



Immissionsmessungen im Raum Niklasdorf

2002 – 2006

Bericht Nr. Lu-03-07

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C
8010 Graz, Landhausgasse 7, Tel. 877/2172

Leiter der Fachabteilung
Dr. Gerhard SEMMELROCK

Dieser Bericht entstand unter Mitarbeit folgender Personen:

Für den Inhalt verantwortlich Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz

Erstellt von Ing. Waltraud Köberl
Richard Koudelka
Mag. Dr. Dietmar Öttl
Dipl. Ing. Dr. Thomas Pongratz

Betreuung des kontinuierlichen Messnetzes, Dipl. Ing.(FH) Andreas Murg
Datenkontrolle Manfred Gassenburger
Gerald Hauska
Ernst Kutz
Adolf Roth
Gerhard Schrempf

Betreuung der integralen Messnetze, Ing. Waltraud Köberl
Analytik, Schwermetalle, Datenkontrolle Petra Neumann
Andrea Werni

Herausgeber

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 17C - Technische Umweltkontrolle und Sicherheitswesen
Referat Luftgüteüberwachung

Landhausgasse 7
8010 Graz

© Juli 2007

Telefon: 0316/877-2172 (Fax: -3995)
Informationen im Internet: <http://www.umwelt.steiermark.at/>

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung.....	5
1.1. Emissionen	5
1.2. Immissionen	5
2. Einleitung	7
3. Beschreibung der Messungen.....	7
3.1. Emissionsmessungen.....	7
3.2. Kontinuierliche Immissionsmessungen.....	8
3.3. Erfassung der Deposition an Staub und Schwermetallen.....	9
4. Die immissionsklimatische Situation im Untersuchungsgebiet Niklasdorf-Leoben-Donawitz	12
5. Beurteilungsgrundlagen	13
5.1. Emissionen	13
5.1.1 Bescheidmäßig vorgeschriebene Emissionsgrenzwerte.....	13
5.1.2 Auswertungsregeln	14
5.2. Immissionen	14
5.2.1 Immissionsschutzgesetz Luft.....	14
5.2.2 Forstverordnung, BGBl. Nr. 199/1984	15
5.2.3 Steiermärkische Klärschlammverordnung	16
5.3. Kurzcharakteristik der untersuchten Schadstoffe	17
5.3.1 Luftschadstoffe	17
5.3.2 Schwermetalle	19
6. Emissionen der Fa. ENAGES	22
7. Kontinuierliche Immissionsmessungen	26
7.1. Messergebnisse der Station Niklasdorf	26
7.2. Mobile Luftgütemessungen.....	29
7.2.1 Übersicht über die Messergebnisse.....	29
7.2.2 Schwefeldioxid SO ₂	30
7.2.3 Stickstoffdioxid NO ₂	31
7.2.4 Partikel.....	33
7.2.5 Kohlenmonoxid.....	35
7.3. Episodenvergleich Betrieb und Stillstand der Fa. ENAGES	36
8. Integrale Luftgütemessungen.....	37
8.1. Beschreibung der Messmethoden	37
8.1.1 Bestimmung der Staubdeposition nach dem Bergerhoff Verfahren	37
8.1.2 Bestimmung des Schwermetallgehaltes im Staub.....	37
8.2. Messergebnisse der Depositionsmessungen	38
8.2.1 Allgemeines	38
8.2.2 Staubdeposition.....	38
8.2.3 Vorbemerkungen zu den Schwermetalldepositionen.....	40

8.2.4 Blei-Deposition	41
8.2.5 Cadmium-Deposition.....	41
8.2.6 Arsen-Deposition.....	42
8.2.7 Deposition von Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan und Molybdän.....	43
8.2.8 Eisen-Deposition	46
8.2.9 Nickel-Deposition	47
8.2.10 Quecksilber-Deposition	48
8.2.11 Zink-Deposition	49
8.3. Zusammenfassende Beurteilung der Depositionsmessungen	50

1. Zusammenfassung

Mit einem Bescheid der Abfallbehörde aus dem Jahr 1997 und dem Berufungsbescheid aus 1999 wurde in Niklasdorf eine Anlage zur Verbrennung von Abfällen genehmigt. Mit der Genehmigung war die Vorschreibung einer Reihe von Auflagen verbunden, die sich mit der emissionsseitigen und immissionsseitigen Überwachung der Anlage befassen. Der vorliegende Bericht fasst die Auswertung und Bewertung der durchgeführten Messungen aus den Jahren 2002 bis 2006 zusammen.

1.1. Emissionen

Die im Rahmen des Betriebes der Abfallverbrennungsanlage kontinuierlich erfassten Komponente werden als Halbstundenmittelwerte an die Luftgütezentrale übermittelt und dort einer Bewertung zugeführt.

Überschreitungen von Emissionsgrenzwerten sind bei allen gemessenen Luftschadstoffen fallweise aufgetreten, wobei hier kurzzeitige Ereignisse bei weitem in der Überzahl waren. Dabei ist zu beobachten, dass die Anzahl der Grenzwertverletzungen für Kurzzeitwerte (Halbstundenmittelwerte) von 2004 bis 2006 deutlich abgenommen hat (siehe Tabelle 12 bis Tabelle 17). In Tabelle 1 werden die Jahresmittelwerte (Mittel über die Zeit mit Regelbetrieb) und die Überschreitungen des Grenzwertes für das Tagesmittel dargestellt. Die umfassende Darstellung der Emissionen erfolgt in Kapitel 6.

Tabelle 1: Fa. ENAGES; Auswertung der kontinuierlichen Emissionsüberwachung

Schadstoff	2004		2005		2006	
	JMW [mg/m ³]	Ü TMW	JMW [mg/m ³]	Ü TMW	JMW [mg/m ³]	Ü TMW
SO ₂	3	0	6	1	7	0
NO _x	42	0	39	0	40	0
Staub	1,1	1	0,6	1	0,2	0
CO	5	0	5	0	9	0
HCL	0,3	0	0,1	0	0,2	0
HF	0,0	0	0,0	0	0,0	0

1.2. Immissionen

Die seit dem Jahr 2002 durchgeführten Immissionsmessungen ergeben folgendes Bild:

Der Standort Niklasdorf zählt im steiermarkweiten Vergleich zu den gering belasteten Stationen. Allerdings sind auch hier noch Einflüsse von Emissionen aus dem Bereich Donawitz bei geeigneten Witterungs- und Ausbreitungsbedingungen nachzuweisen.

Bisher wurden einzig bei PM₁₀ in den Jahren 2003 und 2004 Grenzwertüberschreitungen bei der maximal zulässigen Anzahl an Tagen mit einem Tagesmittelwert von über 50 µg/m³ festgestellt. Alle anderen Konzentrationsgrenzwerte wurden eingehalten.

Auswertungen bezüglich des Einflusses der Abfallverbrennungsanlage auf die Immissionssituation ergaben, dass an Hand der Immissionsmessdaten nicht entschieden werden kann, ob die Anlage in Betrieb ist oder nicht. Der Einfluss auf die Gesamtbelastung im Raum Niklasdorf ist also gering. Dies war auf Grund der emittierten Massenströme von Luftschadstoffen auch zu erwarten.

Eine Auswirkung der Emissionen auf die Messergebnisse der Depositionsmessungen ist auf Grund der geringen Emissionsmassenströme und der Tatsache, dass mit der Staubdeposition im Wesentlichen gröbere Staubpartikel erfasst werden, nicht zu erwarten und konnte auch nicht nachgewiesen werden. Die Messungen an den 12 Messpunkten des Messnetzes Niklasdorf beschreiben also die Grundbelastung im Raum Niklasdorf.

Die Staubdepositionen lagen ebenso wie die Depositionen von Blei und Cadmium durchwegs unter den Grenzwerten des IG-L.

Überschreitungen der Vorgaben der Forstverordnung für die Deposition der Schwermetalle Blei, Cadmium, Kupfer und Zink traten nicht auf, wobei festzuhalten ist, dass diese Grenzwerte zum Teil deutlich über jenen liegen, die vom IG-L und der Klärschlammverordnung festgelegt wurden.

Bei Beachtung der Beurteilungswerte der Klärschlammverordnung ist festzuhalten, dass fallweise Überschreitungen des Grünlandgrenzwertes für Arsen (zuletzt 2004) an zwei von 12 Messpunkten festgestellt worden sind. Der Nickelgehalt der Depositionsproben lag in den Jahren 2005 und 2006 an allen Messpunkten über den Grünlandgrenzwerten, an 7 Messpunkten im Jahr 2006 auch über den Grenzwerten für Ackerland.

2. Einleitung

Mit dem abfallrechtlichen Bescheid der Rechtsabteilung 3 vom 4.3.1997, GZ:3-38.10 20-97/355 (Anlagengenehmigung) als Entscheidung der 1. Instanz und dem Berufungsbescheid des BMUJF vom 26.2.1999, ZI:31 3546/132-III/1/98 (Bestätigung der Anlagengenehmigung) wurde eine Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen im Versuchsbetrieb genehmigt. Verknüpft wurde diese Genehmigung mit einer Reihe von Auflagen, die neben der kontinuierliche Messung von Emissionskonzentrationen bestimmter Luftschadstoffe auch die immissionsseitige Erfassung von Luftschadstoffen in der Umgebung der Anlage vorsahen.

Im Jahr 2002 wurde daher eine kontinuierliche Immissionsmessstelle für die Komponenten SO₂, NO, NO₂ und Staub errichtet. Diese wird vom Referat für Luftgüteüberwachung im Auftrag der Fa. ENAGES nach den selben Richtlinien betreut, die auch bei der Betreuung der landeseigenen Messstationen zur Anwendung kommen.

Für die durch Auflagen fixierten Erhebungen der Staubdeposition sowie der Staubinhaltsstoffe wurde das auf Grund des Immissionsschutzgesetzes Luft betriebene Integrale Messnetz im Gebiet von Niklasdorf um einige Messpunkte erweitert. Die Messungen wurden ebenfalls von der Fachabteilung 17C durchgeführt.

Weiters war die Übertragung von Emissionsdaten aus der kontinuierlichen Emissionsüberwachung der Anlage in die Datenbank des Luftgüterechners einzubinden. Schließlich erfolgte der Auftrag der Abfallwirtschaftsbehörde, diese Emissionsdaten auf der Internetplattform des Landesumweltinformationssystems (LUIS) der Öffentlichkeit online zugänglich zu machen.

Dieser Bericht fasst die Ergebnisse der Emissionsüberwachung und der Immissionskontrolle für den Zeitraum 2002 bis 2006 zusammen und dient auch dazu, die Einhaltung der immissionstechnischen Auflagen Nr. 1 bis 6 des Versuchsbetriebsbescheides zu dokumentieren.

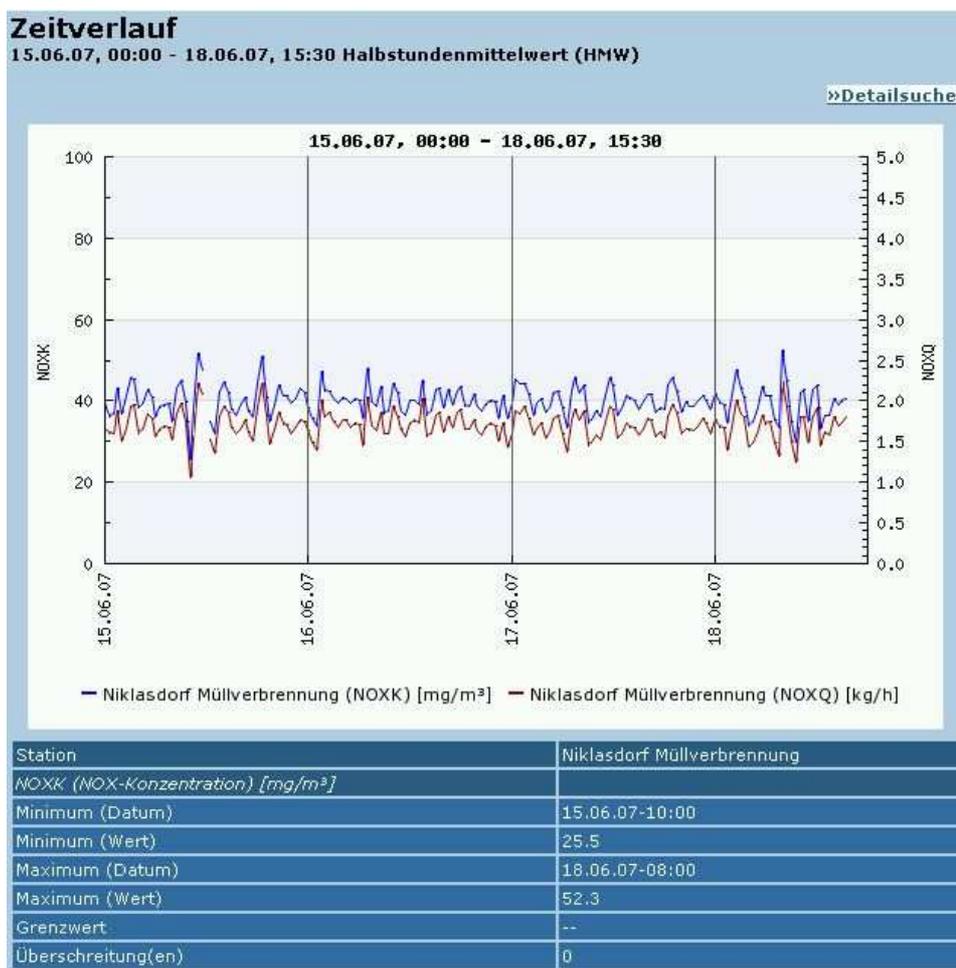
3. Beschreibung der Messungen

3.1. Emissionsmessungen

Die im Rahmen des Betriebes der Abfallverbrennungsanlage kontinuierlich erfassten Komponenten (Tabelle 5) werden als Halbstundenmittelwerte an die Luftgütezentrale übermittelt. Diese Werte sind mit Kennungen versehen, die es gestatten, Messwerte aus nicht stationären Betriebszuständen der Anlage zu erkennen und diese einer gesonderten Bewertung zuzuführen.

Die übermittelten Emissionsdaten werden über die Internetplattform des Landesumweltinformationssystems (LUIS) der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Abbildung 1: Veröffentlichung der Emissionsdaten am Beispiel NOx

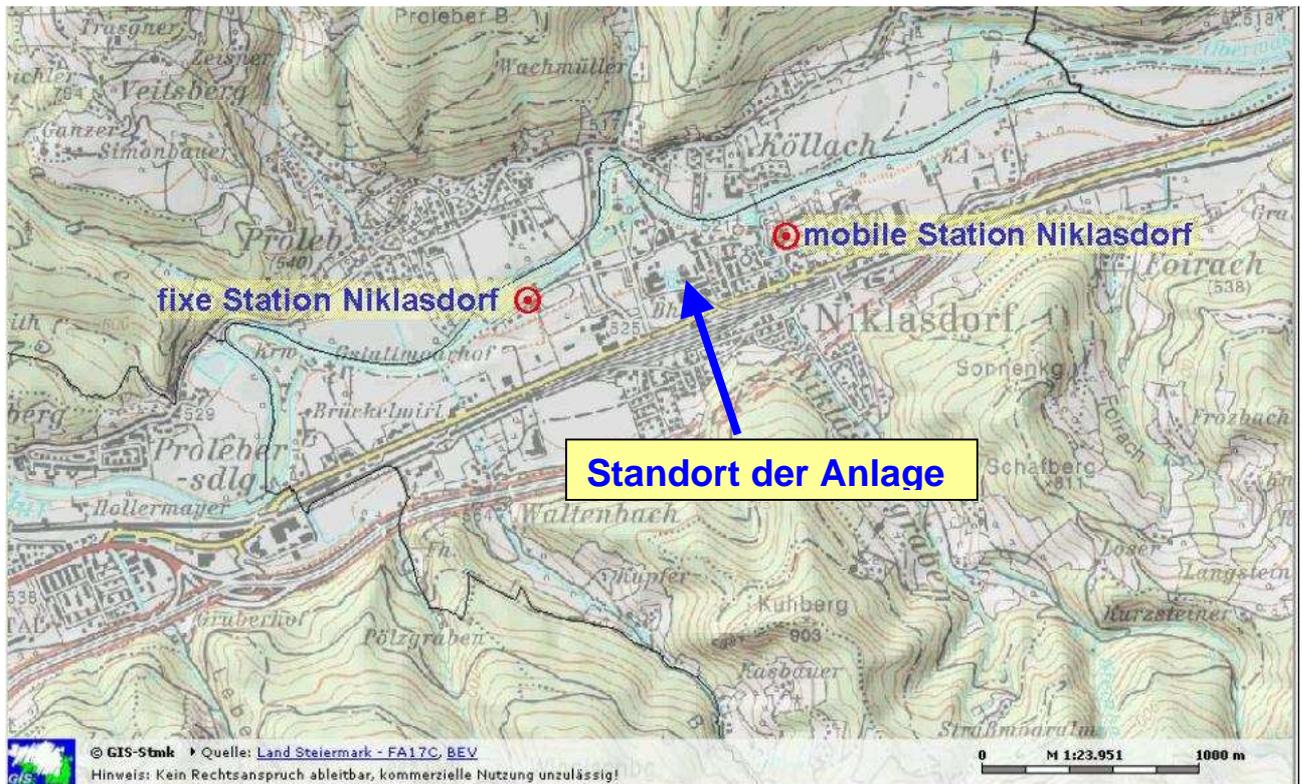


3.2. Kontinuierliche Immissionsmessungen

Seit Oktober 2002 wird von der Fa. ENAGES in Niklasdorf eine Luftgüteüberwachungsstation betrieben. Es werden die Schadstoffe SO₂, NO, NO₂ und PM₁₀ erfasst. Diese Messstelle wird vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung analog zu den landeseigenen Messstationen gewartet. Weiters ist dieser Standort gemäß Messkonzept-VO (BGBl.II Nr.263/2004, i.d.F. BGBl.II Nr.500/2006) als IG-L-Messstelle gemeldet. Die Messergebnisse werden in den verpflichtend zu erstellenden Berichten (Tagesberichte, Monatsberichte, Jahresberichte) publiziert.

Zusätzlich wurden mobile Immissionsmesscontainer im Zeitraum von 14. April bis 1. Juni 2002 vor der Installierung der fixen Luftgütemessstelle und von 28. Februar bis 1. April 2003 gleichzeitig mit den Messungen der fixen Messstelle eingesetzt. Diese Vorerkundungsmessungen dienten zunächst zur Festlegung des Standortes der fixen Messstelle und schließlich zur Dokumentation der Schadstoffverteilung im Raum Niklasdorf.

Abbildung 2: Fixe Luftgüteüberwachungsstation in Niklasdorf; mobile Immissionsmessungen



3.3. Erfassung der Deposition an Staub und Schwermetallen

Die Staub- und Schwermetalldepositionsmessungen Niklasdorf – Leoben – Donawitz werden von der Fachabteilung 17C, Referat Luftgüteüberwachung, durchgeführt. Sie erfassen die flächenhaften Staubdepositions- und Schwermetallbelastung mit integralen Messverfahren an 25 Messpunkten in diesem Untersuchungsgebiet.

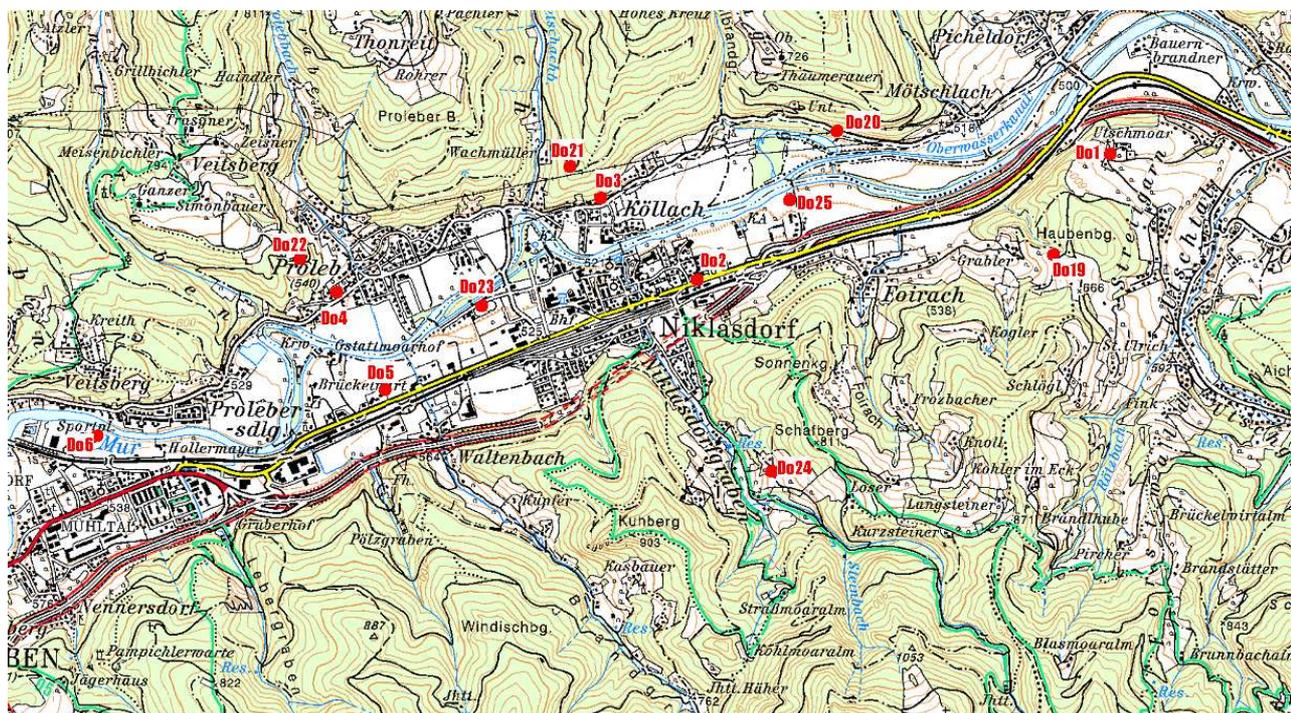
Die Messpunkte Do 1 – Do 5 sind Teil des seit 1996 bestehenden Messnetzes Leoben-Donawitz. Die Messpunkte Do 19 – Do 25 wurden mit Inbetriebnahme der Abfallverbrennungsanlage der ENAGES in Niklasdorf eingerichtet und sind seither Bestandteil des Messnetzes Leoben-Donawitz. Die Auswertungen für diesen Bericht befassen sich mit den Ergebnissen, die an diesen 12 Messpunkten erhalten worden sind.

Die gesammelten Staubdepositionsproben werden auf den Gehalt an bestimmten Schwermetallen untersucht. Blei und Cadmium werden auf Grund der Vorgaben des IG-L bestimmt. Für weitere Schwermetalle erfolgt die Bewertung auf Basis der Steiermärkischen Klärschlammverordnung sowie des Forstgesetzes.

Tabelle 2: Liste der Messpunkte

Kürzel	Lage der Messpunkte
Do 1	Utschmoar
Do 2	Niklasdorf-Bahnhof
Do 3	Köllach
Do 4	Proleb
Do 5	Niklasdorf-WIFI
Do 19	Haubenberg
Do 20	Mötschlach
Do 21	Köllach - Berg
Do 22	Proleb - Berg
Do 23	Sportplatz - Niklasdorf
Do 24	Buschenschank Lanner Huab`n
Do 25	Kraftwerk Niklasdorf

Abbildung 3: Integrales Messnetz Niklasdorf; Karte der Messpunkte



Den Jahresauswertungen liegt als Zeiteinteilung ein volles Kalenderjahr vom 1. Jänner bis zum 31. Dezember jeden Jahres zugrunde. Dazu werden jene Messperioden, die über den Jahreswechsel hinausgehen, aliquod zur Berechnung der jeweiligen Jahresmittelwerte herangezogen.

Tabelle 3: Zeitplan der Depositionsmessungen

Jahr (01.01. - 31.12.)	Messperioden - Nr.
2002	67 - 80
2003	80 - 93
2004	93 - 106
2005	106 - 119
2006	119 - 132

Tabelle 4: Zeitliche Zuordnung der Messperioden

Messperioden- Nummer	Datum Beginn	Datum Ende	Messperioden- Nummer	Datum Beginn	Datum Ende
67	10.12.01	07.01.02	101	20.07.04	17.08.04
68	07.01.02	04.02.02	102	17.08.04	16.09.04
69	04.02.02	04.03.02	103	16.09.04	13.10.04
70	04.03.02	03.04.02	104	13.10.04	10.11.04
71	03.04.02	02.05.02	105	10.11.04	06.12.04
72	02.05.02	27.05.02	106	06.12.04	03.01.05
73	27.05.02	27.06.02	107	03.01.05	02.02.05
74	27.06.02	22.07.02	108	02.02.05	02.03.05
75	22.07.02	19.08.02	109	02.03.05	30.03.05
76	19.08.02	16.09.02	110	30.03.05	27.04.05
77	16.09.02	14.10.02	111	27.04.05	24.05.05
78	14.10.02	11.11.02	112	24.05.05	22.06.05
79	11.11.02	09.12.02	113	22.06.05	20.07.05
80	09.12.02	09.01.03	114	20.07.05	17.08.05
81	09.01.03	03.02.03	115	17.08.05	13.09.05
82	03.02.03	03.03.03	116	13.09.05	12.10.05
83	03.03.03	31.03.03	117	12.10.05	09.11.05
84	31.03.03	28.04.03	118	09.11.05	05.12.05
85	28.04.03	26.05.03	119	05.12.05	02.01.06
86	26.05.03	23.06.03	120	02.01.06	01.02.06
87	23.06.03	21.07.03	121	01.02.06	01.03.06
88	21.07.03	18.08.03	122	01.03.06	29.03.06
89	18.08.03	16.09.03	123	29.03.06	24.04.06
90	16.09.03	13.10.03	124	24.04.06	22.05.06
91	13.10.03	12.11.03	125	22.05.06	21.06.06
92	12.11.03	10.12.03	126	21.06.06	18.07.06
93	10.12.03	08.01.04	127	18.07.06	16.08.06
94	08.01.04	03.02.04	128	16.08.06	13.09.06
95	03.02.04	03.03.04	129	13.09.06	11.10.06
96	03.03.04	30.03.04	130	11.10.06	07.11.06
97	30.03.04	28.04.04	131	07.11.06	06.12.06
98	28.04.04	25.05.04	132	06.12.06	02.01.07
99	25.05.04	22.06.04			
100	22.06.04	20.07.04			

4. Die immissionsklimatische Situation im Untersuchungsgebiet Niklasdorf-Leoben-Donawitz

Der Witterungsablauf und die geländeklimatischen Gegebenheiten spielen eine wesentliche Rolle für die Ausbreitung der Luftschadstoffe.

Das Projektgebiet liegt in der Klimazone „Murtal von Preg bis Bruck“.

Diese Zone betrifft einen der trockensten Abschnitte des Murtales (Kraubath 753 mm, im Jänner 31 mm, im Juli 121 mm). Als wichtigste Charakteristika können die auffällig hohe Bereitschaft zu Hochnebel in Verbindung mit freien Inversionen, die Schneearmut im Winter (70-80 d/a), die reduzierte Sonnenscheindauer infolge des Hochnebels (im Dezember 25%) und die Dominanz der Talauswinde (SW bis W - Winde) angeführt werden.

Die Zahl der Tage mit Hochnebel schwankt zwischen 70 und 90 d/a, wobei einige Tage einen mächtigen Talnebel aufweisen. Dies lässt sich oft im Abschnitt mit der Einmündung des Liesingtales beobachten. Erst im Laufe des Vormittages kommt es dann zur Abhebung des Nebels und damit zur Hochnebelgenese. Weiter talabwärts kommt es zur Abhebung meist schon um Mitternacht.

Die Hochnebelobergrenzen liegen häufig um 1000 m und stellen somit eine Barriere für den weiteren vertikalen Aufstieg von Rauchgasen dar. Diese Grenze spiegelt sich demnach auch in den Belastungszonen für Schadstoffe in den Wäldern wider. Das Talklima ist nur mäßig winterkalt und sommerwarm (Kraubath im Jänner $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, Juli $17\text{ }^{\circ}\text{C}$, Jahr $7,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, Zahl der Tage mit Frost ca. 130 d/a); nach Osten nehmen die Temperaturen noch etwas zu (z.B. Jänner $-3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, Juli $17,9\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Wie auch für andere Ballungsräume der Steiermark, wie den Raum Graz und Graz-Umgebung, das Leibnitzer Feld, das Voitsberger Becken und das Aichfeld wurde auch für den Raum Leoben bis Bruck an der Mur eine sogenannte Klimaeignungskarte auf wissenschaftlicher Basis erstellt. Diese stellt in Form einer synthetischen Karte (Überlagerung verschiedener Karteninhalte zu einer Gesamtaussage) die Klimatypen des besagten Raumes dar. Diese Klimatypen sind u.a. durch Temperatur-, Wind- und Nebelverhältnisse definiert. Die sehr detaillierten Kartendarstellungen lassen auch für eine Immissionsbewertung wichtige Schlüsse, wie Häufigkeit von Inversionen, Durchlüftung etc. zu.

Das engere Projektgebiet kann durch folgende Klimatope, das sind Gebiete mit vergleichbaren Größen der Klimaparameter, näher beschrieben werden. Sie werden durch Zifferncodes (Abbildung 4) dargestellt.

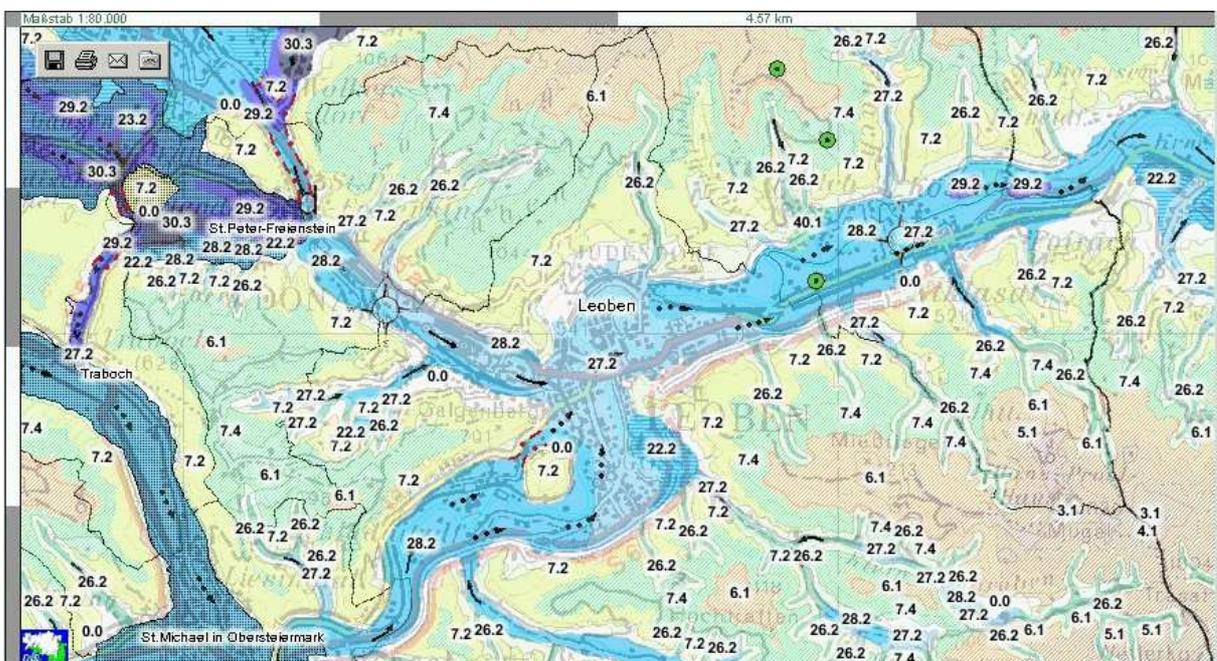
Mit 27.2 werden „begünstigte inneralpine Haupt- und Seitentallagen“ gekennzeichnet. Das Klima dieser Zone lässt sich als mäßig inversions- und frostgefährdet einstufen (Inversionsgefährdung ca. 70% der Nachtstunden). Die Durchlüftung bleibt an das Talwindssystem gebunden, wobei 1 - 2 m/s als Jahresmittel der Windgeschwindigkeit kaum überschritten werden. Diese Zone ist thermisch gegenüber der Zone 28.2 etwas begünstigt; die Wärmeinseleffekte der Städte und größeren Siedlungskerne sind nur sehr schwach ausgebildet und vornehmlich auf die 1. Nachthälfte beschränkt. Die Nebelhäufigkeit erreicht 40 – 50 d/a.

Die „inneralpinen Haupt- und Seitentallagen“ (28.2) umfassen Tallagen mit relativ hoher Frost- und Inversionsgefährdung (130 -138 Frosttage/Jahr, 70 - 85% Inversionshäufigkeit) und Nebelgefährdung. Hinsichtlich der Durchlüftung zeigt sich eine Verringerung der

Windgeschwindigkeiten (Jahresmittel der Windgeschwindigkeit 1 - 2 m/s, im Winterhalbjahr zumeist noch darunter) und eine Zunahme der Kalmenhäufigkeit (60 - 70 %, im Liesingtal 40 - 60 % speziell in der 2. Nachthälfte); begünstigt sind Abschnitte im Einflussbereich des Murtalwindsystems (mittlere Geschwindigkeiten 1,5 - 2,5 m/s). Die Nebelhäufigkeit erreicht abschnittsweise >100 d/a (Liesingtal, Mürztal).

Die „kalten Seitentallagen“ (29.2) betreffen stark inversions- und frostgefährdete Tal- und Beckenabschnitte im Trofaiacher Becken (140 - 150 Tage/Jahr mit Frost und 80 - 90% Inversionshäufigkeit) mit geringer Durchlüftung und erhöhter Talnebelbereitschaft. Die thermischen Verhältnisse sind nur wenig günstiger als die kältesten Bereiche (Zone 30.3). Bodeninversionen treten speziell in der 1. Nachthälfte auf, ansonsten bilden sich freie Inversionen mit Hochnebel. Die Durchlüftungsverhältnisse sind bei geringen Windgeschwindigkeiten (Winterhalbjahr: 0,8 - 1,3 m/s, Sommerhalbjahr: 1,5 - 2-5 m/s) durch erhöhte Kalmenbereitschaft gekennzeichnet. Die Nebelhäufigkeit erreicht 80 - 100 d/a. Ungunststandort für Wohnen und Gewerbe/Industrie.

Abbildung 4: Ausschnitt aus der Klimaeignungskarte Raum Leoben



5. Beurteilungsgrundlagen

5.1. Emissionen

5.1.1 Bescheidmäßig vorgeschriebene Emissionsgrenzwerte

Die Emissionen der Anlage werden nach dem Stand der Technik begrenzt. Zum Teil wurden im Jahr 1999 bereits strengere Emissionsgrenzwerte zur Anwendung gebracht, als in der Abfallverbrennungsverordnung (AVV BGBl.II Nr.389/2002) im Jahr 2002 festgelegt worden sind.

Tabelle 5: Emissionsgrenzwerte für kontinuierlich erfasste Luftschadstoffe der Fa. ENAGES

Komponente	Dimension	Grenzwert (HMW)	Grenzwert AVV (TMW)
SO ₂	mg/Nm ³	20	50
NO _x	mg/Nm ³	70	70
Staub	mg/Nm ³	8	10
CO	mg/Nm ³	50	50
HCL	mg/Nm ³	7	10
HF	mg/Nm ³	0,3	0,5

5.1.2 Auswertungsregeln

Die Ermittlung und die Bewertung von Grenzwertüberschreitungen erfolgt auf Basis von Anhang 2 des Emissionsschutzgesetzes für Kesselanlagen (EG-K; BGBl.I Nr.150/2004, i.d.F. BGBl.I Nr.84/2006).

Danach werden Grenzwertüberschreitungen dann ausgewiesen, wenn

- ⇒ beim Halbstundenmittelwert Grenzwerte während mehr als 3% eines Jahres mehr als um 20% überschritten wurde,
- ⇒ das Doppelte des Grenzwertes als HMW überschritten wurde oder
- ⇒ der Grenzwert im Tagesmittel überschritten wurde.

5.2. Immissionen

5.2.1 Immissionsschutzgesetz Luft

Die entscheidende gesetzliche Grundlage für die Beurteilung von Luftschadstoffen in Österreich ist das Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L), das in seiner ursprünglichen Fassung aus dem Jahr 1997 stammt (BGBl I 115/1997). Im Jahr 2001 wurde das Gesetz umfassend novelliert (BGBl I 62/2001) und damit in Österreich Grenzwerte für PM10 festgelegt. Die bisher letzte Anpassung erfolgte mit BGBl I 34/2006.

Die wesentlichen Ziele dieses Gesetzes sind:

- ⇒ der dauerhafte Schutz der Gesundheit des Menschen, des Tier- und Pflanzenbestands, sowie der Kultur- und Sachgüter vor schädlichen Luftschadstoffen
- ⇒ der Schutz des Menschen vor unzumutbar belästigenden Luftschadstoffen
- ⇒ die vorsorgliche Verringerung der Immission von Luftschadstoffen
- ⇒ die Bewahrung und Verbesserung der Luftqualität, auch wenn aktuell keine Grenz- und Zielwertüberschreitungen registriert werden

Zur Erreichung dieser Ziele wird eine bundesweit einheitliche Überwachung der Schadstoffbelastung der Luft durchgeführt. Die Bewertung der Schadstoffbelastung erfolgt

- ⇒ durch Immissionsgrenzwerte, deren Einhaltung bei Bedarf durch die Erstellung von Maßnahmenplänen mittelfristig sicherzustellen ist,
- ⇒ durch **Alarmwerte**, bei deren Überschreitung Sofortmaßnahmen zu setzen sind und

⇒ durch *Zielwerte*, deren Erreichen langfristig anzustreben ist.

Die Überwachung und vor allem die Information der Bevölkerung wird durch die Einführung von Grenzwerten, die einige Male im Jahr überschritten werden dürfen, sowie sogenannte „Toleranzmargen“, die Übergangszeiträume festlegen, verkompliziert (siehe Fußnoten der folgenden Tabelle).

Tabelle 6: Immissionsgrenzwerte (Alarmwerte, *Zielwerte*) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (für CO in mg/m^3)

Luftschadstoff	HMW	MW3	MW8	TMW	JMW
Schwefeldioxid	200 ¹⁾	<u>500</u>		120	
Kohlenstoffmonoxid			10		
Stickstoffdioxid	200	<u>400</u>		80	30 ²⁾
PM ₁₀				50 ^{3) 4)}	40 (20)
Blei im Feinstaub (PM10)					0,5
Benzol					5

¹⁾ Drei Halbstundenmittelwerte SO₂ pro Tag, jedoch maximal 48 Halbstundenmittelwerte pro Kalenderjahr bis zu einer Konzentration von 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gelten nicht als Überschreitung

²⁾ Der Immissionsgrenzwert von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gilt ab 1.1.2012. Bis dahin gelten Toleranzmargen, um die der Grenzwert überschritten werden darf, ohne dass die Erstellung von Statuserhebungen oder Maßnahmenkatalogen erfolgen muss. Bis dahin ist als Immissionsgrenzwert anzusehen (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

bis 31.12.2004	45
2005 - 2009	40
2010 - 2011	35

³⁾ Pro Kalenderjahr ist die folgende Zahl von Überschreitungen zulässig:

bis 2004	35
2005 -2009	30
ab 2010	25

⁴⁾ Als Zielwert gilt eine Anzahl von maximal 7 Überschreitungen pro Jahr.

Tabelle 7: Immissionsgrenzwerte für die Deposition

Luftschadstoff	Depositionswerte als Jahresmittelwert
Staubniederschlag	210 [$\text{mg}/\text{m}^2.\text{d}$]
Blei im Staubniederschlag	100 [$\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{d}$]
Cadmium im Staubniederschlag	2 [$\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{d}$]

5.2.2 Forstverordnung, BGBl. Nr. 199/1984

Die Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 24.4.1984 über forstschädliche Luftverunreinigungen (Forstverordnung, BGBl. Nr. 199/1984) legt ebenfalls Immissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe fest.

Zu jenen Schadstoffen, die auf Basis des Forstgesetzes als „forstschädliche Luftschadstoffe“ bezeichnet werden, zählen Schwefeloxide, gemessen als SO₂, Fluorwasserstoff, Siliziumtetrafluorid und Kieselfluorwasserstoffsäure – diese werden als Fluorwasserstoff ge-

messen- Chlor und Chlorwasserstoff, gemessen als HCl, sowie Schwefelsäure, Ammoniak und von Verarbeitungs- oder Verbrennungsprozessen stammender Staub.

Im steirischen Luftgütemessnetz wird nur SO₂ routinemäßig erfasst.

Tabelle 8: Forstschädliche Luftschadstoffe – Konzentration in mg/m³

Schadstoff	Mittelungszeitraum	April - Oktober:	November - März:
Schwefeldioxid (SO ₂)	Halbstundenmittelwert	0,14	0,30
	97,5 Perzentil eines Monats	0,07	0,15
	Tagesmittelwert	0,05	0,10
Fluorwasserstoff (HF)	Halbstundenmittelwert	0,0009	0,004
	Tagesmittelwert	0,0005	0,003
Chlorwasserstoff (HCl)	Halbstundenmittelwert	0,40	0,60
	Tagesmittelwert	0,10	0,15
Ammoniak (NH ₃)	Halbstundenmittelwert	0,3	
	Tagesmittelwert	0,1	

Tabelle 9: Forstschädliche Luftschadstoffe – Depositionen

Schadstoff	Deposition [kg/(ha.a)]	Deposition [mg/(m ² .d)]
Pb	2,5	6,8
Zn	10	27,4
Cu	2,5	6,8
Cd	0,05	0,14

5.2.3 Steiermärkische Klärschlammverordnung

Für eine Reihe von Schwermetallen gibt die Steiermärkische Klärschlammverordnung (LGBl. Nr. 89/1987), eine Verordnung zum Steiermärkischen Bodenschutzgesetz, Grenzwerte zur Beurteilung des Schwermetalleintrages vor. Es werden einerseits Grenzen für den Schwermetallgehalt des Klärschlammes in mg/kg Trockensubstanz vorgegeben, andererseits wird der Eintrag von Schwermetallen in landwirtschaftlich genutzte Böden (g/ha.Jahr) begrenzt.

Der Vergleich mit dem Grenzwert für die Schwermetallgehalte im Klärschlamm in mg/kg ist nicht sehr aussagekräftig, da Klärschlamm in wesentlich höheren Mengen aufgebracht wird als die Deposition von Staub. Mehr Bedeutung hat der flächenbezogene Eintrag von Schwermetallen in den Boden, da dadurch jener Anteil, der über den Luftpfad eingebracht wird, ermittelt werden kann. Da auch die Deposition von Staub und Schwermetallen flä-

chenbezogen ist, wurden die Grenzwerte nach der Klärschlammverordnung in Einheiten umgerechnet, welche die Deposition beschreiben.

Tabelle 10: Grenzwerte lt. Steiermärkischer Klärschlammverordnung für Schwermetalleinträge (umgerechnet in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)

Element	Ackerland	Grünland
Arsen	13,7	6,8
Blei	342,5	171,2
Chrom	342,5	171,2
Cadmium	6,8	3,4
Kobalt	68,5	34,2
Kupfer	342,5	171,2
Nickel	68,5	34,2
Zink	1369,9	684,9

5.3. Kurzcharakteristik der untersuchten Schadstoffe

5.3.1 Luftschadstoffe

Schwefeldioxid (SO_2) wird vorwiegend bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Haushalten und in den Betrieben bei der Aufbereitung von Prozesswärme freigesetzt, Emissionen aus dem Straßenverkehr spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Die Emissionen sind daher in der kalten Jahreszeit deutlich höher als im Sommer. Die Schwefeldioxidkonzentrationen konnten in den letzten 20 Jahren durch diverse Maßnahmen (Hausbrandbereich, industrielle Emissionen, Schwefelreduktionen in Treib- und Brennstoffen) deutlich reduziert werden. Probleme treten in der Steiermark nur mehr in der Nachbarschaft von industriellen Großemittenten auf, die Schwefel in ihren Verfahren freisetzen.

Als Hauptverursacher der **Stickstoffoxidemissionen** (NO_x) gelten in erster Linie der Kfz-Verkehr sowie in geringerem Maß Gewerbe- und Industriebetriebe. Dabei macht der Stickstoffmonoxidanteil etwa 80 - 90% des NO_x -Ausstoßes aus. Die Bildung des lufthygienisch relevanten Stickstoffdioxid (NO_2) erfolgt durch luftchemische Vorgänge, indem sich das NO mit dem Luftsauerstoff (O_2) oder mit Ozon (O_3) zu NO_2 verbindet. Die Vorgaben können im Ballungsraum Graz weder für die Kurzzeit (HMW)- noch für die Langzeitmittelwerte (JMW) eingehalten werden. Mit der Absenkung des Jahresmittel-Grenzwertes auf $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden weitere Gebiete, vor allem entlang der Hauptverkehrsrouten, betroffen sein werden.

Die Verursacherstruktur von **Partikelemissionen** ist sehr komplex und unterliegt großen räumlichen und zeitlichen Schwankungen. Stäube werden sowohl von den Haushalten durch die Verbrennung fester Brennstoffe als auch von Industrie- und Gewerbebetrieben freigesetzt. Besonders in größeren Ballungsgebieten bzw. an verkehrsnahen Standorten muss aber vor allem vom Verkehr als Hauptverursacher ausgegangen werden.

Stäube werden auf unterschiedlichste Weise emittiert:

- ⇒ Als direkte Emissionen aus Verbrennungsvorgängen (z.B. Ruß, Dieselruß)
- ⇒ Als diffuse Emissionen (mechanischer Abrieb, Aufwirbelung)
- ⇒ Ein wesentlicher Teil der Staubimmissionen entsteht durch chemische Umwandlung von Gasen (NO₂, SO₂, Ammoniak) in sekundäre Partikel (Nitrat, Sulfat, Ammonium)

Das Problem ist dabei vor allem die Quantifizierung der beiden letzteren Punkte sowie die Abschätzung, welcher Teil der Staubimmissionen lokal verursacht wird bzw. als regionale Grundbelastung (natürlicher Hintergrund, verfrachtete anthropogene Emissionen) anzusehen ist. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass in Siedlungsräumen Verkehr und Hausbrand als wesentliche Verursacher anzusehen ist.

Neben einem klaren Jahresgang der Staubkonzentrationen spiegelt der kurzfristige Verlauf die Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen wider. Bei feuchter, austauschreicher Witterung sinken die Immissionen im Vergleich zu den Verhältnissen bei stabil-trockenem Wetter rasch und deutlich ab.

Mit der Novelle des Immissionsschutzgesetzes Luft im Juli 2001 (IG-L, BGBl I Nr. 62/2001) wurde in Österreich in Umsetzung von EU-Vorgaben ein Grenzwert für Feinstaub (= PM₁₀) eingeführt. Dieser ist als Tagesmittelwert von 50 µg/m³ festgelegt mit dem Zusatz, dass (zur Zeit) 30 Überschreitungen pro Kalenderjahr toleriert werden.

Dieser Grenzwert kann in der Steiermark in vielen Regionen nicht eingehalten werden. Nach 6 Jahren mit PM₁₀-Messungen ist davon auszugehen, dass in sämtlichen stärker besiedelten Räumen des Landes mit Ausnahme des Ennstales sowie des Murtales oberhalb des Aichfeldes mit Grenzwertverletzungen zu rechnen ist.

Insgesamt ergibt die Analyse der steiermarkweit gesammelten Daten:

- ⇒ Die Belastungen weisen eine große regionale Homogenität auf, die sich bei entsprechender Witterung auf das gesamte Land erstrecken kann.
- ⇒ Belastungsperioden zeigen eine bei weitem dominante Rolle der Witterung, also der immissionsklimatischen Ausbreitungsbedingungen. Hohe Feinstaubkonzentrationen treten bei antizyklonalen Wetterlagen und damit verbundenen stabilen (also ungünstigen) Ausbreitungsbedingungen auf.
- ⇒ Daraus ergibt sich ein klarer Jahresgang der Belastung mit Maximum im Winter- und Minimum im Sommerhalbjahr. Hinzu kommen jahreszeitlich abhängige Emissionen, vor allem aus dem Hausbrand und aus der Aufwirbelung von vom Winterdienst verschmutzten Fahrbahnen. Trotz dieses signifikanten Jahresganges können aufgrund des niedrigen Grenzwertes Phasen mit großräumigen Grenzwertüberschreitungen aber auch im Sommer auftreten.
- ⇒ Die Konzentrationen weisen einen deutlichen Wochengang auf, der als Indiz für einen bei weitem dominanten Einfluss des motorisierten Straßenverkehrs anzusehen ist.
- ⇒ Andere Verursacher, wie Industrie/Gewerbe oder Bautätigkeiten, sind von lokaler Bedeutung.

Beim **Kohlenmonoxid** (CO) gilt der Hausbrand als Hauptverursacher. Im KFZ-Verkehr haben die Einführung von Dreiwegekatalysatoren für den Otto-Motor und Oxi-Kats für

Dieselmotoren wesentliche Emissionsminderungen gebracht. Lokal können aber auch industrielle Emissionen zur Gesamtbelastung beitragen.

5.3.2 Schwermetalle

Als Schwermetalle werden jene ca. 60 metallischen Elemente bezeichnet, die eine Dichte von über 4,5 g/cm³ aufweisen. Viele dieser Substanzen sind essentielle Spurenstoffe für pflanzliches und tierisches Leben, viele wirken als reine Stoffe oder als deren Verbindungen toxisch, wobei diese Eigenschaften sich oft nicht gegenseitig ausschließen. Die schädliche Wirkung ist hier eine Frage der Dosis.

Tabelle 11: Physikalische Eigenschaften von Schwermetallen

Element	Symbol	Ordnungs- zahl	Atomgewicht	Dichte	Schmelz- punkt	Siede- punkt
			[g/mol]	[g/cm ³]	[°C]	[°C]
Arsen	As	33	74,9	5,73	-	-
Blei	Pb	82	207,2	11,34	327,5	1744
Chrom	Cr	24	51,996	7,18-7,20	1890	2670
Eisen	Fe	26	55,85	7,874	1535	~3000
Cadmium	Cd	48	112,41	8,65	321	767
Kobalt	Co	27	58,93	8,9	1495	3100
Kupfer	Cu	29	63,55	8,94	1083	2595
Mangan	Mn	25	54,94	7,20-7,43	1244	2032
Molybdän	Mo	42	95,94	10,22	~2620	~5560
Nickel	Ni	28	58,69	8,9	1453	2732
Zink	Zn	30	65,39	7,13	419,5	907
Quecksilber	Hg	80	200,59	13,6	-38,9	356,6

Arsen: Arsen ist kein Schwermetall, sondern es zählt zu den Halbmetallen der 5. Hauptgruppe des Periodensystems. In der Natur kommt Arsen in Form von sulfidischen Erzen, z.B. als As₂S₃ vor. Außerdem sind sie als Verunreinigungen in Kupfer-, Blei-, Silber- und Quecksilbererzen anzutreffen. Die biologische Bedeutung des Arsens als Spurenelement ist noch nicht völlig geklärt. Sie beruht wohl hauptsächlich auf seiner Inhibitor-Wirkung für freie Thiol-Gruppen bestimmter Enzymsysteme und äußert sich in der Steigerung der physiologischen Hämolysevorgänge, der Bildung von Blutzellen, der Hemmung der Oxidationen und der Senkung des Grundumsatzes infolge Hemmung der Schilddrüse. Arsen soll eine Erhöhung des Umsatzes von Kohlenhydraten bei Tieren und Pflanzen bewirken; hier ist eventuell die Ursache zu suchen für das in manchen Alpengegenden verbreitete Arsenikessen. Die Toxizität von Arsen und seinen Verbindungen ist sehr unterschiedlich. Sind metallisches Arsen und die schwerlöslichen Sulfide nahezu ungiftig, so sind die leicht resorbierbaren Verbindungen - insbesondere des 3-wertigen Arsens - hoch toxisch: Arsenik war jahrhundertlang als Mordgift bekannt. Akute Intoxikationen, die vor allem auf einer Blockade der Thiol-Gruppen der Kapillaren beruhen, haben blutige

einer Blockade der Thiol-Gruppen der Kapillaren beruhen, haben blutige Brechdurchfälle, Graufärbung und Erschlaffung der Haut, Kreislauf-Kollaps und Atemlähmung zur Folge. Arsen und seine Verbindungen gelten als krebserregende Arbeitsstoffe. Der von der WHO mit 0,01 mg/l Arsen festgelegte Grenzwert beinhaltet einen hohen Sicherheitsfaktor und ist nicht als toxischer Grenzwert zu sehen.

Blei: Sowohl metallisches Blei als auch seine Verbindungen sind giftig. Sie können durch Einnahme, Inhalation oder Hautresorption in den Körper gelangen. Akute Bleivergiftungen sind allerdings wegen der geringen Resorption relativ selten und nur bei Aufnahme sehr hoher Dosen zu erwarten. Weitaus gefährlicher jedoch ist die fortgesetzte Aufnahme kleiner Bleimengen. Auf Pflanzen wirkt Blei durch Hemmung der Chlorophyll-Synthese.

Chrom: Als Spurenelement ist Chrom essentiell für den Glucosestoffwechsel. Menschliches Gewebe enthält ca. 0,01–0,1 ppm Chrom. Für Chrom ist die Spanne zwischen notwendiger und toxischer Konzentration besonders groß. Säugetiere tolerieren ohne Schäden das 100–200fache ihres normalen Chromgehaltes im Körper. Von toxikologischer Bedeutung sind nur die sechswertigen Chromverbindungen. Besonders Chrom(VI)-oxid („Chromsäure“) und Alkalimetallchromate sind giftig und wirken als starke Oxidationsmittel ätzend auf Haut und Schleimhäute. Metallisches Chrom und dreiwertige Verbindungen sind weder hautreizend noch mutagen oder kanzerogen.

Eisen ist als wichtiges Spurenelement essentiell in tierischen und pflanzlichen Organismen. Ein erwachsener Mensch von 70 kg Gewicht enthält 4,2 g Eisen in chemischen Bindungen. Der Eisengehalt einiger wichtiger Nahrungsmittel beträgt (bezogen auf 100 g) für rohes Obst ca. 0,5–1 mg Eisen, Gemüse (roh) 0,5–2 mg, Nüsse 2–5 mg, Fette 0,1–0,2 mg, Milch und Milchprodukte 0,1–0,5 mg, Fleisch 2–5 mg, Fisch 1–3 mg. Für Pflanzen ist Eisen ebenfalls ein wichtiger Mikronährstoff, der die Photosynthese sowie die Bildung von Chlorophyll und Kohlenhydraten beeinflusst.

Cadmium: Der Körper des Erwachsenen enthält ca. 30 mg Cadmium, welches kein essentielles Element ist. Mit der Nahrung nimmt der Mensch täglich maximal 0,03 mg Cadmium auf. Die WHO ermittelte 0,07 mg als kritischen Grenzwert. Da ein krebserzeugendes Potential vermutet wird, das jedoch bisher nicht schlüssig bewiesen ist, wurden Cadmium und einige seiner Verbindungen 1983 in die MAK-Liste, Absatz III B (MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration), aufgenommen.

Kobalt: Bedeutung besitzt Kobalt als essentielles Spurenelement. Es ist Zentralatom im Vitamin B12, das hauptsächlich zur Bildung der roten Blutkörperchen benötigt wird. In Regionen mit kobaltarmen Böden können Mangelkrankheiten (Hinsch-Krankheit, Bush Sickness) auftreten. Kobalt besitzt bei oraler Aufnahme für den Menschen eine relativ geringe Giftigkeit. Erst bei Dosierungen von 25–30 mg pro Tag tritt eine toxische Wirkung auf. Der MAK-Wert wurde 1980 ausgesetzt, da Kobaltstäube und Aerosole, auch die der schwerlöslichen Salze, sich im Tierversuch als kanzerogen erwiesen.

Kupfer: Metallisches Kupfer zeigt nur insofern physiologische Wirkung, als es in saurer Umgebung Spuren von löslichen Salzen abgibt, die Kupferionen (Cu^{2+}) bilden. Diese wirken auf niedere Pflanzen (Algen, Kleinpilze, Bakterien) schon in sehr geringen Mengen als starkes Gift. Vom tierischen Organismus werden im Allgemeinen verhältnismäßig große Mengen an Kupferverbindungen ohne besondere Nachteile vertragen. So nimmt der Mensch mit der Nahrung täglich bis zu 5 mg Kupfer auf, wovon aber nur wenig (0,5–2 mg) resorbiert wird. Kupfer ist für den Menschen, höhere Tiere und für zahlreiche Pflanzen ein

essentielles Spurenelement. Die Inhalation von Dämpfen und Rauch kann jedoch das so genannte Metallfieber verursachen. Bei Kupfer vermutet man ein erhebliches mutagenes und kanzerogenes Potential.

Mangan ist das zweithäufigste Schwermetall. Es ist ein essentielles Spurenelement, das in allen lebenden Zellen vorkommt. Es wird in Form von Mangan(II)-Salzen von den Pflanzen aufgenommen und spielt eine wichtige Rolle bei der Photosynthese. Auch bei Tieren ist Mangan ein lebenswichtiges Spurenelement. Der menschliche Körper enthält ca. 20 mg Mangan, das hauptsächlich in den Mitochondrien, in Zellkernen und Knochen angereichert ist. Eine tägliche Zufuhr von mindestens 3 mg wird als notwendig angesehen.

Molybdän ist ein essentielles Spurenelement. Es ist Bestandteil der Enzyme Nitrogenase und Nitratreduktase, die bei der Stickstofffixierung durch Blaualgen und Knöllchenbakterien, bei der Nitrataassimilation und Nitratdissimilation in grünen Pflanzen und Bakterien beteiligt sind. Daher ruft das Fehlen von Molybdän bei verschiedenen höheren Pflanzen Mangelkrankheiten hervor. Die Aufnahme größerer Molybdänmengen führt bei Tieren zu Durchfall und Wachstumshemmungen. Kupfer kann diese Molybdänwirkung verhindern.

Nickel: Zur biologischen Rolle von Nickel ist noch wenig bekannt, doch scheint es am Kohlenhydratstoffwechsel beteiligt zu sein. Atembare Stäube oder Aerosole von Nickelmetall, NiS, sulfidischen Nickelerzen, NiO und NiCO₃, wie sie bei der Herstellung und Weiterverarbeitung auftreten können, gelten als gefährliche Arbeitsstoffe (TRgA 910/26) und als eindeutig krebserregend (MAK-Stoffliste III A1). Bei vielen Nickelverbindungen ist ein toxisches, allergenes und/oder mutagenes Potential nachgewiesen worden. Ungefähr 80% des insgesamt produzierten Nickels verwendet man zu Herstellung verschiedener Legierungen. Eine der wichtigsten Nickel-Legierungen ist rostfreier Stahl, der außerdem noch bedeutende Mengen Chrom enthält.

Zink ist ein für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen lebensnotwendiges Spurenelement. Einige Pflanzenkrankheiten (Rosettenkrankheit, Zwergwuchs, Chlorophylldefekt) können durch sehr geringe Zinkzugaben geheilt werden. Dosen über 100 mg/l Nährlösung sind jedoch bereits schädlich. Zink spielt auch eine wichtige Rolle in der Wundheilung. Die Mehrzahl der physiologischen Wirkungen des Zinks dürfte auf dessen Funktion im Enzymsystem zurückgehen. Zink ist metallischer Bestandteil von über 200 Enzymen. Zink wird auch zum Schutz vor Oxidation von Eisenoberflächen verwendet (kathodischer Schutz).

Quecksilber ist ein natürlich vorkommendes Metall. Durch die Zersetzung von Mineralien in Gesteinen und im Boden aufgrund von Wasser- und Winderosion gelangt Quecksilber in die Natur. Der Mensch hat jedoch die natürlichen Konzentrationen entscheidend erhöht. Quecksilber kann als Metall, als Quecksilbersalz oder als organische Quecksilberverbindung auftreten.

Quecksilber kommt gewöhnlich nicht in der Nahrung vor, doch es kann über die Nahrungskette dem Menschen zugeführt werden, da es sich beispielsweise in Fischen sehr stark anhäuft. Auch Produkte aus der Viehzucht können bedeutende Mengen an Quecksilber enthalten. Die Auswirkungen auf den menschlichen Körper sind vielfältig und allesamt hochgradig schädlich. Zu den Effekten zählen etwa die Störungen des Nervensystems, die Schädigung der Hirnfunktionen, oder allergische Reaktionen, die in Hautausschlägen, Müdigkeit und Kopfschmerzen resultieren können.

6. Emissionen der Fa. ENAGES

Im Bescheid der Rechtsabteilung 3 vom 4.3.1997, GZ:3-38.10 20-97/355 (Anlagengenehmigung) als Entscheidung der 1. Instanz und dem Berufungsbescheid des BMUJF vom 26.2.1999, ZI:31 3546/132-III/1/98 (Bestätigung Anlagengenehmigung) wurde festgelegt, dass die Emissionsdaten der kontinuierlich erfassten Emissionskonzentrationen in die Luftgüteüberwachungszentrale zu übermitteln sind. Diese sind die Basis für die folgenden Auswertungen.

Die Ermittlung und die Bewertung von Grenzwertüberschreitungen erfolgt auf Basis von Anhang 2 des Emissionsschutzgesetzes für Kesselanlagen (EG-K; BGBl.I Nr.150/2004, i.d.F. BGBl.I Nr.84/2006). Die Grenzwerte wurden sowohl auf den Halbstundenmittelwert als auch auf den Tagesmittelwert angewandt, wobei in 3% eines Jahres der Grenzwert beim Halbstundenmittelwert um 20% lt. überschritten werden darf. Das Zweifache des Grenzwertes als HMW darf jedoch nie überschritten werden.

Werte, die bei nicht stationären Betriebszuständen (An- und Abfahrbetrieb) ermittelt werden, sind als solche gekennzeichnet. Für die Bestimmung der statistischen Daten (Maximalwerte, Mittelwerte, Anzahl von Grenzwertüberschreitungen) werden nur solche Messwerte herangezogen, die stationären Betriebszuständen zugeordnet werden können.

Die in Tabelle 5 dargestellten Emissionsgrenzwerte liegen den Überschreitungszählungen der Tabelle 12 bis Tabelle 17 zu Grunde.

Im Jahr 2004 wurden der Betriebszustand der Anlage (stationärer Betrieb – An- und Abfahrbetrieb, Störungen) noch nicht mit den übertragenen Emissionswerten kombiniert. Daher sind in den Überschreitungszählungen für das Jahr 2004 in den Zusammenstellungen von Tabelle 12 bis Tabelle 17 auch die Werte aus instationären Betriebszuständen erfasst, die auf Basis des Genehmigungsbescheides nicht zu berücksichtigen gewesen wären. Es erfolgt also eine Überschätzung der Überschreitungshäufigkeiten. Ab dem Jahr 2005 wurde dieser Mangel behoben

Zu beachten ist, dass es im Sommer 2006 auf Grund von Stillstandszeiten zu längeren Ausfällen der Datenübertragung gekommen ist. Die Datenverfügbarkeit betrug nur knapp 70%. Des Weiteren wurden die ersten Tage der Datenübertragung Ende Jänner 2004 nicht berücksichtigt.

Aufgrund der erst dreijährigen Zeitreihe können noch keine statistisch sicheren Aussagen über Trendentwicklungen für die einzelnen Schadstoffe angegeben werden. Es wurden bei allen registrierten Schadstoffen Überschreitungen registriert. Die deutlichsten Überschreitungen an Grenzwerten wurden im ersten Betriebsjahr (2004) verzeichnet. Nachfolgend verbesserte sich das Emissionsverhalten der Anlage. Im Jahr 2006 war die Häufigkeit der Überschreitungen bisher am geringsten.

Tabelle 12: ENAGES, SO₂-Emissionen

Jahr	JMW	MMW_MAX	TMWMAX	Ü_TMW	JPZ975_H	MAX_HMW	Ü_HMW > 1,2xGW	Ü_HMW > 2xGW
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Anzahl	mg/m ³	mg/m ³	%	Anzahl
2004*)	3	8	20	0	12	150	0,6	25
2005	6	9	20	1	15	49	0,1	1
2006	7	12	14	0	14	21	0,0	0

*) Überschreitungszählung erfolgte ohne Berücksichtigung des Betriebszustandes der Anlage (instationärer Betrieb)

Tabelle 13: ENAGES, NO_x-Emissionen

Jahr	JMW	MMW_MAX	TMWMAX	Ü_TMW	JPZ975_H	MAX_HMW	Ü_HMW > 1,2xGW	Ü_HMW > 2xGW
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Anzahl	mg/m ³	mg/m ³	%	Anzahl
2004*)	42	52	60	0	60	160	0,1	4
2005	39	46	53	0	51	163	0,0	1
2006	40	42	44	0	47	108	0,0	0

*) Überschreitungszählung erfolgte ohne Berücksichtigung des Betriebszustandes der Anlage (instationärer Betrieb)

Tabelle 14: ENAGES, CO-Emissionen

Jahr	JMW	MMW_MAX	TMWMAX	Ü_TMW	JPZ975_H	MAX_HMW	Ü_HMW > 1,2xGW	Ü_HMW > 2xGW
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Anzahl	mg/m ³	mg/m ³	%	Anzahl
2004*)	5	7	21	0	11	188	0,4	39
2005	5	7	10	0	10	184	0,1	3
2006	9	11	21	0	18	91	0,0	0

*) Überschreitungszählung erfolgte ohne Berücksichtigung des Betriebszustandes der Anlage (instationärer Betrieb)

Tabelle 15: ENAGES, Staub-Emissionen

Jahr	JMW	MMW_MAX	TMWMAX	Ü_TMWW	JPZ975_H	MAX_HMW	Ü_HMW > 1,2xGW	Ü_HMW > 2xGW
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Anzahl	mg/m ³	mg/m ³	%	Anzahl
2004*)	1,1	2	15	1	5	187	1,3	106
2005	0,6	1	13	1	1	35	0,3	30
2006	0,2	0,5	1	0	1	6	0,0	0

*) Überschreitungszählung erfolgte ohne Berücksichtigung des Betriebszustandes der Anlage (instationärer Betrieb)

Tabelle 16: ENAGES, HCL-Emissionen

Jahr	JMW	MMW_MAX	TMWMAX	Ü_TMWW	JPZ975_H	MAX_HMW	Ü_HMW > 1,2xGW	Ü_HMW > 2xGW
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Anzahl	mg/m ³	mg/m ³	%	Anzahl
2004*)	0,3	1	4	0	2	40	0,4	36
2005	0,1	1	3	0	2	19	0,1	6
2006	0,2	1	1	0	1	15	0,0	1

*) Überschreitungszählung erfolgte ohne Berücksichtigung des Betriebszustandes der Anlage (instationärer Betrieb)

Tabelle 17: ENAGES, HF-Emissionen

Jahr	JMW	MMW_MAX	TMWMAX	Ü_TMWW	JPZ975_H	MAX_HMW	Ü_HMW > 1,2xGW	Ü_HMW > 2xGW
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Anzahl	mg/m ³	mg/m ³	%	Anzahl
2004*)	0,0	0,0	0,1	0	0,0	5,6	0,2	18
2005	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,1	0,0	0
2006	0,0	0,0	0,1	0	0,0	1,0	0,0	2

*) Überschreitungszählung erfolgte ohne Berücksichtigung des Betriebszustandes der Anlage (instationärer Betrieb)

Abbildung 5: Übersicht über die Emissionen 2004

Station:	ENAGES						
Seehöhe:	520	520	520	520	520	520	520
Messwert:	SO2K	NOXK	COK	STBK	HCLK	HFK	R
MW-Typ:	TMW						
Zeitraum:	1	1	1	1	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1	2	2	3	4
Muster:							

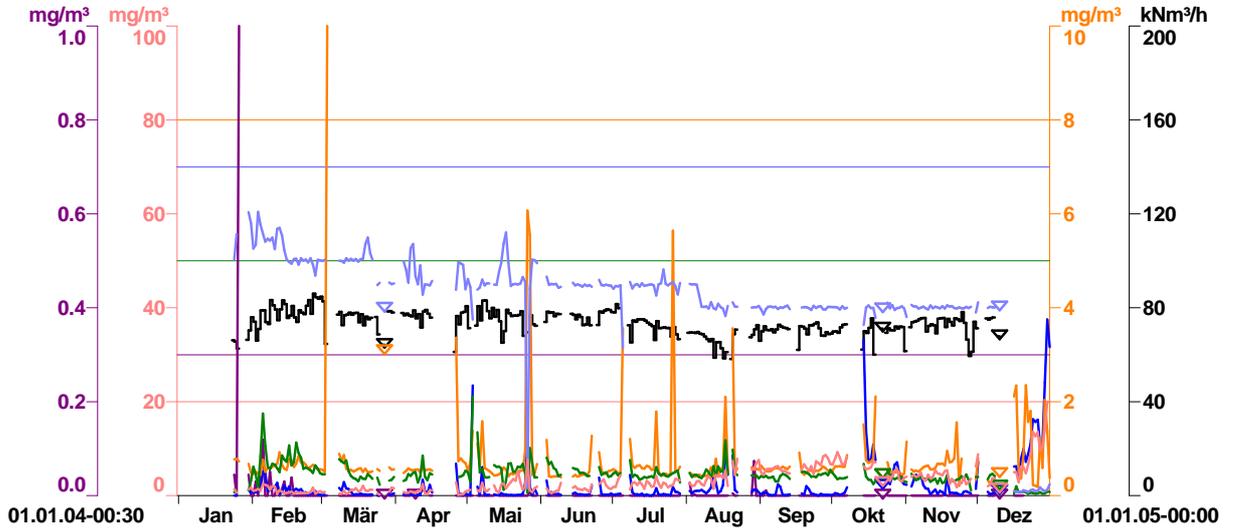


Abbildung 6: Übersicht über die Emissionen 2005

Station:	ENAGES						
Seehöhe:	520	520	520	520	520	520	520
Messwert:	SO2K	NOXK	COK	STBK	HCLK	HFK	R
MW-Typ:	TMW						
Zeitraum:	1	1	1	1	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1	2	2	3	4
Muster:							

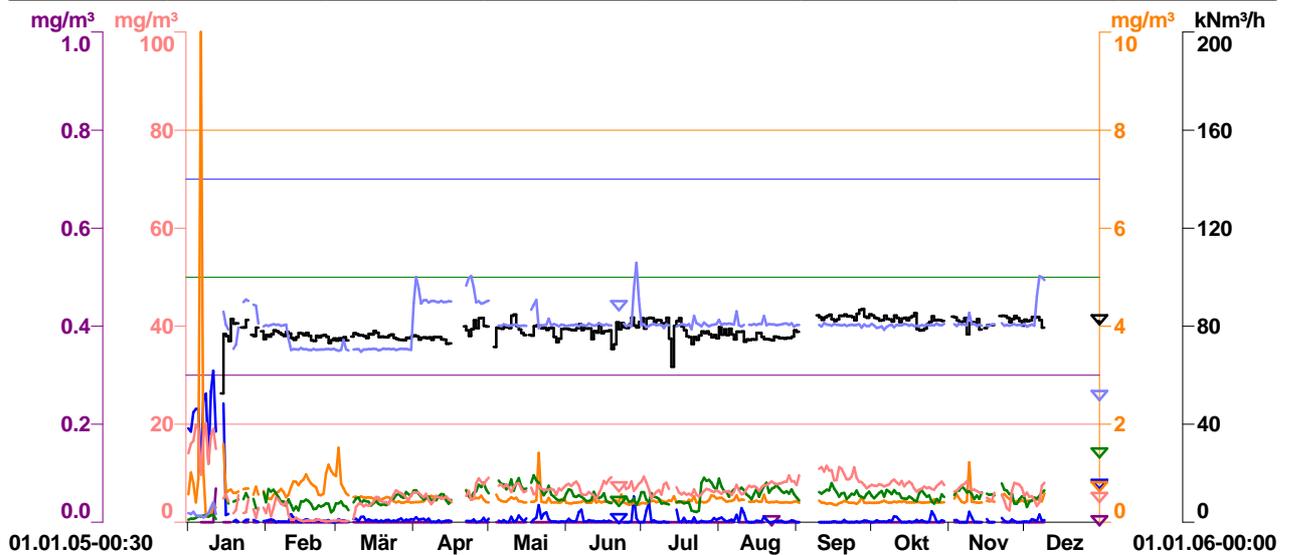
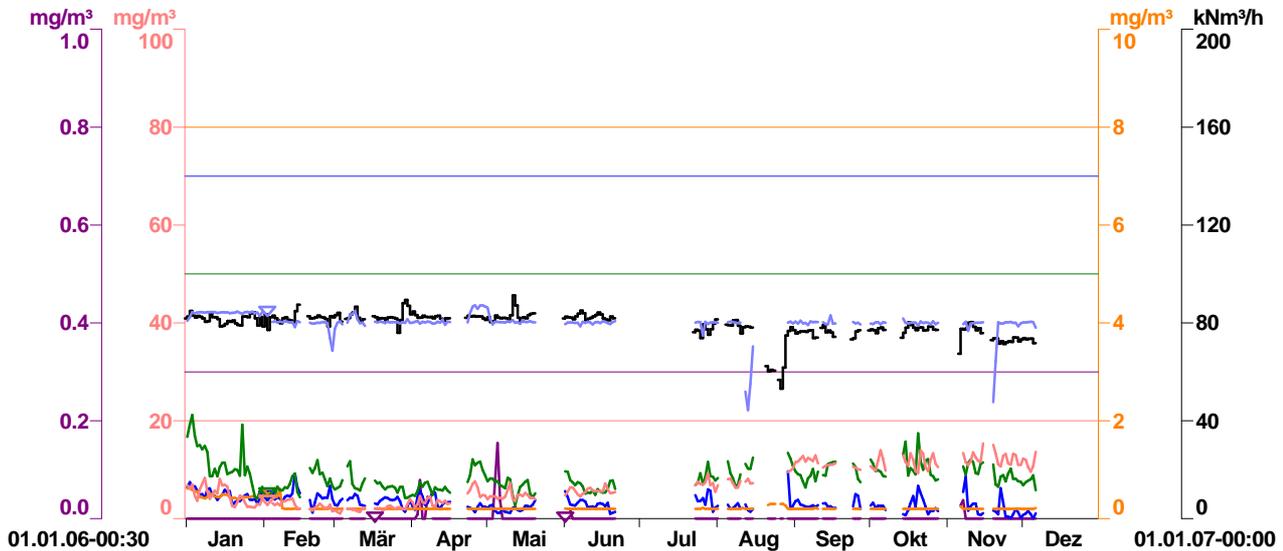


Abbildung 7: Übersicht über die Emissionen 2006

Station:	ENAGES	ENAGES	ENAGES	ENAGES	ENAGES	ENAGES	ENAGES
Seehöhe:	520	520	520	520	520	520	520
Messwert:	SO ₂ K	NO _x K	CO _k	STBK	HCLK	HFK	R
MW-Typ:	TMW	TMW	TMW	TMW	TMW	TMW	TMW
Zeitraum:	1	1	1	1	1	1	1
Y - Achse:	1	1	1	2	2	3	4
Muster:							



7. Kontinuierliche Immissionsmessungen

7.1. Messergebnisse der Station Niklasdorf

Seit Oktober 2002 wird von der Fa. ENAGES in Niklasdorf eine Luftgüteüberwachungsstation betrieben. Es werden die Schadstoffe SO₂, NO, NO₂ und PM₁₀ erfasst. Wie die Konzentrationsmessungen seit 2002 zeigen, ist der Standort Niklasdorf im steiermarkweiten Vergleich zu den gering belasteten Stationen zu zählen.

Einflüsse von Emissionen aus dem Bereich Donawitz können bei geeigneten Witterungs- und Ausbreitungsbedingungen auch in Niklasdorf nachgewiesen werden.

Bisher wurden einzig bei PM₁₀ in den Jahren 2003 und 2004 Grenzwertüberschreitungen bei der maximal zulässigen Anzahl an Tagen mit einem Tagesmittelwert von über 50 µg/m³ festgestellt. Jedoch wurde bei PM₁₀ an der Station Niklasdorf ein stetiger Rückgang der Immissionen festgestellt, der an den benachbarten Stationen Leoben-Göß und Leoben-Donawitz auf diese Weise nicht registriert wurde. So stieg beispielsweise an der Station Leoben-Donawitz die Belastung zwischen 2004 und 2005 von 29 auf 36 Überschreitungstage. An der Station Leoben-Göß gab es zwar auch einen Rückgang bei den Überschreitungstagen von 24 auf 19, der Jahresmittelwert blieb jedoch zwischen 2004 und 2005 gleich. Aufgrund der vergleichsweise geringen gefassten Staubemissionen der Fa. ENAGES im Bereich von 0,02-0,03 kg/h im Jahresmittel ist auszuschließen, dass mit dem Rückgang dieser Emissionen ein Zusammenhang mit dem immissionsseitigen Rückgang besteht.

Tabelle 18: Belastung an SO₂ [µg/m³]

Station Niklasdorf	JMW	MMWmax	TMWmax	97,5 Perz	MW3max	HMWmax
2003	3	5	12	23	31	50
2004	3	7	20	32	44	63
2005	2	4	10	14	36	48
2006	2	4	13	10	30	42

Abbildung 8: Jahresauswertung Schwefeldioxid, SO₂-Messstellen, geordnet nach Jahresmittelwerten, 2006

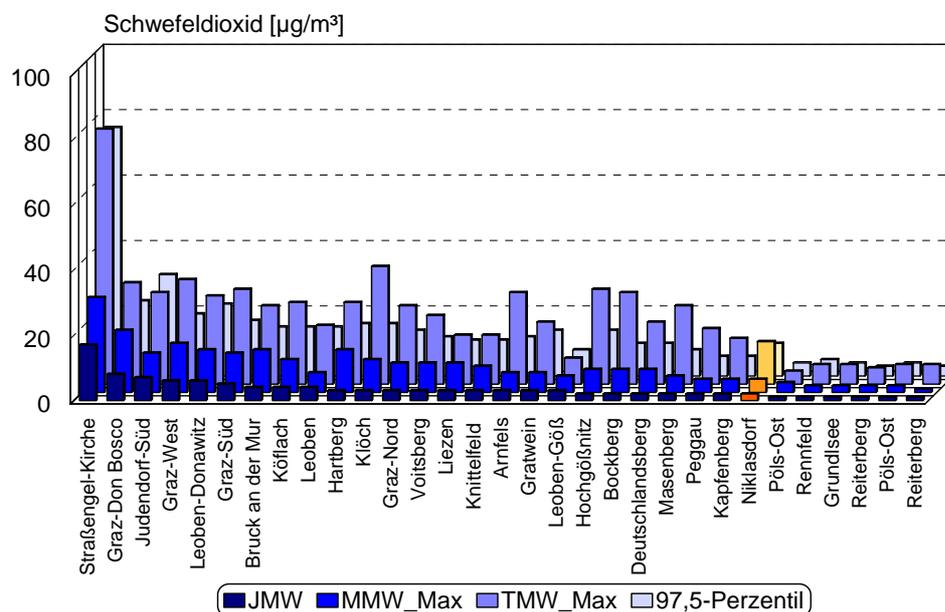


Tabelle 19: Belastung an NO₂ [µg/m³]

Station Niklasdorf	JMW	MMWmax	TMWmax	97,5 Perz	MW3max	HMWmax
2003	21	37	62	59	82	88
2004	18	30	58	52	79	86
2005	19	36	70	59	86	98
2006	20	47	77	67	99	109

Abbildung 9: Jahresauswertung Stickstoffdioxid, NO₂-Messstellen, geordnet nach Jahresmittelwerten, 2006

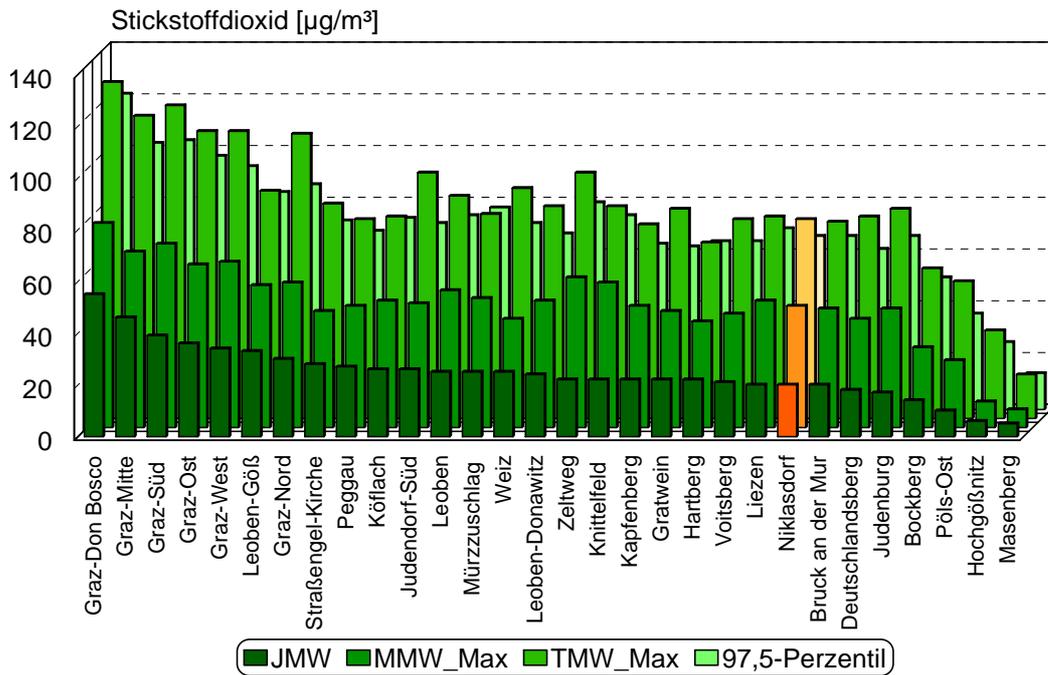
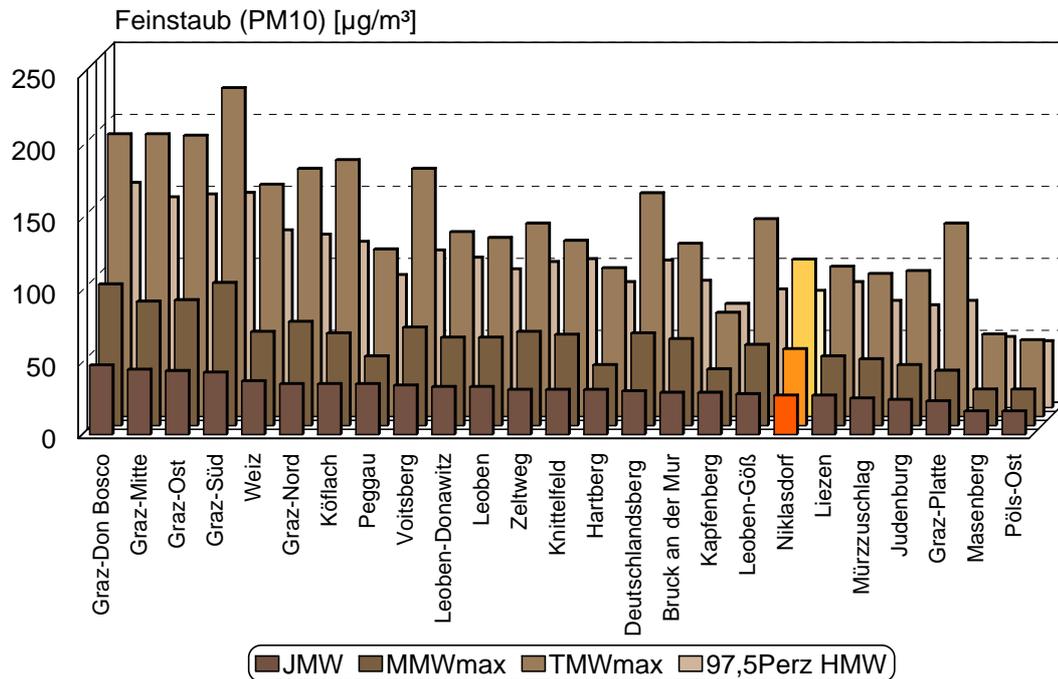


Tabelle 20: Belastung an PM₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Station Niklasdorf	JMW	MMWmax	TMWmax	97,5 Perz	Überschreitungstage
2003	33	45	115	89	49
2004	28	49	114	85	38
2005	25	38	76	69	19
2006	27	53	109	81	22

Abbildung 10: Jahresauswertung Feinstaub, PM₁₀-Messstellen, geordnet nach Jahresmittelwerten, 2006



7.2. Mobile Luftgütemessungen

7.2.1 Übersicht über die Messergebnisse

Die mobile Messstation zeichnet die Zeitverläufe der Schadstoffkonzentrationen für Gesamtstaub (TSP) (1. Messung) bzw. Feinstaub (PM₁₀) (2. Messung), Schwefeldioxid, Stickstoffmonoxid und -dioxid, Kohlenmonoxid und Ozon sowie die meteorologischen Komponenten Wind, Lufttemperatur und -feuchtigkeit auf. Die folgenden Auswertungen beschreiben den Zeitraum von 17.04. bis 01.07.2002 (1. Messung) sowie von 28.02. bis 01.04.2003 (2. Messung).

Die Charakteristik der 1. Messung entsprach einer Sommermessung. Die Konzentrationen der primären Luftschadstoffe waren durchwegs vergleichsweise gering. Die 2. Messperiode erfasste die Wintersituation. Entsprechend waren die Belastungen durch primäre Luftschadstoffe deutlich höher.

Da das PM₁₀-Messnetz in den Jahren 2002 und 2003 erst im Aufbau war wurden für die Auswertungen der Partikelbelastung sowohl die Gesamtstaubkonzentration als auch die PM₁₀-Werte herangezogen. Wie vergleichende Messungen gezeigt haben, sind diese Konzentrationen sehr ähnlich. Für die Bewertung wurde durchgehend der Grenzwert wie für PM₁₀ herangezogen. Im Zeitraum der 1. Messung wurden 2 Überschreitungen registriert und im Zeitraum der 2. Messung 10 Überschreitungen.

Tabelle 21: 1. Messperiode; Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; CO [mg/m^3]

Messwert	SO ₂	SO ₂	NO ₂	NO ₂	TSP	CO
Messwerttyp	HMWmax	TMWmax	HMWmax	TMWmax	TMW	MW8
Konzentration	37	5	70	31	63	1,5
Grenzwert	200	120	200	80	(50)	10
Überschreitungen	0	0	0	0	(2)	0

Tabelle 22: 2. Messperiode; Zusammenfassung der Ergebnisse der mobilen Messung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; CO [mg/m^3]

Messwert	SO ₂	SO ₂	NO ₂	NO ₂	PM10	CO
Messwerttyp	HMWmax	TMWmax	HMWmax	TMWmax	TMW	MW8
Konzentration	52	11	78	48	86	2,4
Grenzwert	200	120	200	80	50	10
Überschreitungen	0	0	0	0	10	0

Während der 1. Messperiode war im Raum Niklasdorf nur die mobile Messstation im Betrieb. Im Frühjahr 2003 wurde die Schadstoffbelastung bereits durch die fixe Immissionsmessstelle Niklasdorf erfasst. Ein Vergleich der Standorte wird dadurch möglich.

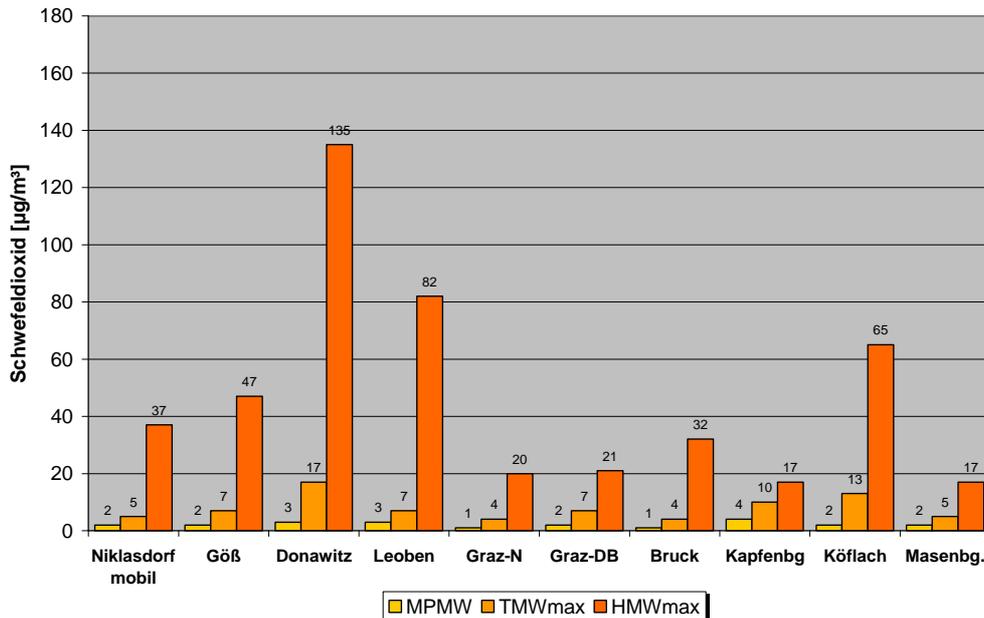
Im Vergleich mit den Ergebnissen aus dem steirischen Messnetz zeigten die Erhebungen mit einer mobilen Messstation in Niklasdorf folgendes:

7.2.2 Schwefeldioxid SO₂

Die maximalen Konzentrationen erreichten für SO₂ bei der 1. Messung rund 19% bei der 2. Messung 26% des Halbstundenmittelgrenzwertes bzw. 4% und 9% des Grenzwertes für das Tagesmittel.

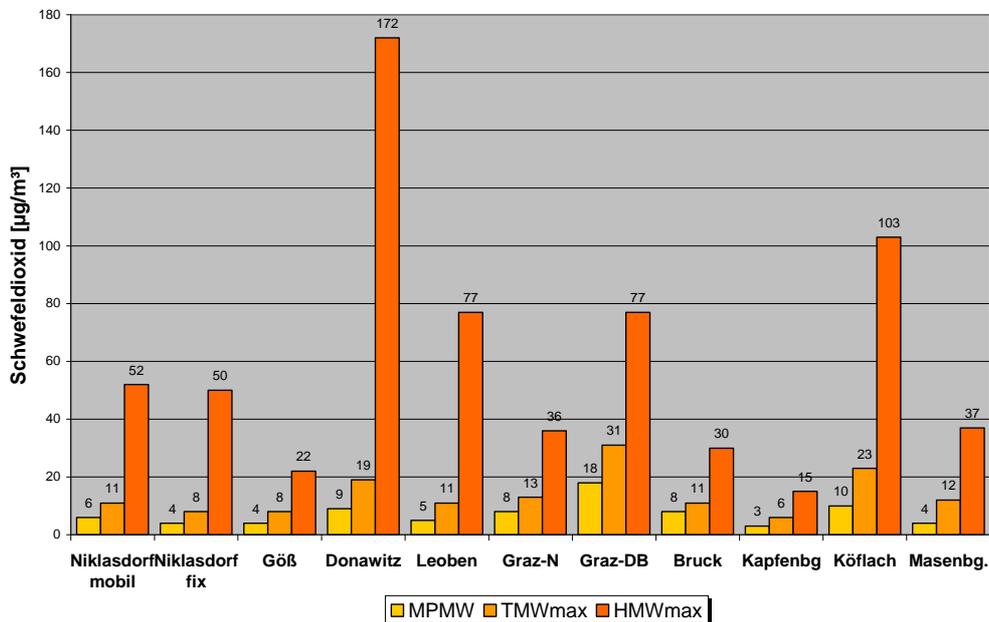
Der Untersuchungsraum wird durch Emissionen der eisen- und stahlverarbeitenden Industrie in Donawitz beeinflusst. Dementsprechend lagen die Konzentrationen an der Messstelle Leoben-Donawitz weitaus am höchsten. Einflüsse konnten jedoch bis Niklasdorf beobachtet werden. Die Wintermessung 2003 (2. Messperiode) zeigte auch absolut gesehen vergleichsweise hohe Belastungen. Die SO₂-Konzentrationen an der fixen Messstelle lagen etwas unter den bei der mobilen Messung registrierten.

Abbildung 11: Vergleich der Schwefeldioxidkonzentrationen an steirischen Messstellen, 1. Messperiode (17.04. - 01.07.2002)



Die Maximalkonzentrationen lagen steiermarkweit auf einem leicht überdurchschnittlichen Niveau.

Abbildung 12: Vergleich der Schwefeldioxidkonzentrationen an steirischen Messstellen, 2. Messperiode (28.02. - 01.04.2003)



7.2.3 Stickstoffdioxid NO₂

Immissionsgrenzwerte sieht das IG-L für Stickstoffdioxid vor. Die maximalen Konzentrationen erreichten für NO₂ bei der 1. Messung rund 35% bei der 2. Messung 39% des Halbstundenmittelgrenzwertes bzw. 39% und 60% des Tagesmittelzielwertes.

In der 1. Messperiode lagen die Werte im Untersuchungsgebiet Niklasdorf in jenem Bereich, der auch in Leoben-Donawitz registriert worden ist. Die beiden anderen Leobner Stationen zeigten höhere Belastungen. Die erwartungsgemäß generell höher belastete Wintermessung zeigte ähnliche Verhältnisse. Am Standort der fixen Messstelle Niklasdorf lagen die Werte geringfügig höher. Im Vergleich mit anderen steirischen Messstationen in vergleichbarer Lage sind diese Belastungen als durchschnittlich zu bewerten.

Abbildung 13: Vergleich der Stickstoffdioxidkonzentrationen an steirischen Messstellen, 1. Messperiode (17.04. - 01.07.2002)

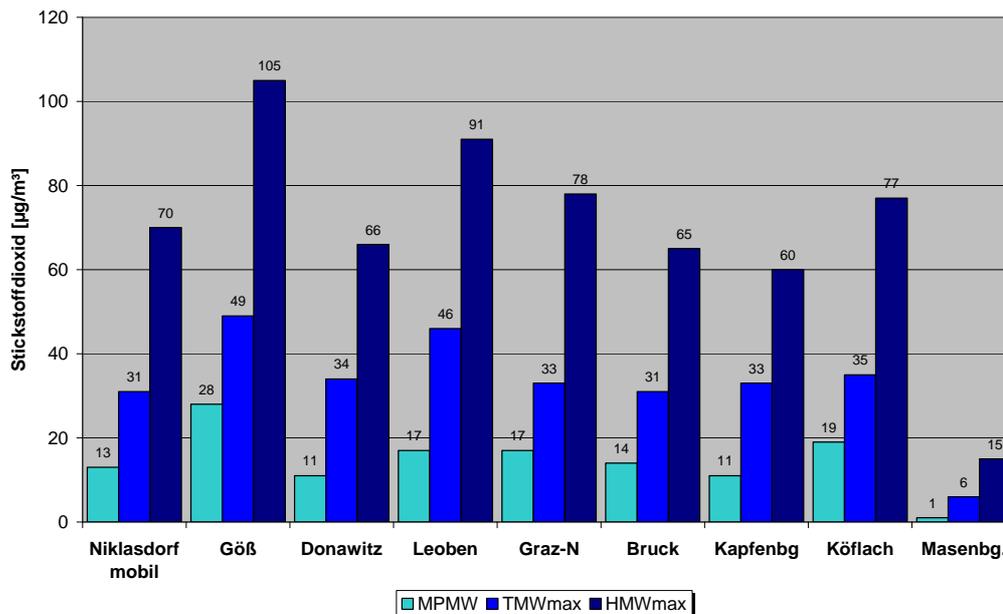
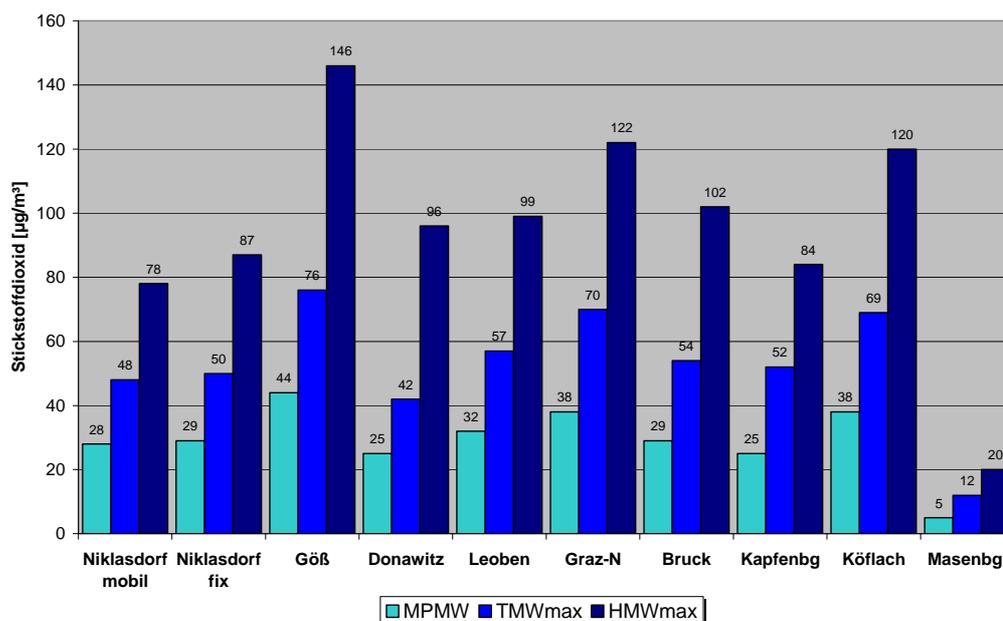


Abbildung 14: Vergleich der Stickstoffdioxidkonzentrationen an steirischen Messstellen, 2. Messperiode (28.02. - 01.04.2003)



7.2.4 Partikel

Bei beiden Messkampagnen lag das Niveau der Partikelkonzentrationen im Untersuchungsraum Niklasdorf-Leoben auf einem sehr einheitlichen Niveau. Das Belastungsniveau war im Vergleich zu ähnlichen Regionen überdurchschnittlich. Überschreitungen des Immissionsgrenzwerte für PM10 (Tagesmittel) traten häufig auf. Auf Basis dieser Messungen kann davon ausgegangen werden, dass die Vorgaben des IG-L hinsichtlich der Anzahl der tolerierten Überschreitungen nicht eingehalten werden.

Abbildung 15: Vergleich der Partikelkonzentrationen an steirischen Messstellen (TSP, PM10), 1. Messperiode (17.04. - 01.07.2002)

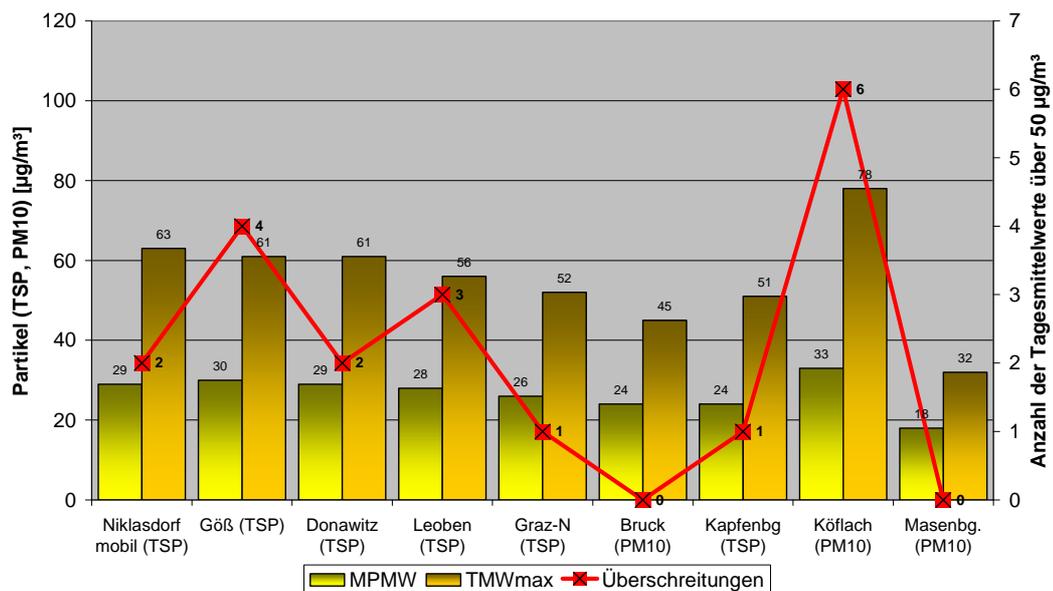


Abbildung 16: Vergleich der Partikelkonzentrationen an steirischen Messstellen (TSP, PM10), 2. Messperiode (28.02. - 01.04.2003)

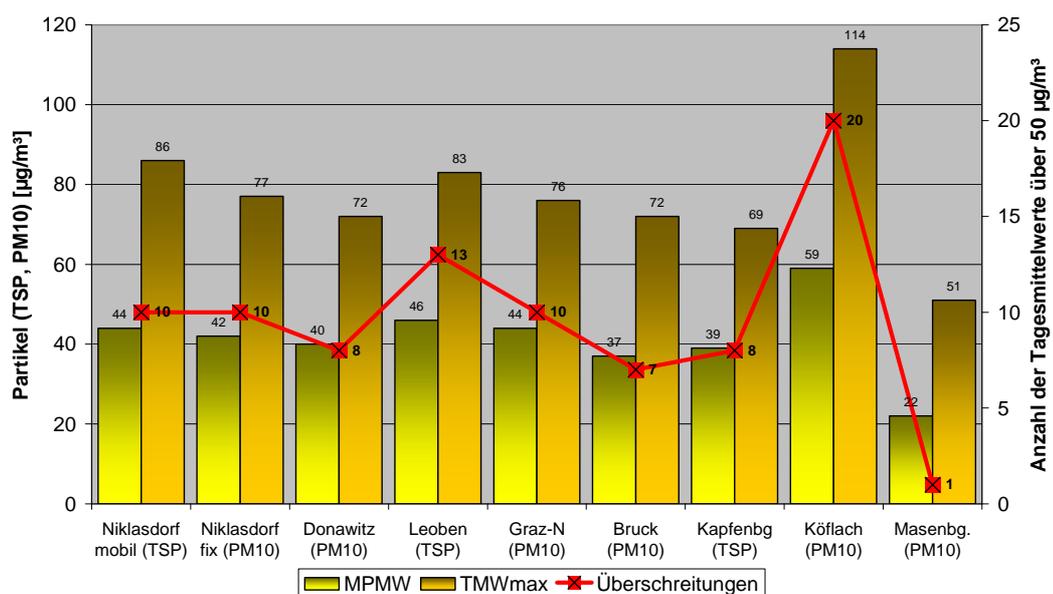


Abbildung 17: Verlauf der Partikelkonzentrationen während der 1. Messperiode (17.04. - 01.07.2002)

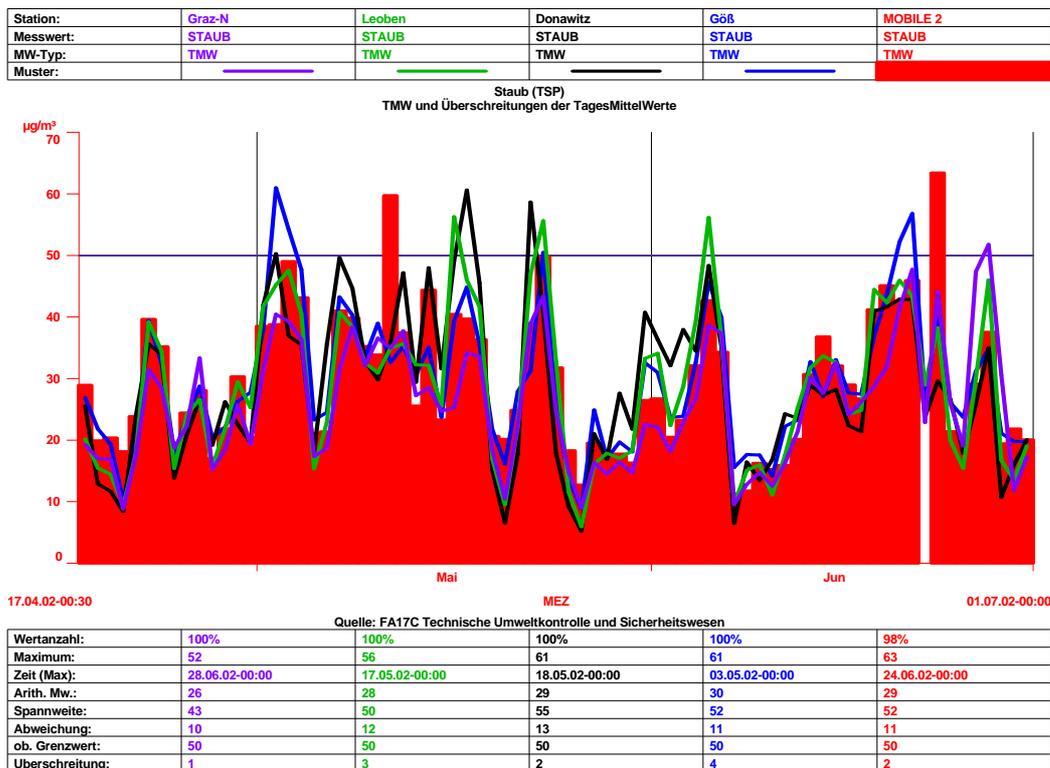
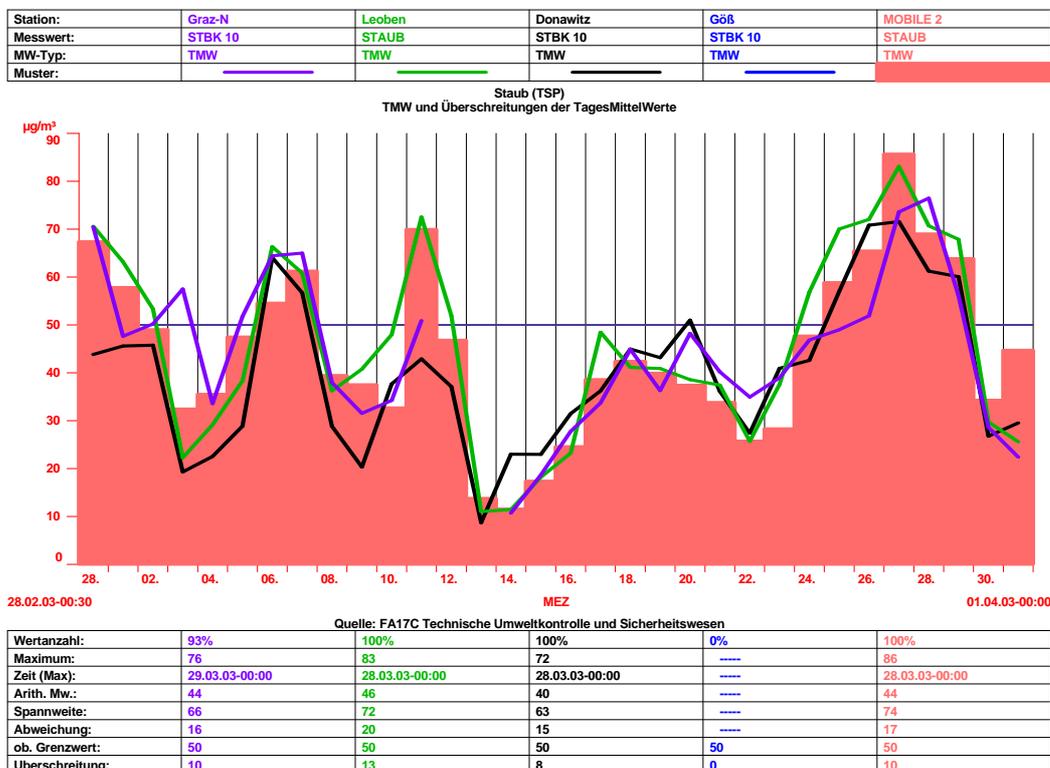


Abbildung 18: Verlauf der Partikelkonzentrationen während der 2. Messperiode (28.02. - 01.04.2003)



7.2.5 Kohlenmonoxid

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen werden in der Steiermark nur an einigen neuralgischen Punkten (verkehrs- bzw. industrienah) sowie in die beiden mobilen Messstationen kontinuierlich erhoben. Die Konzentrationen in Niklasdorf lagen in beiden Messzeiträumen auf einem durchschnittlichen Niveau, die registrierten Werte liegen klar unter dem Grenzwert des Immissionsschutzgesetzes Luft.

Auch bei Kohlenmonoxid kann – deutlich in der Sommermessung - ein Einfluss der Schwerindustrie in Donawitz beobachtet werden. Die Werte lagen über jenen, die an den stark verkehrsexponierten Grazer Messstellen Graz Mitte und Graz Don Bosco auftraten.

Abbildung 19: Vergleich der Kohlenstoffmonoxidkonzentrationen an steirischen Messstellen, 1. Messperiode (17.04. - 01.07.2002)

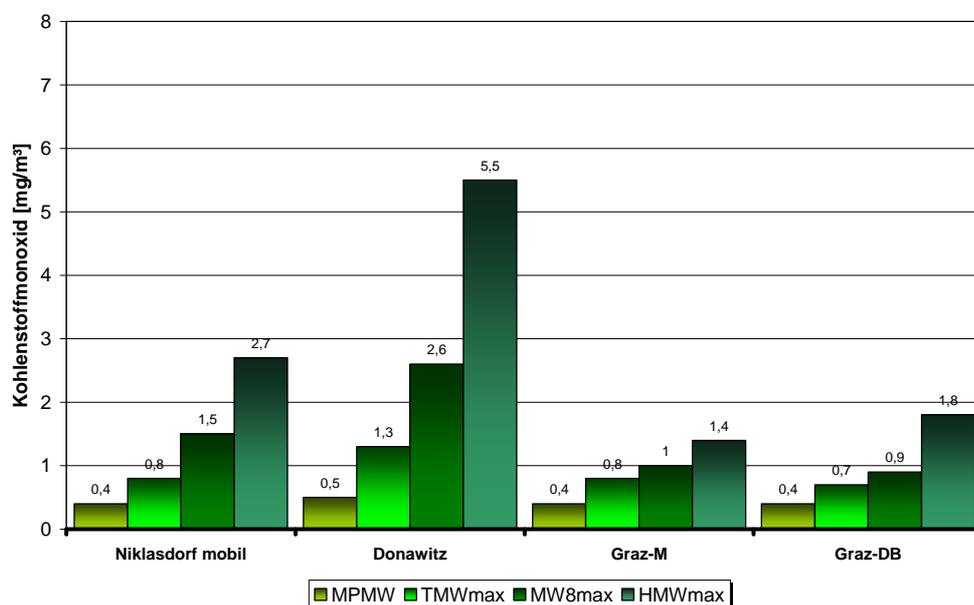
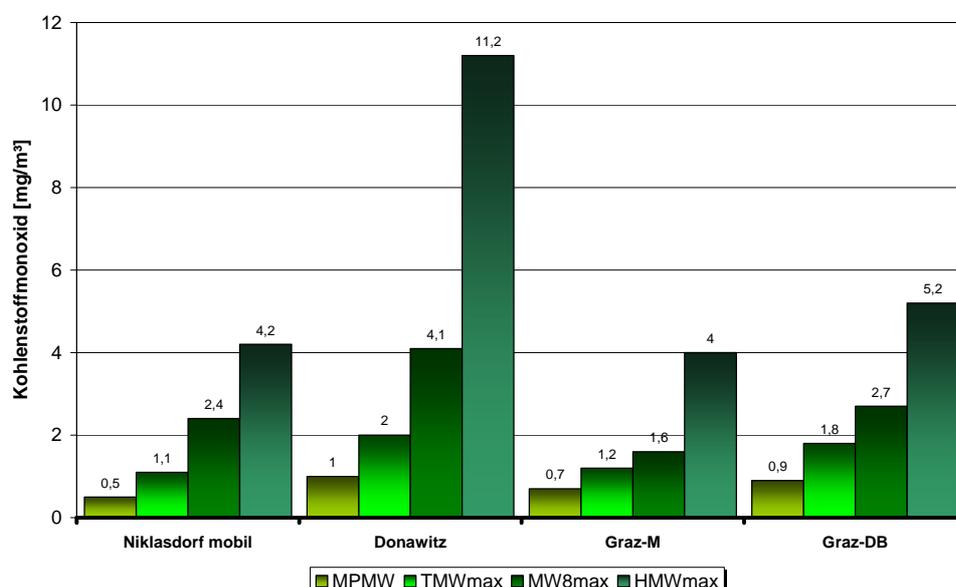


Abbildung 20: Vergleich der Kohlenstoffmonoxidkonzentrationen an steirischen Messstellen, 2. Messperiode (28.02. - 01.04.2003)

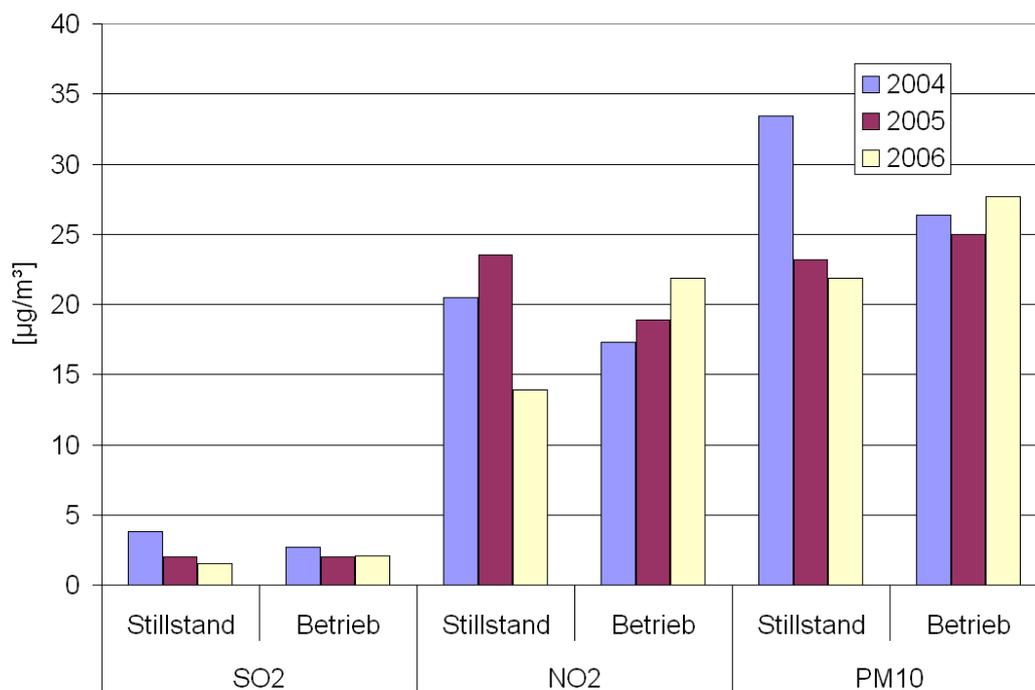


7.3. Episodenvergleich Betrieb und Stillstand der Fa. ENAGES

Im Folgenden wird ein kurzer Vergleich der Immissionsbelastung an der Luftgüteüberwachungsstation Niklasdorf angestellt zwischen Episoden mit Stillstand des Betriebes und solchen, wo die Anlage in Betrieb stand. Dies ist aufgrund der kontinuierlichen Emissionsdatenübertragung einfach möglich.

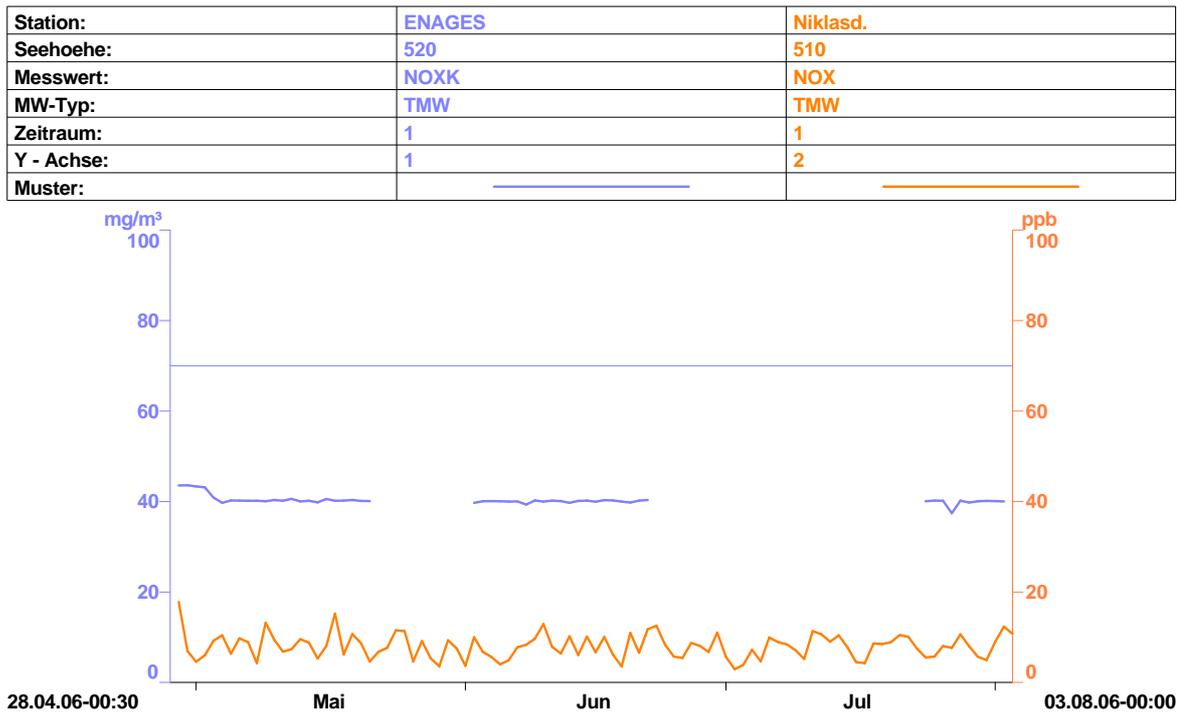
Abbildung 21 zeigt den Vergleich zwischen gemessenen mittleren Immissionskonzentrationen für die Schadstoffe SO₂, NO₂ und PM₁₀ für die Jahre 2004 – 2006 während Zeiten mit Betriebsstillstand und Zeiten in denen die Anlage betrieben wurde. Die Stillstandszeiten im Schnitt über die drei Jahre betragen ca. 20 %. Für die betrachteten Schadstoffe und Jahre zeigen sich keine signifikanten Unterschiede bzw. Tendenzen, die mit der betrieblichen Tätigkeit korreliert werden könnten. Teilweise ergeben sich aber doch deutliche Unterschiede in den mittleren Konzentrationen, die wahrscheinlich aufgrund der unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen in den einzelnen Perioden zustande kamen.

Abbildung 21: Vergleich der gemessenen mittleren Immissionskonzentrationen an der Messstation Niklasdorf während Zeiten mit Betriebsstillstand und Betrieb der Anlage



Stickstoffoxide sind jene Schadstoffgruppe, die mit dem höchsten Massenstrom emittiert werden. Am Beispiel einer Episode im 2. Quartal 2006, in dem sowohl längere durchgehende Betriebsphasen als auch Stillstandszeiten auftreten, wird in Abbildung 22 dargestellt, dass auch in der Zeitreihe an den Immissionswerten nicht zu erkennen ist, ob die Anlage in Betrieb ist oder nicht.

Abbildung 22: Zeitverlauf, NOx-Emissionen, NOx-Immissionen



8. Integrale Luftgütemessungen

8.1. Beschreibung der Messmethoden

8.1.1 Bestimmung der Staubdeposition nach dem Bergerhoff Verfahren

Die Staubbiederschlagsmessung erfolgt nach der VDI-Richtlinie 2119, Blatt 2, des Handbuchs zur Reinhaltung der Luft. Ziel ist es, die in einer bestimmten Zeit aus der Atmosphäre ausfallende Menge fester und flüssiger Substanz - mit Ausnahme des Wasseranteiles - zu erfassen („Bergerhoff-Verfahren“). Dabei wird ein Glas- oder Kunststoffgefäß, das nach oben eine Öffnung besitzt, auf einem etwa 1,5 m hohen Ständer angebracht. Der sich absetzende Staub und das Regenwasser werden in diesem Gefäß gesammelt. Die Expositionszeit beträgt etwa 28 Tage. Danach werden der Staubbiederschlag und das Wasser in einer gewogenen Schale bis zur Trocknung eingedampft und als Gesamtstaubbiederschlag gewogen. Das Ergebnis wird auf 1 Tag und 1 m² bezogen.

8.1.2 Bestimmung des Schwermetallgehaltes im Staub

Die getrockneten und gewogenen Proben werden durch die Einwirkung von konzentrierter Salpetersäure und Wasserstoffperoxid unter erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur aufgeschlossen. Zum Einsatz gelangt ein Mikrowellen-Druckaufschlussgerät. Diese Prozedur dient dazu, die Schwermetalle für die nachfolgende Analyse in eine gelöste Form zu überführen.

Die Analyse der Schwermetallgehalte erfolgt im Labor des Referates Umweltlaboratorium.

Zum Einsatz gelangt für die meisten Elemente die ICP-OES-Technik. Diese Methode gestattet es, simultan eine Vielzahl an Elementen zu bestimmen. Folgende Elemente werden damit untersucht: Blei (Pb), Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Chrom (Cr), Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Nickel (Ni) und Zink (Zn). Die Auswahl der Elemente erfolgt auf Grund der Vorgaben des Immissionsschutzgesetzes Luft sowie der Steiermärkischen Klärschlamm-Verordnung (LGBl. Nr. 89/1997).

Für das Element Arsen (As) wird die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) und für Quecksilber (Hg) FIMS (Flow Injektion Mercury System) eingesetzt.

8.2. Messergebnisse der Depositionsmessungen

8.2.1 Allgemeines

Die Ergebnisse der Staubdepositionsmessungen geben Auskunft über den staubförmigen Niederschlag im Untersuchungsgebiet. Bestimmt wird die Höhe des Messwertes überwiegend durch Staubteilchen mit großem Korndurchmesser (50 bis 500 µm). Durch die Größe der Teilchen ist deren Verweilzeit in der Atmosphäre beeinflusst. Größere Teilchen setzen sich rascher ab, der Transportweg in der Luft bleibt kurz. Emissionsquelle und Immissionssort liegen in der Regel nahe beieinander. Die Messergebnisse beschreiben daher vorwiegend die unmittelbare Umgebung der Messstelle.

Die jahreszeitliche Änderung der Staubdeposition (Abbildung 24) ist von mehreren Einflüssen in der Umgebung der Messpunkte abhängig. Von Garten- und Ackerflächen treten Emissionen vorwiegend im Sommer auf. Dies wird durch nicht bewachsene Flächen und Trockenheit oder durch die Bodenbearbeitung hervorgerufen. Aber auch natürliche Ursachen, wie z.B. Pollenflug, beeinflussen die Menge der Staubdeposition. Weitere Quellen für die Emission grober Staubfraktionen, die ja die Hauptmasse in der Staubdeposition ausmachen, sind diffuse Emissionen aus der Gewinnung und der Bearbeitung von staubenden Gütern (Sand, Schotter, Bauschutt etc.). Aber auch Fahrbewegungen verursachen beträchtliche Staubaufwirbelungen, einerseits durch das Befahren von nicht staubfrei befestigten Wegen bei Trockenheit, andererseits durch das Zermahlen von im Winter aufgetragenen Streumaterialien. Industrielle Prozesse können ebenfalls Ursache von Staubemissionen sein, wenn belastete Abluft nicht entsprechend gefasst und entstaubt wird.

Aus den gesammelten Proben der Staubdeposition wurden nach dem Aufschluss die Schwermetallgehalte bestimmt. Die Liste der untersuchten Elemente orientiert sich an den im Immissionsschutzgesetz-Luft, im Forstgesetz und in der Klärschlamm-Verordnung festgelegten Grenzwerten sowie an Metallen, die Hinweise auf mögliche Verursacher von Emissionen sein können.

8.2.2 Staubdeposition

Die Jahresmittelwerte der Gesamtstaub-Deposition zeigten in den Jahren 2002 – 2006 keinen einheitlichen Trend. Der Grenzwert für die Staubdeposition wurde durchwegs eingehalten. Lediglich beim Messpunkt Do1 (Utschmoar) traten – bedingt durch Bauarbeiten – Werte nahe des Grenzwertes auf. Die durchwegs höchsten Depositionen wurden am Messpunkt Do3 (Köllach), einer verkehrsbeeinflussten Stelle, registriert.

Abbildung 23: Messnetz Niklasdorf; Gesamtstaubdeposition 2002 - 2006

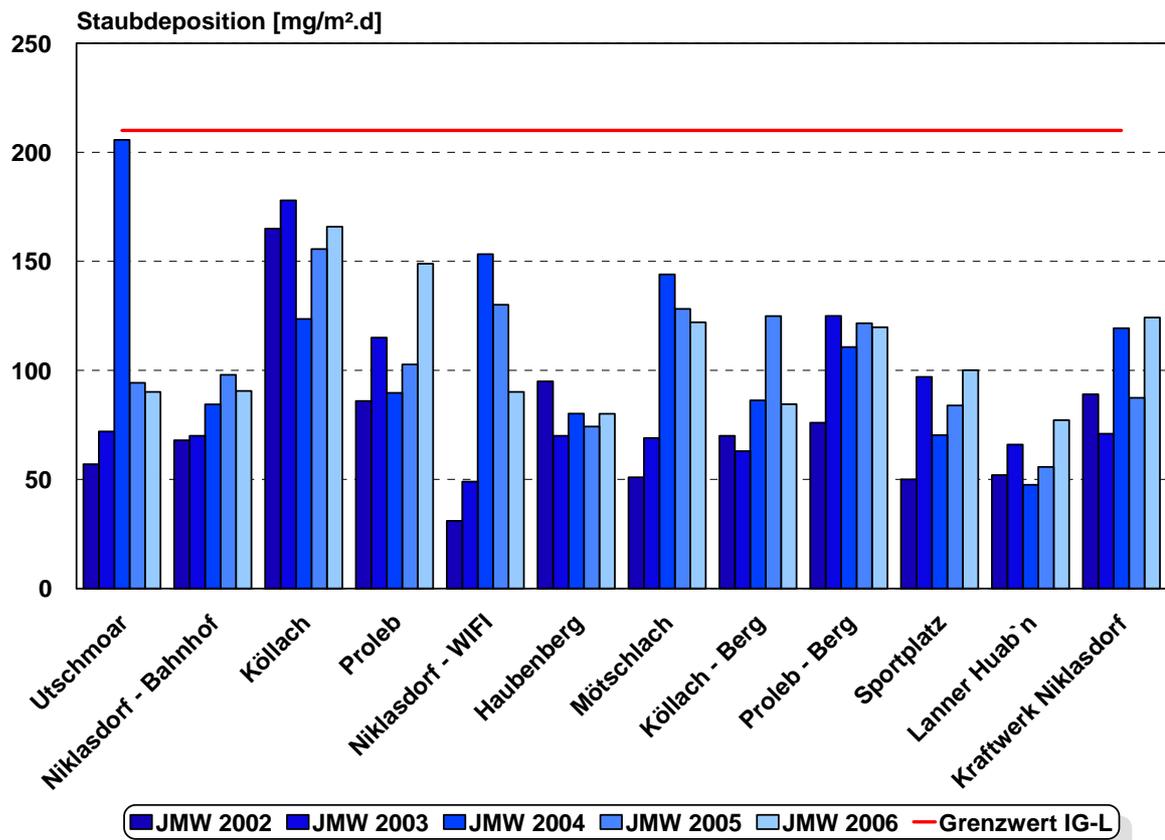


Tabelle 23: Messnetz Niklasdorf; Staubdepositionen; Jahresmittelwerte [mg/m².d]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	60	72	206	94	90
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	71	70	84	98	91
Köllach	Do3	179	178	124	156	166
Proleb	Do4	85	115	90	103	149
Niklasdorf - WIFI	Do5	33	49	153	130	90
Haubenberg	Do19	98	70	80	74	80
Mötschlach	Do20	53	69	144	128	122
Köllach - Berg	Do21	72	64	85	125	85
Proleb - Berg	Do22	75	125	122	122	120
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	51	97	69	84	100
Buschenschank-Lanner Huab'n	Do24	53	66	60	56	77
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	88	71	117	87	124

Die Jahreszahlen in Abbildung 24 markieren jeweils den Jahreswechsel, sodass gut erkennbar ist, dass sich das Maximum der Staubbelastung etwa in der Jahresmitte – in den Frühlings- und Sommermonaten – bewegt.

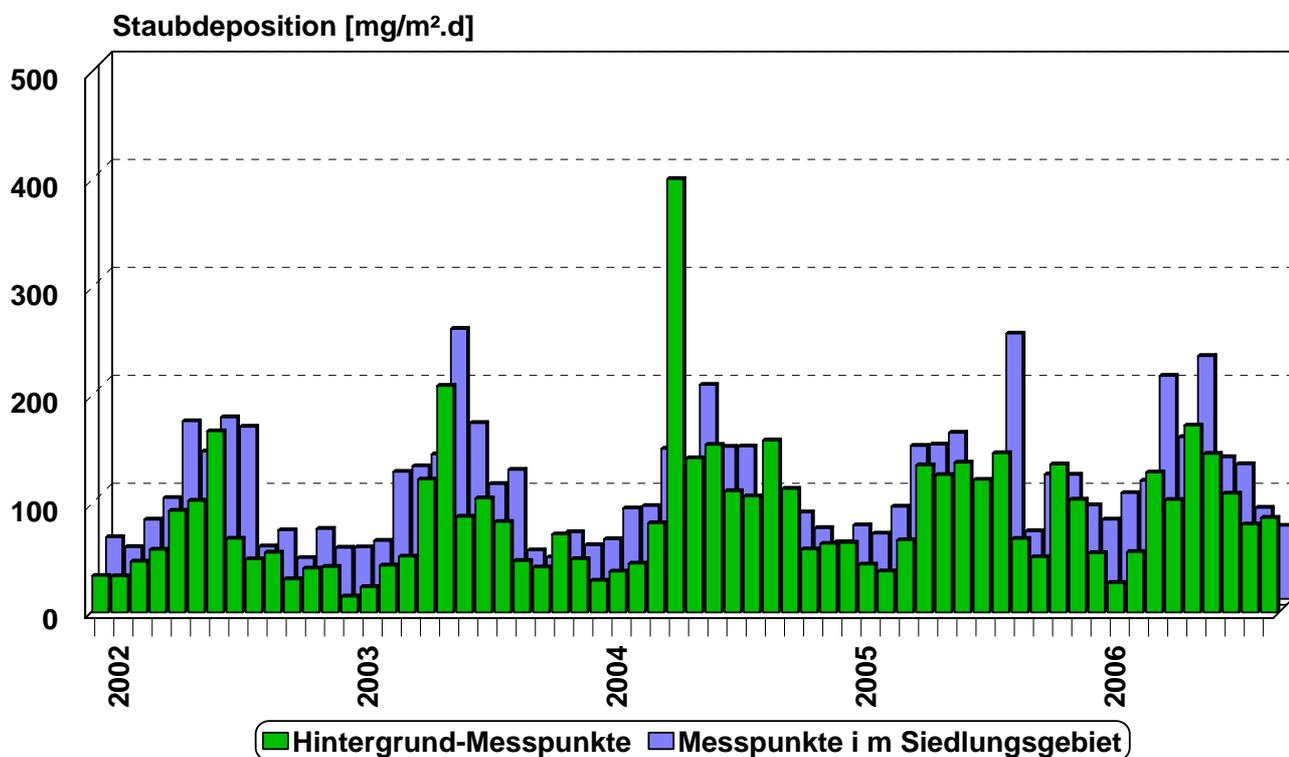
Aus dem Zeitverlauf der Staubbelastung ist erkennbar, dass im Jahr 2004 vor allem an den Hintergrund-Messpunkten im Frühjahr deutlich höhere Staubdepositionen festgestellt wurden, was auf eine überdurchschnittlich starke Belastung an Blütenstaub schließen lässt. Diese erhöhte natürliche Staubbelastung ist auch im Jahresmittelwert 2004 an einigen Messpunkten deutlich sichtbar.

Für die Darstellung des zeitlichen Verlaufes der Staubbelastung in Abbildung 24 wurden die Messpunkte folgendermaßen zusammengefasst:

Grün = Hintergrund-Messpunkte Do1, Do19 – Do22, Do24

Blau = Messpunkte im Siedlungsbereich Do2 – Do5, Do23, Do25

Abbildung 24: Zeitlicher Verlauf der Staubdepositionen (Mittelwerte über Messpunkte)



8.2.3 Vorbemerkungen zu den Schwermetalldepositionen

Aussagen über den Trend der Schwermetalldepositionen können in den meisten Fällen nicht getroffen werden, da im Jahr 2004 das Analyseverfahren geändert werden musste, das höhere Nachweisgrenzen mit sich brachte. Die ausgewiesenen höheren Werte ergeben sich auf Grund des Rechenweges zur Ermittlung des Jahresmittelwertes bei Belastungen unter der Nachweisgrenze des Messverfahrens. In diesen Fällen werden Werte in der Höhe der halben Nachweisgrenze angenommen. Aussagen über die sichere Einhaltung der Grenzwerte können aber jedenfalls getroffen werden.

8.2.4 Blei-Deposition

Die Belastung der Luft durch Blei liegt an allen Messpunkten deutlich unter den Grenzwerten des IG-L. Damit konnten auch die weniger strengen Vorgaben des Forstgesetzes und der Klärschlammverordnung eingehalten werden.

Tabelle 24: Messnetz Niklasdorf; Bleidepositionen; Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	3	5	10	23	23
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	7	7	13	23	23
Köllach	Do3	5	8	14	23	23
Proleb	Do4	4	9	13	23	23
Niklasdorf - WIFI	Do5	2	6	13	23	23
Haubenberg	Do19	4	5	11	23	23
Mötschlach	Do20	3	4	10	23	23
Köllach - Berg	Do21	3	4	11	23	23
Proleb - Berg	Do22	3	8	20	23	23
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	2	5	12	23	23
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	3	2	4	23	23
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	3	3	8	23	23

*) 2005 wurden die Nachweisgrenzen für das Messgerät geändert; die meisten Pb-Werte lagen unter der Nachweisgrenze, wurden aber mit der halben NG für die Deposition berechnet, wodurch sich höhere Werte als in den Jahren davor ergaben. Werte im Bereich des Grenzwertes werden dadurch nicht beeinflusst.

8.2.5 Cadmium-Deposition

Die Cadmium-Depositionswerte liegen durchwegs deutlich unter den Grenzwerten des IG-L. Damit konnten auch die weniger strengen Vorgaben des Forstgesetzes und der Klärschlammverordnung eingehalten werden. Es sind auch keine außergewöhnlichen Schwankungen zwischen den einzelnen Messpunkten erkennbar.

Tabelle 25: Messnetz Niklasdorf; Cadmiumdepositionen; Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	0,48	0,46	0,46	0,92	0,92
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	0,48	0,99	0,53	0,92	0,91
Köllach	Do3	0,47	0,46	0,57	0,92	0,92
Proleb	Do4	0,48	0,46	0,46	0,92	0,92
Niklasdorf - WIFI	Do5	0,48	0,46	0,65	0,92	0,91
Haubenberg	Do19	0,45	0,46	0,47	0,92	0,91
Mötschlach	Do20	0,46	0,46	0,46	1,07	0,92
Köllach - Berg	Do21	0,46	0,46	0,46	0,92	0,91
Proleb - Berg	Do22	0,47	0,46	0,46	0,92	0,92
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	0,46	0,57	0,46	0,92	0,91
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	0,46	0,46	0,51	0,92	0,91
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	0,47	0,46	0,50	0,92	0,91

*) 2005 wurden die Nachweisgrenzen für das Messgerät geändert; die meisten Pb-Werte lagen unter der Nachweisgrenze, wurden aber mit der halben NG für die Deposition berechnet, wodurch sich höhere Werte als in den Jahren davor ergaben. Werte im Bereich des Grenzwertes werden dadurch nicht beeinflusst.

8.2.6 Arsen-Deposition

Am Messpunkt Do1 (Utschmoar) liegen die Jahresmittelwerte 2002 und 2003 für die Arsenbelastung über dem Grenzwert für Grünland nach der Klärschlamm-Verordnung. Aus dem zeitlichen Verlauf der Messungen geht hervor, dass die Messperioden 75 und 76 (22.07.-19.08.2002 und 19.08.-16.09.2002) sowie die Messperioden 80 und 82 (09.12.2002-09.01.2003 und 03.02.-03.03.2003) generell erhöhte Depositionswerte für Arsen zeigen.

Auch der Jahresmittelwert 2004 liegt an den Messpunkten Do19 (Haubenberg) und Do20 (Mötschlach) über dem Grenzwert für Grünland nach der Klärschlamm-Verordnung. Der Zeitverlauf für die Arsenbelastung zeigt hier eine Spitze für die Messperioden 102 (17.08.-16.09.2004) und 103 (16.09.-13.10.2004), wobei auch an einigen anderen Messpunkten in diesen Messperioden die Werte etwas erhöht sind.

Tabelle 26: Messnetz Niklasdorf; Arsendepositionen; Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	8,1	8,1	4,6	0,9	0,6
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	4,6	4,6	6,0	1,0	0,9
Köllach	Do3	5,1	5,1	4,6	1,4	1,0
Proleb	Do4	6,5	6,5	5,0	0,8	0,8
Niklasdorf - WIFI	Do5	4,6	4,6	4,7	1,1	0,6
Haubenberg	Do19	4,6	4,6	8,1	0,6	0,5
Mötschlach	Do20	4,6	4,6	8,4	0,9	0,6
Köllach - Berg	Do21	4,6	4,6	4,6	0,5	0,5
Proleb - Berg	Do22	4,6	4,6	6,0	1,1	0,8
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	4,6	4,6	6,7	0,7	0,8
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	4,6	4,6	4,7	0,5	0,5
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	4,6	4,6	6,2	0,6	0,7

*) **Überschreitung des Grenzwertes für Grünland nach der Klärschlamm-Verordnung**

**) Ab dem Jahr 2005 wurde für die Bestimmung von Arsen ein neues Messverfahren eingesetzt, mit dem wesentlich geringere Mengen bestimmt werden können; dadurch sind die Messwerte aus den vorangegangenen Jahren allerdings nicht mehr direkt mit den Messwerten ab 2005 vergleichbar, diese erscheinen wesentlich niedriger.

8.2.7 Deposition von Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan und Molybdän

Die Messwerte liegen durchwegs deutlich unter den Grenzwerten für Chrom, Kobalt und Kupfer nach der Klärschlamm-Verordnung.

Für Kupfer wird auch in der Forstverordnung ein Grenzwert festgelegt. Dieser liegt etwa um den Faktor 20 höher als der entsprechende Wert der Klärschlamm-Verordnung. Die aktuell gemessenen Depositionsbelastungen liegen deutlich unter den Vorgaben.

Da für Mangan keine Beurteilungswerte für Emissionen oder Immissionen über den Luftpfad existieren, wurde die Bestimmung mit Ende 2004 eingestellt. Für Molybdän liegen zwar keine Richtwerte für die Beurteilung von Immissionen vor, allerdings wird dieses Schwermetall emissionsseitig begrenzt.

Tabelle 27: Messnetz Niklasdorf; Chromdepositionen; Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	11,1	7,7	9,4	17,7	11,5
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	15,5	13,4	15,4	18,9	16,5
Köllach	Do3	29,7	31,2	29,8	29,3	33,6
Proleb	Do4	16,4	17,4	16,6	17,9	29,0
Niklasdorf - WIFI	Do5	7,4	8,6	10,8	17,3	12,4
Haubenberg	Do19	10,9	11,1	12,6	15,6	11,4
Mötschlach	Do20	6,1	6,8	12,3	17,2	11,5
Köllach - Berg	Do21	6,1	6,8	9,3	17,3	11,4
Proleb - Berg	Do22	9,4	12,3	19,8	19,5	17,7
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	7,3	9,9	10,0	16,4	11,4
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	6,2	3,0	5,8	16,7	11,4
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	9,3	7,1	9,5	16,1	11,4

Tabelle 28: Messnetz Niklasdorf; Kobaltdepositionen; Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	1,6	1,8	1,6	17,6	11,5
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	2,2	1,9	2,9	18,8	11,4
Köllach	Do3	5,9	7,4	5,5	17,7	11,5
Proleb	Do4	2,5	3,4	3,0	17,9	11,5
Niklasdorf - WIFI	Do5	0,7	1,3	2,3	17,2	11,4
Haubenberg	Do19	2,7	2,7	3,7	15,6	11,4
Mötschlach	Do20	0,5	0,8	2,4	17,2	11,5
Köllach - Berg	Do21	0,7	0,5	2,3	17,3	11,4
Proleb - Berg	Do22	0,9	1,4	3,9	16,2	11,5
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	0,7	0,8	1,7	16,3	11,4
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	1,5	0,5	1,7	16,8	11,4
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	0,7	0,8	1,7	16,1	11,4

*) 2005 wurden die Nachweisgrenzen für das Messgerät geändert; die meisten Cobalt-Werte lagen unter der Nachweisgrenze, wurden aber mit der halben NG für die Deposition berechnet, wodurch sich höhere Werte als in den Jahren davor ergaben. Werte im Bereich des Grenzwertes werden dadurch nicht beeinflusst.

Tabelle 29: Messnetz Niklasdorf; Kupferdepositionen, Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	8,9	5,9	6,5	17,7	11,5
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	37,5	43,9	30,2	31,8	36,7
Köllach	Do3	11,1	11,8	7,3	70,3	11,5
Proleb	Do4	10,5	9,9	12,1	17,9	11,5
Niklasdorf - WIFI	Do5	6,7	9,9	17,9	65,2	12,4
Haubenberg	Do19	5,5	6,0	10,5	15,6	13,2
Mötschlach	Do20	4,3	5,2	21,2	17,2	13,7
Köllach - Berg	Do21	6,9	3,9	6,7	19,8	13,8
Proleb - Berg	Do22	5,0	6,0	9,7	16,2	11,5
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	7,3	9,5	7,2	17,4	12,5
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	6,3	4,6	6,6	18,6	11,4
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	8,4	5,8	10,9	16,1	12,6

Tabelle 30: Messnetz Niklasdorf; Mangandepositionen, Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004
Utschmoar	Do1	85,5	96,1	108,3
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	153,1	171,8	178,2
Köllach	Do3	272,2	328,8	241,7
Proleb	Do4	216,2	280,6	239,6
Niklasdorf - WIFI	Do5	105,2	162,0	199,6
Haubenberg	Do19	90,8	82,8	113,8
Mötschlach	Do20	56,9	105,7	149,9
Köllach - Berg	Do21	84,7	93,3	341,3
Proleb - Berg	Do22	119,7	190,4	552,6
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	100,0	194,5	159,5
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	43,0	56,8	61,6
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	83,7	123,9	118,2

*) Da für Mangan keine Beurteilungswerte für Emissionen oder Immissionen über den Luftpfad existieren, wurde die Bestimmung mit Ende 2004 eingestellt.

Tabelle 31: Messnetz Niklasdorf; Molybdändepositionen, Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	4,5	3,6	3,2	22,9	20,8
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	4,1	4,3	4,3	23,0	22,9
Köllach	Do3	2,7	2,3	3,0	22,9	22,9
Proleb	Do4	2,7	2,3	2,3	23,1	22,9
Niklasdorf - WIFI	Do5	2,7	2,3	3,1	22,9	22,8
Haubenberg	Do19	3,8	3,5	4,3	22,9	22,8
Mötschlach	Do20	2,3	2,3	3,4	22,8	22,9
Köllach - Berg	Do21	2,3	2,3	2,7	22,9	22,9
Proleb - Berg	Do22	2,3	2,3	3,2	23,0	23,1
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	2,9	2,3	3,3	23,0	22,9
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	4,0	2,3	2,7	22,9	22,9
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	2,3	2,3	3,0	22,9	22,9

*) 2005 wurden die Nachweisgrenzen für das Messgerät geändert; die meisten Molybdän-Werte lagen unter der Nachweisgrenze, wurden aber mit der Hälfte des Wertes für die Nachweisgrenze für die Deposition berechnet, wodurch sich gerade hier deutlich höhere Werte als in den Jahren davor ergaben.

8.2.8 Eisen-Deposition

Eisen stellt im Gegensatz zu den anderen untersuchten Elementen eine Ausnahme dar. Zunächst sind die Konzentrationen in der Deposition um den Faktor 1000 höher, als die der meisten anderen Schwermetalle. Gerade in einem Gebiet, in dem die Eisen- und Stahlindustrie eine wichtige Rolle spielt, sind die deponierten Partikel eisenreich. Weiters ist Eisen kein toxisches Schwermetall. Dementsprechend fehlen Grenzwerte.

Die Deposition von Eisen im Schwebstaub weist an den meisten Messpunkten keine Auffälligkeiten auf; nur am Messpunkt Do5 (Niklasdorf WIFI) nimmt der Jahresmittelwert tendenziell zu.

Die Messpunkte Do21 (Köllach-Berg) und Do22 (Proleb-Berg) zeigen für das Jahr 2004 einen herausragenden Jahresmittelwert; bei Betrachtung der einzelnen Messperioden stellte sich heraus, dass die Messperiode Nummer 97 (30.03. – 28.04.2004) an diesen Messpunkten, aber auch am Messpunkt Do20 (Mötschlach) überdurchschnittlich hoch belastet war, während die Eisendeposition an den übrigen Messpunkten im selben Zeitraum sogar eher niedrigere Werte aufwies (lokale Ursache).

Tabelle 32: Messnetz Niklasdorf; Eisendepositionen, Jahresmittelwerte [mg/m².d]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	2,5	2,2	3,1	2,9	3,1
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	6,3	5,4	6,9	6,6	6,9
Köllach	Do3	7,8	7,5	6,4	5,9	6,9
Proleb	Do4	5,3	5,9	6,2	5,3	7,4
Niklasdorf - WIFI	Do5	2,9	3,6	5,0	5,8	4,6
Haubenberg	Do19	2,7	2,5	2,9	2,7	2,3
Mötschlach	Do20	1,5	2,5	3,5	2,6	2,9
Köllach - Berg	Do21	2,2	2,7	7,3	2,6	2,6
Proleb - Berg	Do22	4,0	5,8	13,1	5,9	6,1
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	2,6	4,7	4,2	4,1	4,4
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	1,3	1,5	1,4	1,3	1,6
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	2,4	3,1	2,8	2,9	3,8

8.2.9 Nickel-Deposition

Die Depositionswerte für Nickel überschritten in den Jahren 2004 und 2005 an fast allen Messpunkten den Grenzwert für Grünland nach der Klärschlamm-Verordnung. An den Messpunkten Do1 – Do4 lagen mehrere Jahresmittelwerte auch über dem Grenzwert für Ackerland nach der Klärschlamm-Verordnung. An den Messpunkten Do5 und Do25 lag der Jahresmittelwert 2005 über diesem Grenzwert für Ackerland.

Aus dem Zeitverlauf der Nickeldepositionen kann keine Regelmäßigkeit entnommen werden; es gibt immer wieder relativ hoch belastete Messperioden, wobei die Depositionswerte an den werksnahen Messpunkten (Do2 – Niklasdorf-Bahnhof, Do3 – Köllach, Do4 – Proleb, Do5 – Niklasdorf WIFI, Do23 – Sportplatz Niklasdorf, Do25 – Kraftwerk Niklasdorf) zumeist deutlich höher sind.

**Tabelle 28: Messnetz Niklasdorf; Nickeldepositionen
Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]**

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	29,5	34,3	87,9	46,7	899,8
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	45,8	51,9	64,0	83,6	890,2
Köllach	Do3	111,2	171,3	137,9	149,1	950,0
Proleb	Do4	62,6	148,6	94,7	104,0	501,6
Niklasdorf - WIFI	Do5	46,3	37,1	61,6	98,3	302,0
Haubenberg	Do19	46,7	49,4	60,4	59,7	56,6
Mötschlach	Do20	28,9	27,0	53,4	53,8	65,5
Köllach - Berg	Do21	27,6	22,3	47,6	58,9	64,1
Proleb - Berg	Do22	44,5	38,0	67,8	50,0	99,8
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	35,9	44,6	49,6	59,3	74,8
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	17,1	36,0	50,7	53,3	53,9
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	23,7	54,5	26,8	77,8	62,0

*) **Überschreitung des Grenzwertes für Grünland nach der Klärschlamm-Verordnung**
Überschreitung des Grenzwertes für Ackerland nach der Klärschlamm-Verordnung

8.2.10 Quecksilber-Deposition

Seit Beginn des Jahres 2004 wird auch das Schwermetall Quecksilber im Schwebstaub bestimmt. Bekannt ist, dass Quecksilber aus geogenen Quellen bei der Verhüttung von steirischem Erz freigesetzt wird.

Zu beachten ist, dass die Depositionen von Quecksilber in der Einheit **ng**/($\text{m}^2\cdot\text{d}$) angegeben werden.

Aus dem zeitlichen Verlauf der Belastung sind keine Besonderheiten herauszulesen; mehrere Messperioden mit höherer Belastung wechseln mit aufeinander folgenden Messperioden mit niedriger Belastung ab, ein Jahresgang wie bei der Staubdeposition ist jedoch nicht erkennbar.

Tabelle 33: Messnetz Niklasdorf; Quecksilberdepositionen, Jahresmittelwerte [ng/m².d]

Messpunkte		JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	19	30	29
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	29	32	42
Köllach	Do3	26	38	39
Proleb	Do4	33	45	48
Niklasdorf - WIFI	Do5	35	57	37
Haubenberg	Do19	19	35	28
Mötschlach	Do20	60	52	41
Köllach - Berg	Do21	28	45	40
Proleb - Berg	Do22	33	57	51
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	28	47	47
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	12	23	27
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	29	27	43

8.2.11 Zink-Deposition

Die Jahresmittelwerte der Zinkdeposition liegen durchwegs unter den Grenzwerten nach der Klärschlamm-Verordnung. Am Messpunkt 4 wurde im Jahr 2005 eine deutlich höhere Belastung registriert, aber auch hier liegt der Jahresmittelwert unter den Grenzwerten.

Für Zink wird auch in der Forstverordnung ein Grenzwert festgelegt. Dieser liegt etwa um den Faktor 20 höher als der entsprechende Wert der Klärschlamm-Verordnung. Die aktuell gemessenen Depositionsbelastungen liegen deutlich unter den Vorgaben

Im Zeitverlauf der Zinkdeposition sind immer wieder Belastungsspitzen zu erkennen, diese rühren aber offenbar von einmaligen, punktuellen Ereignissen her, da sie sich bei Betrachtung der einzelnen Messergebnisse meist auf einen einzelnen Messpunkt und eine Messperiode beschränken.

Tabelle 34: Messnetz Niklasdorf; Zinkdepositionen, Jahresmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$]

Messpunkte		JMW 2002	JMW 2003	JMW 2004	JMW 2005	JMW 2006
Utschmoar	Do1	51,3	59,5	79,0	82,6	66,0
Niklasdorf - Bahnhof	Do2	118,8	115,9	123,5	155,3	100,7
Köllach	Do3	80,7	118,6	113,8	227,0	84,2
Proleb	Do4	149,2	231,0	122,4	558,0	238,6
Niklasdorf - WIFI	Do5	39,8	99,0	159,2	264,3	98,5
Haubenberg	Do19	50,2	58,5	112,6	95,3	58,6
Mötschlach	Do20	32,1	68,5	225,7	205,2	77,6
Köllach - Berg	Do21	38,8	61,8	130,2	165,1	98,9
Proleb - Berg	Do22	61,2	92,2	199,4	165,8	84,9
Sportplatz - Niklasdorf	Do23	56,5	119,8	161,2	205,4	114,9
Buschenschank-Lanner Huab´n	Do24	27,0	36,4	56,4	70,6	67,8
Kraftwerk Niklasdorf	Do25	40,6	47,1	83,1	73,3	66,4

8.3. Zusammenfassende Beurteilung der Depositionsmessungen

Der Raum Leoben zwischen Donawitz und Niklasdorf war in den letzten Jahren neben Graz jener, der am intensivsten hinsichtlich der Belastung mit Luftschadstoffen untersucht wurde. Hier wurden, vor allem durch industrielle Emissionen verursacht, hohe Immissionskonzentrationen nachgewiesen.

Der Grenzwert für die **Gesamtstaubdeposition** nach dem IG-L wird an allen Messpunkten eingehalten.

Der Jahrgang der Staubdepositionen zeigt einen klaren Verlauf mit geringer belastetem Winter- und höher belastetem Sommerhalbjahr, wie er auch schon von anderen Staubdepositionsmessnetzen bekannt ist.

Zur **Deposition von Schwermetallen** ist festzuhalten, dass derzeit nur für die Elemente Blei und Cadmium IG-L-Grenzwerte vorliegen, welche die Immission über den Luftpfad begrenzen. Die Verordnung nach dem Forstgesetz beschränkt die Depositionen für die Schwermetalle Blei, Cadmium Kupfer und Zink. Allerdings liegen diese Grenzwerte deutlich über jenen, die andere Beurteilungsgrundlagen vorsehen. Für weitere Elemente werden als Richtwerte die Grenzwerte der steirischen Klärschlammverordnung herangezogen. Diese Werte beziehen sich auf den Eintrag von Schwermetallen über aufgebrauchten Klärschlamm in landwirtschaftlich genutzte Böden.

Die Deposition von **Blei** liegt an allen Messpunkten deutlich unter den Grenzwerten.

Die **Cadmiumwerte** liegen fast durchwegs unter der Nachweisgrenze des eingesetzten Verfahrens, der Immissionsgrenzwert ist damit an allen Messpunkten sicher eingehalten worden.

Die berechneten Jahresdepositionsmengen für **Arsen** überschreiten mit dem Jahresmittelwert 2002 und 2003 am Messpunkt Do 1 den Grenzwert für Grünland nach der Klärschlammverordnung, im Jahr 2004 wird dieser Grenzwert an den Messpunkten Do 19 und Do 20 überschritten. Ab dem Jahr 2005 wurde ein neues Messverfahren eingesetzt, sodass die Nachweisgrenze für die Arsenbestimmung deutlich gesenkt werden konnte, wobei sich herausstellte, dass die Arsenkonzentrationen tatsächlich niedriger sind als bisher angenommen.

Die **Chrom**-Depositionswerte liegen ebenso wie die Depositionswerte für **Kobalt** und **Kupfer** deutlich unter den Grenzwerten nach der Klärschlammverordnung; für **Mangan** und **Molybdän** gibt es zur Zeit noch keine gesetzlichen Grenzwerte.

Im Jahr 2004 zeigen sich an den Messpunkten Do21 (Köllach-Berg) und Do22 (Proleb-Berg) etwas erhöhte Depositionswerte sowohl für **Eisen** als auch für **Mangan**, für beide Metalle gibt es aber keine gesetzlichen Grenzwerte.

Die **Nickel**-Depositionswerte liegen mit wenigen Ausnahmen über den Grenzwerten nach der Klärschlamm-Verordnung, wobei die Messpunkte Do1 – Do5 etwas höher belastet sind.

Die **Quecksilber**-Deposition wird seit 08.01.2004 bestimmt. Dafür gibt es noch keine gesetzlichen Grenzwerte, die Depositionsergebnisse zeigen jedoch keine Auffälligkeiten.

Die Messdaten für **Zink** liegen durchwegs unter den Grenzwerten nach der Klärschlamm-Verordnung, lediglich am Messpunkt Do4 ist mit dem Jahresmittel 2005 ein deutlich höherer Wert registriert worden, der jedoch auch unter den Grenzwerten liegt.

Die Forstverordnung sieht für die Schwermetalle Cadmium, Blei, Kupfer und Zink ebenfalls Grenzwerte vor. Diese liegen in allen Fällen deutlich höher als jene der Klärschlammverordnung, deren Ziel der Bodenschutz ist, und im Besonderen der Grenzwerte für den vorbeugenden Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß Immissionsschutzgesetz Luft. Probleme mit der Einhaltung der Grenzwerte nach dem Forstgesetz wurden im Untersuchungsgebiet nicht registriert