VIE in %	0,97	0,28	0,30	0,84	0,10	1,1	
MP2000Var1	Pkw	274	49	432	25	9,2	0,2	
	LIE	43	8	56	4	2,8	0	
	Lkw/Bus	883	169	276	69	16,9	–	
	VIE gesamt	1.200	226	764	98	28,9	0,2	
	Ö gesamt	93.710	39.210	172.207	6.204	10.679	30	
	Anteil VIE in %	1,28	0,58	0,44	1,58	0,27	0,67	
MP2000Var2	Pkw	173	31	273	16	5,8	0,1	
	LIE	43	8	56	4	2,8	–	
	Lkw/Bus	1.242	238	388	97	23,8	–	
	VIE gesamt	1.458	277	717	117	32,4	0,1	
	Anteil VIE in %	1,56	0,71	0,42	1,89	0,30	0,33	

Die Kaltstartemissionen (Kaltstart erfolgt nach einer Parkdauer von mehr als einer halben Stunde) und Verdunstungsverluste werden in Tab. 8.27 dargestellt, wobei die Parkdauer aus den Parkhauslisten der FWB entnommen wurde.

Tabelle 8.27: Kaltstartemissionen und Verdampfungsverluste in [t], Emissionen durch Parkplatzsuche in [kg] für 1990

[t]	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Pb
Pkw	0,9	3,5	34	0,05	0,01
LIE	–	0,2	2	–	–
Kaltstart gesamt	0,9	3,7	36	0,05	0,01
Verdampfung gesamt	–	6,4	–	–	–
[kg]	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>	Pb
Emission durch Parkplatzsuche	93	160	1.264	7,4	1,2



Die durch das Parkplatzsuchen verursachten Emissionen sind ebenfalls in Tab. 8.27 angeführt, wobei eine durchschnittliche Suchlänge von 200 m mit  $v=10\text{km/h}$  angenommen wurde.

Die Berechnungen der Schadstoffemissionen durch den Verkehr auf der A4 und der B9 im Umfeld von 5 km, d. h. zwischen Schwechat bzw. Fischamend und VIE, sind in Tab. 8.28 dargestellt.

*Tabelle 8.28: Schadstoffemissionen auf der A4 und der B9 in [t] für 1990, verursacht durch den Zubringerverkehr im Umfeld von 5 km.*

	[t]	NO <sub>x</sub>	HC	CO	Pb	SO <sub>2</sub>	Russ
<b>A4</b>	<b>A4 Wien–VIE</b>						
	Pkw	50	7	70	0,1	0,7	0,2
	LIE	4	0,6	4	–	0,1	0,1
	Lkw/Bus	34	3,5	7	–	1,9	0,3
	VIE gesamt	88	11,1	81	0,1	2,7	0,6
	Emissionskataster	258	69	258	0,4	4	3
	Anteil VIE in %	34	16	31	25	67	20
<b>B9</b>	<b>B9/B10–VIE</b>						
	Pkw	13	3	19	0,04	0,25	0,03
	LIE	1	0,4	2	–	0,04	0,02
	Lkw/Bus	10	1,7	2,2	–	0,6	0,1
	VIE gesamt	24	5,1	23,2	0,04	0,89	0,15
	<b>B9 Fischamend–VIE</b>						
	VIE gesamt	8	1,7	7,8	0,01	0,3	0,05
	Emissionskataster	56	25	68	0,1	1	0,7
	Anteil VIE in %	57	27	46	50	120	29

Die Gültigkeit der Emissionsdaten ist begrenzt durch die Ungenauigkeit der Gesamtfahrzeugdaten (12–18 %), die Annahme einer gleichartigen Ausstattung der Kfz mit Katalysatoren und Filtern, einer annähernd zur Schweiz gleichen Benzin/Diesel-Verteilung (Fehler für beides <10 %, nach Angaben des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswesen, TU-Wien) und einer stetigen Verbesserung der Leistungen und Emissionen von Verbrennungskraftmaschinen.

Die Ergebnisse werden verglichen mit:

- den Gesamtemissionen des Kfz-Verkehrs in Österreich 1990 (siehe Tab. 8.26) [3] und
- den Emissionen des Emissionskatasters der NÖ-Landesregierung (Tab. 8.28) [14].

Die flughafeninduzierten Kfz-Emissionen bewegen sich zwischen 0,1 % und 1,1 % der gesamtösterreichischen Verkehrsemissionen. Die Schwankungen der Anteile der Schadstoffarten ist auf die für Österreich untypische Verteilung der Kfz-Typen und benutzten Straßenarten zurückzuführen. Für die beiden Varianten MP2000 werden die Anteile des VIE noch größer.

Der lokale Emissionsanteil an der Zubringerstraße A4 schwankt zwischen 16 % und 67 % für die einzelnen Schadstoffe. Der 16 %ige HC-Anteil ist im Vergleich zum Verkehrsanteil zu ge-

ring, der 67 %ige  $\text{SO}_2$ -Anteil zu hoch. Analoges gilt für den Schadstoffanteil an der B9. Diese Abweichungen beruhen auf den verschiedenen Rechenmethoden und unterschiedlichen Emissionsannahmen für HC und  $\text{SO}_2$  im Luftemissionskataster [14] und in den Modellannahmen des Bundesumweltamtes der Schweiz [1]. Ein Anteil von 30 % auf der A4 und von 50 % auf der B9 durch den VIE kann aber als realistisch angenommen werden. Insgesamt ist die Schadstoffbelastung des landseitigen Bodenverkehrs als sehr hoch einzustufen und wird sich bei beiden Varianten für MP2000 noch verschlechtern.

Die Emissionen aus dem Parken sind anteilmäßig nicht sehr hoch, aber lokal, besonders in den Parkhäusern, stark konzentriert und stellen deshalb einen erheblichen Belastungsfaktor dar.

#### 8.3.2.4 Energie

Aus den Daten der Verkehrszählung [11] wird mit Hilfe des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs und der Trennung nach Treibstofftypen ein Gesamttreibstoffverbrauch errechnet und auf die Anteile pro Passagiere umgerechnet. Die Ergebnisse sind in Tab. 8.29 zusammengefaßt.

*Tabelle 8.29: Gesamtenergieverbrauch in [kWh] für 1990*

Benzin .....	$16,558 \times 10^6 \text{ l}$
Diesel .....	$7,266 \times 10^6 \text{ l}$
$E_{\text{gesamt}}$ .....	$209,6 \times 10^6 \text{ kWh}$
E/Person Pkw .....	6,15 kWh
E/Person Bus .....	4,53 kWh

Im Gegensatz zu dem Energieanteil pro Passagier bei der Bahn, ist eine Angabe des Energieanteils aus dem Betrieb und der Erhaltung des Straßennetzes nicht möglich und daher nicht berücksichtigt.

Aus dem Vergleich über den Energieverbrauch pro Passagier zwischen PKW, Bus und ÖBB (siehe Kap. 8.3.1.2) ergibt sich ein deutlicher Vorteil für MP2000 Var 2.

#### 8.3.2.5 Flächenverbrauch

Als zusätzlicher umweltbelastender Faktor wird, ohne weitere Bewertung, die Bodenversiegelung im Umfeld von 5 km vom VIE berechnet.

1990: A4: 40 m breit Wien–VIE  
 B9: 16 m breit Schwechat–Vie, Fischamend–VIE  
 Parkplatz:  $132.000 \text{ m}^2$   
 Gesamtfläche:  $0,5 \text{ km}^2$

ÖBB: 20 m breit Wien–VIE  
 Gesamtfläche:  $0,1 \text{ km}^2$

MP2000: A4: 50 m breit Wien–VIE (Ausbau auf 3 Spuren)  
 A4: 40 m breit Fischamend–VIE  
 B9: gleich wie 1990  
 Parkplatz: gleich wie 1990  
 Gesamtfläche:  $0,75 \text{ km}^2$

ÖBB: gleich wie 1990 (Ausbau auf 2 Gleise ohne zusätzlichen Platzbedarf)  
 Gesamtfläche:  $0,1 \text{ km}^2$

## 8.4 GESAMTBEWERTUNG

### *Luft*

Die vom Zubringerverkehr des Einzelbetriebes VIE verursachten Schadstoffemissionen sind 1990 mit einem Anteil von 0,1–1,1 % an den gesamtösterreichischen Kfz-Emissionen als hoch einzustufen. Beim Eintreffen der Annahmen des MP2000 erhöht sich dieser Anteil noch. Weiters zeigt sich, daß der luftseitige Bodenverkehr 1990 ungefähr ein Drittel der Emissionen des landseitigen Bodenverkehrs im Umfeld von 5 km erreicht, und damit ebenfalls als hoch zu beurteilen ist. Auch diese Werte werden bei MP2000 weiter ansteigen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß wird wegen des Anstieges des Gesamtreibstoffverbrauchs für MP2000 größer werden. Auch die Forderung nach Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit auf den Stand 80 % von 1988, erreicht bis zum Jahr 2005 [15], wird den VIE betreffen, und es sollten daher Planungen unter Einbeziehung dieses Aspekts verstärkt beachtet und/oder durchgeführt werden.

### *Lärm*

Der Beitrag des Zubringerverkehrs zum VIE am Straßenverkehrslärm ist 1990 je nach beurteilter Region und hochrangiger Straße unterschiedlich und variiert von schwach bis stark. Der flughafeninduzierte Anteil des Bahn lärms ist wegen der derzeit geringen Benützung der Bahn durch Ab- und Anreisende vernachlässigbar. Bei gleichbleibendem Modal Split für MP2000 Var 1 ist keine Lärmzunahme durch die Bahn zu erwarten, während sich der durch den VIE verursachte Kfz-Verkehrslärm um etwa 3 dB erhöht. Bei MP2000 Var 2 steigt die flughafenverursachte Bahn lärmbelastung um 4 dB und der flughafeninduzierte Straßenverkehrslärm um 1–2 dB. Es wird zu untersuchen sein, ob Lärmschutzmaßnahmen erforderlich sind.

### *Energie*

Die berechneten Energieanteile pro Passagier sind umso günstiger, je höher die Passagierzahl ist. Es sollte dabei aber nicht übersehen werden, daß die absoluten Belastungen trotzdem steigen. Der energetische Vorteil der Bahn als Zubringer gegenüber Pkw und Bus ist offensichtlich.

### *Gesamtempfehlung*

Unter Berücksichtigung aller untersuchter Kriterien ist eine noch stärkere Bahnanbindung als in MP2000 Var 2 vorgesehen zu empfehlen. Entsprechende Infrastrukturmaßnahmen nach dem Schweizer Modell sind dazu mindestens notwendig, wahrscheinlich aber nicht alleine ausreichend. Eine entsprechende Parkraumpolitik wird überlegt werden müssen.

## 8.5 LITERATURLISTE

- [1] Bundesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Schadstoffemissionen des privaten Straßenverkehrs 1950–2000. Schriftreihe Umweltschutz Nr. 55, Schweiz, Bern, November (1986)
- [2] Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich. 18. Nov. z. KDV.  
Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich. Jahrgang 1986, 21. November z. KDV. Ausgegeben am 30. Dezember 1986.  
Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich. Jahrgang 1987, 22. November z. KDV. Ausgegeben am 28. Juli 1987
- [3] Lenz, H. P., Akhlagi, M.: Schadstoffemissionen des gesamten benzin- und dieselbetriebenen Straßenverkehrs in Österreich sowie zu erwartende Entwicklungen 1970–2000. Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen, Band 18, Wien (1989)
- [4] Flughafen Zürich: Umweltbilanz Flughafen Zürich (1991)
- [5] Horn, A.: ÖBB Handbuch 1991. Bohmann Verlag  
ÖBB: Betriebsleistungsausweis (BLA), Zusammenfassung, ÖBB–GD 5.3 (1990)
- [6] Lenßen, M., Wolf, P.: Dokumentation vorhandener und geplanter Bahnanschlüsse an Flughäfen in Europa und deren Auswirkungen auf den Modal Split der Zubringerverkehrsmittel. Studienarbeit Verkehrswissenschaftliches Institut der RWTH Aachen (April 1990)
- [7] Engel, E.: Flughafenbahn – Möglichkeiten einer künftigen Erschließung des Flughafens Wien–Schwechat. i. A. der MA18–Stadtstrukturplanung, Wien (1990)
- [8] FWB: Zahlen Daten Fakten. Stand 1.1.1991
- [9] Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung: Berechnung der Schallimmission durch Schienenverkehr. ÖAL–Richtlinie Nr. 30 (November 1990)
- [10] Phys.–techn. Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik: Schallemission und –immission an Schienenstrecken in Wien unter Zugrundelegung des NAT 91, Teil 2, Schallimmission. Gutachten 8033/ws, i. A. der MA 22 der Stadt Wien, 29. April 1991
- [11] Spiegel, T.: Verkehrserhebung 1991 Flughafen Wien–Schwechat. Durchgeführt im Auftrag der Flughafenbetriebsges.m.b.H., Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Wien (1991)
- [12] Schönstein, R., Schörner, G.: Verkehrsumweltmodell Niederösterreich, Verkehrsemissionskataster Niederösterreich Teil II: Lärmemissionen durch den Straßenverkehr. Forschungsarbeit für das Amt der niederösterreichischen Landesregierung, Wien (November 1990)
- [13] Bundesministerium für Bauten und Technik: Dienstanweisung betreffend Lärmschutz an Bundesstraßen. Zl. 920.080/2–III/14–83, Wien (März 1983)
- [14] Schönstein, R., Schörner, G.: Verkehrsumweltmodell Niederösterreich, Verkehrsemissionskataster Niederösterreich Teil I: Luftschadstoffemissionen durch den Straßenverkehr, den Schiffverkehr auf der Donau und den Diesel–Bahnverkehr. Forschungsarbeit für das Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Wien (November 1990)
- [15] The Changing Atmosphere, Conference Statement, Toronto (1988)

## 8.6 GLOSSAR

A4:	Ost-Autobahn
AO:	außerorts
AU:	Autobahn
AUA:	Austrian Airlines
B9:	Bundesstraße 9
B10:	Bundesstraße 10
B11:	Bundesstraße 11
Bgld:	Burgenland
BLA:	Betriebsleistungsausweis
BM:	Bundesministerium
BUS:	Bundesumweltamt der Schweiz
BZH:	Bezirkshauptmannschaft
CO:	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub> :	Kohlendioxid
D:	Deutschland
dB:	Dezibel
E:	Energie
E <sub>G</sub> :	Emission gesamt
E <sub>n</sub> :	genutzte Energie
E <sub>S</sub> :	spezifische Schadstoffemission
FWB:	Flughafen Wien BetriebsgesmbH.
FZ:	Fahrzeuge
HC:	Kohlenwasserstoffe
H <sub>0</sub> :	Heizwert
IO:	innerorts
JDTV:	jährlicher durchschnittlicher Tagesverkehr
KDV:	Kraftfahrzeugdurchführungsverordnung
K <sub>F</sub> :	Korrektur für Fahrbahndecke
K <sub>G</sub> :	Korrektur für maßgebliche Geschwindigkeit
Knt:	Kärnten
Ks:	Kaltstart
K <sub>S</sub> :	Korrektur für Schwerverkehrsanteil
kWh:	Kilowattstunde
L <sub>1</sub> :	Lärm 1
L <sub>2</sub> :	Lärm 2
L <sub>eq</sub> :	A-bewerteter äquivalenter Dauerschallpegel
lg:	logarithmus generalis
L <sub>G</sub> :	Grundwert zum Dauerschallpegel [18]
LIE:	Lieferwagen mit Gewicht kleiner als 3.5 t
Luftfrachtersatz:	Luftfracht, die mit LKW transportiert wird
M:	Treibstoffmenge
MJ:	Megajoule
Modal Split:	Aufteilung der Anbindung eines Flughafens nach Verkehrsmittel
MP2000:	Masterplan für 2000

MP2000 Var1: ... Masterplan für 2000 mit gleichbleibender Modal Split Verteilung

MP2000 Var2: ... Masterplan für 2000 mit veränderter Modal Split Verteilung

$M_s$ : ... Verbrauch

MSV: ... maßgebliche stündliche Verkehrsstärke [18]

NAT: ... Neue Austro Takt

$NO_x$ : ... Stickoxide

NÖ: ... Niederösterreich

OÖ: ... Oberösterreich

ÖBB: ... österreichische Bundesbahn

Pb: ... Blei

RWTH: ... Rheinisch–Würthtembergische Technische Hochschule

$SO_2$ : ... Schwefeldioxid

Stmk: ... Steiermark

Szb: ... Salzburg

TGM: ... Technologisches Gewerbemuseum

Ti: ... Tirol

UBA: ... Umweltbundesamt

$v$ : ... (durchschnittliche) Geschwindigkeit

Vbg: ... Vorarlberg

VIE: ... Flughafen Wien–Schwechat

VOC: ... flüchtige Kohlenwasserstoffe (volatile organic compounds)

$\sigma$ : ... Standardabweichung

$\bar{x}$ : ... Mittelwert

$\Delta$ : ... Delta

$\eta$ : ... Wirkungsgrad

$g$ : ... spez. Gewicht

## 9 RAUMPLANUNG

### 9.1 EINLEITUNG UND RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Im Kapitel Lärm (Kap. 3) wurde eine prozentuelle Auflistung der Fluglärmbeschwerden, aufgeteilt nach Regionen, gegeben. Daraus ist ersichtlich, daß neben Regionen, die eine höhere Siedlungsdichte aufweisen (z. B. Wiener Bezirke), besonders auch aus jenen Gemeinden Beschwerden zu verzeichnen sind, die an den Flugrouten oder in nächster Nähe des Flughafens liegen. Aus den umliegenden Gemeinden des Flughafens Wien-Schwechat (Fischamend, Kleinneusiedl, Enzersdorf/Fischa einschl. Margarethen am Moos, Schwadorf, Schwechat) kamen 1990 etwa ein Drittel aller Beschwerden. Diese Gemeinden sind vor allem von den höheren Spitzenschallpegeln, verursacht durch landende und startende Flugzeuge, betroffen.

Von den oben angeführten Gemeinden wurden die derzeit gültigen Flächenwidmungspläne [2] ausgehoben und die Widmungsgeschichte bis ins Jahr 1970 bzw. 1967, als die projektierte Piste 16/34 bereits in den Flächenwidmungsplänen der betroffenen Gemeinden eingetragen war, zurückverfolgt. Damit sollte überprüft werden, inwieweit die Raumplanung als vorausschauende Planung in den einzelnen Gemeinden auf die nähere Lage zu einem Lärmemittelpunkt Rücksicht genommen hat.

Gemäß dem Niederösterreichischen Raumordnungsgesetz 1976 [3] ist die Errichtung von Wohngebäuden in den Nutzungsarten Bauland Wohngebiet, Bauland Kerngebiet und Bauland Agrargebiet möglich. Bei der Erhebung der Widmungsgeschichte wurde daher besonders auf die räumliche Entwicklung dieser drei Nutzungsformen geachtet.

Die "örtliche Raumplanung", worunter auch die Erstellung der Flächenwidmungspläne als Durchführungsverordnungen fällt, ist in Österreich behördliche Aufgabe der Gemeinden. Die Länder sind die Träger der "nominellen Raumordnung". Ihnen obliegt die planmäßige und vorausschauende Gesamtgestaltung eines bestimmten Gebietes in bezug auf seine Verbauung, insbesondere für Wohn- und Industriezwecke einerseits sowie für die Erhaltung von im wesentlichen unbebauten Flächen andererseits, soweit nicht einzelne dieser planenden Maßnahmen Materien betreffen, die nach der Gesetzgebung oder auch nach der Vollziehung dem Bund ausdrücklich vorbehalten sind (z. B. Eisenbahnwesen, Bergwesen, Wasserrecht) [4].

Die Flächenwidmung für Flughäfen obliegt nicht dem Gemeinderat. Die gesetzliche Grundlage hierfür ist in den entsprechenden Bundes- und Landesgesetzen enthalten (Luftfahrtgesetz, Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz). Rund um den Flughafen sind Sicherheitszonen festgelegt. Diese Zonen sind dann aus der örtlichen Flächenwidmung durch die Gemeinden ausgenommen, wenn die untere Grenze dieser Zone (durch die Flugbahnen festgelegt) auf der Erdoberfläche liegt. Am Flughafen Wien-Schwechat ist dies das engere Flughafenbetriebsgelände mit jeweils einer zwischen rund 500 und 1.000 m langen Ausstülpung außerhalb des Betriebsgeländes in Verlängerung der An- und Abflugsektoren. Die örtliche Flächenwidmung im Umland außerhalb der engeren Sicherheitszone ist nur durch die Bestimmungen der Sicherheitszonenverordnung beschränkt. Nach dieser sind für die Errichtung und Erweiterung von Luftfahrthindernissen Ausnahmegewilligungen erforderlich. Luftfahrthindernisse außerhalb von Sicherheitszonen sind nach § 85 (2) des Luftfahrtgesetzes Anlagen, deren Höhe über der Erdoberfläche 100 m übersteigen, oder die 30 m übersteigen und sich auf einer künstlichen oder natürlichen Bodenerhebung befinden, die mehr als 100 m aus der umgebenden Landschaft herausragen. Der Flughafenbezugspunkt gilt dabei im Umkreis von zehn Kilometern als Richtpunkt und als Bezugshöhe [5].



Abbildung 9.1: Lage der untersuchten Gemeinden

Abgesehen von diesen Einschränkungen erfährt die Widmung im Umland des Flughafens keine gesetzliche Beschränkung. Insbesondere sollte aber bei der Widmung von Wohngebieten auf die gegenwärtige und die zukünftig zu erwartende Lärmsituation stärker Rücksicht genommen werden. In diesem Zusammenhang wird darauf verwiesen, daß die Lärmzonen bei der prognostizierten Zunahme der Flugfrequenz am Flughafen Wien-Schwechat wieder zunehmen werden. Empfehlungen (z. B. ÖNORM S 5021 – Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumordnung) sowie einschlägig befähigte Institute und Körperschaften bzw. alle Betroffenen (einschl. der Flughafen Wien Betriebsgesellschaft) sollten jedenfalls in die künftigen örtlichen Raumplanungen verstärkt eingebunden werden. Auf



diese Weise wäre es möglich, vorprogrammierte Konfliktbereiche, die durch eine wenig vorausschauende Planung entstehen, zu vermeiden.

Die Widmung oder Planung von Wohngebieten in der Nähe der  $L_{eq}$  50 dB-Linie und besonders im Bereich der An- und Abflugsektoren wäre künftig unbedingt zu vermeiden.

## 9.2 SITUATION IN DEN UMLIEGENDEN GEMEINDEN

Eine Bestandsaufnahme in bezug auf die Flächenwidmung im Jahr 1985 rund um den Flughafen Wien-Schwechat ergab, daß im Gemeindegebiet Schwechat im Bereich  $L_{eq}$  größer 50 dB Baulandflächen nur für die Industrie gewidmet wurden und Grünland für die Land- und Forstwirtschaft, Materialgewinnungsstätten und Müllablagerungsplätze vorhanden war. Eine ähnliche Situation ergab sich für die Gemeinde Fischamend, nur waren dort in der Nähe der Piste 16/34 einzelne Flächen innerhalb der Zone  $L_{eq}$  größer 50 dB als Wohngebiete festgelegt [1].

Diese Situation hat sich in diesen beiden Gemeinden seit der Erhebung 1985 nicht verändert. Besonders in Schwechat wurde, was die Lärmbelastung betrifft, im Erhebungszeitraum ab 1970 rücksichtsvoll gewidmet. In Fischamend wurde vorbildlicherweise eine östlich des Siedlungsbereiches in relativer Nähe zu der Piste 16/34 liegende "Bauland-Wohngebiet-Widmung" im Jahr 1979 wiederum in Grünland zurückgewidmet.

Die Flächenwidmungspläne der Gemeinden Kleinneusiedl, Enzersdorf/Fischa (einschl. Margarethen am Moos) und Schwadorf beinhalten keine dB-Linien. In allen drei Gemeinden wurden während der letzten 20 Jahre Widmungen vorgenommen, die als wenig rücksichtsvoll bis problematisch zu bezeichnen sind.

Besonders in der Gemeinde Schwadorf, die in nächster Nähe zur Anfluggrundlinie der Piste 16/34 und der Flughafensicherheitszone liegt, wurden im Jahr 1970 beträchtliche Grünlandflächen in Bauland für Wohngebiete umgewidmet. Im Jahre 1967 fand sich in den Plänen dieser Gemeinde bereits die projektierte Piste 16/34, sodaß man um die künftige Belastung wußte. Besonders problematisch sind jene Umwidmungen in Bauland (Bauland Wohngebiet, Bauland Agrargebiet), die in nächster Nähe der Einflugschneise vorgenommen wurden. Derartige Umwidmungen fanden in Schwadorf selbst in den 80er Jahren statt, also bereits mehrere Jahre nach der Inbetriebnahme der Piste 16/34.

Bedenkliche Umwidmungen wurden auch in der Gemeinde Enzersdorf/Fischa (einschl. Margarethen am Moos) vorgenommen. Im Jahr 1981 wurde in Margarethen am Moos rund 80 m horizontal von der Startbahnachse der Piste 16/34 entfernt in den "Herrschaftlichen Auwiesen" Bauland für Wohngebiete gewidmet. Die Siedlung ist mittlerweile fertiggestellt. Auch in Enzersdorf/Fischa, das zwischen den Startbahnachsen der beiden Pisten liegt, wurden 1985 und 1990 Flächen in Bauland Wohngebiet bzw. Bauland Agrargebiet umgewidmet. Besonders die Widmung im westlichen Teil des Gemeindegebietes (Reisenbachsiedlung) im Jahr 1985 ist wenig vorsorgend durchgeführt worden. In diesem Bereich soll neuerlich Bauland für Wohnungszwecke gewidmet werden, was angesichts der gegenwärtigen Lärmsituation nicht sinnvoll ist.

Kleinneusiedl, das in nächster Nähe zur Piste 16/34 liegt, hat ähnliche Negativbeispiele aufzuweisen. 1980 wurde im westlichen Teil der Gemeinde, der näher bei der Piste liegt, Bauland Wohngebiet gewidmet. Mittlerweile wurde dort ein Wohnhaus für mehrere Parteien errichtet. Selbst 1991 erfolgten Umwidmungen von Bauland Betriebsgebiet bzw. Grünland Kleingartengebiet in Bauland Kerngebiet, obwohl diese Flächen nahe der Pistenachse 12/30 liegen.

Derart kurzsichtige Umwidmungen müssen auf längere Zeit gesehen zu einer Steigerung des Konfliktes zwischen Anrainern und dem Flughafen führen.

### 9.3 ZUSAMMENFASSUNG

Die Widmungsgeschichten ab dem Jahr 1970 in den Flächenwidmungsplänen der Gemeinden Schwechat, Fischamend, Kleinneusiedl, Enzersdorf/Fischa einschl. Margareten am Moos und Schwadorf wurden erhoben, um eine Bewertung der Widmung in potentielle Wohnflächen (Bauland Wohngebiet, Bauland Kerngebiet, Bauland Agrargebiet) in bezug zur Lärmsituation vornehmen zu können. Die Erhebung ergab, daß in den Gemeinden Schwadorf, Enzersdorf/Fischa und Kleinneusiedl in den letzten 20 Jahren wenig vorsorgende Widmungen durchgeführt wurden, die ein neues Potential lärmgestörter Anrainer nach sich ziehen werden. Eine Errichtung von Wohngebäuden wurde trotz des Hinweises der Flughafen Wien Betriebsgesellschaft, daß sich die zu bebauenden Flächen direkt unter den Flugschneisen befinden, in jüngster Vergangenheit auch im 22. Wiener Gemeindebezirk genehmigt, aus dem, nach Angaben der FWB, gegenwärtig schon laufend Fluglärmbeschwerden registriert werden. Aus dem Stadtentwicklungsplan für Wien ist ersichtlich, daß die östlichen Teile des 22. Bezirkes, die an den Flugrouten liegen, Schwerpunkte für den künftigen Wohnbau der Bundeshauptstadt sind. Eine Berücksichtigung des Umstandes, daß diese Gebiete Einflugschneisen für den Flugverkehr darstellen, fand nicht statt. Konflikte zwischen künftigen, lärmgestörten Anrainern und dem Flughafenbetreiber sind daher vorprogrammiert. In den Gemeinden Schwechat und Fischamend wurde auf die Lärmsituation bei der Umwidmung weitgehend Rücksicht genommen.

Die kleinen Gemeinden mit beschränkten Baulandressourcen scheinen mit einer vorsorgenden Widmung von Wohngebieten überfordert zu sein, sodaß hier das Land als letzte genehmigende Behörde bei Flächenwidmungsplänen rigorosere eingreifen müßte. Auch die Wohnbauvorhaben der Bundeshauptstadt im 22. Bezirk und somit im Bereich der Flugrouten wären unter dem Gesichtspunkt Fluglärm neuerlich zu prüfen und Alternativen zu entwickeln bzw. Vorsorgemaßnahmen zu treffen. Bei bestehenden unbebauten Nutzungsflächen für Wohngebiete, die in derzeit oder künftig lärmbelasteten Bereichen liegen, sollten die Möglichkeiten der Rückwidmung bzw. Umwidmung geprüft werden und diese gegebenenfalls nach gesetzlichen Vorschriften durchgeführt werden.

In künftige Widmungsplanungen sollte auf die prognostizierte Frequenzsteigerung des Flugverkehrs am Flughafen Wien–Schwechat und die damit verbundene Zunahme der Lärmzonen verstärkt Rücksicht genommen werden. Entsprechende Empfehlungen sowie einschlägig mit Lärm befaßte Experten und Körperschaften sowie Betroffene (einschließlich der Flughafen Wien Betriebsgesellschaft) sollten stärker in die Planungen einbezogen werden als bisher.

Innerhalb der gegenwärtigen sowie künftig zu erwartenden  $L_{eq}$  50 dB–Zone sollte jedenfalls keine Widmung in Bauland für die Errichtung von Wohngebäuden (ländliches Siedlungsgebiet) durchgeführt werden. Weiters sollte bei künftigen Widmungen auch die Bewertung von Spitzenschallpegeln eine ausreichende Berücksichtigung finden.

## 9.4 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Machata, H. P.: Flughafen Wien–Schwechat – Entwicklung, Bedeutung, geplanter Ausbau. Diplomarbeit am Institut f. Städtebau, Raumplanung u. Raumordnung, Technische Universität Wien (1985)
- [2] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Flächenwidmungspläne der Gemeinden Schwechat, Fischamend, Kleinneusiedl, Enzersdorf/Fischa (einschl. Margarethen am Moos), Schwadorf. (1970–1992)
- [3] Amt der Niederösterreichischen Landesregierung: Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz 1976, 8000–5, 3. Novelle 49/89 (1989)
- [4] Reith, W. J.: Arbeitsunterlagen zu den Vorlesungen "Allgemeine Raumplanung und Raumordnung". 2. Aufl., Institut f. Raumplanung und Agrarische Operationen, Universität f. Bodenkultur Wien (1986)
- [5] Republik Österreich: Luftfahrtsgesetz (1957)



## **ANHANG**

### **STELLUNGNAHME VOM VIE ZUR INTERDISZIPLINÄREN PROJEKTSTUDIE "UMWELTRELEVANTE AUSWIRKUNGEN DES FLUGHAFENS WIEN-SCHWECHAT" (SOMMER 1992)**

Im Jahr 1991 trat die Technische Universität mit der Bitte an den VIE heran, die Durchführung eines interdisziplinären Projektes im Rahmen des Aufbaustudiums Technischer Umweltschutz zu unterstützen. Als Themenbereich sollten in dieser Studie die umweltrelevanten Auswirkungen des Flughafens Wien-Schwechat behandelt werden. Vor Beginn der Erhebungen wurden seitens der Projektgruppe die Vorstellungen dem VIE-Management präsentiert. Vom VIE wurde dieses Projekt mit Interesse zur Kenntnis genommen, sowie die volle Unterstützung zugesagt.

Die nachfolgende Zusammenarbeit im Rahmen der umfangreichen, detaillierten Datenerhebung erstreckte sich über nahezu ein Jahr und kann von unserer Seite durchaus als positiv und konstruktiv bezeichnet werden. Insbesondere konnten in einigen Teilbereichen Anregungen und Vorschläge der Projektgruppe in die Praxis umgesetzt werden, wofür wir an dieser Stelle auch unseren Dank aussprechen dürfen.

Die nunmehr vorliegende Studie zeigt deutlich, daß bereits sehr umfangreiche Umweltmaßnahmen am VIE gesetzt wurden und in einigen Bereichen sicherlich noch ein weiterer Handlungsbedarf besteht. Wir werden daher auch im Sinne der darin enthaltenen Anregungen in dieser Richtung weiterarbeiten.

Da diese Studie die Meinung der Verfasser widerspiegelt, erlauben wir uns, im folgenden einige Anmerkungen zu den einzelnen Teilbereichen aus unserer Sicht darzustellen:

#### **1 BERICHT LUFT**

Die im Resümee angeführten Emissionen für den gesamten Flugverkehr beinhalten auch Überflüge über Österreich, die keinem Flughafen zugeordnet werden können. Dazu ist anzumerken, daß gemäß Umweltbericht des Österreichischen Bundesinstitutes für Gesundheitswesen die Summe der Stickoxidemissionen für Flugverkehr 3,8 t/Jahr beträgt. Dies unterscheidet sich daher gegenüber dem im Bericht zitierten Wert um den Faktor 2.

Bezüglich des Einflusses der Schadstoffemissionen durch Flugverkehr auf die Luftqualität in der Umgebung des Flughafens konnte im Rahmen einer im Jahr 1991 durchgeführten Untersuchung kein Nachweis erbracht werden. Dies wird auch in einer Stellungnahme der NÖ Landesregierung bestätigt.

Bemerkenswert ist jedenfalls, daß die Immissionswerte nicht direkt den Flugbewegungen zuzuordnen sind bzw. daß durch die rasche horizontale und vertikale Verteilung die Meßstellen im Flughafennahbereich keine gesicherten Aussagen zulassen.

Die getroffene Aussage, daß der Zubringerverkehr zum VIE höhere NO<sub>x</sub>- und CO-Emissionen als der Start-/Landezyklus der Flugzeuge hervorruft, müßte die Argumentation des Flughafen Wien-Schwechat stützen, daß bis zum Jahr 2000 der Zubringerverkehr mit Straßenfahrzeugen verstärkt auf die Schiene zu bringen ist.

Bedauert wird, daß keine Berechnung über den Schadstoffausstoß der Hilfstriebwerke (APU) vorgenommen wurde. APUs dienen unter anderem zur Klimatisierung von Luftfahrzeugen während der Standzeit und können durch zentrale Flugzeugklimatisierungsanlagen am Gebäude wesentlich umweltfreundlicher ersetzt werden. Im Hinblick auf das derzeit in Entscheidungsphase befindliche Projekt für den Einsatz im Pier West und der Nachrüstmöglichkeit des Pier Ost wäre eine entsprechende Studie wesentlich. Diesbezügliche Basisdaten liegen bereits vor.

Insgesamt gesehen liegen die ermittelten Werte im richtigen Verhältnis zur gesamten Schadstoffemission.

## 2. BERICHT LÄRM

Zu der Kritik an der Ausweisung eines äquivalenten Dauerschallpegels für Fluggeräusche ist festzustellen, daß die Erfassung der auftretenden Störwirkung durch Flugverkehr in der Umgebung des Flughafens Ziel der Berechnung von derartigen Lärmzonen ist. Dafür ist der zwischen den Einzelereignissen ständig vorhandene Hintergrundpegel nicht relevant.

Bezüglich einer stärkeren Berücksichtigung von einzelnen Maximalpegeln erscheinen uns diese in der Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels in einem ausreichenden Maß verankert zu sein, da sowohl der Spitzenschallpegel, als auch die Dauer jedes Einzelereignisses, deren Häufigkeit sowie das zeitliche Auftreten (Tag – Nacht) in die Berechnung eingehen.

Die im Bericht vorgenommene Bewertung der Meßergebnisse stellt die Meinung des Verfassers dar. Grundsätzlich ist eine Abnahme der durchschnittlichen Maximalpegel und somit eine Verringerung der Fluggeräuschimmission pro Einzelereignis feststellbar. Dies zeigt auch die jährlich durchgeführte Fluglärmzonenberechnung, deren Fläche sich innerhalb von zehn Jahren mehr als halbiert hat.

Selbstverständlich werden die angeführten Anregungen und Vorschläge zu einer Verbesserung der Fluglärmsituation, insbesondere betreffend einer Optimierung der Flugverfahren, aufgenommen und weiterverfolgt.

## 3. BERICHT BODEN

Die erhöhten Werte an Schwermetallen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) im Nahbereich der Piste neben der Aufsetzzone sind vermutlich tatsächlich auf den Flugbetrieb zurückzuführen (Bremsbeläge, Reifenabnutzung etc.). Allerdings muß bei diesen Werten berücksichtigt werden, daß die Proben während einer Sanierung der Piste gezogen wurden. Da in derartigen Fällen der Gummiabrieb aus den Querrillen der Landebahn entfernt wird, erscheint dies eine Erklärung für die festgestellten überhöhten Werte zu sein.

Festgehalten wird jedoch, daß der Empfehlung, das im Nahbereich der Piste gemähte Gras nicht zur Verfütterung zu verwenden, ohnehin immer entsprochen wurde und wird. Ebenso werden die zur Pistenenteisung und Gummiabriebentfernung angewendeten Mittel immer nach der umweltverträglichsten Methode ausgewählt.

#### 4 BERICHT WASSER

Eingangs wird festgehalten, daß die Niederschlagswasserbehandlung verbessert werden sollte. Dies würde großräumige Auswirkungen auf die gesamte Abwasserbehandlung haben. Auch ist die Grundwasserkontaminierung durch den Winterdienst als Problem dargestellt und letztlich sollten vermehrt unverschmutzte Dachwässer dem Grundwasser beigemischt werden.

Mit den jährlich durchgeführten Kanalnetzüberprüfungen und gleichzeitigen Überprüfungen der Anschlüsse ist die Sicherheit, welche gemäß dem Bericht zu gewährleisten ist, gegeben.

Die Anregung betreffend Fettabscheider bei der Abwasservorreinigung der AUA wurde bereits aufgegriffen und die Anlage entsprechend optimiert. Weitere Empfehlungen zur Verbesserung der Situation sind an die Adresse der AUA gerichtet.

Das Speicher- bzw. Absatzbecken, das bisher durch den Wasserzulauf eines Sperrbrunnens gefüllt und dementsprechend auch im Bericht beanstandet worden ist, wird nicht mehr befüllt, da dieses Wasser nunmehr in die Schwechat (Ziegelwasser) geleitet wird. Dieser Zustand entspricht nun somit dem Wasserrechtsbescheid hinsichtlich Behandlung der Oberflächenwässer in der Kläranlage und alle diesbezüglichen Bemerkungen in dem Bericht sind hinfällig.

Bedingt durch ein nicht existentes Nutzwassernetz am VIE-Gelände besteht derzeit keine Möglichkeit, das Sperrbrunnenwasser als Nutzwasser zu verwenden.

Die geforderte Phosphor-Eliminierung wird erforderlich sein. Maßnahmen, welche derzeit in Überlegung sind, müssen auf ihre Anwendbarkeit überprüft werden.

Eine Anordnung von Sperrbrunnen, auch östlich des Flughafens, zur Hintanhaltung von Grundwasserkontaminationen nach Verunreinigungen am Flughafengelände ist nach unserer Ansicht nicht erforderlich.

Die vorgeschlagene Verbringung des aus den Schluckbrunnen abgesaugten Wassers der Pistenoberflächen ist unter beträchtlichem Mehraufwand möglich. Die Verbringung des Schlammes in die Kläranlage muß geprüft werden.

Die nachweisbare Beeinträchtigung des Grundwassers durch Versickerungen der Pistenenteisung kann gemäß Bericht nur durch Erfassung, Ableitung und Reinigung der Abwässer erfolgen, was umfangreiche Auswirkungen auf die Dimensionierung der Kläranlage hat. Betroffen davon sind die gesamte Piste 16/34 und das östliche Drittel der Piste 12/30.

Das Enteisungsmittel zur Flugzeugenteisung wird bereits heute von Saugwägen an den festgelegten Enteisungsplätzen aufgenommen und für die Bewegungsflächenenteisung verwendet.

Die Entsorgung von Altlasten wird schrittweise bei Bauvorhaben am Flughafengelände vorzunehmen sein.

Bemühungen sind im Gange, Niederschlagswasser wieder dem Grundwasser zuzuführen.

#### 5 BERICHT ENERGIE

Verbesserungen am Wärmeschutz von Gebäuden werden laufend vorgenommen.

## **6    BERICHT VERKEHR**

Im Hinblick auf den zunehmenden Frachtverkehr und damit gleichzeitig mit dem Luftfrachtersatzverkehr auf der Straße (welcher in der Studie keine Erwähnung fand) muß auch eine Bahnanbindung des Frachtbereiches Nord vorgesehen werden, um, wie im Masterplan 1990 bis 2010 beabsichtigt, eine Reduktion des Straßenfrachtverkehrs zu erreichen.

## **7    BERICHT RAUMORDNUNG**

Wie Beispiele aus der Vergangenheit zeigen, war und ist der VIE bemüht, eine Verbauung in Richtung Flughafen zu verhindern. Dies zeigt sich beispielsweise an der Mitwirkung an den Flächenwidmungsplänen für Fischamend. Allerdings muß in diesem Zusammenhang auch die Problematik der Abwanderung, insbesondere für kleinere Gemeinden, berücksichtigt werden.

Wir hoffen, mit diesen Anmerkungen einen ergänzenden globalen Überblick über die Gesamtsituation gegeben zu haben und danken nochmals dem Projektteam für die geleistete Arbeit.