

Statuserhebung gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft



Grenzwertüberschreitungen bei Stickstoffdioxid
im Stadtgebiet von Feldkirch
im Februar 2003

Impressum

Verfasser: Mag. Bernhard Anwander, Umweltinstitut des Landes Vorarlberg,
Dr. Reinhard Bösch, Amt der Vorarlberger Landesregierung,
Abteilung IVe - Umweltschutz

Verleger und
Herausgeber: Amt der Vorarlberger Landesregierung,
Abteilung IVe - Umweltschutz

Hersteller: Amt der Vorarlberger Landesregierung, Hausdruckerei
Adresse: Römerstraße 16, 6900 Bregenz

Bregenz, im Jänner 2004

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Gesetzliche Grundlagen.....	4
3	Darstellung der Immissionsituation	7
3.1	Beschreibung des Messstellen-Standorts	8
3.2	Zeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration	10
3.3	Vergleich der Immissionsituation an der Bärenkreuzung in Feldkirch mit Messstellen in der Umgebung	12
4	Darstellung der meteorologischen Situation.....	13
4.1	Großwetterlage	13
4.2	Lokale Witterungssituation	14
4.3	Vertikales Temperaturprofil	15
4.4	Lokale Windverhältnisse	16
4.5	Klimatische Randbedingungen der Grenzwert-Überschreitung beim Stickstoffdioxid im Februar 2003	17
4.6	Systematik hoher Stickstoffdioxid-Belastungen in Feldkirch.....	17
5	Zuordnung der Stickstoffoxid-Emittenten.....	18
6	Ergebnisse der Studie „Grenzwertüberschreitung für NO ₂ an der Bärenkreuzung in Feldkirch im Februar 2003“	20
7	Zusammenfassung	21
8	Voraussichtliches Sanierungsgebiet	22
9	Informationen gemäß Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie	22
10	Literatur	24

1 Einleitung

Im Februar 2003 kam es im Stadtgebiet von Feldkirch an der Messstelle „Feldkircher Bärenkreuzung“ des Vorarlberger Luftgütemessnetzes zur Überschreitung des im Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) festgelegten Grenzwertes für Stickstoffdioxid. Die Überschreitungen traten am 25., 26. und am 27. Februar auf.

Aufgrund der gesetzlichen Grundlagen des IG-L ist eine Statuserhebung, die unter anderem die Immissions- sowie die meteorologische Situation, die Verursacher und das vorläufige Sanierungsgebiet beinhaltet, zu erstellen. Auf Basis der Statuserhebung ist sodann ein Maßnahmenkatalog auszuarbeiten und zu verordnen um derartige Grenzwertverletzungen in Zukunft zu vermeiden.

Zur Klärung der Ursachen dieser Grenzwertverletzung wurden in Ergänzung zu vorliegenden Daten und Auswertungen der Abteilung Luftreinhalte des Umweltinstituts ein meteorologisches Gutachten [2], sowie drei Studien zur Analyse der Grenzwertverletzung [3] [4] und [5] in Auftrag gegeben.

Dieser Bericht beinhaltet einerseits die vom Gesetz geforderten Informationen sowie die wesentlichen Aussagen oben genannter Studien.

2 Gesetzliche Grundlagen

Das Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L BGBl I Nr 115/1997 idF BGBl I Nr 34/2003 legt zunächst Immissionsgrenzwerte und -zielwerte für ausgewählte Luftschadstoffe, ausgedrückt in Konzentrations- oder Depositionswerten fest. Im Gegensatz zum Smogalarmgesetz und auch zum Ozongesetz ist dieses Gesetz kein Instrument des Krisenmanagements zur unverzüglichen Abwehr von Gesundheitsschäden, sondern ein Instrument einer langfristigen Luftreinhaltepolitik. Ziele sind:

- Der dauerhafte Schutz der Gesundheit des Menschen, des Tier- und Pflanzenbestands, ihrer Lebensgemeinschaften, Lebensräume und deren Wechselbeziehungen sowie der Kultur- und Sachgüter vor schädlichen Luftschadstoffen sowie der Schutz des Menschen vor unzumutbar belästigenden Luftschadstoffen;
- die vorsorgliche Verringerung der Immission von Luftschadstoffen und
- die Bewahrung der besten mit nachhaltiger Entwicklung verträglichen Luftqualität, sowie die Verbesserung der Luftqualität durch geeignete Maßnahmen.

Zur Erreichung dieser Ziele wird ein Instrumentarium insbesondere zur vorsorglichen Verringerung der Immission von Luftschadstoffen und für gebietsbezogene Maßnahmen zur Verringerung der durch den Menschen beeinflussten (anthropogenen) Emission und der Immission von Luftschadstoffen geschaffen.

Das Immissionsschutzgesetz-Luft enthält in der Anlage 1 zum dauerhaften Schutz der menschlichen Gesundheit als Konzentrationsgrenzwerte für Stickstoffdioxid einen Halbstunden-Mittelwert von 200 µg/m³ und einen Jahresmittelwert, der stufenweise bis zum Jahr 2012 auf 30 µg/m³ abgesenkt wird.

Wird ein in dieser Anlage festgelegter Immissionsgrenzwert überschritten, ist diese Überschreitung vom Landeshauptmann gemäß § 7 IG-L im Monats- oder Jahresbericht, die gem dem Messkonzept zu führen sind, auszuweisen.

Ist die Grenzwertüberschreitung nicht auf einen Störfall oder auf eine andere, in absehbarer Zeit nicht wiederkehrende, erhöhte Immission zurückzuführen, hat der Landeshauptmann nach der Ausweisung der Grenzwertüberschreitung eine Stuserhebung gemäß § 8 IG-L zu erstellen.

Die Stuserhebung ist für den Beurteilungszeitraum, in dem die Überschreitung des Immissionsgrenzwertes aufgetreten ist, zu erstellen und hat jedenfalls zu enthalten:

1. die Darstellung der Immissionssituation für den Beurteilungszeitraum;
2. die Beschreibung der meteorologischen Situation;
3. die Feststellung und Beschreibung der in Betracht kommenden Emittenten- oder Emittentengruppen, die einen erheblichen Beitrag zur Immissionsbelastung geleistet haben, und eine Abschätzung ihrer Emissionen;
4. die Festlegung des voraussichtlichen Sanierungsgebiets (§ 2 Abs. 8);
5. Angaben gem Anhang IV Z 1 bis 6 und 10 der Richtlinie 396 L0062. Diese Richtlinie nennt Angaben über den Ort des Überschreitens, allgemeine Informationen über die Art des Gebietes, Schätzung des verschmutzten Gebietes und der der Verschmutzung ausgesetzten Bevölkerung, zweckdienliche Klimaangaben, zweckdienliche topographische Daten, ausreichende Informationen über die Art der in dem betreffenden Gebiet zu schützenden Ziele, zuständige Behörden, Art und Beurteilung der Verschmutzung, Ursprung der Verschmutzung, eine Lageanalyse, Liste der Veröffentlichungen, Dokumente, Arbeiten usw, die die in diesem Zusammenhang vorgeschriebene Information ergänzen.

Im Anschluss daran hat der Landeshauptmann die Stuserhebungen gem § 8 Abs. 5 IG-L unverzüglich den in ihrem Wirkungsbereich berührten Bundesministern und den gesetzlich eingerichteten Interessenvertretungen auf Landesebene zur Kenntnis zu bringen. Innerhalb einer Frist von sechs Wochen können die genannten Behörden und Interessenvertretungen eine schriftliche Stellungnahme an den Landeshauptmann abgeben.

Die Stuserhebung ist weiters gemäß § 8 Abs. 6 IG-L bei den Gemeinden, die innerhalb des voraussichtlichen Sanierungsgebiets (Abs. 2 Z 4) liegen, zur öffentlichen Einsicht aufzulegen. Jedermann kann innerhalb einer Frist von 6 Wochen eine schriftliche Stellungnahme an den Landeshauptmann abgeben.

Auf Grundlage der Stuserhebung (§ 8) und eines allenfalls erstellten Emissionskatasters (§ 9), hat der Landeshauptmann unter Berücksichtigung der Stellungnahmen der befassten Stellen und Gemeinden gemäß § 10 IG-L mit Verordnung einen Maßnahmenkatalog zu erlassen. Im Maßnahmenkatalog ist das Sanierungsgebiet (§ 2 Abs. 8) festzulegen, die Maßnahmen sind anzuordnen, die im Sanierungsgebiet oder in Teilen des Sanierungsgebiets umzusetzen sind, die Fristen zur Umsetzung der Maßnahmen sind festzusetzen und weiters ist anzugeben, ob die Maßnahmen direkt wirken oder von der Behörde mit Bescheid anzuordnen sind.

Bei der Festlegung des Sanierungsgebiets und auch bei der Anordnung von Maßnahmen ist den im § 11 IG-L normierten Grundsätzen Rechnung zu tragen. In diesem Zusammenhang ist insbesondere das Verursacherprinzip zu erwähnen, nach welchem die Luftschadstoffe an ihrem Ursprung zu bekämpfen sind, alle Emittenten oder Emittentengruppen zu berücksichtigen sind, die im Beurteilungszeitraum einen erheblichen Einfluss auf die Immissionsbelastung gehabt haben und Maßnahmen vornehmlich bei den hauptverursachenden Emittenten und Emittentengruppen unter Berücksichtigung der auf sie fallenden Anteile an der Immissionsbelastung und des Reduktionspotentials zu setzen sind. Als weiterer Grundsatz ist das Verhältnismäßigkeitsprinzip zu nennen, nach welchem vorrangig solche Maßnahmen anzuordnen sind, bei denen den Kosten der Maßnahme eine möglichst große Verringerung der Emissionsbelastung gegenüber steht und Maßnahmen nicht vorzuschreiben sind, wenn der mit der Erfüllung der Maßnahmen verbundene Aufwand außer Verhältnis zu dem mit den Anordnungen angestrebten Erfolg steht. Weiters sind Eingriffe in bestehende Rechte auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken und öffentliche Interessen zu berücksichtigen. Bedacht zu nehmen ist auch auf die Höhe und Dauer der Immissionsbelastung.

Das IG-L unterscheidet Maßnahmen für Anlagen (zB Einsatz emissionsarmer Brennstoffe), Maßnahmen für Stoffe, Zubereitungen und Produkte (zB zeitliche/räumliche Beschränkungen) und Maßnahmen für den Verkehr.

An verkehrsbezogenen Maßnahmen sind gemäß § 14 IG-L

- zeitliche und räumliche Beschränkungen des Verkehrs und
- Geschwindigkeitsbeschränkungen

zulässig.

Im Falle der Anordnung zeitlicher und räumlicher Beschränkungen des Verkehrs sind bereits im Gesetz zahlreiche Ausnahmen verankert. Dazu zählen neben Ausnahmen für Einsatzfahrzeuge, Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs und der Land- und Forstwirtschaft insbesondere Ausnahmen zum Zweck einer Ladetätigkeit gewerblich genutzter Fahrzeuge, die den Ausgangs- oder Zielpunkt der Fahrt im Sanierungsgebiet haben.

Verkehrsbezogene Maßnahmen sind durch Straßenverkehrszeichen kundzumachen und mit einer Zusatztafel mit dem Wortlaut „Immissionsschutzgesetz-Luft“ zu versehen.

Sollte die Stuserhebung zeigen, dass die durch den Landeshauptmann anzuordnenden Maßnahmen nicht ausreichen, um die Einhaltung der Grenzwerte zu gewährleisten, sind gemäß § 10 Abs. 6a IG-L zusätzlich zu einem Maßnahmenkatalog des Landeshauptmannes auch darüber hinaus gehende Maßnahmen zur Reduktion der verkehrsbedingten Emissionen durch die Bundesregierung vorzusehen. Dies betrifft insbesondere die Verbesserung oder Neuerrichtung der Verkehrsinfrastruktur, eine ökologische Optimierung der Verkehrsabläufe und eine Reduktion der Transporterfordernisse durch Maßnahmen, die die Notwendigkeit für Ortswechsel reduzieren.

3 Darstellung der Immissionssituation

Am 25., 26. und 27. Februar 2003 kam es an der Bärenkreuzung zu insgesamt 9 Überschreitungen des zum Schutz der menschlichen Gesundheit im Immissionsschutzgesetz-Luft festgelegten Halbstundengrenzwertes für Stickstoffdioxid (NO₂) von 200 µg/m³. Die höchsten Halbstundenmittelwerte sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 1: Ort und Zeitpunkte und Höhe der Überschreitungen des Stickstoffdioxid-Grenzwertes

Datum / Uhrzeit	Standort	maximaler Halbstundenmittelwert
25. Februar 2003 17.00	Feldkirch Bärenkreuzung	248 µg/m ³
26. Februar 2003 08.30	Feldkirch Bärenkreuzung	236 µg/m ³
27. Februar 2003 09.30	Feldkirch Bärenkreuzung	259 µg/m ³

Die Ausweisung der Grenzwertüberschreitung erfolgte im Luftgütebericht für den Monat Februar 2002 am 7. Juni 2003. In diesem Monatsbericht wurde festgestellt, dass die Überschreitung des Immissionsgrenzwertes nicht auf einen Störfall oder auf eine andere in absehbarer Zeit nicht wiederkehrende erhöhte Immission zurückzuführen war.

An anderen Messstandorten in Vorarlberg kam es zu keinen Stickstoffdioxid-Grenzwertverletzungen.

3.1 Beschreibung des Messstellen-Standorts

Stationsbezeichnung	Feldkirch Bärenkreuzung
Topographie	Ebene, Rand von Bergland, hügelig
Siedlungsstruktur	Stadtzentrum, Stadt mit 28.634 Einwohnern
Lokale Umgebung	Städtisch, Büros und Wohngebiet
Verkehrseinfluss	Starker Verkehrseinfluss, 30 m Abstand zu L190, 15 m Abstand zu L191 und 3 m Abstand zu L53.
Unmittelbare Umgebung	Straße, Parkplatz, Bürogebäude gegenüber von Bezirkshauptmannschaft
Messziel	Immissionsschutzgesetz-Luft i.d.g.F.
Messung - Beginn	29.05.1998
Messkomponenten	PM10, NO, NO ₂ , CO, Benzol
Betreiber	Umweltinstitut des Landes Vorarlberg
Seehöhe	460 m
Geog. Länge	09°35'48"
Geog. Breite	47°14'20"



Abbildung 1: Übersichtskarte



Abbildung 2: Messstelle Feldkirch Bärenkreuzung (Blick von der L53 in Richtung Bärenkreuzung)



Abbildung 3: Messstelle Feldkirch Bärenkreuzung (Blick von der Bärenkreuzung in Richtung Ardetzenberg)

3.2 Zeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxid-Konzentration

Die Visualisierung des Stickstoffdioxid-Verlaufs für das gesamte Winterhalbjahr 2002/03 zeigt, dass es sich bei der Episode Ende Februar 2003 um die höchstbelastetste Spitzenepisode des Winterhalbjahres handelte. Spitzenepisoden kamen, allerdings mit deutlich geringeren Belastungen, über den ganzen Winter immer wieder vor (vgl. **Abbildung 4**).

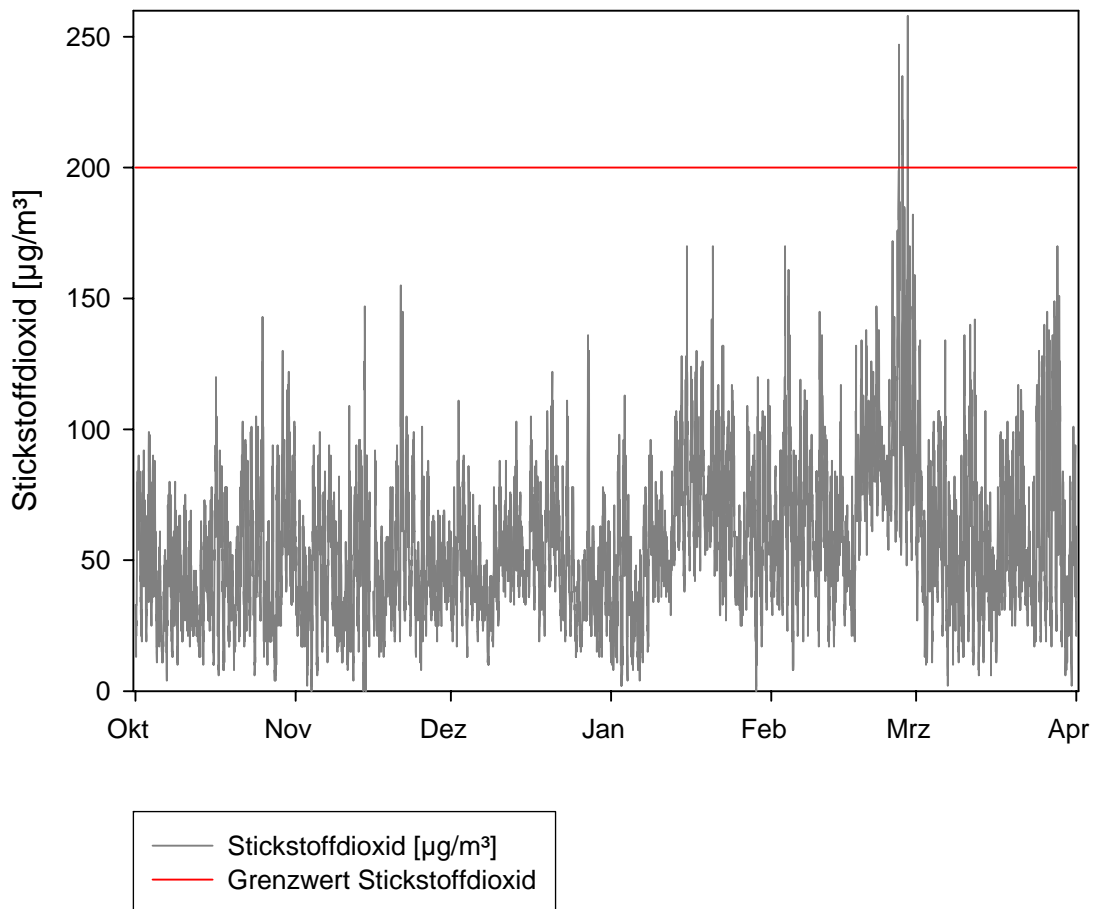


Abbildung 4: Stickstoffdioxidkonzentrations-Verlauf im Winter 2002/03 an der Messstelle Feldkirch Bärenkreuzung.

Die nachstehende **Abbildung 5** zeigt den NO₂-Verlauf für den gegenständlich relevanten Zeitraum vom 16.02.2003 bis zum 03.03.2003.

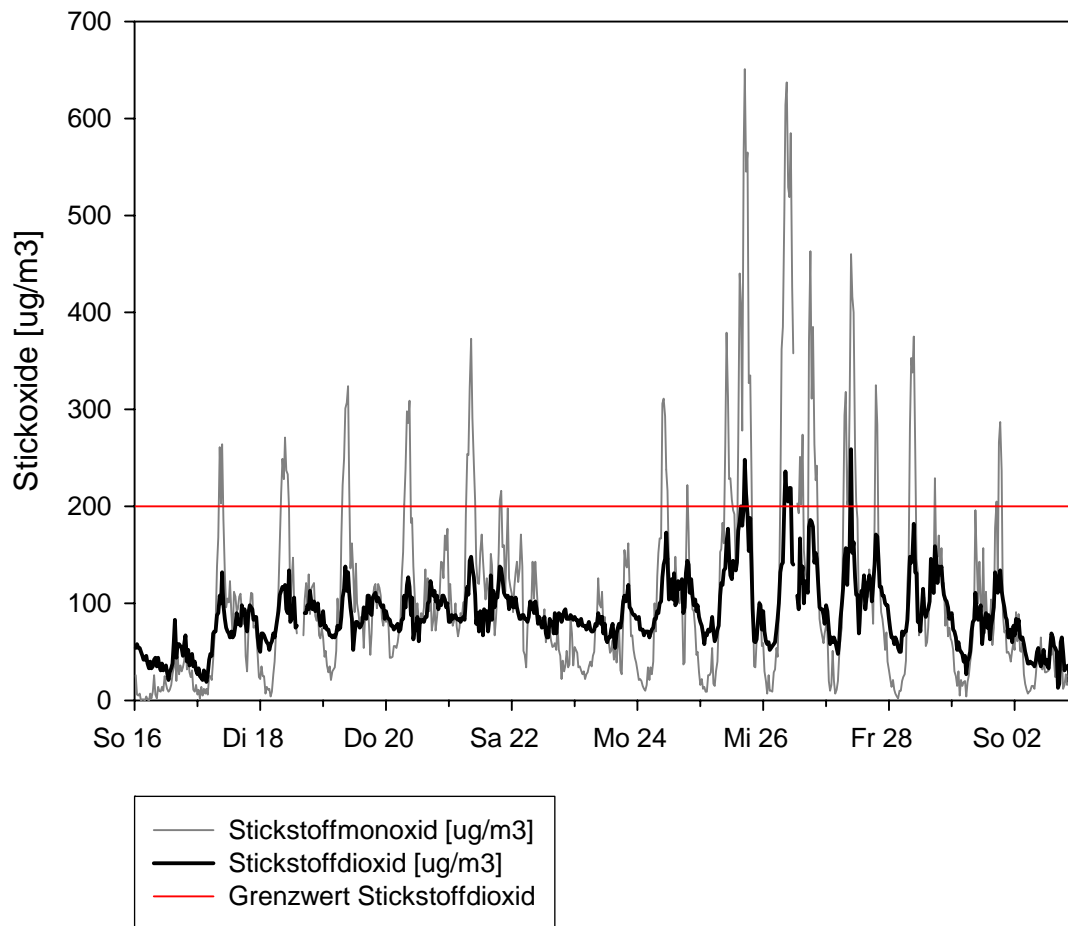


Abbildung 5: Stickstoffoxidkonzentrationen (NO_x) vom 16. Februar bis zum 3. März 2003 an der Messstelle Feldkirch Bärenkreuzung.

Die **Abbildung 6** zeigt die Entwicklung der Stickstoffoxidkonzentrationen (NO und NO_2) in den vergangenen 15 Jahren an der Messstelle Feldkirch Bärenkreuzung. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass der Standort der Messstelle 1998 geändert wurde. Die Messstation wurde, bedingt durch den Kreuzungsumbau und die Anbindung der L53 (Ardetzenberg-Tunnel) im Jahr 1998 an die L191, verlegt. Zudem hat sich 1998 die Verkehrssituation rund um die Bärenkreuzung durch die Eröffnung des Ardetzenberg-Tunnels signifikant geändert. Von 1988 bis 1997 ist ein abnehmender Trend bei den Stickstoffoxid-Konzentrationen (NO_x) im Jahresmittel zu verzeichnen. Dieser Rückgang ist auf die technischen Verbesserungen bei Kraftfahrzeugen zurückzuführen. Ab 1998 ist wieder ein Anstieg der Stickstoffmonoxid-Konzentrationen (NO) im Jahresmittel zu beobachten, der sich allerdings bei den Stickstoffdioxiden nicht widerspiegelt.

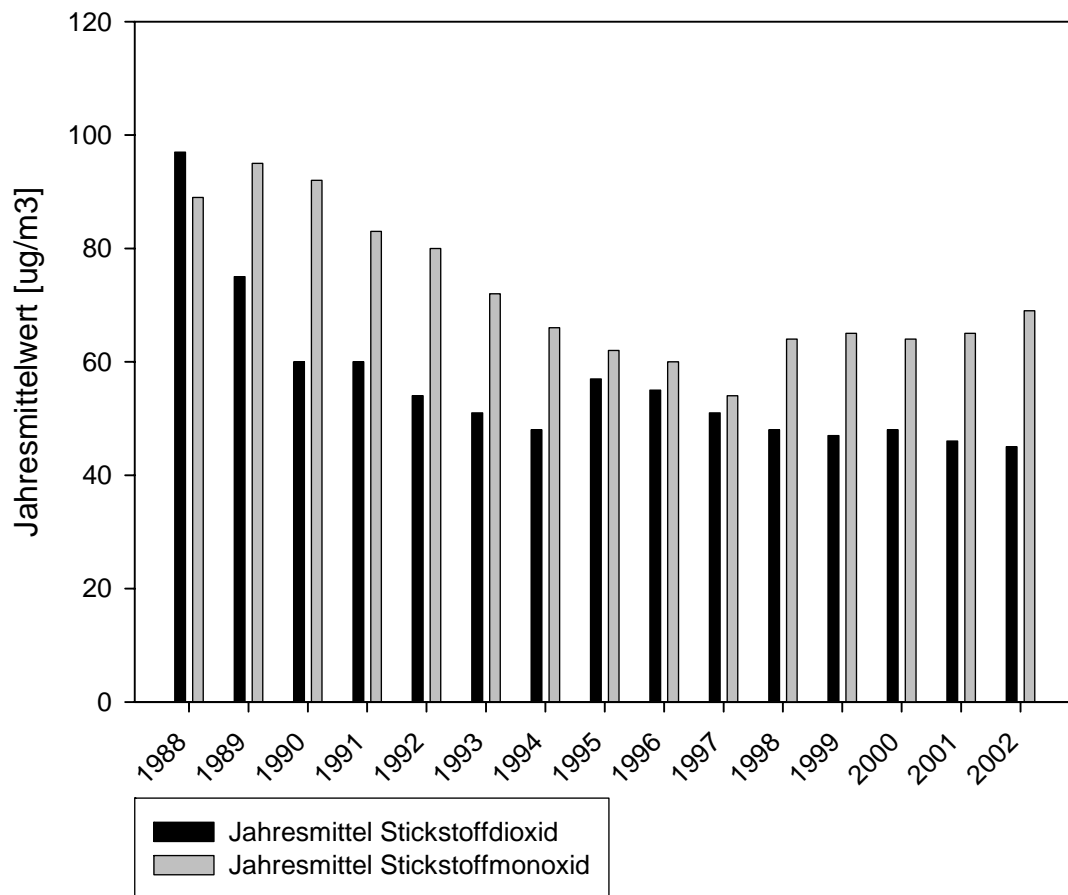


Abbildung 6: Entwicklung der Stickstoffoxidkonzentrationen (NO und NO₂) in den vergangenen 15 Jahren an der Messstelle Feldkirch Bärenkreuzung.

3.3 Vergleich der Immissionssituation an der Bärenkreuzung in Feldkirch mit Messstellen in der Umgebung

Die Bärenkreuzung in Feldkirch ist in jeder Hinsicht ein lufthygienisch sehr belasteter Standort im Rheintal und Umgebung. In **Tabelle 2** sind für Vergleichszwecke die Mittelwerte, 95%- und 99%-Werte (95%- bzw. 99%-Wert bedeutet: Nur 5% bzw. 1% der Halbstundemittelwerte waren höher als dieser Wert) verschiedener Stationen dargestellt. Die festgestellten übermässigen Immissionen an der Bärenkreuzung sind in diesem Sinne lokal und widerspiegeln nicht die Situation der gesamten Talschaft.

Tabelle 2: Kennzahlen der Belastung mit Stickstoffdioxid (NO₂ in µg/m³) in den Winterhalbjahren 2001/02 und 2002/03 an der Bärenkreuzung und verschiedenen Standorten der Umgebung:

Kennzahlen der Immission		Vaduz Mühleholz	Grabs Marktplatz	Wildhaus Riet	St. Gallen Roschacher-Str.	Bludenz Rathaus	Dornbirn Stadtstraße	Lustenau Wiesenrain	Feldkirch Bärenkreuzung
Mittel									
NO ₂	2001/02		13		36	36	46	35	50
	2002/03	29	25	23	39	37	45	34	55
95%-Wert									
NO ₂	2001/02		33		72	71	90	73	90
	2002/03	61	55	44	80	78	92	75	105
99%-Wert									
NO ₂	2001/02		41		91	94	119	99	115
	2002/03	85	82	59	103	103	117	98	139

4 Darstellung der meteorologischen Situation

In einem Alpental gibt es vor allem zwei meteorologische Parameter, welche die Immissionssituation bestimmen: Die horizontale Durchlüftung, d.h. die bodennahe Windgeschwindigkeit, und die vertikale Temperaturschichtung, d.h. das Temperaturprofil vom Talboden in die Höhe. Bei einer Inversion (Temperaturumkehr), wenn also wärmere Luft über kälterer liegt, sind die Ausbreitungsverhältnisse für Luftschadstoffe besonders schlecht und es können sich hohe Immissionen einstellen.

Im folgenden werden diese beiden Parameter für den Raum Feldkirch während der Episode Ende Februar 2003 untersucht.

4.1 Großwetterlage

Nachdem Anfang des Monats Februar 2003 polare Kaltluft wiederholt Schneefälle im Raum Feldkirch bringt, setzt sich von 11.2. bis 15.2. ein Hoch durch. Die Temperaturen sind dabei permanent unter Null Grad (Dauerfrost) und eine 15 cm dicke Schneedecke bleibt bestehen. Am 16.2. sorgt ein Höhentief für Wolkenfelder und Schneeschauer in kaum messbaren Mengen.

Von 17.2. bis zum 27.2. setzt sich ein sehr stabiles Hoch über Nordeuropa fest und sorgt für weitgehend trockenes Wetter. Dabei herrscht bis zum 23.2. Dauerfrost. Zuerst ist es strahlend sonnig, ab dem 20.2. wird die Luft in tiefen Lagen vorüber-

gehend feuchter. Zwischen 20.2. und 23.2. bildet sich Hochnebel bzw. Nebel im Feldkircher Raum aus, der tagsüber nur langsam, am 22.2. gar nicht aufbricht. Danach verlagert sich der Kern des Hochs zum östlichen Mitteleuropa, die Strömung in tiefen Schichten dreht in Vorarlberg zunehmend auf Süd. Nebel bildet sich keiner mehr aus, und der Himmel ist annähernd wolkenlos. In den Tagen nach dem 23.2. wird es leicht föhnig und immer milder. Eine Schneedecke bleibt aber bis Ende des Monats bestehen.

4.2 Lokale Witterungssituation

Der Temperaturverlauf in Feldkirch für die Periode vor und während der Grenzwertüberschreitung (**Abbildung 7**) zeigt markante Unterschiede innerhalb dieses Zeitraums. Polare Luftmassen bestimmen die Anfangsphase. Ab dem 12.2. herrscht bis zum 23.2. Dauerfrost, Frühtemperaturen zum Teil unter -10° und auch die Tageshöchsttemperaturen kommen nicht über 0 Grad hinaus.

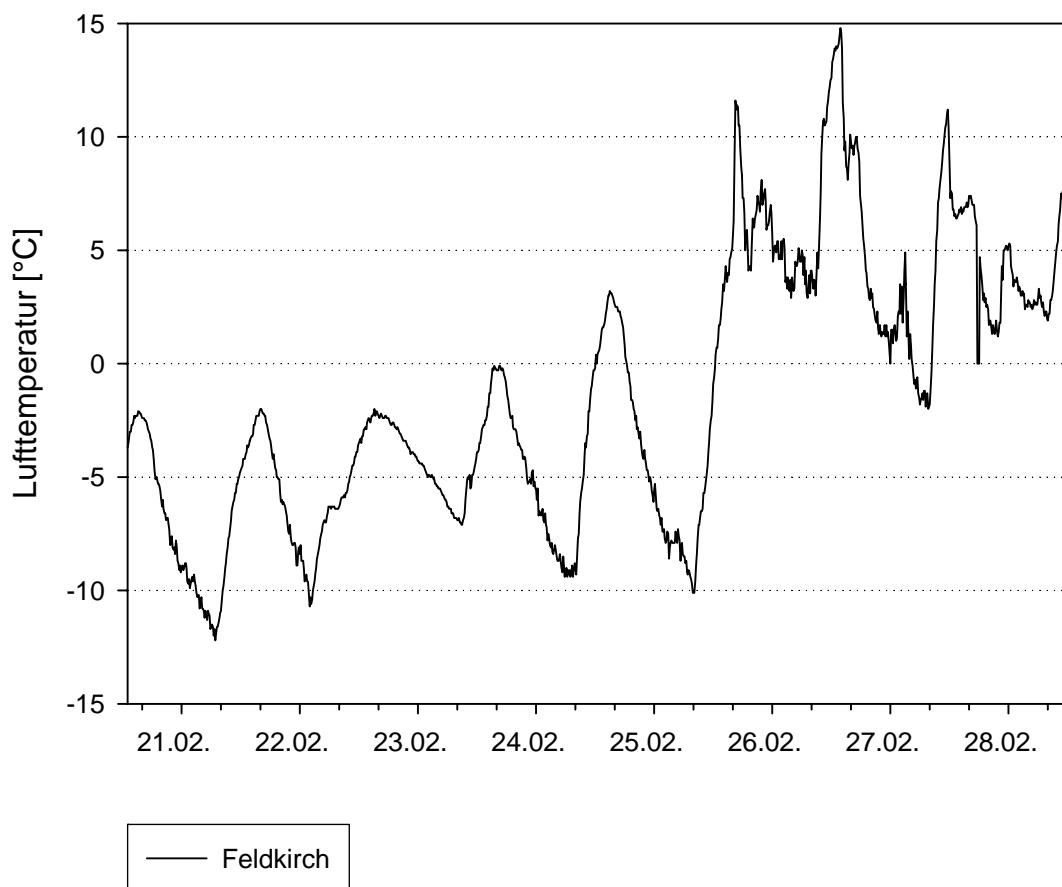


Abbildung 7: Gemessene Temperatur an der ZAMG-Messstelle Feldkirch vom 20.02.02, 13 Uhr, bis 28.02.02, 13 Uhr.

Am nebelfreien 24.2. sinkt das Thermometer zwar in der Früh noch einmal auf -10°C ab, doch die Höhenströmung hat bereits auf südliche Komponenten gedreht. Die Zufuhr von Kaltluft aus Osten ist also unterbunden und die Temperatur steigt am Nachmittag schon auf $+3$ Grad.

Extrem dann der Temperaturverlauf am 25.2.: In der Früh werden -10 Grad gemessen, am frühen Nachmittag – zum Zeitpunkt, an dem normalerweise das Temperaturmaximum um diese Jahreszeit eintritt – $+4$ Grad Celsius. Im Laufe des Nachmittags steigen die Temperaturen weiter, ganz offensichtlich wird eine deutlich wärmere Föhnluft eingemischt. Erst um 16.30 Uhr wird das Maximum mit $11,9$ Grad Celsius erreicht. Dieser extreme Temperaturanstieg (ein Tagesgang von 22 Grad) deckt sich zeitlich genau mit der ersten deutlichen Grenzwertüberschreitung.

Am Abend sinkt die Temperatur um etwa 7 Grad ab und schwankt bis zum Vormittag des 26.2. zwischen 4 und 7 Grad. Die hochfrequenten Schwankungen weisen auf einen Kampf unterschiedlicher Luftmassen hin. Am Vormittag des 26.2. erfolgt neuerlich ein rascher Temperaturanstieg, der am Nachmittag bei knapp 15 Grad gipfelt.

In der Nacht vom 26.2. auf den 27.2. stellt sich wieder ein deutlicher Temperaturrückgang ein, aber auch hier weisen kurzzeitige Temperatursprünge darauf hin, dass Feldkirch im unmittelbaren Nahbereich des Übergangs zwischen zwei Luftmassen liegt. Am Vormittag des 27.2. greift noch einmal potentiell deutlich wärmere Luft durch. Ein ähnliches Bild ergibt sich auch noch einmal in der Nacht auf den 28.2., und am 28.2. tagsüber.

4.3 Vertikales Temperaturprofil

In Feldkirch wird kein Vertikalprofil der Temperatur gemessen. Um Schlüsse ziehen zu können, muss man sich benachbarter Stationen bedienen. Da es sich in dem untersuchten Zeitraum um eine Wetterlage handelte, bei der die kleinräumigen Unterschiede von entscheidender Bedeutung waren, können in diesem Fall Vergleiche mit entfernteren Stationen nicht herangezogen werden.

Als beste Vergleichsstation bietet sich Fraxern an, die einige Kilometer nördlich und etwa 350m erhöht über dem Rheintal liegt.

Mit dem 17.2. beginnt jene Hochdruckphase, die schließlich in den Grenzwertüberschreitungen mündet. Vom 17.2. bis zum 20.2. lassen die nächtlichen Inversionen die Temperaturen in Feldkirch deutlich stärker absinken als in Fraxern, tagsüber werden ähnliche Höchsttemperaturen erreicht. Zwischen dem 21.2. und 24.2. bleiben die Temperaturen in Feldkirch tief. In Fraxern hingegen macht sich zunehmend milde Luft bemerkbar. In diesem Zeitraum bildet sich also eine starke Inversion in den untersten Luftschichten aus, die das Mischungsvolumen im Raum Feldkirch stark einschränken.

Die starke Inversion am Nachmittag des 25.2. wurde in kurzer Zeit abgebaut. Zum Zeitpunkt der Grenzwertüberschreitung am späten Nachmittag wird es in Feldkirch kurzfristig wärmer als in Fraxern.

Auch in der Nacht auf den 26.2. kommt es zeitweise zu einer solchen Temperaturumkehr. Und ebenfalls noch einmal jeweils zwischen Vormittag und Mittag des 26.2. und 27.2., also zeitlich knapp nach den Grenzwertüberschreitungen an diesen Tagen.

Stickstoffoxid-Spitzen treten typischerweise gerade zu Beginn von Inversionsunterbrechungen auf und fallen dann – während der inversionslosen Phase rasch zusammen. Vor Inversionsauflösung wird die Kaltluftschicht dünn, als 'Kaltluftkissen' oft auch horizontal von beschränkter Ausdehnung, was die kurzfristige Anreicherung der Schadstoffe in diesen Kaltluftresten begünstigt und gleichzeitig eine ziemlich effiziente NO₂-Umwandlung des NO ermöglicht.

4.4 Lokale Windverhältnisse

Die Winddaten wurden von der Messstation Feldkirch-Katastrophenzentrum (im Norden der Stadt) heran gezogen. Generell waren die Windgeschwindigkeiten in Feldkirch in der Phase vom 20.2. - 28.02.2003 gering. Die Windrichtungen waren stark fluktuierend, es stellte sich keine überwiegende Strömungsrichtung ein. Die folgende **Abbildung 8** verdeutlicht dies: Hier wird vom 24.2. - 28.02.2003 der tägliche Luftmassentransport bei der Windstation Feldkirch gezeigt. Der Luftmassentransport war insgesamt gering, und das vertikale 'Hin und Her' der Luftschichtung findet hier seine Entsprechung im horizontalen 'Hin und Her' des Windes.

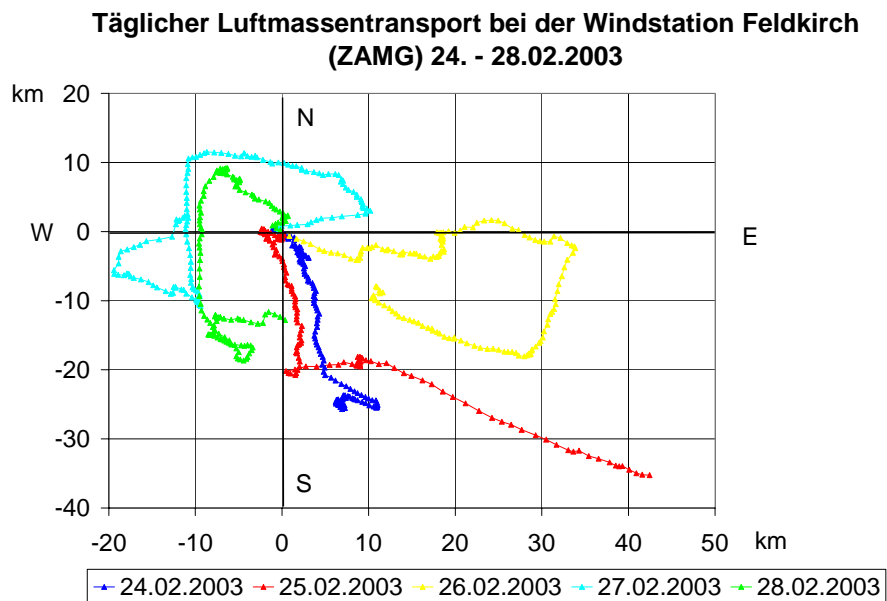


Abbildung 8: Täglicher Luftmassentransport bei der Windstation Feldkirch für den Zeitraum 24. bis 28. Februar 2003, Angaben in km, jede Kurve beginnt um Mitternacht.

4.5 Klimatische Randbedingungen der Grenzwert-Überschreitung beim Stickstoffdioxid im Februar 2003

In der Episode der Grenzwert-Überschreitungen beim NO_2 an der Bärenkreuzung in Feldkirch Ende Februar 2003 herrschten in Feldkirch und in der weiteren Umgebung räumlich und zeitlich sehr veränderliche klimatische Bedingungen vor: Ein am Boden aufliegender Kaltluftsee wurde zögernd durch eine wärmere südliche Strömung weggedrängt, wobei es im Grenzbereich der beiden Luftmassen sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung zu starken Unterschieden in Temperatur, Ozon und Konzentration emittierter Schadstoffe kam. In den dünnen Kaltluftschichten bzw. Kaltluftkissen konnten sich die emittierten Schadstoffe rasch anreichern, der Ozon-eintrag ermöglichte gleichzeitig eine effiziente NO_2 -Umwandlung des NO .

4.6 Systematik hoher Stickstoffdioxid-Belastungen in Feldkirch

Es erhebt sich die Frage, wie oft an der Bärenkreuzung in Feldkirch mit Grenzwert-Überschreitungen zu rechnen ist, bzw. wie häufig klimatische Randbedingungen auftreten, aus denen heraus sich Grenzwert-Überschreitungen einstellen könnten. Ausgangspunkt der Betrachtung ist die Tatsache, dass sich bei den hohen NO_2 -Werten

Ende Februar 2003 grosse räumliche Unterschiede eingestellt hatten, die klimatisch erklärt werden konnten. Insbesondere die Messstation Grabs wies gleichzeitig zu den NO₂-Spitzen in Feldkirch nur geringe NO₂-Konzentrationen auf. Die Betrachtung der letzten drei Winter zeigt, dass diese grossen räumlichen Unterschiede systematisch bei hohen Belastungen an der Bärenkreuzung auftreten. Hohe NO₂-Werte an der Messstelle Feldkirch Bärenkreuzung von mehr als 150 µg/m³ werden in der Regel von NO₂-Differenzen zwischen Feldkirch und Grabs von größer 100 µg/m³ begleitet.

Es kann festgestellt werden, dass die klimatischen Randbedingungen, welche an der Bärenkreuzung zu hohen bis sehr hohen Immissionen führen, in jedem Winter mehrmals vorkommen können. Wie hoch die Immissionen im Einzelfall werden, hängt vom komplexen Zusammenwirken verschiedener Faktoren ab (Emissionen, Strömung, Ausdehnung des Kaltluftkissens, Temperatur, vertikaler Temperaturgradient, Einstrahlung, Mischung verschiedener Schadstoffkomponenten inkl. Partikel etc.). Die Höhe der Immissionen kann daher nicht gezielt vorhergesagt werden. Dies bedeutet, dass in jeder solchen Situation grundsätzlich mit einer Grenzwertüberschreitung gerechnet werden muss.

Im November 2003 kam es an der Bärenkreuzung erneut zu einer Grenzwert-Überschreitung beim NO₂. Die grundlegende Witterungssituation war dieselbe wie oben beschrieben, und auch die Differenz im NO₂ zu Grabs war deutlich grösser als 100 µg/m³.

5 Zuordnung der Stickstoffoxid-Emittenten

Derzeit liegen gemäß Emissionskataster [6] lediglich NO_x-Emissionsdaten für das Bezugsjahr 1994 vor, die das gesamte Stadtgebiet von Feldkirch umfassen. Danach müssen von insgesamt 219 t Jahresemissionen ca 139 t (dies entspricht ca 63 %) dem Kraftfahrzeugverkehr zugeordnet werden. Ca 35 t oder ca 16 % entfallen auf die Heizungsanlagen, der Rest verteilt sich auf andere Quellgruppen (vor allem Betriebe, Baumaschinen und landwirtschaftliche Maschinen). Größere Einzelemittenten können im Raum Feldkirch vernachlässigt werden.

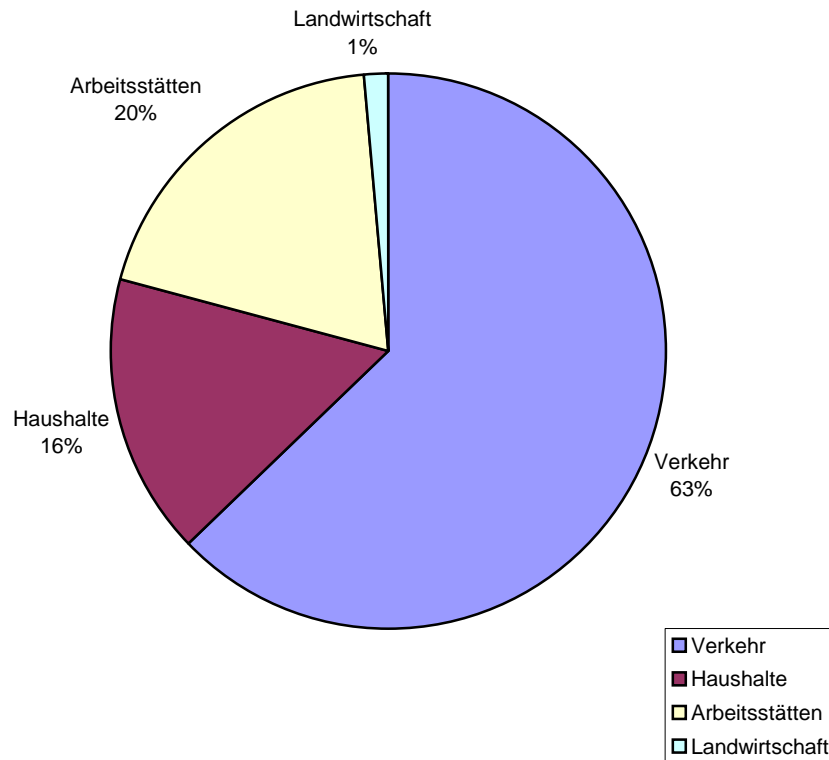


Abbildung 9: Aufteilung der NO_x-Emissionen in Feldkirch gemäß Emissionskataster 1994

Entscheidend in Hinblick auf die Wirksamkeit möglicher Maßnahmen ist letztlich der Immissionsanteil in den Belastungszonen. Da die verkehrsbedingten Emissionen im Gegensatz zu den Emissionen aus Heizungsanlagen in Bodennähe abgeleitet werden, ist mit Sicherheit anzunehmen, dass die verkehrsbedingten Immissionsanteile deutlich über 70 %, in verkehrsnahen Bereichen über 90%, liegen.

Die bisherige Emissionsbetrachtung beschreibt im Wesentlichen den für das Bezugsjahr 1994 gegebenen Stand. In Folge der technischen Entwicklung kann – ausgehend von den in der Literatur genannten Emissionsfaktoren – einerseits ein Rückgang der Schadstoffemissionen in Rechnung gestellt werden; andererseits muss auch der allgemeine Trend zur Verkehrszunahme und der starke Trend zum wesentlich emissionsintensiveren Diesel-PKW berücksichtigt werden.

6 Ergebnisse der Studie „Grenzwertüberschreitung für NO₂ an der Bärenkreuzung in Feldkirch im Februar 2003“

Im Rahmen der Statuserhebung wurde eine Studie an die Ökoscience AG, Chur in Auftrag gegeben. Ziel dieser Studie war es, die Immissionssituation an der Bärenkreuzung in Feldkirch einzuordnen und darzustellen sowie die klimatischen Verhältnisse in Feldkirch in ihrer lufthygienischen Bedeutung zu charakterisieren. Aufbauend auf eine Verkehrsanalyse waren die Stickstoffoxid-Emissionen an der Bärenkreuzung zu berechnen und Szenarien zur Emissionsreduktion an der Bärenkreuzung zu bewerten.

Die Studie kommt u.a. zu folgendem Fazit:

- Bei Grenzwertüberschreitungen, wie sie Ende Februar 2003 vorgekommen sind, muss mit einer Erstreckung des Bereiches mit NO₂-Werten oberhalb des Grenzwertes von 100 - 200 m ab Bärenkreuzung gerechnet werden. Diese 100 - 200 m können sich in alle Richtungen erstrecken, je nach konkreter kleinräumiger Situation des betreffenden Tages.
- Das entwickelte Verkehrs- und Emissionsmodell für die Bärenkreuzung zeigt, dass die PKWs über 90% aller Fahrzeuge auf der Bärenkreuzung ausmachen, aber nur für 44% aller NO_x-Emissionen verantwortlich sind. Die Busse zeichnen für rund 27%, der Schwerverkehr für 29% aller NO_x-Emissionen verantwortlich.

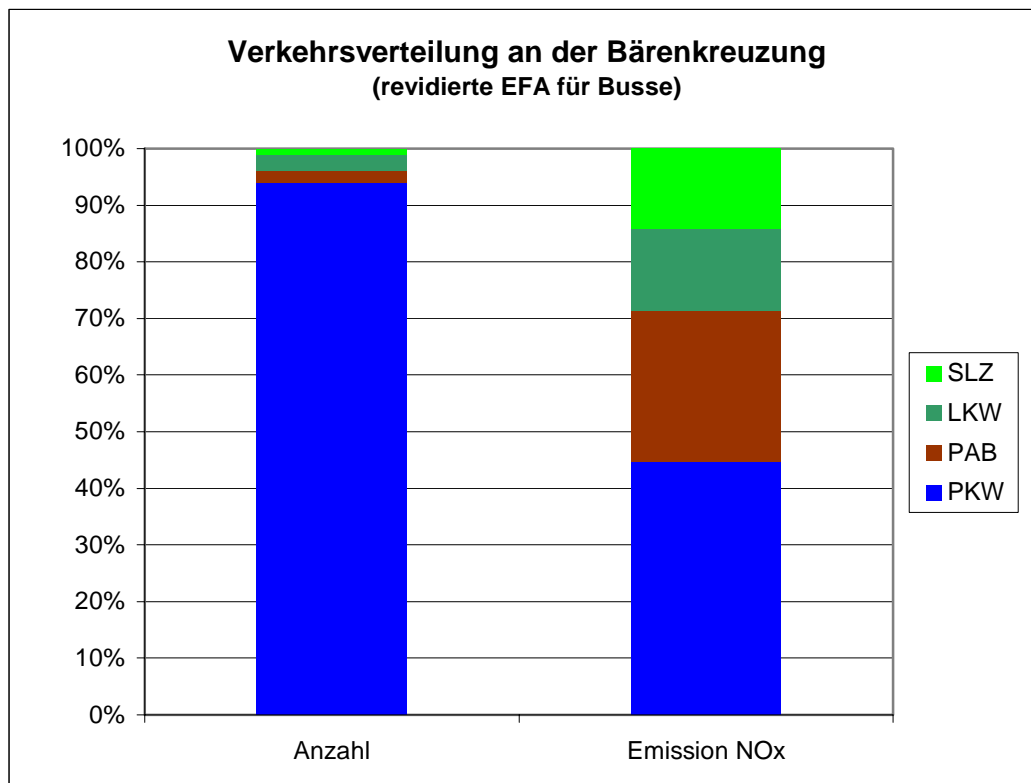


Abbildung 10: Nach Kategorien unterteilte Verkehrsverteilungen an der Bärenkreuzung und anteilige NO_x-Emissionen (SLZ ... Lkw mit Anhänger, Sattelzüge; PAB ... Pkw mit Anhänger, Busse)

- Mit Hilfe des von der Oekoscience AG entwickelten 'I/E-Modells' wurden verschiedene Szenarien zur Emissionsreduktion an der Bärenkreuzung gerechnet, mit welchen die NO₂-Spitzen gemildert bzw. unter den Grenzwert gebracht werden können.
- Die Auswirkungen der Szenarien sind nicht linear. Das bedeutet, dass eine gesamthafte Emissionsreduktion sich immissionsseitig verschieden auswirken kann, je nachdem, welche Fahrzeugkategorien betroffen sind. Generell hätte es einer Reduktion der NO_x-Emissionen um 20 - 30% bedurft, um die Grenzwertüberschreitungen beim NO₂ im Februar 2003 zu vermeiden.

7 Zusammenfassung

Am 25.2., 26.2. und 27.02.2003 wurden bei der Messstelle an der Bärenkreuzung in Feldkirch insgesamt 9 Überschreitungen des im Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) festgelegten Halbstundengrenzwertes für NO₂ von 200 µg/m³ verzeichnet.

In der Episode der Grenzwert-Überschreitungen herrschten in Feldkirch und der weiteren Umgebung räumlich und zeitlich sehr veränderliche klimatische Bedingungen vor. Ein am Boden aufliegender Kaltluftsee wurde zögernd durch eine wärmere südliche Strömung weggedrängt, wobei es im Grenzbereich der beiden Luftmassen sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung zu starken Unterschieden in Temperatur, Ozon und Konzentration emittierter Schadstoffe kam. In den dünnen Kaltluftschichten bzw. Kaltluftkissen konnten sich die emittierten Schadstoffe rasch anreichern, der Ozoneintrag ermöglichte gleichzeitig eine effiziente NO₂-Umwandlung des NO.

Die klimatischen Randbedingungen, welche an der Bärenkreuzung zu hohen bis sehr hohen Immissionen führten, können in jedem Winter mehrmals vorkommen. Wie hoch die Immissionen im Einzelfall werden, hängt vom komplexen Zusammenwirken verschiedener Faktoren ab und kann nicht gezielt vorhergesagt werden. Dies bedeutet, dass in jeder solchen Situation grundsätzlich mit einer Grenzwertüberschreitung gerechnet werden muss.

Aufgrund der gesetzlichen Grundlagen des IG-L ist eine Stuserhebung, die unter anderem die Immissionssituation sowie die meteorologischen Verhältnisse, die Verursacher und das vorläufige Sanierungsgebiet beinhaltet, zu erstellen. Auf Basis der Stuserhebung ist sodann ein Maßnahmenkatalog zu erstellen und zu verordnen um derartige Grenzwertverletzungen in Zukunft zu vermeiden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass an der Bärenkreuzung der Kraftfahrzeugverkehr die bei weitem größte Verursacherguppe für die Grenzwertüberschreitungen im Februar 2003 war. Der hohe Anteil von dieseltreibenden Motoren wirkt sich negativ auf die Stickoxidbelastung aus.

Generell hätte es einer Reduktion der NO_x-Emissionen beim Verkehr um 20 - 30% bedurft, um die Grenzwertüberschreitungen beim NO₂ im Februar 2003 zu vermeiden.

8 Voraussichtliches Sanierungsgebiet

Sanierungsgebiet gemäß § 2 Abs 8 IG-L ist das Bundesgebiet oder jener Teil des Bundesgebiets, in dem sich die Emissionsquellen befinden, für die im Maßnahmenkatalog gemäß § 10 Anordnungen getroffen werden können.

Da die Abgrenzung des Sanierungsgebiets in erster Linie von der örtlichen Lage jener Emittenten bestimmt wird, die einen erheblichen Beitrag zur Immissionsbelastung in dem Gebiet leisten, in welchem die Überschreitung des Immissionsgrenzwertes festgestellt worden ist, wird als **voraussichtliches Sanierungsgebiet** das Stadtgebiet von Feldkirch betrachtet. Im Maßnahmenkatalog gemäß § 10 wird das endgültige Sanierungsgebiet festgelegt.

9 Informationen gemäß Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie

Die folgenden Angaben entsprechen den in § 8 Abs. 2 Z 5 IG-L geforderten Informationen zu den Positionen 1 bis 6 und 10 des Anhanges IV der Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie 96/62/EG über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität (396L0062 Anhang IV: In den örtlichen, regionalen und einzelstaatlichen Programmen zur Verbesserung der Luftqualität zu berücksichtigenden Informationen).

(Z1) Ort des Überschreitens:

- Region: Vorarlberg
- Ortschaft: Feldkirch
- Messstation: die Messstationen in Feldkirch befinden sich an der Bärenkreuzung.

(Z2) Allgemeine Informationen:

- Art des Gebietes (Stadt, Industrie- oder ländliches Gebiet): siehe Punkt 3.1 „Beschreibung der Messstellen-Standorte“
- Schätzung des verschmutzten Gebietes und der der Verschmutzung ausgesetzten Bevölkerung: Stadtgebiet Feldkirch: Fläche ca. 3.400 ha, Wohnbevölkerung: ca. 30.000
- Zweckdienliche Klimaangaben: siehe Punkt 4 „Darstellung der meteorologischen Situation“ und BAUER [2]
- Zweckdienliche topografische Daten: siehe Punkt 3.1 „Beschreibung des Messstellen-Standorts“
- Ausreichende Informationen über die Art der in dem betreffenden Gebiet zu schützenden Ziele: Ziel ist die Überwachung humanhygienischer Grenzwerte nach dem IG-L.

(Z3) Zuständige Behörden:

- Name und Anschrift der für die Ausarbeitung und Durchführung der Verbesserungspläne zuständigen Personen: Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung IVe - Umweltschutz, Landhaus, 6901 Bregenz

(Z4) Art und Beurteilung der Verschmutzung:

- In den vorangegangenen Jahren (vor der Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen) festgestellte Konzentrationen: Siehe Punkt 3.2 und ANWANDER [1]
- Seit dem Beginn des Vorhabens gemessene Konzentrationen: Siehe Punkt 3.2 und ANWANDER [1]
- Angewandte Beurteilungstechniken: Messungen von Luftschadstoffen und meteorologischen Parametern.

(Z 5) Ursprung der Verschmutzung:

- Liste der wichtigsten Emissionsquellen, die für die Verschmutzung verantwortlich sind: Kraftfahrzeugverkehr – siehe Punkt 5 „Zuordnung der Stickstoffoxid-Emittenten“ und 6 „Ergebnisse der Studie ‚Grenzwertüberschreitung für NO₂ an der Bärenkreuzung in Feldkirch im Februar 2003‘“
- Gesamtmenge der Emissionen aus diesen Quellen (Tonnen/Jahr, t/a): Siehe Punkt 5 „Zuordnung der Stickstoffoxid Emittenten“
- Informationen über Verschmutzungen, die aus anderen Gebieten stammen: nicht relevant

(Z6) Lageanalyse:

- Einzelheiten über Faktoren, die zu den Überschreitungen geführt haben (Verfrachtung einschließlich grenzüberschreitende Verfrachtung, Entstehung): siehe Punkt 6 „Ergebnisse der Studie ‚Grenzwertüberschreitung für NO₂ an der Bärenkreuzung in Feldkirch im Februar 2003‘“
- Einzelheiten über mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität: bleiben einem allfälligen Maßnahmenkatalog nach § 11 IG-L vorbehalten

(Z10) Liste der Veröffentlichungen, Dokumente, Arbeiten usw., die die in diesem Zusammenhang vorgeschriebenen Informationen ergänzen:

- Siehe Punkt 10 „Literatur“

10 Literatur

- [1] ANWANDER, B., Bösch, R., und Matt, J.: Vorbericht zur Stuserhebung, Arbeitsgruppe des Landes Vorarlberg, März 2003.
- [2] BAUER, M., Neururer, A. und Schellander, H.: Meteorologisches Gutachten für NO₂-Überschreitungen nach dem IG-L im Februar 2003 in Feldkirch, ZAMG Regionalstelle für Tirol und Vorarlberg, Oktober 2003.
- [3] TU GRAZ, Inst. für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik: Emissionsfaktoren für die Bärenkreuzung Stadt Feldkirch, November 2003, Ergänzung Dezember 2003.
- [4] BOBLETER, H. und Gächter, A.: L190/L191 Bärenkreuzung: Verkehrserhebung und Verkehrsmodell, Fa. Besch und Partner, November 2003.
- [5] THUDIUM, J: Grenzwertüberschreitung für NO₂ an der Bärenkreuzung in Feldkirch im Februar 2003, Ökoscience AG, November 2003, Ergänzung Jänner 2004
- [6] MATT, J: Emissionskataster Vorarlberg 1994, Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung IVE – Umweltschutz, Mai 1997