



NO₂-STATUSERHEBUNG KLAGENFURT – VÖLKERMARKTER STRASSE 2005

Im Auftrag des Amtes der Kärntner
Landesregierung

Christian Nagl
Wolfgang Spangl
Nikolaus Ibesich
Barbara Schodl

REPORT
REP-0117

Wien, 2007



Projektleitung

Christian Nagl

AutorInnen

Christian Nagl

Wolfgang Spangl

Nikolaus Ibesich

Barbara Schodl

Satz/Layout

Lisa Riss

Umschlagbild

Auswirkung auf den Jahresmittelwert von NO₂ bei Kombination von drei Maßnahmen zur NO₂-Reduktion (FVT – Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik GmbH)

Dank:

Dem Amt der Kärntner Landesregierung, der Stadt Klagenfurt und der TU Graz (Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik) wird für die Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit gedankt.

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Gedruckt auf Recyclingpapier

© Amt der Kärntner Landesregierung, Umweltbundesamt, 2007
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-915-2



INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 EINLEITUNG	7
1.1 Ausgangssituation	7
1.2 Entstehung von Stickstoffoxiden	7
2 DATENGRUNDLAGE	9
2.1 Untersuchungsgebiet	9
2.2 Beschreibung der Messstellen	9
3 NO_x-EMISSIONEN	13
3.1 Emissionskataster Klagenfurt	13
3.2 Primäre NO ₂ -Emissionen	16
4 BESCHREIBUNG DER IMMISSIONSSITUATION	18
4.1 Die meteorologische Situation	18
4.2 Die NO ₂ -Belastung in Kärnten 2005	18
4.3 Trend der NO ₂ - und NO _x -Belastung	19
4.4 Tages-, Wochen- und Jahresgänge	21
4.5 NO _x -Belastung und vertikaler Temperaturgradient	24
4.6 Die HMW-Grenzwertüberschreitung am 21.12.2005	26
4.7 Modellierung der räumlichen Konzentrationsverteilung	27
5 HERKUNFTSZUORDNUNG	32
5.1 Räumliche Herkunftszuordnung, NO ₂ -Jahresmittelwerte	32
5.2 Sektorale Herkunftszuordnung	34
5.3 Von Grenzwertüberschreitungen vermutlich betroffenes Gebiet	37
5.4 Voraussichtliches Sanierungsgebiet	37
6 MASSNAHMENVORSCHLÄGE	39
6.1 Erforderlicher Reduktionsbedarf	39
6.2 Modellierung von Maßnahmen	39
6.2.1 Maßnahme 1: Sperre der Burggasse	42
6.2.2 Maßnahme 2: Sperre der Völkermarkter Straße	43
6.2.3 Maßnahme 3: Sperre innerhalb des Ringes	43
6.2.4 Maßnahme 4: Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in 10.-Oktober-Straße	44
6.2.5 Maßnahme 5: Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in Bahnhofstraße	45
6.2.6 Szenario 6: Prognose Auswirkungen Ringausbau	46
6.2.7 Maßnahme 7: Umstellung der Busflotte auf EURO 5	47
6.2.8 Kombination Maßnahme 1+5+7	48



6.3	Weitere mögliche Maßnahmen im Bereich Straßenverkehr	50
6.3.1	Maßnahmen auf Landes- bzw. Gemeindeebene	51
6.3.2	Maßnahmen auf Bundes- und EU-Ebene	52
7	INFORMATIONEN GEMÄSS LUFTQUALITÄTS- RAHMENRICHTLINIE, ANHANG IV	54
8	LITERATURVERZEICHNIS	57
9	GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN	59

ZUSAMMENFASSUNG

Im Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) sind in Anlage 1 für verschiedene Luftschadstoffe Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt. Für Stickstoffdioxid (NO₂) wurden zwei Grenzwerte festgesetzt; ein Jahresmittelwert von 30 µg/m³ mit einer zeitlich variablen Toleranzmarge und ein Halbstundenmittelwert von 200 µg/m³. Für den Jahresmittelwert ist eine Statuserhebung zu erstellen, wenn die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge (für den Zeitraum 2005 bis 2009: 40 µg/m³) überschritten wird. Im Jahr 2005 (und auch 2006) wurden die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge für den Jahresmittelwert von NO₂ und der Grenzwert für den Halbstundenmittelwert an der Messstelle Klagenfurt Völkermarkter Straße überschritten. Der im Jahr 2005 gemessene Jahresmittelwert an dieser Station betrug 43 µg/m³, im Jahr 2006 stieg dieser auf 46 µg/m³.

Infolge dieser Überschreitungen war es notwendig, eine Statuserhebung zu erstellen, die eine ausführliche Beschreibung bzw. Interpretation der Immissionssituation sowie der meteorologischen Situation vorsieht.

Alle Messstellen in Kärnten zeigen am Wochenende die geringste Belastung; an der Völkermarkter Straße beträgt die NO₂-Konzentration am Sonntag lediglich 63 % der werktäglichen Belastung. Im jahreszeitlichen Verlauf tritt die höchste Belastung in den Wintermonaten auf. Hohe Konzentrationen sind meist mit sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen – d. h. Inversionswetterlagen – verbunden.

Die NO₂-Belastung zeigt zwischen 1999 und 2006 an der Völkermarkter Straße keinen signifikanten Trend; die Belastung blieb in diesem Zeitraum auf ähnlichem Niveau. Das NO₂/NO_x-Verhältnis der Jahresmittelwerte nahm von Werten um 35 % auf etwa 40 % zu; dies könnte eine Auswirkung des gestiegenen NO₂-Anteils an den NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw sein. Dadurch kommt es in ganz Österreich bei etwa gleich bleibenden NO_x-Emissionen (und gleich bleibender NO_x-Belastung) zu einem Ansteigen der NO₂-Belastung an verkehrsnahen Standorten.

Modellrechnungen zeigen, dass NO₂-Jahresmittelwerte über 40 µg/m³ im Stadtzentrum und an großen Teilen des hochrangigen Straßennetzes in Klagenfurt auftreten. Als wesentlicher Verursacher der NO₂-Belastung kann der **Straßenverkehr** identifiziert werden. Die Modellrechnungen zeigen auch, dass im Bereich der einzelnen Straßenabschnitte teilweise sehr unterschiedliche Emittentengruppen zur Belastung beitragen:

- **Pkw-Emissionen** tragen auf allen von NO₂-Jahresmittelwerten über 40 µg/m³ betroffenen Straßen in hohem Ausmaß zur NO₂-Belastung bei;
- der Beitrag der Lkw-Emissionen ist im Stadtzentrum gering, dominiert aber auf der A2 (Südautobahn) und auf der B83 (St. Veiter Straße und Zubringer zur A2), nennenswerte Beiträge liefert der Lkw-Verkehr auch auf dem Südring;
- Busse tragen im Stadtzentrum, v. a. im Bereich der Burggasse, der 8.-Mai-Straße, der Wiesbadener Straße und des Heiligengeistplatzes, erheblich zur NO₂-Belastung bei;

Vergleichsweise unbedeutend sind die Beiträge von Hausbrand und Heizwerken, Industrie und Gewerbe, die nur im Südwesten – u. a. im Bereich der Rosentaler Straße – mehr als jeweils 10 % zur NO₂-Belastung beisteuern.

Um die Jahresmittelwerte (43 µg/m³ bzw. 46 µg/m³) an der Völkermarkter Straße auf Werte unter die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge zu reduzieren, müsste die Belastung um 7,5 bzw. 15 % verringert werden. Die Modellrechnungen zeigen, dass an verkehrsnahen Standorten im Stadtzentrum, aber vor allem entlang der A2 (Südautobahn) NO₂-Konzentrationen über 50 µg/m³ als Jahresmittelwert auftreten, was einen Reduktionsbedarf von über 20 % bedeutet.

In Zusammenarbeit mit der TU Graz wurden die Auswirkungen von sieben möglichen Maßnahmen zur Reduktion der NO₂-Belastung in Klagenfurt modelliert:

1. Sperre der Burggasse
2. Sperre der Völkermarkter Straße
3. Sperre innerhalb des Ringes (ausgenommen Anrainer und Zufahrten zu den Geschäften)
4. Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in 10.-Oktober-Straße
5. Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in Bahnhofstraße
6. Prognoseszenario Ringausbau
7. Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5.

Alle Maßnahmen wurden für die Bezugsjahre 2005, 2010, 2012 und 2020 mit und ohne Verkehrssteigerung berechnet.

Darüber hinaus wurde eine Kombination aus Maßnahme 1, 5 und 7 modelliert.

Mit Ausnahme der Maßnahme 7 (Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5) zeigen die anderen Maßnahmen keine Änderung der Gesamtemissionen im Stadtgebiet, sondern v. a. Verlagerungseffekte des Straßenverkehrs und damit der Emissionen. Allerdings wurden Änderungen der Verkehrsmittelwahl (verringerte Kfz-Nutzung) nicht betrachtet; bei Verlagerung auf den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) oder auf den Fuß- und Radverkehr würden sich geringere Emissionen ergeben.

Durch die Maßnahme 7 zeigt die Berechnung im innerstädtischen Straßennetz einen Rückgang der NO₂-Belastung um bis zu 6 µg/m³, innerhalb des Ringes flächenhaft um 1–2 µg/m³.

Die Kombination aus den Maßnahmen 1 (Sperre der Burggasse¹), 5 (Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in Bahnhofstraße) und 7 (Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5) zeigt eine noch deutlichere Reduktion der Belastung im Innenstadtbereich, ebenso an den stärker befahrenen Radialstraßen.

Dennoch würden diese Maßnahmen nicht ausreichen, um die Grenzwerte zukünftig einzuhalten. Es werden daher noch weitere Maßnahmen notwendig zu sein, die auch außerhalb des IG-L vorzusehen wären. Dazu gehören im Bereich **Verkehr** u. a.

- raumplanerische Maßnahmen (Siedlungsentwicklung, Standortentscheidungen für Einkaufszentren und Gewerbegebiete),
- verkehrsplanerische Maßnahmen (Verkehrs- und Geschwindigkeitsbeschränkungen, Parkraum, Straßenbau, öffentlicher Verkehr, Radwege),
- steuerliche Maßnahmen (Förderung/Benachteiligung abhängig vom Schadstoffausstoß),
- bundesgesetzliche oder
- EU-rechtliche Maßnahmen

Im Bereich **Industrie** sind mögliche Maßnahmen die regelmäßige Anpassung von Anlagen an den Stand der Technik, ein optimierter Betrieb und eine verstärkte Überprüfung der Anlagen; auf nationaler Ebene ist eine rasche Umsetzung des Programms über nationale Emissionshöchstmengen wünschenswert.

Im Bereich **Hausbrand** sind mögliche Maßnahmen u. a. der forcierte Austausch von veralteten Einzelöfen, der Ausbau der Fernwärme und von thermischen Solaranlagen sowie effizienten Wärmepumpensystemen.

¹ Die Sperre der Burggasse aufgrund der PM₁₀-Belastung ist dzt. auf das Winterhalbjahr beschränkt. Da die NO₂-Grenzwertüberschreitung den Jahresmittelwert betrifft, sollte die Sperre auf das gesamte Jahr ausgedehnt werden.



1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation

Im Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L) sind in Anlage I für verschiedene Luftschadstoffe Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt. Für Stickstoffdioxid wurden zwei Grenzwerte festgesetzt; ein Halbstundenmittelwert von 200 µg/m³ und ein Jahresmittelwert von 30 µg/m³. Allerdings ergibt sich die Notwendigkeit, eine Statuserhebung zu erstellen erst dann, wenn die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge (für 2005: 10 µg/m³) überschritten wird.

Bei einer Überschreitung eines Immissionsgrenzwertes hat der Landeshauptmann diese Überschreitung im Monats- oder Jahresbericht auszuweisen und festzustellen, ob die Überschreitung auf einen Störfall oder eine andere in absehbarer Zeit nicht wiederkehrende erhöhte Immission zurückzuführen ist (§ 7 IG-L). Ist dies nicht der Fall, ist in weiterer Folge eine Statuserhebung durchzuführen (§ 8 IG-L). Innerhalb dieser sind ausführliche Beschreibungen bzw. Interpretationen der Immissionssituation sowie der meteorologischen Situation vorgesehen.

Der Kurzzeitgrenzwert und der Langzeitgrenzwert (genauer: die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge) für NO₂ wurden im Jahr 2005 an der Messstelle Klagenfurt Völkermarkter Straße überschritten. Die Ausweisung dieser Überschreitungen erfolgte im Jahresbericht 2005 (KÄRNTNER LANDESREGIERUNG 2006, UMWELTBUNDESAMT 2006).

Eine Statuserhebung muss folgende Punkte umfassen:

- Darstellung der Immissionssituation (siehe Kapitel 4).
- Beschreibung der meteorologischen Situation (siehe Kapitel 4.1 und Umweltbundesamt 2003).
- Feststellung und Beschreibung der Emittenten (siehe Kapitel 3).
- Die Feststellung des voraussichtlichen Sanierungsgebietes (siehe Kapitel 5.4).

1.2 Entstehung von Stickstoffoxiden

Der Großteil der bei Verbrennungsvorgängen emittierten Stickstoffoxide wird als NO ausgestoßen und anschließend in der Atmosphäre in NO₂ umgewandelt. Bei Dieselfahrzeugen mit Oxidationskatalysatoren kann es allerdings zu einer deutlichen Erhöhung des Anteils von NO₂ an den NO_x-Emissionen kommen (siehe Kapitel 3).

Der absolut dominierende Reaktionspfad für die Bildung von NO₂ aus NO ist unter normalen atmosphärischen Bedingungen die Konversion durch Reaktion mit Ozon:



Bei typischen sommerlichen Ozonkonzentrationen (50 bis 80 ppb) läuft diese Reaktion sehr schnell ab (Lebensdauer von NO: 10 bis 80 s). Im Nahbereich von starken NO-Quellen kann es dadurch lokal zu einer deutlichen Absenkung der Ozonkonzentration kommen, so dass kein Ozon für die Oxidation von neu emittiertem NO zur Verfügung steht.

Die mögliche Bildung durch die trimolekulare Reaktion $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$ spielt nur bei extrem hohen NO-Konzentrationen eine Rolle (bei 1.000 ppm NO ist die Umsetzungsrate etwa 0,5 % pro s) und kann daher unter Außenluftbedingungen vernachlässigt werden.

Bei Tageslicht kommt es zusätzlich zu einer neuerlichen Bildung von NO aus NO₂ durch Photolyse (Anm.: M bezeichnet ein anderes Teilchen, meistens N₂):



Die oben beschriebenen Reaktionen würden ohne andere Reaktionen zu einem photostationären Zustand führen, wobei sich folgender Zusammenhang ergibt:

$$(k_2[\text{NO}] * [\text{O}_3]) / J_3 = [\text{NO}_2] \quad (4)$$

J₃ ist die Photolyse rate der NO₂-Photolyse (abhängig u. a. von der Globalstrahlung), k₂ die Geschwindigkeitskonstante der Reaktion von NO und O₃. Die Konzentration von NO₂ hängt somit von der Ozonkonzentration, der NO-Konzentration sowie J₃ ab.

Tagsüber spielen darüber hinaus andere photochemische Reaktionen, vor allem mit **freien Radikalen** eine wesentliche Rolle. Das Hydroperoxyradikal (HO₂) und organische Peroxyradikale (RO₂), die bei photochemischen Reaktionen aus CO und **NMVO**C entstehen, führen zu einer Konversion von NO zu NO₂, ohne dass dabei Ozon verbraucht wird.



Dadurch kommt es zu einer Verminderung des Ozonabbaus durch Reaktion (1), wodurch die Nettoozonbildung verstärkt wird. Dieser Effekt ist für das Auftreten erhöhter Ozonkonzentrationen in durch NO_x und NMVOC belasteten Luftmassen verantwortlich.

Neben der Photolyse von NO₂ wirken die Oxidation durch Radikale zur Bildung von Salpetersäure, Peroxynitrat und anderen Verbindungen wie partikulärem Nitrat als Senken für NO_x, die – anders als die Photolyse zu NO – nicht umkehrbar sind.

Wesentlich für Ausmaß und Geschwindigkeit der Umwandlung von NO in NO₂ sind somit die Ausgangskonzentrationen an NO und NO₂, die Ozonkonzentration, die Sonneneinstrahlung (die die Photolyse von NO₂ beeinflusst), die Temperatur sowie die Konzentration von Peroxyradikalen.

In Abbildung 1 ist der Kreislauf der verschiedenen Reaktionen schematisch dargestellt.

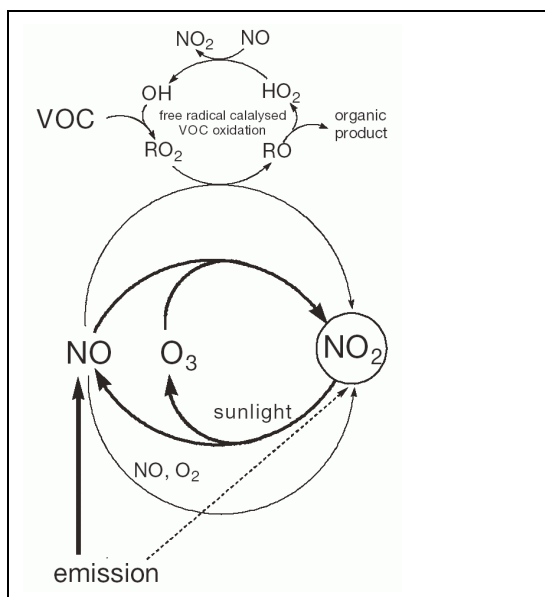


Abbildung 1: Schematische Darstellung des NO-NO₂ Reaktionskreislaufes (Quelle: AQEG 2004).

2 DATENGRUNDLAGE

2.1 Untersuchungsgebiet

Als Untersuchungsgebiet im engeren Sinn wird das Stadtgebiet von Klagenfurt betrachtet.

Darüber hinaus wurden Immissionsmessdaten und meteorologische Daten aus dem gesamten Klagenfurter Becken für die Untersuchung herangezogen.

2.2 Beschreibung der Messstellen

Die Messstelle Völkermarkter Straße liegt östlich des Stadtzentrums von Klagenfurt, an der Einmündung der Enzenbergstraße in die Völkermarkter Straße; der Messcontainer steht am östlichen Ende einer dreiecksförmigen Verkehrsinsel. Nordwestlich der T-förmigen Kreuzung befinden sich geschlossene Verbauung (Spital), ansonsten mehrstöckige Gebäude in lockerer Verbauung sowie größere Grünflächen. Weiter östlich gelegen in einer Entfernung von etwa 300 m befinden sich der Beginn des Klagenfurter Ostbahnhofs, ein Kohlelager sowie ein unbefestigter Parkplatz. 500 m nördlich der Messstelle befindet sich das städtische Fernheizkraftwerk.

Die Koordinaten der Messstelle sind: Länge 14°19'11" ost, Breite 46°37'33" nord; Seehöhe 445 m.

Die Völkermarkter Straße ist eine relativ stark befahrene Straße mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von etwa 20.500 (Juli–August 2006) bis 26.400 (April–Mai 2006) Kfz/24 h im Bereich der Luftmessstation². Der Schwerverkehrsanteil wurde nicht erhoben, allerdings dürfte dieser im Innenstadtbereich gering sein. Er beträgt lt. Auskunft von Hr. Singer (Abt. Tiefbau, Magistrat Klagenfurt) nur maximal 4–6 %³. Einen erheblichen Anteil am Schwerverkehr dürften die Busse der Stadt bzw. Postbusse haben (etwa 400 pro Tag, Mo.–Fr. lt. Fahrplan). Die nächste Haltestelle befindet sich etwa 200 m entfernt. In dem stadteinwärts gelegenen Teil der Völkermarkter Straße ist diese eine Einbahn mit zwei Fahrspuren, stadtauswärts hat sie nach Einmündung der Enzenbergstraße vier Fahrspuren. Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Messstelle Völkermarkter Straße und deren unmittelbare Umgebung. Die Lage aller Messstellen im Stadtgebiet ist in Abbildung 5 dargestellt.

Die Lage der Messstellen entspricht den in der Messkonzept-Verordnung vorgegebenen Kriterien.

² Auswertung der Dauerzählstelle in der Völkermarkter Straße/Elisabethinen, zur Verfügung gestellt vom Magistrat der Stadt Klagenfurt.

³ Dies entspricht auch der Beobachtung einer der Autoren bei einer Ortsbesichtigung am 3.2.2003 (ca. 17:00) und 4.2.2003 (ca. 8:00) von jeweils 20 min. In diesem Zeitraum wurden lediglich fünf Lkw beobachtet.



Abbildung 2: Satellitenbildaufnahme der Station Völkermarkter Straße und die unmittelbare Umgebung (B = Bushaltestelle, EKH = Elisabethinenkrankenhaus, K = Kohlelager, P = Parkplatz, Z = Beginn des Ostbahnhofs).



Abbildung 3: Messstelle Klagenfurt Völkermarkter Straße, Ansicht von Süden (oben, links), von Osten, stadteinwärts (oben, rechts) und von Westen, stadtauswärts (unten).

Neben den Daten dieser Messstelle wurden vorrangig NO_x-Messwerte der anderen Klagenfurter Messstellen sowie von Villach, St. Veit, Gurtschitschach und Vorhegg für die Interpretation der NO₂-Belastung an der Völkermarkter Straße herangezogen (siehe Tabelle 1, Abbildung 4).

Tabelle 1: NO_x-Messstellen, deren Messdaten verwendet wurden.

Ort	Messstandort	Charakterisierung
Klagenfurt (ca. 92.000 Ew.)	Völkermarkter Str.	Stadtzentrum, verkehrsnah
Klagenfurt	Koschatstraße	Wohngebiet
Villach (ca. 55.000 Ew.)	Tirolerbrücke	Stadtzentrum, verkehrsnah
Gurtschitschach (ca. 1.000 Ew.)		landwirtschaftliche Flächen
St. Veit a. d. Glan (ca. 15.000 Ew.)	Oktoberplatz	Stadtzentrum, verkehrsnah
Vorhegg		Hintergrund

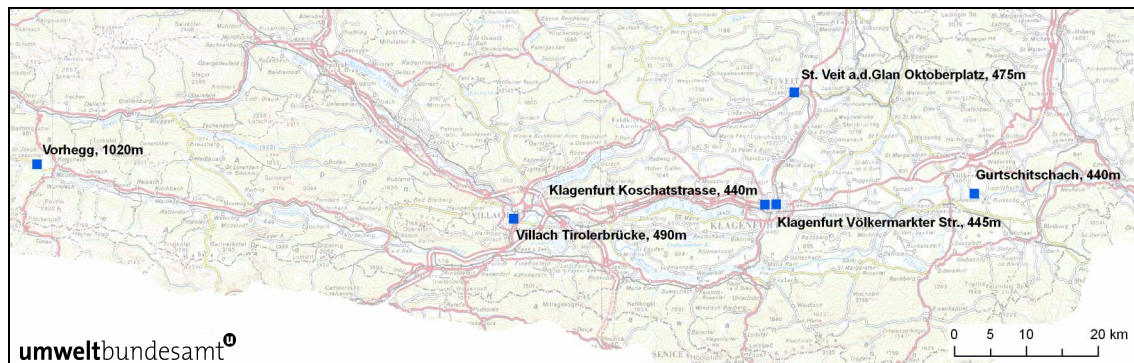


Abbildung 4: NO_x-Messstellen, deren Messdaten verwendet wurden.

Folgende **meteorologische Messstellen** wurden für die Interpretation des Immissionsgeschehens herangezogen (siehe Tabelle 2, Abbildung 5, Abbildung 6):

Tabelle 2: Meteorologische Messstationen, die für die Interpretation der meteorologischen Verhältnisse in Klagenfurt verwendet wurden.

Name der Messstation	Seehöhe
Klagenfurt Völkermarkter Straße	445 m
Klagenfurt Koschatstraße	440 m
Klagenfurt KreuzbergI	550 m
Klagenfurt Flughafen	450 m
Villach	490 m
Eberdorf	660 m
Göriach	840 m
Magdalensberg	1.050 m
Vorhegg	1.020 m
Gerlitzten	1.895 m
Villacher Alpe	2.140 m

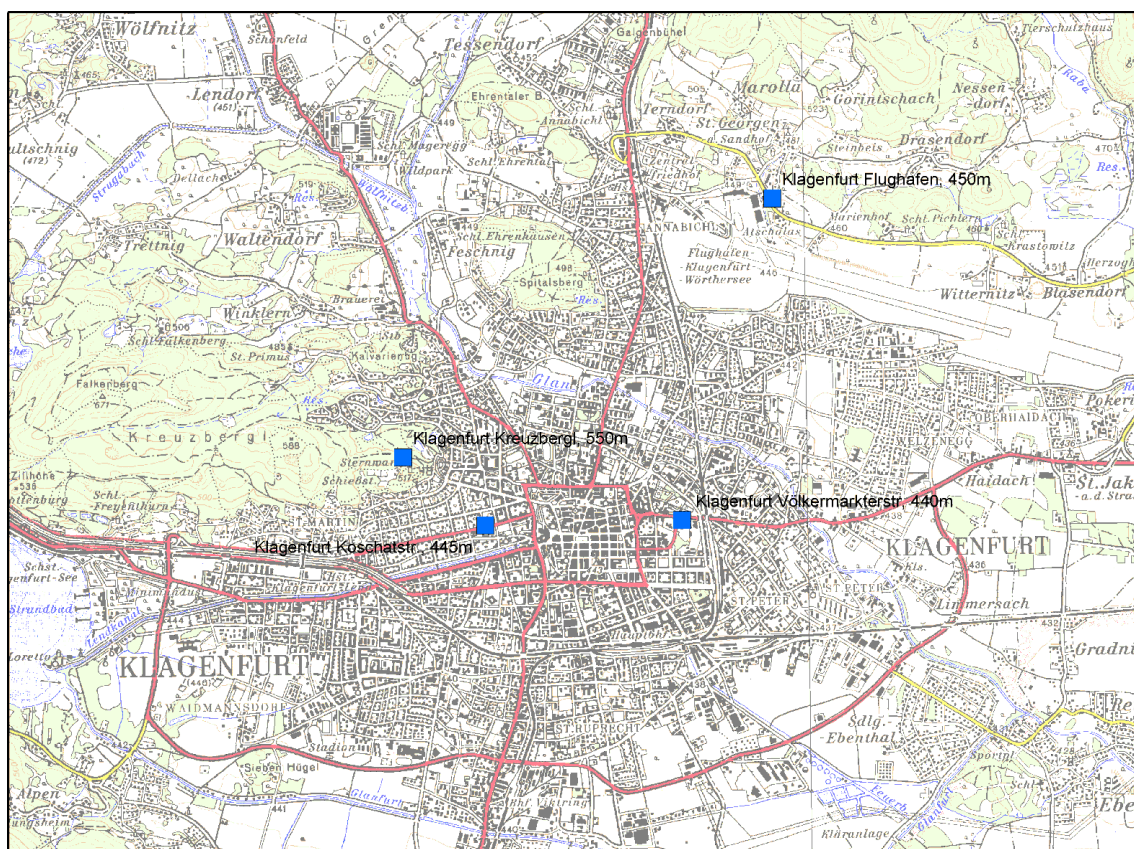


Abbildung 5: Immissions- und Meteorologiemessstellen in der Stadt Klagenfurt.



Abbildung 6: Meteorologische Messstellen im Raum Klagenfurt (ohne Vorhegg).

3 NO_x-EMISSIONEN

3.1 Emissionskataster Klagenfurt

Vom Amt der Kärntner Landesregierung wurden Emissionsdaten zu den Sektoren Hausbrand, Industrie, Gewerbe, Heizwerke und Sozialinfrastruktur übermittelt (siehe Tabelle 3). Basisjahr für die Emissionen des Straßenverkehrs ist 2005, für die Hausbrandemissionen 2004, für die industriellen und gewerblichen Emittenten 1999. Die Emissionsdaten des Sektors Verkehr wurden von der TU Graz berechnet; zur Verfügung gestellt wurden die im Jänner 2007 anhand des neu kalibrierten Verkehrsmodells ermittelten Daten (TU GRAZ 2007).

Die Emissionen des Flugverkehrs sind nicht im Emissionskataster enthalten.

Tabelle 3: Jährliche NO_x-Emissionen der einzelnen Sektoren in der Stadt Klagenfurt (Kärntner LR, TU GRAZ 2007).

Sektor	NO _x -Emissionen [t/a]	%
Pkw+LNF	382	34
Lkw	226	20
Linienbusse	48	4
Verkehr gesamt	656	58
Hausbrand	101	9
Industrie/Gewerbe	88	8
Sozialinfrastruktur	5	0
Heizwerke	280	25
Summe	1.125	

LNF: Leichte Nutzfahrzeuge

In Summe betragen die NO_x-Emissionen etwa 1.100 t, wobei der größte Beitrag mit über 650 t (ca. 60 %) aus dem Straßenverkehr stammt, gefolgt von den Heizwerken mit 280 t (25 %) ⁴.

Beim Straßenverkehr stammen 326 t und somit etwa die Hälfte der Verkehrsemissionen aus dem Pkw-Verkehr, 56 t (9 %) aus LNF, 54 t (8 %) aus dem Lkw-Verkehr, 145 t (22 %) aus Lastzügen, 28 t (4 %) aus Reisebussen und 48 t (7 %) aus Linienbussen.

⁴ Lt. Emissionserklärung. Im Emissionskataster sind für das Heizkraftwerk 240 t/a angeführt.

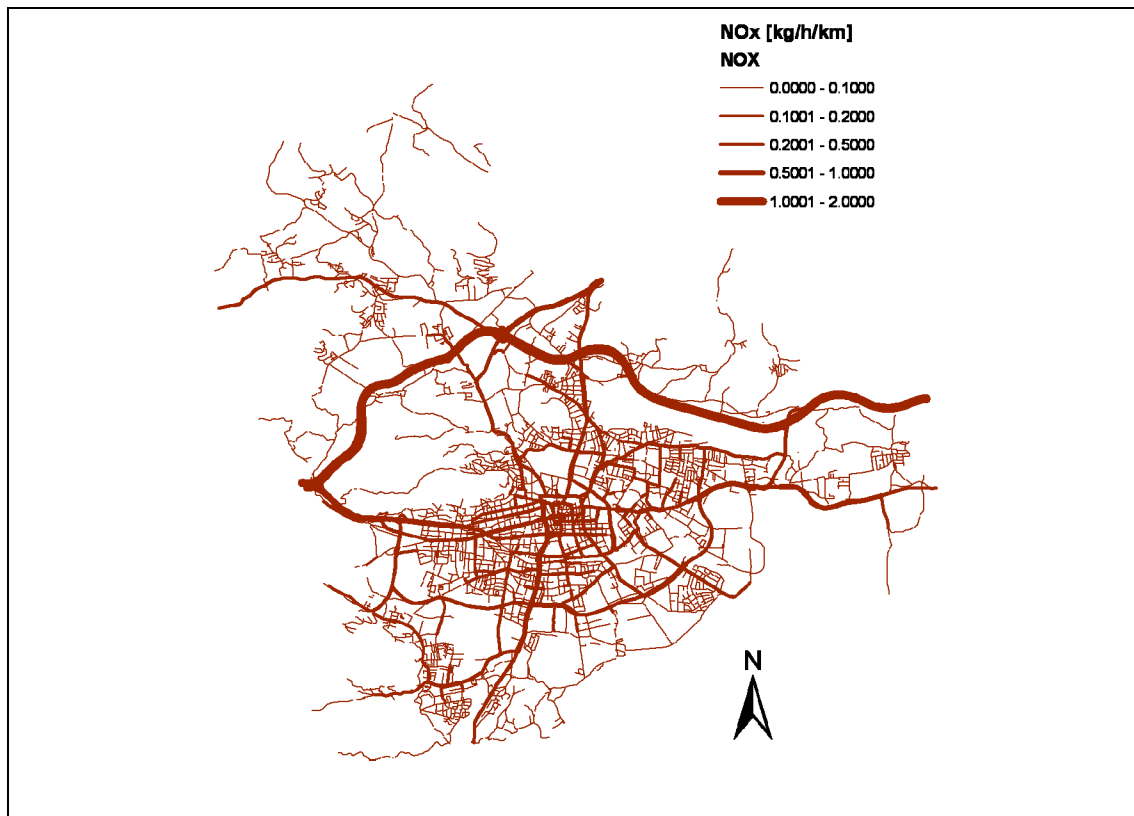


Abbildung 7: NO_x-Emissionen des Sektors Verkehr (Quelle: TU Graz).

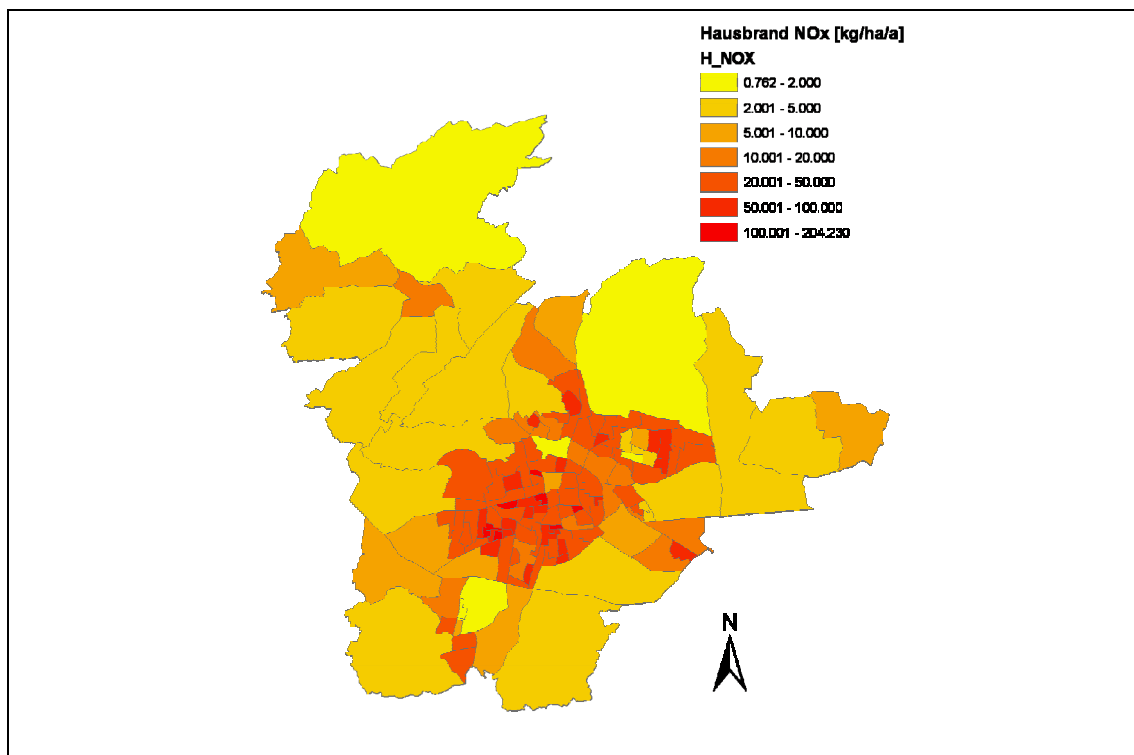


Abbildung 8: NO_x-Emissionen des Sektors Hausbrand auf Zählsprenkelbasis in kg/h*ha (Quelle: FvT 2007).

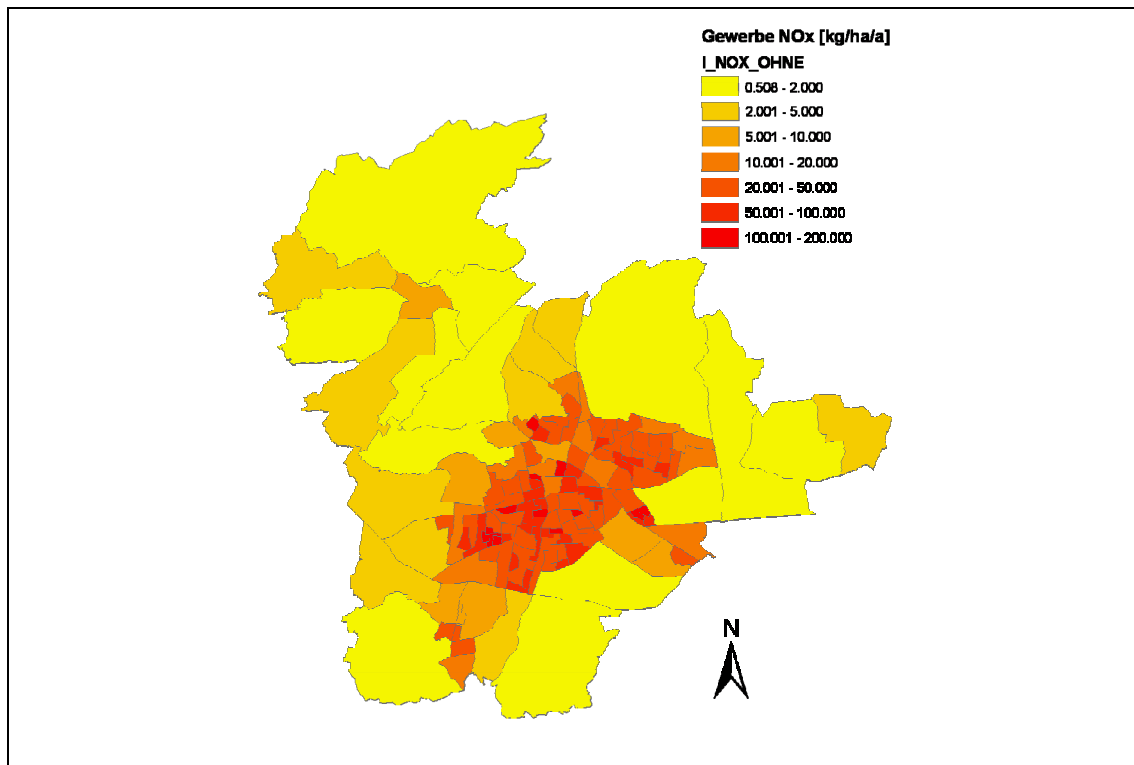


Abbildung 9: NO_x-Emissionen des Sektors Industrie (Industrie, Gewerbe, Heizwerke und Sozialinfrastruktur) auf Zählsprenkelbasis in kg/h*ha (Quelle: FvT 2007).

Von der TU Graz wurde in Zusammenarbeit mit dem Büro Fallast eine **Emissionsprognose** erstellt. In diese Berechnung sind eine Verkehrssteigerung von jährlich 2,5 % und die Entwicklung der Emissionsfaktoren eingeflossen. Zum Vergleich wurde die Entwicklung der Verkehrsemissionen ohne Verkehrssteigerung ebenfalls berechnet (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Entwicklung der NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr (Quelle: TU Graz).

	Pkw	Lkw	Busse
2005	100,0 %	100,0 %	100,0 %
ohne Verkehrszunahme			
2010	77,7 %	73,6 %	79,0 %
2012	70,1 %	61,3 %	69,1 %
2020	39,7 %	23,8 %	31,7 %
mit Verkehrszunahme			
2010	87,8 %	83,1 %	79,0 %
2012	82,7 %	72,4 %	69,1 %
2020	54,8 %	32,8 %	31,7 %

Verglichen mit 2005 würden demnach bis 2010 die Verkehrsemissionen auf etwa 86 % (gewichteter Mittelwert entsprechend dem Anteil an den Gesamtemissionen; 76 % ohne Verkehrszunahme) abnehmen, bis 2012 auf 78 % (67 % ohne Verkehrszunahme) sowie auf 46 % bis 2020 (34 % ohne Verkehrszunahme).

3.2 Primäre NO₂-Emissionen

Während die NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr tendenziell abnehmen, ist eine Zunahme der primären NO₂-Emissionen erkennbar (siehe u. a. CARSLAW&BEEVERS 2005, HAUSBERGER 2006, UMWELTBUNDESAMT 2006b). In den letzten Jahren ist es zu einer Verschiebung des NO/NO₂-Verhältnisses im Abgas zu Gunsten von NO₂ gekommen. Noch vor wenigen Jahren wurde von einem NO₂-Anteil von rund 5 % an den NO_x-Emissionen ausgegangen (NO₂ EU-level workshop, 09/2006, Meeting Minutes⁵). Mittlerweile gehen die ExpertInnen davon aus, dass der primäre Anteil von NO₂ bei einzelnen Fahrzeugen bis zu 80 % ausmachen kann. Durch die Einführung von Abgasnachbehandlungssystemen bei Diesel-Fahrzeugen, die insbesondere in Österreich bei den Pkw einen hohen Anteil an der Flotte bilden, ist eine Zunahme des Anteils der NO₂-Emissionen an den NO_x-Emissionen im Abgas festzustellen. Sowohl Oxi-Katalysatoren (hauptsächlich seit der Einführung von EURO 3 Standards im Einsatz) wie auch Partikelfilter (Continuous Regenerating Trap = kontinuierlich regenerierende (Partikel-)Falle, CRT) tragen maßgeblich zu dem Effekt bei. Während NO₂ im Oxi-Kat als Nebenprodukt entsteht, wird NO₂ im Partikelfilter bewusst zur Steuerung der Zeitspanne zwischen den Regenerationsphasen eingesetzt. Diese Systeme werden verwendet, um für andere Schadstoffe (CO, HC, Partikel) die Grenzwerte einhalten zu können.

Sowohl für Benzinfahrzeuge als auch für Dieselfahrzeuge gibt es keine gesetzlich festgelegten Emissionsgrenzwerte für die NO₂-Emissionen – die Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung 1967 (KDV 1967⁶) schreibt für die Typzulassung neuer Kraftfahrzeuge lediglich die Einhaltung von NO_x-Emissionsgrenzwerten vor.

In der Prüf- und Begutachtungsstellenverordnung (PBStV) ist keine Überprüfung der NO_x-Emissionen von in Betrieb befindlichen Kraftfahrzeugen vorgesehen.

Ab der Grenzwertstufe EURO 3 ist (ab dem Jahr 2000) ein modifizierter Typprüftest vorgeschrieben, der im Vergleich zu früheren Verfahren auch die Kaltstartphase berücksichtigt und eine Verschärfung des Grenzwertes bedeutet.

Für die Kfz-Flotte für das Jahr 2005 können näherungsweise die Anteile für NO₂ an den NO_x-Emissionen, getrennt für die Fahrzeugkategorien Pkw, SNF etc. entsprechend der Verteilung auf die Abgasklassen (EURO 1, EURO 2, ...) ermittelt werden. Grundlage für die Berechnung stellen die NO_x-Emissionsfaktoren aus dem Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 2004) sowie aktuelle Messergebnisse der TU Graz zu den NO₂-Anteilen dar. Diese stimmen auch weitgehend mit aktuellen Messergebnissen aus anderen EU-Mitgliedstaaten überein.

Von der TU Graz (bzw. der FVT mbH) wurde der Anteil von primären NO₂-Emissionen an den NO_x-Emissionen bis 2020 abgeschätzt (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Entwicklung des Anteils von NO₂ an den NO_x-Emissionen (Quelle: FVT 2007).

	Pkw/LNF	Lkw	Busse
2005	29,8 %	7,0 %	7,0 %
2010	37,2 %	8,7 %	8,1 %
2012	40,1 %	9,2 %	8,4 %
2020	46,9 %	11,5 %	10,5 %

LNF: Leichte Nutzfahrzeuge

⁵http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/cafe_baseline/library?l=/cafe_ambient_quality/workshop_vehicles&vm=detail&sb=Title

⁶letzte Änderung: BGBl. II 2004/129.



Bei den Pkw und LNF würde demnach der NO₂-Anteil von dzt. knapp 30 % auf etwa 40 % 2010–2012 und auf 47 % im Jahr 2020 ansteigen, bei den Lkw und Bussen von dzt. 7 % auf etwa 11–12 %.

Daraus ergeben sich die in Tabelle 6 angeführten Emissionen. Bis 2012 würden demnach bei der angenommen Verkehrssteigerung von jährlich 2,5 % die primären NO₂-Emissionen um 9 % steigen, um dann bis 2020 auf 81 % abzunehmen.

Tabelle 6: Entwicklung der primären NO₂-Emissionen des Straßenverkehrs in Klagenfurt (Quelle FvT 2007).

	Pkw	Lkw	Busse	Summe	Summe in %
ohne Verkehrszunahme					
2005	114	16	3	133	100 %
2010	110	14	3	127	96 %
2012	107	13	3	123	92 %
2020	71	6	2	79	59 %
mit Verkehrszunahme					
2005	114	16	3	133	100 %
2010	118	14	3	135	101 %
2012	127	15	3	145	109 %
2020	98	9	2	109	81 %

4 BESCHREIBUNG DER IMMISSIONSSITUATION

4.1 Die meteorologische Situation

Eine detaillierte Beschreibung der meteorologischen Verhältnisse im Klagenfurter Becken findet sich in UMWELTBUNDESAMT 2003.

Das Klagenfurter Becken zeichnet sich, vor allem im Winterhalbjahr, durch ungünstige Schadstoffausbreitungsbedingungen aus. Die meteorologischen Verhältnisse werden durch die Beckenlage südlich des Alpenhauptkamms bestimmt – dies bedeutet eine Abschirmung gegenüber Wind aus Nord bis West sowie die häufige Bildung von Kaltluftseen im Winterhalbjahr. Charakteristisch sind häufige Bodeninversionen und niedrige Windgeschwindigkeiten.

Entsprechend der lokalen topographischen Situation bildet sich im Raum Klagenfurt ein Talwindsystem mit Südostwind am Nachmittag und Nordwestwind nachts und morgens aus. Die Windgeschwindigkeit ist im Jahresmittel (2001–2005) mit 0,3 bis 0,4 m/s an der Koschatstraße und 1,4 bis 1,5 m/s am Flughafen vergleichsweise niedrig.

Durch die abgeschirmte Lage zeichnet sich das Klagenfurter Becken durch sehr hohe Kalmenhäufigkeiten aus. Im Mittel betrugen diese über den Zeitraum von Jänner 2001 bis März 2002 an der Messstelle Völkermarkter Straße 74 %, an der Koschatstraße 79 %. Die Hauptwindrichtungen sind entsprechend dem lokalen Talwindsystem Südost- und Nordwestwind. An etwas exponierteren Standorten ist die Kalmenhäufigkeit deutlich niedriger. So beträgt diese an der Messstelle Klagenfurt Kreuzbergl 44 %, am Flughafen 17 %, in Eberdorf 32 %, in Göriach 42 % und auf dem Magdalensberg 21 %.

Am Flughafen ist die Hauptwindrichtung Westnordwest, am Kreuzbergl sind dies Ostsüdost, Nordwest und Westsüdwest, wobei bei Ostsüdostwind die höchsten Windgeschwindigkeiten auftreten.

Die Auswertungen der Inversionshäufigkeiten zeigen, dass diese im Klagenfurter Becken im Jahresmittel etwa 50 % ergeben, im Winterhalbjahr beträgt die Häufigkeit von stabilen Schichtungen annähernd 100 %. Die Ausbreitungsbedingungen im Winterhalbjahr sind daher sehr ungünstig zu betrachten.

4.2 Die NO₂-Belastung in Kärnten 2005

Tabelle 7 gibt für die Kärntner Messstellen den maximalen Halbstundenmittelwert der NO₂-Konzentration, die Anzahl der NO₂-Tagesmittelwerte über 80 µg/m³ (Zielwert gemäß IG-L), sowie den Jahresmittelwert von NO₂, NO und NO_x für das Jahr 2005 an.

Klagenfurt Völkermarkter Straße ist bei allen Kenngrößen die am höchsten belastete Station; beim maximalen HMW gefolgt von Klagenfurt Koschatstraße und Villach. Mit einem maximalen HMW von 162 µg/m³ liegt die Spitzenbelastung an der Koschatstraße allerdings deutlich unter dem IG-L-Grenzwert von 200 µg/m³.

NO₂-Jahresmittelwerte über 30 µg/m³ – d. h. über dem ab 2012 einzuhaltenden Grenzwert des IG-L – wurden 2005 auch in Villach und Wolfsberg erreicht.

Der Zielwert für Tagesmittelwert von NO₂ gemäß IG-L 80 µg/m³ wird an allen Messstellen außer Klagenfurt Völkermarkter Straße eingehalten.

Tabelle 7: Übersicht über die NO₂-Belastung in Kärnten, 2005: maximaler Halbstundenmittelwert (NO₂), Anzahl der Tagesmittelwerte (NO₂) über 80 µg/m³, NO₂-Jahresmittelwert, NO-Jahresmittelwert, NO_x-Jahresmittelwert. Grenzwertüberschreitungen sind fett gedruckt.

Messstelle	Max. HMW (µg/m ³)	TMW > 80 µg/m ³	NO ₂ JMW (µg/m ³)	NO JMW (µg/m ³)	NO _x JMW (µgNO ₂ /m ³)
Arnoldstein Gailitz	133	0	20	5	27
Klagenfurt Koschatstraße	162	0	27	20	58
Klagenfurt Völkermarkter Straße	214	12	43	41	106
Obervellach Schulzentrum	86	0	10	5	18
Soboth Forsthaus	26	0	2	0	2
Spittal a.d.Drau Oktoberstraße	128	0	27	17	53
St. Andrä i.L. Volksschule	103	0	26	28	69
St. Georgen im Lavanttal-Herzogberg	75	0	14	3	19
St. Veit a. d. Glan Oktoberplatz	127	0	27	21	60
Villach Tirolerbrücke	158	0	32	30	77
Vorhegg	38	0	4	0	5
Wietersdorf Pemberg	140	0	17	21	50
Wolfsberg Hauptschule	126	0	31	30	77

4.3 Trend der NO₂- und NO_x-Belastung

Die Entwicklung der Jahresmittelwerte der NO-, NO₂- und NO_x-Konzentration in Kärnten ist in Tabelle 8 und Abbildung 10 (ohne NO) dargestellt. Mit wenigen Ausnahmen sind die Trends sehr uneinheitlich. NO₂ und NO zeigen dabei durchwegs unterschiedliche Verläufe.

An der Völkermarkter Straße lag die NO_x-Konzentration 2002 bis 2004 über dem Niveau der Jahre um 2000, ging aber 2005 wieder zurück und stieg 2006 wieder an; demgegenüber stieg die NO₂-Konzentration 2002–2003 von 38 auf 45 µg/m³ an und liegt seitdem über der 2005 gültigen Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge von 40 µg/m³; 2006 wurde der bisher höchste Jahresmittelwert (46 µg/m³) erreicht.

Einen statistisch signifikanten Trend (1999–2006) auf 99,9 %-Konfidenzniveau (Mann-Kandall-Test, FMI 2002) weist die NO₂-Konzentration in Villach (Anstieg pro Jahr 0,9 µg/m³) auf, in Vorhegg (Konfidenzniveau 95 %) zeigt NO₂ einen Anstieg von 0,2 µg/m³ pro Jahr. Die NO_x- und die NO-Konzentration weisen an den Messstellen in Klagenfurt und Villach keinen signifikanten Trend auf.

Wenngleich die NO₂-Belastung an der Völkermarkter Straße keinen statistisch signifikanten Trend aufweist, ist doch 2002–2003 eine sprunghafte Zunahme zu beobachten, die vor allem auf die Sommermonate entfällt. Das NO₂/NO_x-Verhältnis der JMW nahm von Werten um 35 % auf etwa 40 % zu. Dies könnte eine Auswirkung des gestiegenen NO₂-Anteils an den NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw sein (UMWELTBUNDESAMT 2006b).

Tabelle 8: Jahresmittelwerte der Konzentration von NO₂, NO (jeweils µg/m³) und NO_x (µg/m³, umgerechnet als NO₂), 1999 bis 2006.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
NO ₂ Klagenfurt Koschatstraße	28	26	27	32	38	32	27	30
NO ₂ Klagenfurt Völkermarkter Straße	41	37	39	38	45	44	43	46
NO ₂ Arnoldstein			14	18	18	16	20	19
NO ₂ Villach	28	26	30	31	31	32	32	36
NO ₂ Vorhegg	3	3	3	3	4	4	4	4
NO Klagenfurt Koschatstraße	22	20	20	21	18	20	20	21
NO Klagenfurt Völkermarkter Straße	41	47	44	51	45	46	41	43
NO Arnoldstein					7	5	5	6
NO Villach	32	32	31	35	30	32	30	31
NO Vorhegg		< 1	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1
NO _x Klagenfurt Koschatstraße	62	56	58	64	66	63	58	62
NO _x Klagenfurt Völkermarkter Straße	104	109	107	116	114	115	106	113
NO _x Arnoldstein			14	18	29	23	27	29
NO _x Villach	77	75	78	85	77	81	78	83
NO _x Vorhegg	3	4	4	4	5	5	5	5

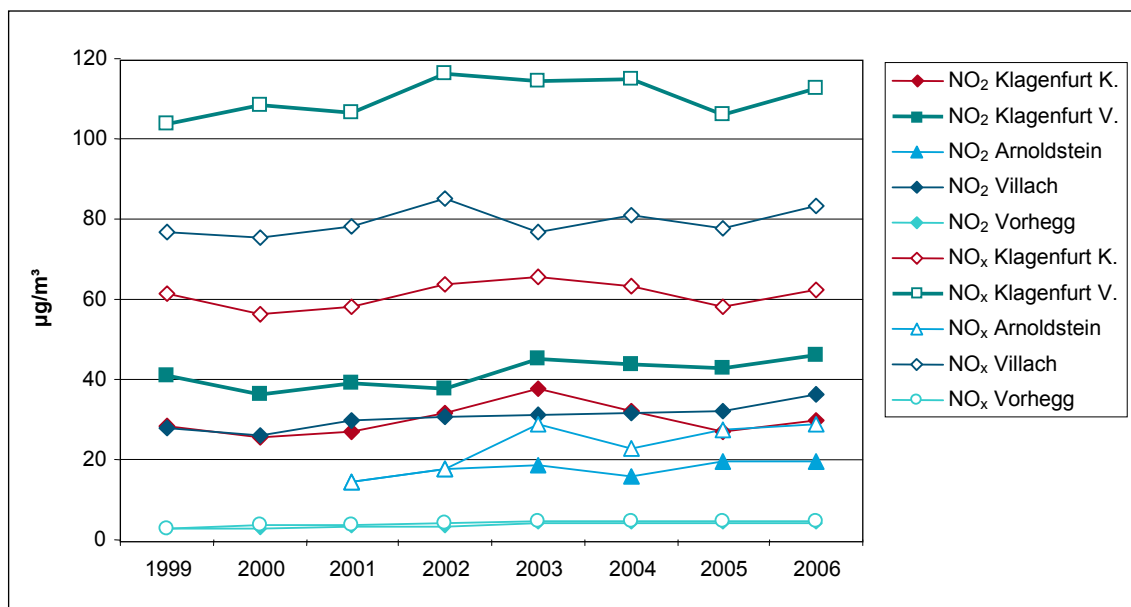


Abbildung 10: Jahresmittelwerte der Konzentration von NO₂ und NO_x, 1999–2006.

Betrachtet man die saisonale Entwicklung der NO₂- bzw. NO_x-Belastung, so fällt der Winter 2000/01 durch eine vergleichsweise sehr niedrige NO₂-Belastung an der Völkermarkter Straße auf; die Konzentration lag im Monatsmittel nur um 45 µg/m³ (in anderen Wintern 50 bis 70 µg/m³), auch die NO_x-Konzentration war mit um 130 µg/m³ (70 ppb) deutlich geringer als sonst (150 bis über 190 ppb; maximaler Monatsmittelwert 147 µg/m³ im Jänner 2002). Auch an der Koschatstraße wies der Winter 2000/01 eine sehr niedrige NO₂-Belastung auf.

Interessant ist die Entwicklung der NO₂-Konzentration im Sommer an der Koschatstraße, die bis 2003 anstieg und danach zurückging – von etwa 25 µg/m³ 2003 auf rd. 15 µg/m³ 2005; dabei nahmen vor allem die täglichen Minima ab. 2006 stieg die NO₂-Belastung an der Koschatstraße im Sommer wieder an. Nachdem die NO₂-Belastung an der Völkermarkter Straße keinen vergleichbaren Trend aufweist, nimmt der Konzentrationsunterschied zwischen Völkermarkter Straße und Koschatstraße damit im Sommer deutlich zu. Auch die NO_x-Konzentration nahm an der Koschatstraße zwischen 2003 und 2005 im Sommer ab, allerdings nicht so stark wie NO₂, so dass das NO₂/NO_x-Verhältnis hier stark gesunken ist.

Verglichen mit anderen hoch belasteten Messstellen in Österreich zeigt die Station Klagenfurt Völkermarkter Straße ein ähnliches Verhalten wie z. B. Salzburg Rudolfsplatz (siehe Abbildung 11). Der gleitende Jahresmittelwert zeigt einen uneinheitlichen Verlauf, tendenziell ist die NO₂-Belastung 2006 ansteigend, aber deutlich weniger ausgeprägt als in Vomp A12 oder am Hietzinger Kai in Wien. An der Koschatstraße zeigt sich nach einem Rückgang ab Mitte 2003 seit Mitte 2005 wieder ein Anstieg.

Die von 2002 auf 2003 zu beobachtende Zunahme des NO₂-Jahresmittelwerts an der Völkermarkter Straße ist vor allem auf höhere NO₂-Konzentrationen im Sommer zurückzuführen. Die Winter zeigen seit 2001/02 ein relativ gleich bleibendes Belastungsniveau.

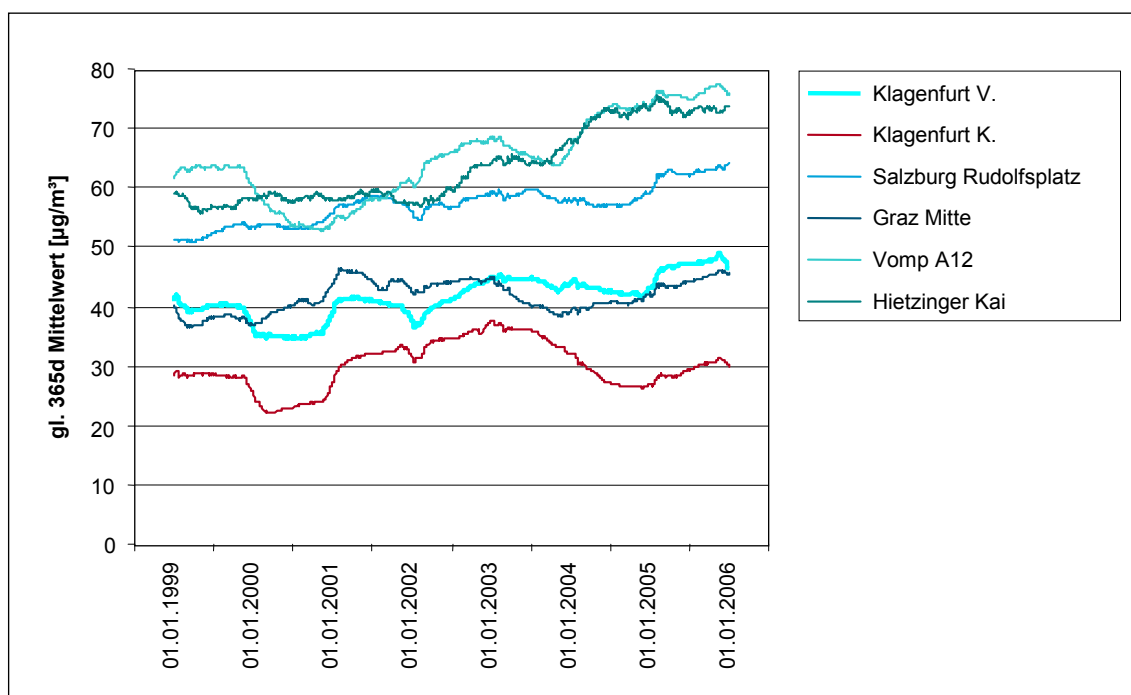


Abbildung 11: Gleitender Jahresmittelwert an verschiedenen hoch belasteten Stationen in Österreich.

4.4 Tages-, Wochen- und Jahresgänge

Der mittlere Tagesgang der NO₂-Konzentration an Kärntner Messstellen ist in Abbildung 12 dargestellt. Alle Messstellen – mit Ausnahme der Hintergrundmessstelle Vorhegg – zeigen einen typischen Verlauf, der v. a. vom Tagesgang der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs, überlagert vom Tagesgang der Ausbreitungsbedingungen, bestimmt wird. Deren Zusammenspiel führt

zu erhöhten NO₂-Konzentrationen morgens und abends. Anders als bei NO_x (siehe Abbildung 13) ist das Abendmaximum bei NO₂ höher als das Morgenmaximum, da tagsüber verstärkte Oxidation von NO zu NO₂ stattfindet.

An der Messstelle Völkermarkter Straße liegt die NO₂-Belastung nur im Zeitraum von 23:00 bis 6:00 unter 40 µg/m³.

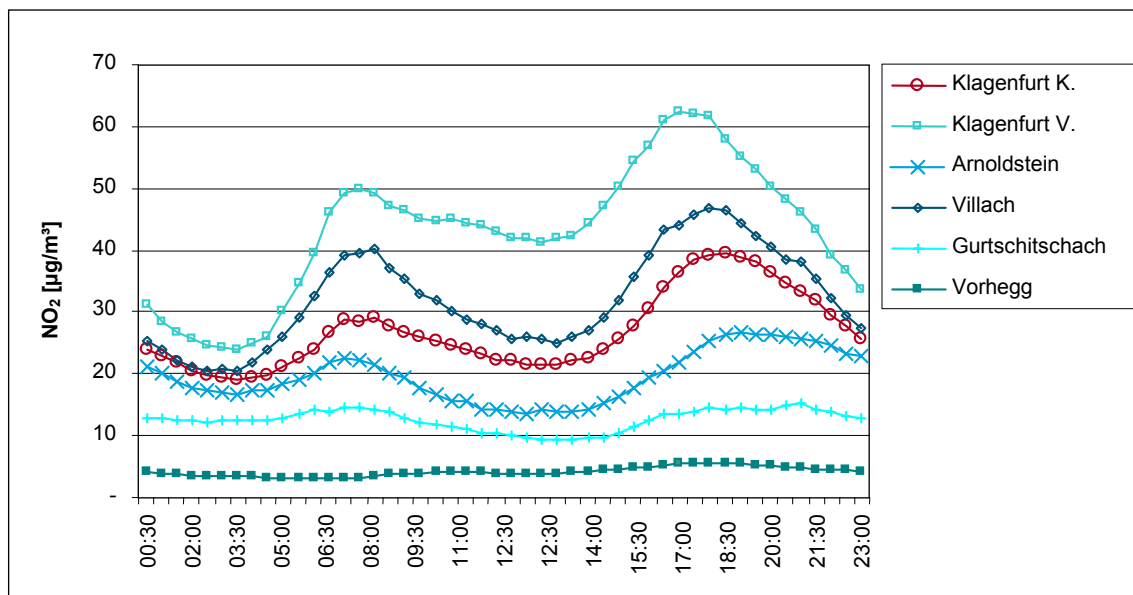


Abbildung 12: Mittlerer Tagesgang der NO₂-Belastung an Messstellen in Kärnten für das Jahr 2005.

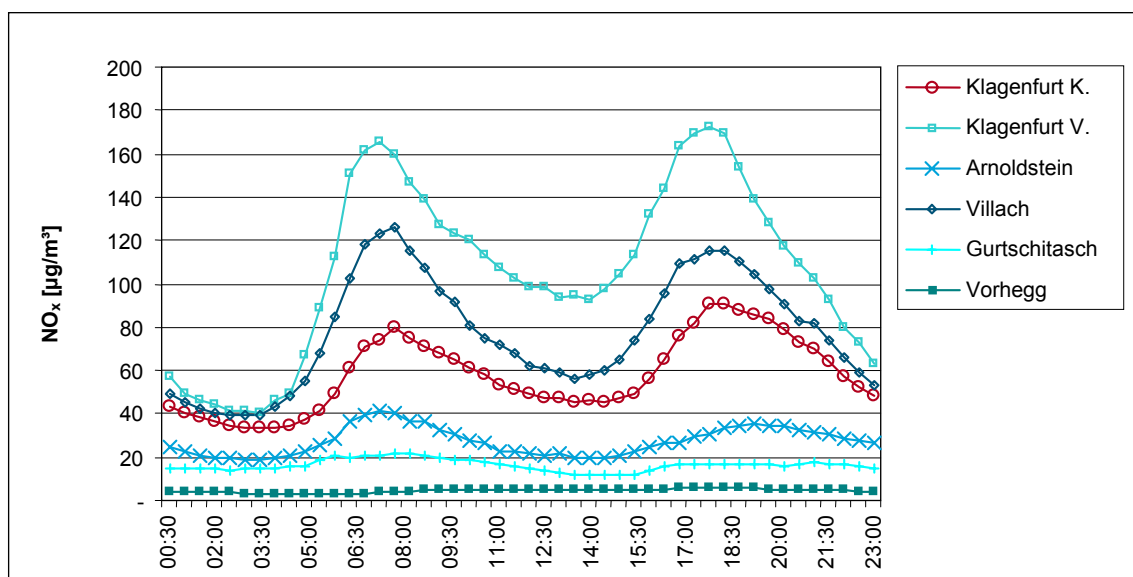


Abbildung 13: Mittlerer Tagesgang der NO_x-Belastung an Messstellen in Kärnten für das Jahr 2005.

Der mittlere Wochengang der NO₂-Konzentration an den beiden Messstellen Klagenfurt Völkermarkter Straße und Koschatstraße sowie an weiteren Messstellen in Kärnten ist in Abbildung 14 dargestellt. Alle Messstellen zeigen am Wochenende die geringeste Belastung; an der Völkermarkter Straße beträgt die NO₂-Konzentration am Sonntag lediglich 63 % der werktäglichen Belastung.

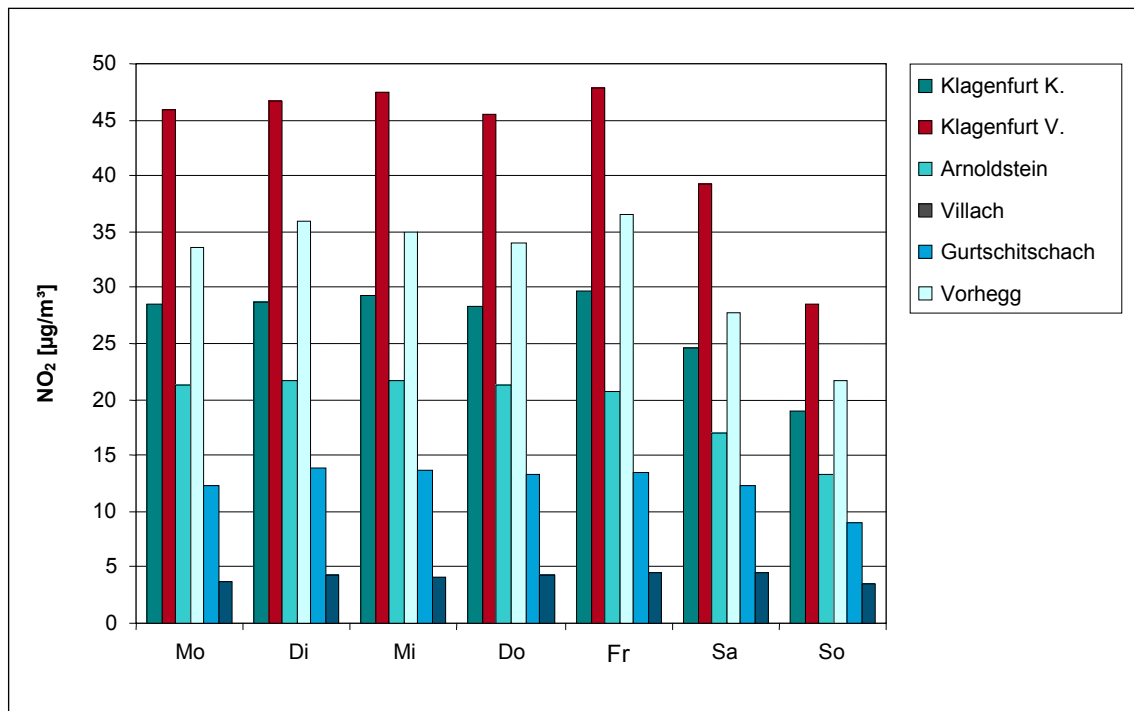


Abbildung 14: Wochengang der NO₂-Belastung an verschiedenen Messstellen in Kärnten für das Jahr 2005.

In Abbildung 15 ist der Jahresgang der NO₂-Belastung an verschiedenen Messstellen in Kärnten dargestellt. An den städtischen Messstellen zeigt sich die höchste Belastung immer in den Wintermonaten. In den hoch belasteten Monaten ist sie an der Messstelle Klagenfurt Völkermarkter Straße etwa doppelt so hoch wie in den Sommermonaten. Besonders hoch waren die Messwerte im Jänner und Februar 2006.

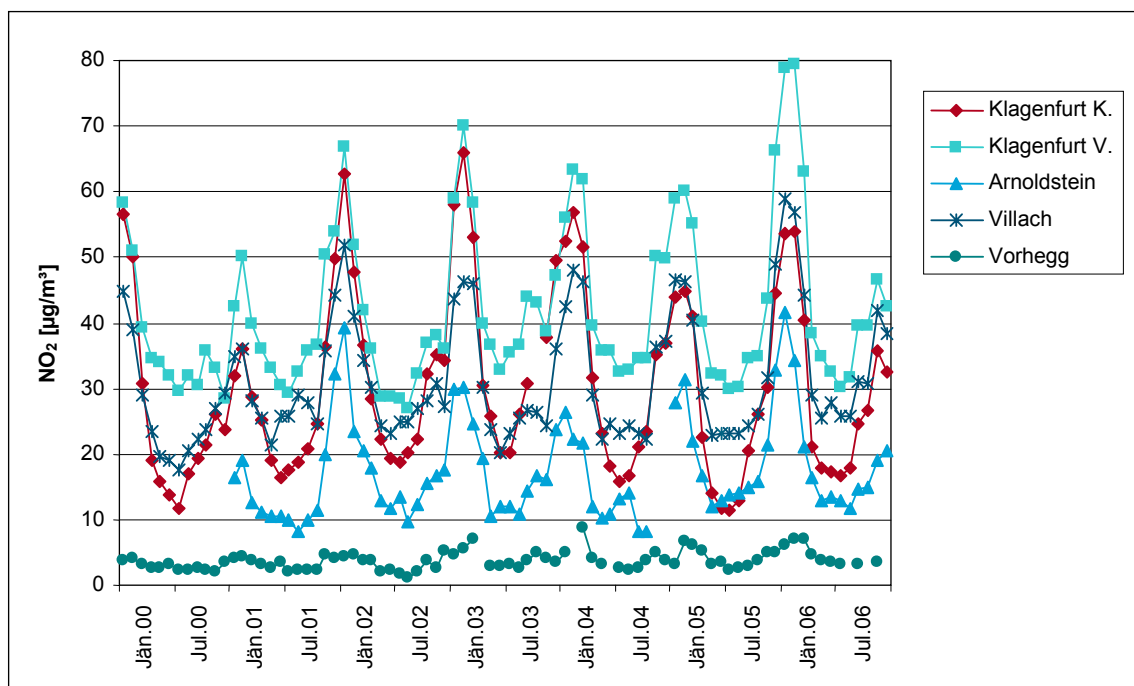


Abbildung 15: Jahresgang der NO₂-Belastung an verschiedenen Messstellen in Kärnten 2000–2006.

4.5 NO_x-Belastung und vertikaler Temperaturgradient

Im Bereich Klagenfurt stehen mehrere Temperaturmessstellen in unterschiedlicher Höhenlage zur Beurteilung des vertikalen Temperaturprofils zur Verfügung; anhand dessen kann die Abhängigkeit von Schadstoffkonzentrationen vom Temperaturgradienten dargestellt werden.

Der Temperaturgradient in der bodennahen Luftschicht, welcher die stärksten Auswirkungen auf die Schadstoffkonzentration in Klagenfurt hat, wird anhand der Temperaturmessungen an den Stationen Koschatstraße und Kreuzbergl mit einer Höhendifferenz von 110 m untersucht.

Die Abhängigkeit der NO₂-, NO-, NO_x- und Ozonkonzentration sowie des NO₂/NO_x-Verhältnisses in Klagenfurt von der Temperaturdifferenz Koschatstraße-Kreuzbergl im Jahr 2005 ist in Tabelle 9 und Abbildung 16 dargestellt. An den beiden Klagenfurter Messstellen Völkermarkter Straße und Koschatstraße treten bei starken Inversionen die höchsten NO₂-Konzentrationen auf, bei labiler Schichtung (Temperaturdifferenz > 1 °C) die niedrigsten. Bei NO und NO_x sind die Unterschiede bei sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen geringer; dies dürfte daran liegen, dass für die bodennahe Anreicherung oder Verdünnung von NO der bodennahe Temperaturgradient in einer noch seichter Luftschicht als 110 m aussagekräftiger wäre als die Temperaturdifferenz Koschatstraße-Kreuzbergl.

Die Ozonkonzentration weist an der Koschatstraße eine sehr starke Abhängigkeit von der Temperaturschichtung auf, sie liegt im Mittel bei starken Inversionen (mit Temperaturdifferenzen unter -3 °C) bei nur 8 µg/m³, bei labiler Schichtung (Temperaturdifferenzen über +1 °C) hingegen bei 72 µg/m³. Die höher gelegene Messstelle Kreuzbergl zeigt generell ein ähnliches Verhalten, allerdings sind hier extreme Inversionen mit höheren Ozonkonzentrationen verbunden als schwächere Inversionen, da dann Kreuzbergl von Luftmassenaustausch und NO-Transport (der zu raschem Ozonabbau beiträgt) aus dem Stadtgebiet weitgehend abgeschnitten ist.

Das NO₂/NO_x-Verhältnis zeigt ebenfalls eine klare Abhängigkeit vom Temperaturgradienten, bei sehr stabiler Temperaturschichtung treten an beiden Messstellen niedrigere NO₂/NO_x-Verhältnisse auf als bei labiler Schichtung, da bei diesen dank höherer Ozonkonzentration die NO-NO₂-Umwandlung wesentlich schneller erfolgt.

Tabelle 9: Abhängigkeit der NO₂-, NO-, NO_x- und Ozonkonzentration sowie des NO₂/NO_x-Verhältnisses von der Temperaturdifferenz Koschatstraße-Kreuzbergl in Klagenfurt, 2005.

Temperatur- differenz (°C) ¹	NO ₂ (µg/m ³)		NO (µg/m ³)		NO _x (ppb)		NO ₂ /NO _x		O ₃ (µg/m ³)	
	Völk.	Koschat.	Völk.	Koschat.	Völk.	Koschat.	Völk.	Koschat.	Koschat.	Kreuz- bergl
< -3	58	48	56	39	75	56	53 %	55 %	8	51
-3 bis -2	49	37	62	38	76	49	49 %	53 %	13	39
-2 bis -1	46	32	52	27	65	39	52 %	58 %	17	39
-1 bis 0	43	28	43	21	57	32	54 %	60 %	25	40
0 bis 1	42	25	38	17	52	27	55 %	60 %	37	44
> 1	39	18	25	9	40	17	57 %	61 %	72	77

¹ obere Grenze des Temperaturbereichs ist im jeweiligen Intervall eingeschlossen

Völk.: Völkermarkter Straße

Koschat.: Koschatstraße.

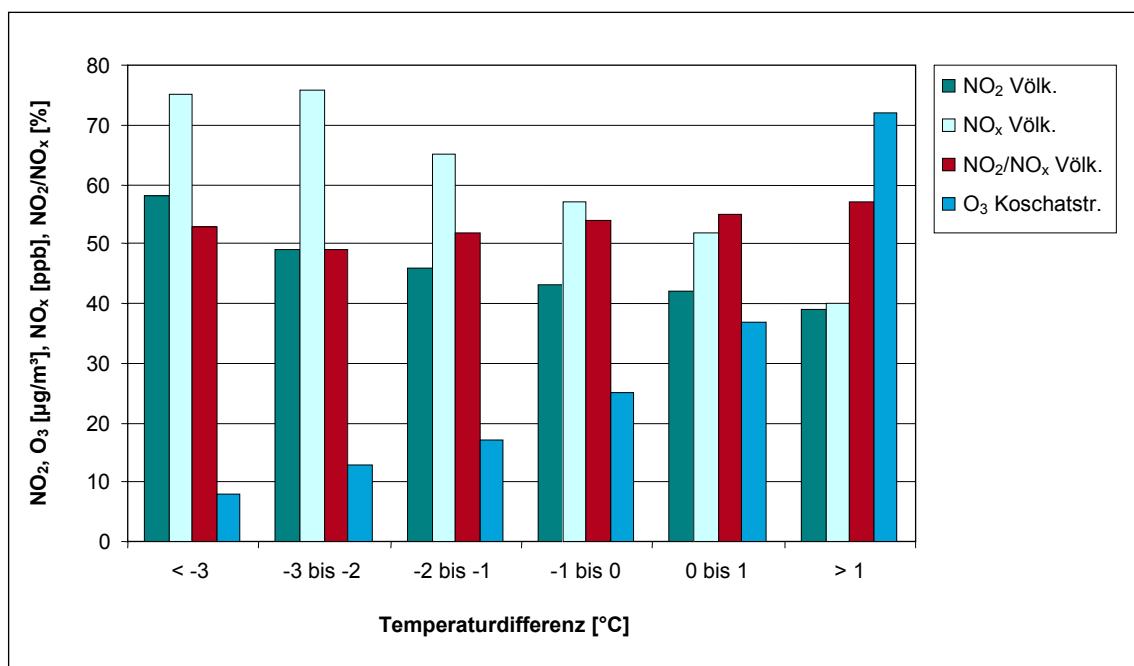


Abbildung 16: Abhängigkeit der NO₂-, NO_x- und Ozonkonzentration sowie des NO₂/NO_x-Verhältnisses von der Temperaturdifferenz Koschatstraße-Kreuzbergl in Klagenfurt, 2005.
Völk.: Völkermarkter Straße,.

Die in Kapitel 4.6 beschriebene Überschreitung des NO₂-Kurzzeitgrenzwertes am 21.12.2005 fiel mit einer mäßig starken Inversion (Temperaturdifferenz Koschatstraße-Kreuzbergl –2 °C), einer sehr niedrigen Ozonkonzentration von 0,5 µg/m³ und einem sehr niedrigen NO₂/NO_x-Verhältnis von 21 % zusammen

Die in Abbildung 17 dargestellte Beziehung zwischen NO₂-Konzentration und NO₂/NO_x-Verhältnis an der Völkermarkter Straße mit der Ozonkonzentration (an der Koschatstraße) zeigt die klare Abhängigkeit des NO₂/NO_x-Verhältnisses von der bodennahen Ozonkonzentration.

Bei einer Ozonkonzentration um 20 µg/m³ treten praktisch keine NO₂/NO_x-Verhältnisse unter 30 % auf, bei 50 µg/m³ nicht unter 40 %, bei 100 µg/m³ nicht unter 50 %. Oberhalb dieses Wertebereichs, in dem die NO₂/NO_x-Verhältnisse eine deutliche Beziehung zur Ozonkonzentration zeigen, treten allerdings weit gestreut NO₂/NO_x-Verhältnisse bis nahezu 100 % auf. Umgekehrt nimmt die NO₂-Konzentration im Mittel mit zunehmender Ozonkonzentration ab. Bei niedrigen Ozonkonzentrationen treten NO₂-Konzentrationen in einem Wertebereich bis 200 µg/m³ auf, bei Ozonkonzentrationen um 100 µg/m³ nur mehr unter 80 µg/m³.

Anders als in Wien, wo erhöhte NO₂-Konzentrationen häufig mit erhöhten NO₂/NO_x-Verhältnissen und erhöhten Ozonkonzentrationen zusammenfallen, spielt für erhöhte NO₂-Konzentrationen in Klagenfurt die Geschwindigkeit der NO-NO₂-Umwandlung keine besondere Rolle; vielmehr treten hier die höchsten NO₂-Konzentrationen bei extrem ungünstigen Ausbreitungsbedingungen mit unterdurchschnittlichen NO₂/NO_x-Verhältnissen und Ozonkonzentrationen auf.

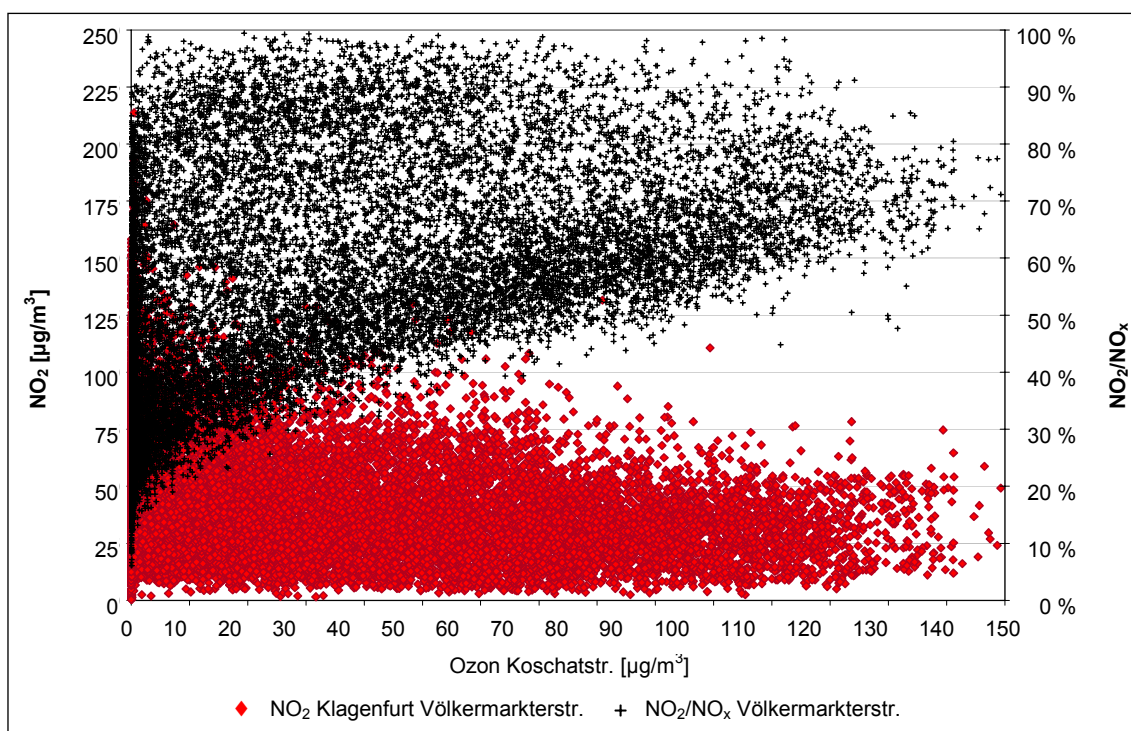


Abbildung 17: Abhängigkeit der NO₂-Konzentration und des NO₂/NO_x-Verhältnisses an der Völkermarkter Straße von der Ozonkonzentration an der Koschatstraße, 2005.

4.6 Die HMW-Grenzwertüberschreitung am 21.12.2005

Der Kurzzeitgrenzwert des IG-L – 200 µg/m³ als Halbstundenmittelwert – wurde am 21.12.2005 um 17:30 mit 214 µg/m³ NO₂ überschritten. Die NO-Konzentration erreichte zeitgleich ein Maximum von 523 µg/m³, auch Klagenfurt Koschatstraße und andere Kärntner Messstellen registrierten um diese Zeit stark erhöhte NO_x-Belastungen. Abbildung 18 zeigt den Verlauf der Konzentration von NO₂, NO und Ozon an den Messstellen Klagenfurt Völkermarkter Straße und Koschatstraße vom 19.–23.12.2005.

Das NO₂/NO_x-Verhältnis betrug an beiden Straßen zum Zeitpunkt der Grenzwertüberschreitung 0,21 und war etwas niedriger als während der vorangehenden und folgenden Halbstundenmittelwerte.

Am 21.12. abends war es mit Temperaturen um 0 °C relativ warm. Die meteorologische Situation war aber insgesamt von ungünstigen Ausbreitungsbedingungen mit sehr schwachem Wind (in Klagenfurt am 21.12. sowie an den Tagen vorher und nachher durchwegs unter 0,5 m/s) aus zu meist nördlicher bis nordöstlicher Richtung gekennzeichnet. Die Ozonkonzentration erreichte tagsüber auch am Kreuzbergl nur maximal 20 µg/m³, an der Koschatstraße selten 10 µg/m³, und war damit deutlich niedriger als in Vorhegg und auf der Gerlitzten, wo um 80 µg/m³ gemessen wurden. Somit bestand durchgehend eine hoch reichende Inversion über dem Klagenfurter Becken, die sich über die Mittagszeit in Bodennähe meist auflöste.

Am Abend des 21.12. kam es zu einer relativ frühen Ausbildung einer markanten Bodeninversion im Klagenfurter Becken. An der Koschatstraße sank die Temperatur von maximal +2,5 °C um 14:30 auf –2,4 °C um 17:30 und minimal –10,1 °C am kommenden Morgen. Zwischen Koschatstraße und Eberdorf bildete sich bereits um 16:00 eine Temperaturinversion, zwischen Koschatstraße und Kreuzbergl um 16:30. Um 17:30 betrug die Temperaturdifferenz zwischen Koschatstraße und Kreuzbergl bereits –2 °C.

Ausschlaggebend für die erhöhte NO- und NO₂-Konzentration am Abend des 21.12. war somit die relativ frühe Ausbildung einer starken Bodeninversion zu einer Zeit mit hohen NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr.

An anderen Wintertagen bildet sich eine Bodeninversion i.d.R. etwas später aus und ist dann auch mit einem raschen Anstieg der NO_x-Konzentration verbunden, allerdings selten mit NO₂-HMW über 150 µg/m³; die NO₂-Maxima werden meist zwischen 18:00 und 19:00 beobachtet.

Das NO₂/NO_x-Verhältnis liegt i.d.R. zur Zeit der abendlichen NO₂-Spitzen an der Völkermarkter Straße bei 0,25 bis 0,35.

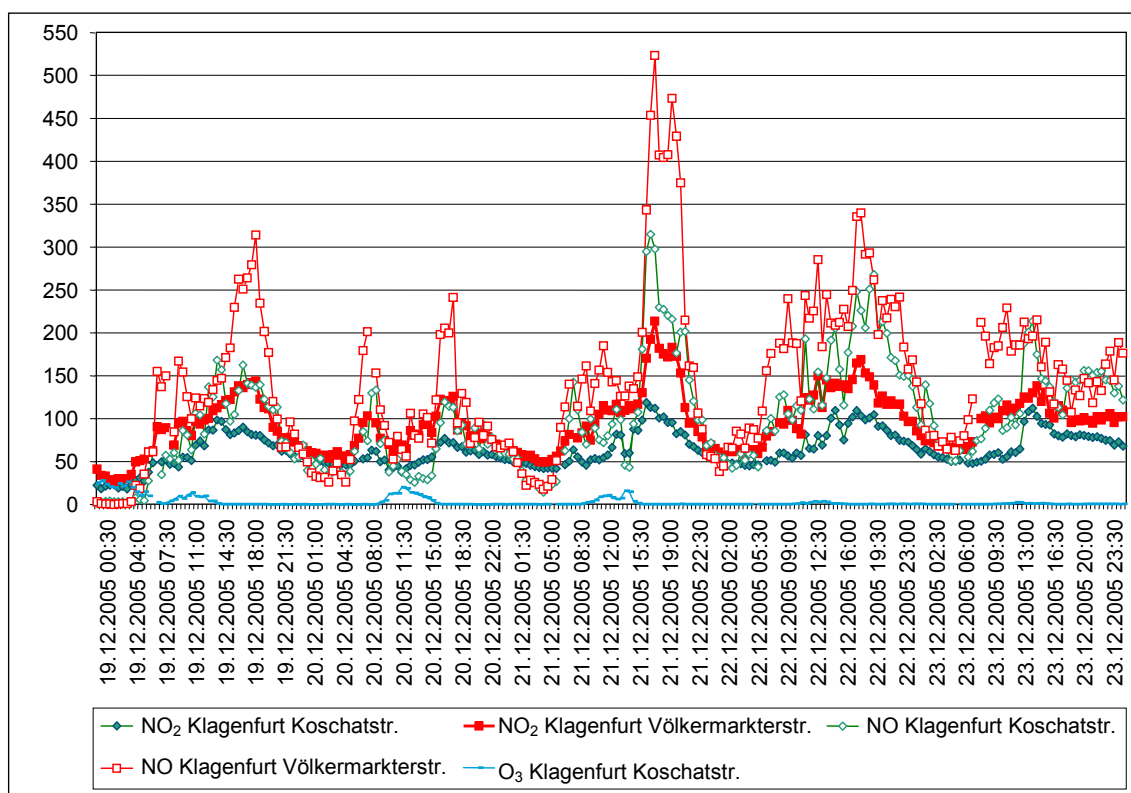


Abbildung 18: Verlauf der Konzentration von NO₂, NO und Ozon in Klagenfurt vom 19.–23.12.2005.

Von den Stadtwerken Klagenfurt wurden Emissionsdaten als Halbstundenmittelwerte vom 21.12.2005 zur Verfügung gestellt. Die Emissionswerte zeigen an diesem Tag keine außergewöhnlich hohen Werte. Emissionsdaten von anderen Sektoren liegen für diesen Tag nicht vor.

4.7 Modellierung der räumlichen Konzentrationsverteilung

Abbildung 19 gibt die flächenhafte Verteilung der NO₂-Konzentration (Jahresmittelwert, Jahr 2005) in Klagenfurt an, die im Rahmen des KAPA GS-Projekts⁷ berechnet wurde (TU GRAZ 2005, 2007); Abbildung 20 zeigt den berechneten JMW in der Innenstadt.

⁷ Klagenfurts Anti PM10 Aktionsprogramm mit Graz und Südtirol (<http://www.feinstaubfrei.at>).

Die Modellierung beruht auf den Emissionsangaben des Emissionskatasters für Klagenfurt (siehe Kapitel 3), welche getrennt für die einzelnen Emittentenkategorien – Verkehr (aufgeschlüsselt nach Fahrzeugkategorien), Hausbrand sowie Gewerbe&Industrie (inkl. Heizwerke) – vorliegen; Emissionen des Flugverkehrs wurden nicht berücksichtigt.

Rot eingefärbt bzw. blau umrandet sind jene Flächen dargestellt, in denen mit Überschreitungen eines Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ zu rechnen ist.

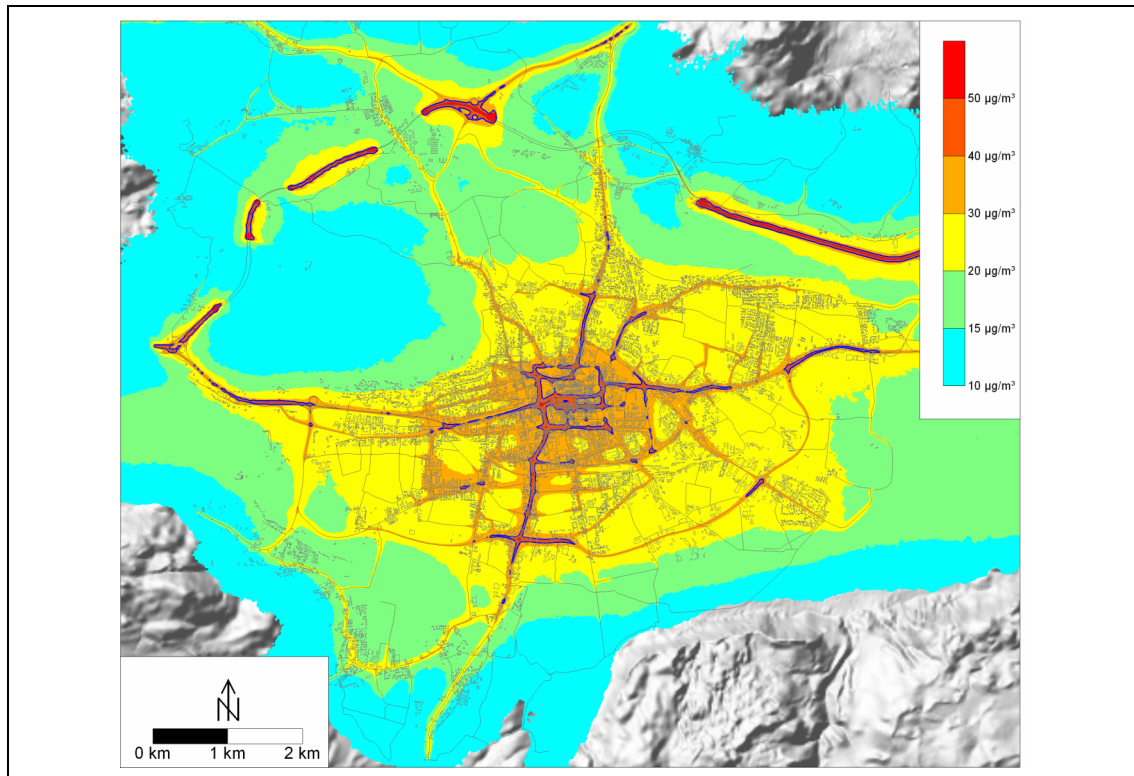


Abbildung 19: Flächenhafte Verteilung des NO₂-Jahresmittelwerts im Jahr 2005 in Klagenfurt. Gebiete mit einem JMW über 40µg/m³ sind blau umrandet (Quelle: TU GRAZ 2007).

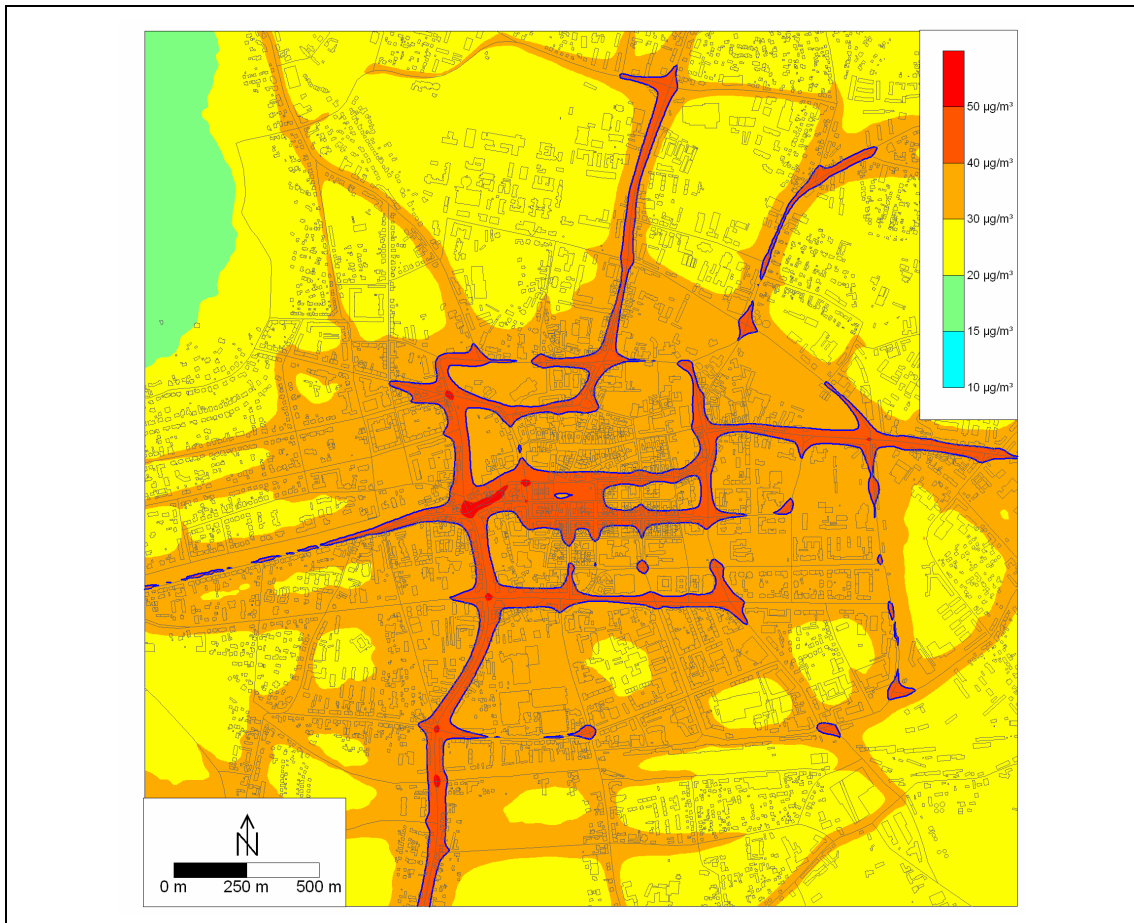


Abbildung 20: Berechneter NO₂-Jahresmittelwert im Innenstadtbereich für das Jahr 2005, 3 m über Grund. Bereiche mit Überschreitungen des Grenzwertes inklusive Toleranzmarge (40 µg/m³) sind blau markiert (Quelle: TU GRAZ 2007).

Konzentrationen über einem Jahresmittelwert von 40 µg/m³ zeigen sich entlang der Hauptverkehrsachsen einschließlich der A2 sowie im zentralen Stadtgebiet.

Die NO_x-Immissionen wurden aufgeschlüsselt nach Verursacherguppen (siehe Kapitel 3.1) berechnet. Es zeigt sich, dass im zentralen Stadtgebiet vor allem die Emissionen aus dem Pkw-Verkehr zum Tragen kommen (siehe Abbildung 21), die Lkw-Emissionen betreffen vor allem die Autobahn (A2 und Zubringer), die St. Veiter Straße (B83) und den Südring (siehe Abbildung 22). Emissionen aus dem Busverkehr tragen v. a. im Stadtzentrum in nennenswertem Ausmaß zur NO_x-Belastung bei (siehe Abbildung 23), wenngleich ihr Beitrag absolut gesehen geringer ist als jener der Pkw. Die NO_x-Belastung durch den Hausbrand ist südwestlich des Stadtgebietes am höchsten (siehe Abbildung 24), ebenso jene durch Industrie und Gewerbe; letztere werden durch die Emissionen aus Heizwerken dominiert.

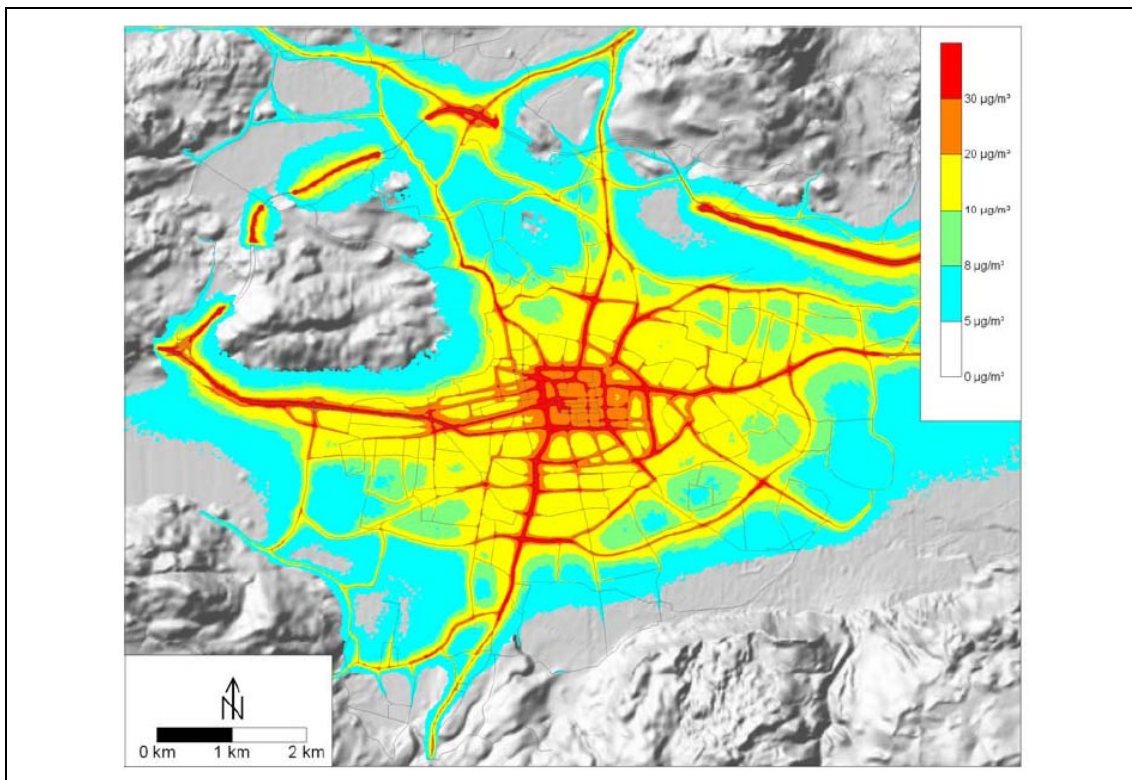


Abbildung 21: Modellerte NO_x-Immissionen aus dem Pkw-Verkehr für den JMW (Quelle: TU GRAZ 2007).

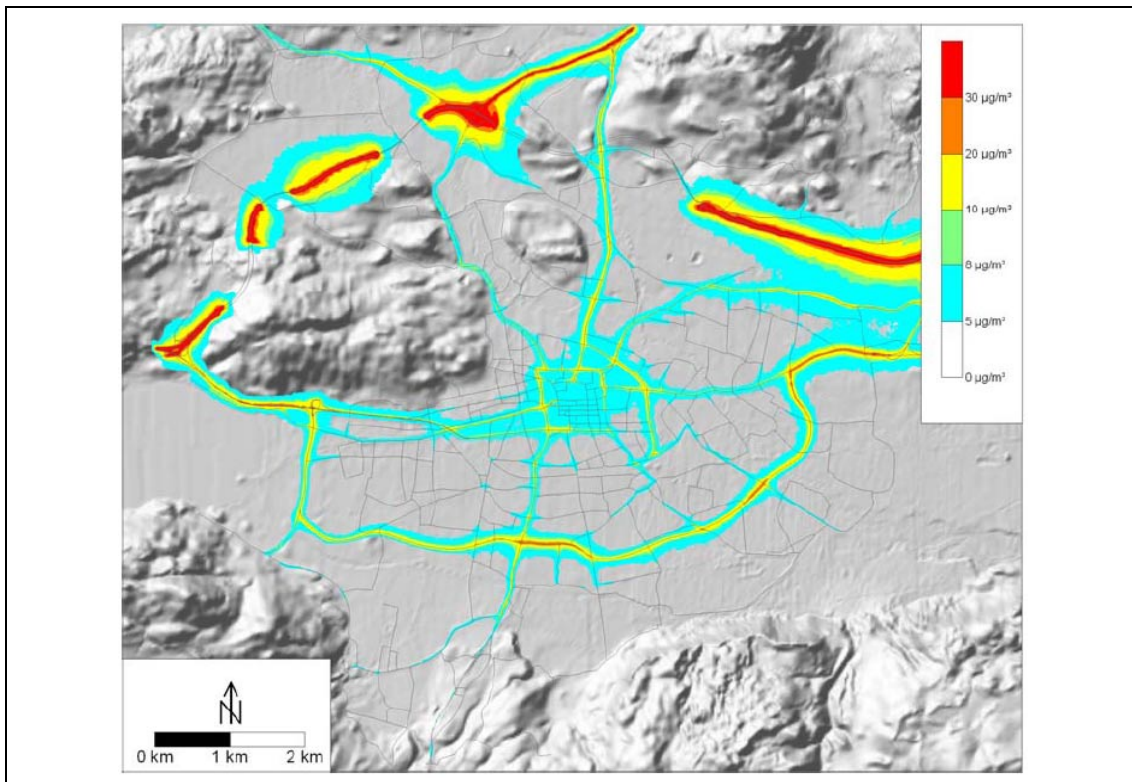


Abbildung 22: Modellerte NO_x-Immissionen aus dem Lkw-Verkehr für den JMW (Quelle: TU GRAZ 2007).

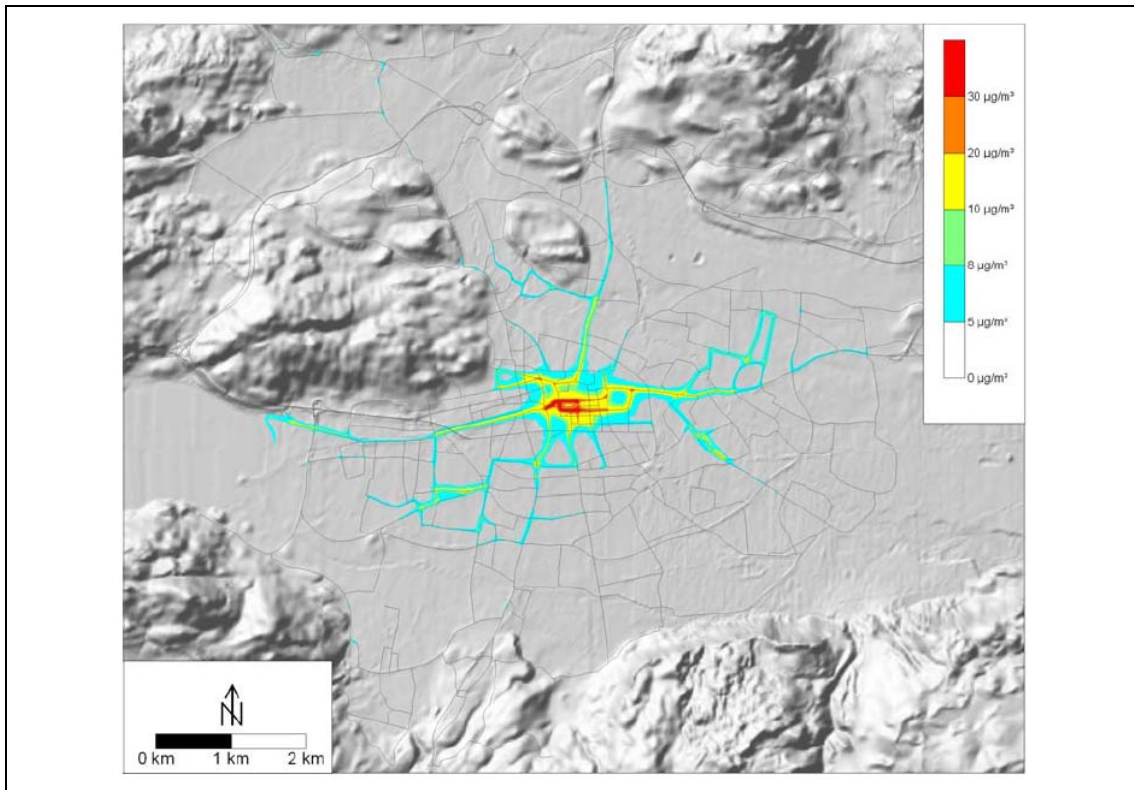


Abbildung 23: Modellierte NO_x-Immissionen aus dem Busverkehr für den JMW (Quelle: TU GRAZ 2007).

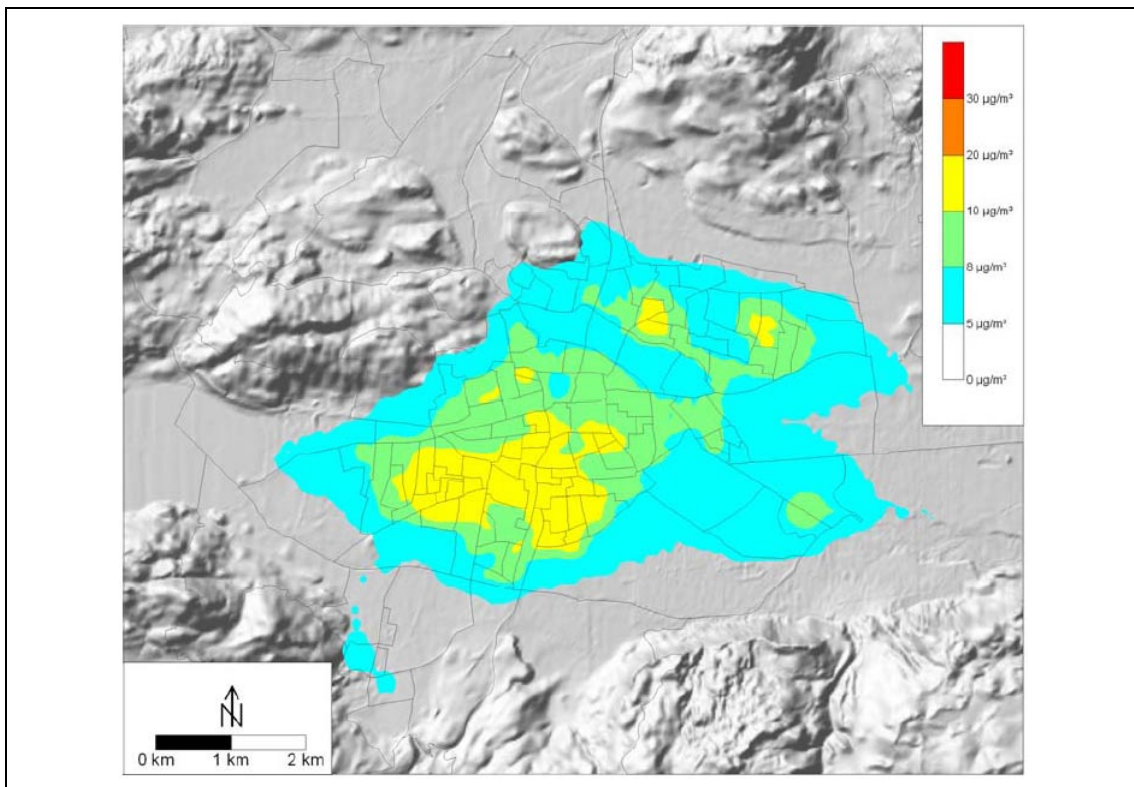


Abbildung 24: Modellierte NO_x-Immissionen aus Hausbrand für den JMW (Quelle: TU GRAZ 2007).

5 HERKUNFTSZUORDNUNG

5.1 Räumliche Herkunftszuordnung, NO₂-Jahresmittelwerte

Als Grundlage zur Beantwortung der Frage nach der räumlichen Zuordnung der NO_x-Emissionen, welche für das an der Völkermarkter Straße beobachtete Belastungsniveau im Jahresmittel verantwortlich sind, wird im Folgenden die NO_x- und NO₂-Belastung an verschiedenen Standorttypen verglichen:

- Klagenfurt Koschatstraße repräsentiert annähernd die städtische Hintergrundkonzentration in Klagenfurt mit geringem Einfluss lokaler Straßenverkehrsemissionen (die Modellrechnungen in TU GRAZ 2007 zeigen, dass der Straßenverkehr hier immer noch einen höheren Beitrag zur NO_x-Belastung liefert als die anderen Emittentengruppen).
- Gurtschitschach stellt eine ländliche Hintergrundmessstelle im östlichen Klagenfurter Becken, die für emittentenferne Gebiete im Klagenfurter Becken repräsentativ ist. Für die in Gurtschitschach gemessene NO_x-Belastung sind die – entsprechend verdünnten – Emissionen des gesamten Klagenfurter Beckens (einschließlich der Stadt Klagenfurt) verantwortlich.

Vorhegg, in 1.020 m Seehöhe im westlichen Gailtal gelegen, ist aufgrund seiner Höhenlage – im Winter meist oberhalb der Inversionsobergrenze – für das Klagenfurter Becken nur beschränkt aussagekräftig und wurde daher in diesem Kapitel nicht berücksichtigt.

Der Vergleich der Messstellen Klagenfurt Völkermarkter Straße, Koschatstraße und Gurtschitschach ist wegen der kurzen Messperiode in Gurtschitschach von Oktober 2004 bis Juni 2005 nur beschränkt möglich und wird – damit von Gurtschitschach überhaupt Vergleichswerte zur Verfügung stehen – auf Basis von Monatsmittelwerten durchgeführt. Der Mittelwert der NO_x-Konzentration über die in Gurtschitschach vorliegende Periode beträgt an der Völkermarkter Straße 109 µg/m³ (als NO₂, entspricht 57 ppb), an der Koschatstraße 60 µg/m³ und in Gurtschitschach 17 µg/m³.

Die Monatsmittelwerte der genannten Messstellen sowie von Vorhegg und die Differenzen Völkermarkter Straße-Koschatstraße und Koschatstraße-Gurtschitschach sind in Abbildung 25 dargestellt.

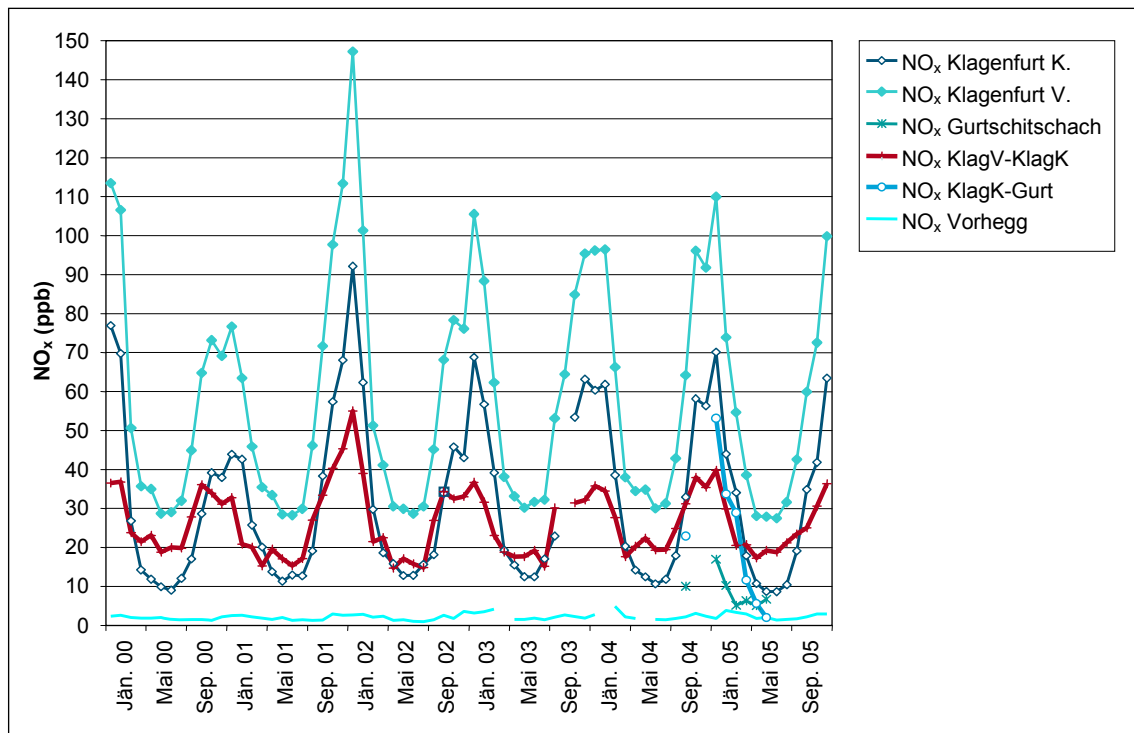


Abbildung 25: Monatsmittelwerte der NO_x-Konzentration in Klagenfurt Völkermarkter Straße, Koschatstraße, Gurtschitschach und Vorhegg sowie Differenzen Völkermarkter Straße-Koschatstraße und Koschatstraße-Gurtschitschach, 2000 bis 2005.

Alle Messstellen im Klagenfurter Becken zeigen ausgeprägte Jahresgänge mit erhöhter NO_x-Belastung im Winter, die umso stärkere Jahresamplituden aufweisen, je höher die Belastung ist. Daher sind auch die Differenzen Völkermarkter Straße-Koschatstraße und Koschatstraße-Gurtschitschach im Winter höher als im Sommer. Betrachtet man hingegen die Relativanteile, bezogen auf die an der Völkermarkter Straße gemessene NO_x-Konzentration, so ist der *lokale Anteil an der Völkermarkter Straße*, d. h. die Differenz Völkermarkter Straße-Koschatstraße, im Winter mit 35 bis 40 % am geringsten und beträgt im Sommer 55 bis 65 %, im Jahresmittel ca. 50 %.

Der als Differenz zwischen Koschatstraße und Gurtschitschach abgeschätzte Beitrag der NO_x-Emissionen der Stadt Klagenfurt gegenüber den Gesamtemissionen des Klagenfurter Beckens liegt – im Mittel über jene sieben Monate, in denen in Gurtschitschach ausreichende Daten vorliegen – bei einem Drittel der an der Völkermarkter Straße gemessenen Belastung; er liegt aber im Winter bei über 40 %, im Sommer unter 20 %.

Der Anteil der in Gurtschitschach gemessenen NO_x-Hintergrundbelastung an der NO_x-Konzentration der Völkermarkter Straße liegt im Mittel bei 15 % und ist im Sommer tendenziell höher als im Winter.

Die Differenz Völkermarkter Straße-Koschatstraße weist selbst einen markanten Jahresgang auf. Im Winter beträgt der lokale Anteil 30 bis 35 µg/m³ (35 bis 40 % der an der Völkermarkter Straße gemessenen Konzentration), im Sommer sinkt er auf 15 bis 20 µg/m³. Dies dürfte auf die ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen im Winter zurückzuführen sein, infolge derer die lokalen Emissionen des Straßenverkehrs an der Völkermarkter Straße besonders hohe lokale NO₂-Belastungen verursachen.

Das NO₂/NO_x-Verhältnis ist an der Völkermarkter Straße im Sommer mit 0,55 bis 0,60 (auf Monatsmittelwertbasis) deutlich höher als im Winter mit 0,25 bis 0,30. Daher tragen NO_x-Emissionen im Sommer relativ stärker zur NO₂-Belastung an der Völkermarkter Straße bei als im Winter. Noch stärkere jahreszeitliche Variationen weist das NO₂/NO_x-Verhältnis an der Koschatstraße sowie in Gurtschitschach auf. An der Koschatstraße treten im Winter NO₂/NO_x-Verhältnisse zwischen ca. 0,35 und 0,45 auf, im Sommer bis 2004 0,70 bis 0,85; auffallend ist der Rückgang des NO₂/NO_x-Verhältnisses im Sommer 2005 unter 0,70.

Zwar liegen von Gurtschitschach nur NO_x-Daten von sieben Monaten zwischen Oktober 2004 und Juni 2005 vor; nachdem die Mittelwerte der NO_x- und NO₂-Konzentration in Klagenfurt in dieser Periode nahezu den Mittelwerten des gesamten Zeitraums von 2000–2005 entsprechen, dürften die anhand des Vergleichs mit Gurtschitschach abgeleiteten Ergebnisse einigermaßen auf längere Zeiträume verallgemeinerbar sein.

Fazit: Im Jahresmittel dürfte demnach die an der Völkermarkter Straße gemessene NO_x-Belastung etwa zur Hälfte auf nahe gelegene Quellen zurückzuführen sein, zu einem Drittel der Hintergrundbelastung der Stadt Klagenfurt (gemessen an der Station Koschatstraße) und zu einem Sechstel der Hintergrundbelastung des Klagenfurter Beckens (gemessen an der Station Gurtschitschach) zuzuordnen sein. Die Hintergrundbelastung in Klagenfurt und im Klagenfurter Becken wird ihrerseits natürlich auch von Emissionen im gesamten Klagenfurter Becken (einschließlich der Stadt Klagenfurt) mitbestimmt.

5.2 Sektorale Herkunftszuordnung

Die sektorale Emittentenzuordnung erfolgt anhand von Modellberechnungen (TU GRAZ 2007). Die anhand der Modellrechnungen für die mittlere NO_x-Konzentration an der Völkermarkter Straße und Koschatstraße ausgewiesene Emittentenzuordnung ist in Abbildung 26 (Absolutkonzentration von NO_x, Jahresmittelwert 2005) bzw. in Abbildung 27 (Relativanteile) dargestellt; die vom Modell nicht berechnete NO_x-Hintergrundbelastung wird anhand der im vorherigen Kapitel dargestellten Abschätzung mit etwas unter 20 µg/m³ (in Gurtschitschach wurden zwischen Oktober 2004 und Juni 2005 17 µg/m³ NO_x gemessen) angegeben.

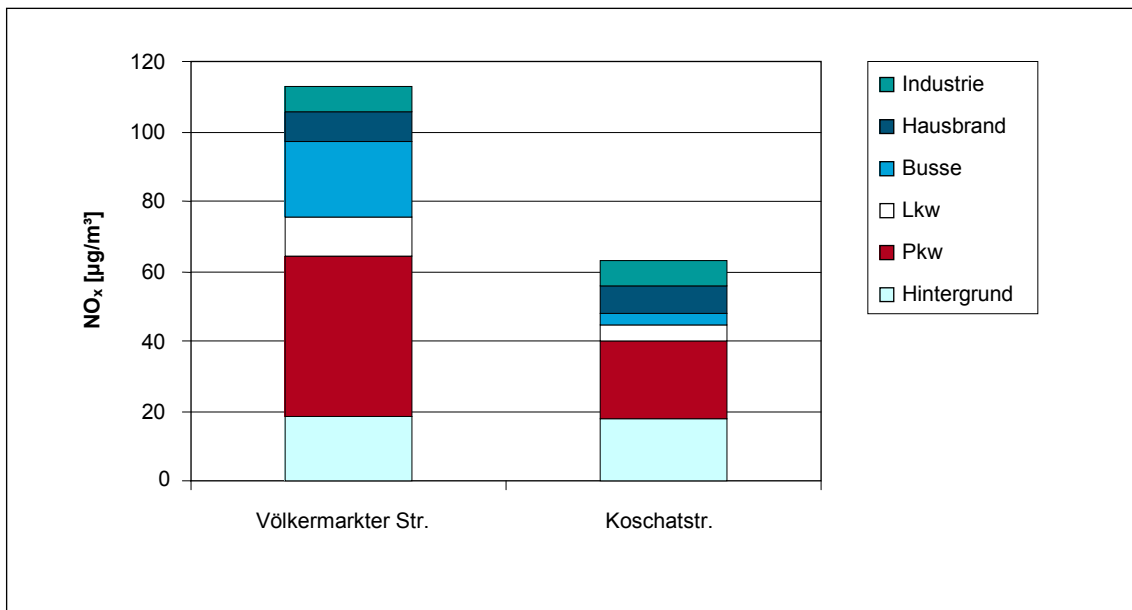


Abbildung 26: Anteile der verschiedenen Emittentengruppen sowie der Hintergrundbelastung an der an der Völkermarkter Straße und an der Koschatstraße gemessenen NO_x-Belastung (Jahresmittelwert 2005). Quelle: TU GRAZ 2007 und eigene Berechnungen.

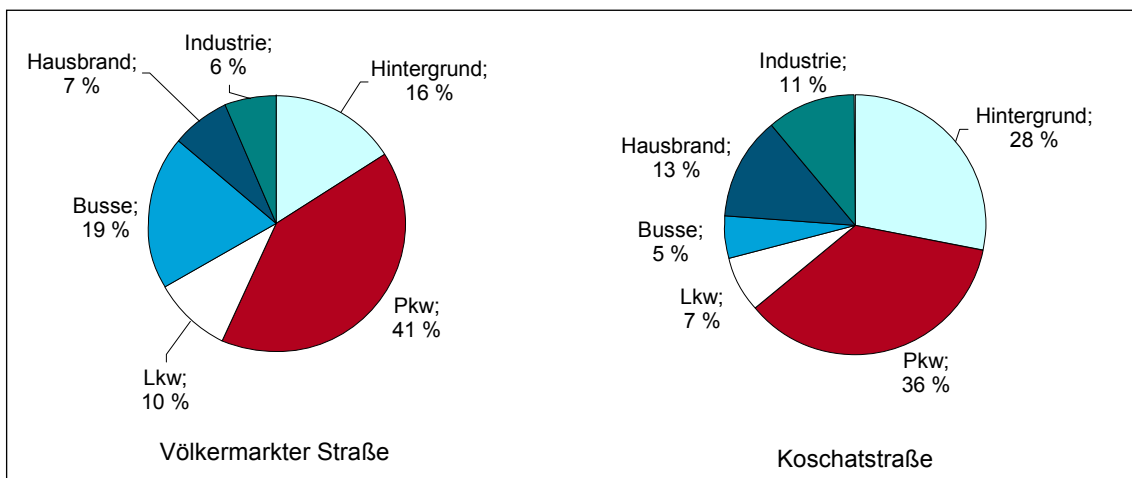


Abbildung 27: Sektorale Herkunftszuordnung der NO_x-Konzentration an der Messstelle Klagenfurt Völkermarkter Straße und Koschatstraße (Jahresmittelwert 2005; Quelle: TU GRAZ 2007).

Die Modellrechnungen zeigen, dass beide Klagenfurter Messstellen ganz überwiegend von Emissionen des Pkw-Verkehrs beeinflusst werden, der an der Völkermarkter Straße über 45 µg/m³, an der Koschatstraße fast 25 µg/m³ zur NO_x-Belastung beiträgt. Busse und Lkw tragen darüber hinaus nennenswert zur NO_x-Belastung an der Völkermarkter Straße bei, deutlich weniger hingegen an der Koschatstraße. In Summe beträgt der relative Beitrag des Verkehrs an der Messstelle Völkermarkter Straße etwa 70%, dazu kommt noch der Beitrag zur Hintergrundbelastung. Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Verkehr zu mehr als 75% zur NO_x-Belastung an der Völkermarkter Straße beiträgt. An der Koschatstraße trägt der Verkehr in Summe etwa 50% zuzüglich des Anteils an der Hintergrundbelastung bei. Die Hausbrandemissionen betragen an beiden Messstellen ca. 8 µg/m³, die industriellen Emissionen (dominiert von Heizwerken) ca. 7 µg/m³.

Ungeachtet der Unsicherheiten bezüglich der Hintergrundbelastung im Klagenfurter Becken zeigen Abbildung 21 und Abbildung 27, dass der lokale Pkw-Verkehr den dominierenden Beitrag zur NO_x-Belastung an der Völkermarkter Straße beisteuert, gefolgt von dem im Stadtzentrum sehr dichten Busverkehr.

An der Koschatstraße stellt der Pkw-Verkehr – bei insgesamt deutlich geringerer NO_x-Belastung – ebenfalls den größten Anteil dar, gefolgt von Hausbrand, Industrie, Lkw- und Busverkehr.

Abbildung 28 zeigt die Beiträge der verschiedenen Emittentengruppen, die anhand der Modellrechnungen für Standorte berechnet wurden, an denen vergleichbar hohe oder höhere NO_x- bzw. NO₂-Konzentrationen modelliert werden wie an der Völkermarkter Straße: die Rosentaler Straße (Kreuzung Florian-Gröger-Straße) südlich des Stadtzentrums, im Stadtzentrum (Kreuzung Burggasse/Bahnhofstraße) sowie an der A2 nordöstlich des Flughafens. Die NO₂-Konzentration wird im Jahresmittel an diesen Punkten mit 41 bis 45 µg/m³ berechnet.

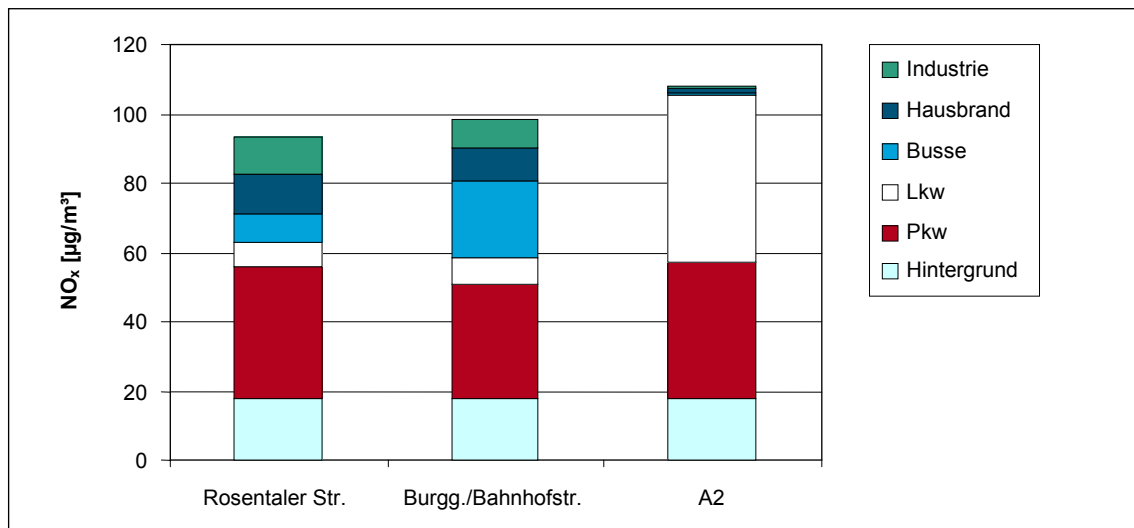


Abbildung 28: Anteile der verschiedenen Emittentengruppen sowie der Hintergrundbelastung an der an der Rosentaler Straße, an der Burggasse und an der A2 modellierten NO_x-Belastung.

An den ausgewählten Modellpunkten an der Rosentaler Straße und an der Burggasse macht jeweils der Pkw-Verkehr den größten Anteil an der NO_x- bzw. NO₂-Belastung aus (41 bzw. 34 %)⁸. Auffällig ist der hohe Anteil der Busse (23 %) an der Burggasse. Hausbrand und Industrie tragen an der Rosentaler Straße je etwa 12 %, an der Burggasse unter 10 % bei.

Demgegenüber ist an der Südautobahn A2 der Lkw-Verkehr mit 45 % die dominierende NO_x-Quelle, gefolgt vom Pkw-Verkehr mit 36 %.

Die Anteile der verschiedenen Emittentengruppen wurden im Modell für NO_x berechnet. Die Umrechnung der NO_x-Belastung auf NO₂ erfolgte anhand der Formel nach Romberg (ROMBERG et al. 1996). Daher werden bei der NO₂-Belastung keine räumlichen Unterschiede berücksichtigt, die auf unterschiedliche Anteile primärer NO₂-Emissionen oder unterschiedlich starke NO₂/NO_x-Umwandlung (etwa infolge unterschiedlicher Ozonkonzentration) zurückgehen könnten. Dadurch

⁸ Relativanteile entsprechend der Messergebnisse an der ländlichen Messstelle Gurtschitschach mit einem höheren Beitrag des regionalen Hintergrundes berechnet (18 µg/m³) als im Modell (10 µg/m³).

sind die Unsicherheiten größer verglichen mit einem – sehr viel aufwändigeren – Modell, das die komplexe Ozonchemie berücksichtigt.

Zu berücksichtigen ist darüber hinaus, dass auch die Hintergrundkonzentration des Klagenfurter Beckens von NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs dominiert wird.

5.3 Von Grenzwertüberschreitungen vermutlich betroffenes Gebiet

Zur Abschätzung des von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Gebietes in Klagenfurt wurden von der TU Graz Modellrechnungen für die Jahre 2004 und 2005 durchgeführt (TU GRAZ 2005, 2007; siehe Abbildung 19 und Abbildung 20 für das Jahr 2005).

Die Modellrechnungen ergeben NO₂-Jahresmittelwerte über 40 µg/m³ (Summe Grenzwert und Toleranzmarge) an großen Teilen des hochrangigen Straßennetzes in Klagenfurt, u. a. entlang des gesamten Ringes, an der Völkermarkter Straße, an der Rosentaler Straße, an der Villacher Straße und dem A2-Zubringer Klagenfurt-West, an der St. Veiter Straße, an Teilen der Pischeldorfer Straße, der Florian-Gröger-Straße und des Rudolfsbahngürtels sowie an Teilen des Südringes und entlang der gesamten A2 im Stadtgebiet. Darüber hinaus sind große Teile des Stadtzentrums betroffen.

Die Modellrechnungen (TU GRAZ 2007) ermöglichen es auch, die jeweiligen Hauptquellen der erhöhten NO₂-Belastung zu differenzieren und zeigen, dass im Bereich der einzelnen Straßenabschnitte teilweise sehr unterschiedliche Emittentengruppen zur Grenzwertüberschreitung beitragen:

- Pkw-Emissionen tragen an allen von NO₂-JMW über 40 µg/m³ betroffenen Straßen in hohem Ausmaß zur NO₂-Belastung bei;
- der Beitrag der Lkw-Emissionen ist im Stadtzentrum gering, dominiert aber auf der A2 (Südautobahn) und auf der B83 (St. Veiter Straße und Zubringer zur A2); nennenswerte Beiträge liefert der Lkw-Verkehr auch auf dem Südring;
- Busse tragen im Stadtzentrum, v. a. in der Burggasse, der 8.-Mai-Straße, der Wiesbadener Straße und dem Heiligengeistplatz, erheblich zur NO₂-Belastung bei;
- Vergleichsweise unbedeutend sind die Beiträge von Hausbrand und Heizwerken, Industrie & Gewerbe, die nur im Südwesten, u. a. im Bereich der Rosentaler Straße, mehr als jeweils 10 % zur NO₂-Belastung beisteuern.

Die Modellrechnungen zeigen, dass allerdings auch außerhalb des Stadtgebietes von Klagenfurt bzw. außerhalb des modellierten Gebietes im Nahbereich der A2 (Südautobahn) und auf der B83 (St. Veiter Straße) mit NO₂-JMW deutlich über 40 µg/m³ zu rechnen ist. Welche Streckenabschnitte dieser Straßen von Überschreitungen betroffen sind, sollte anhand von Emissionsberechnungen, aufbauend auf Verkehrszählungen, abgeschätzt werden.

5.4 Voraussichtliches Sanierungsgebiet

Das Sanierungsgebiet – d. h. jenes Gebiet, dessen Emissionen zur Grenzwertüberschreitung wesentlich beitragen – umfasst grundsätzlich das gesamte Klagenfurter Becken.

Aufgrund des dominierenden Anteils von NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr sollten die Maßnahmen auf diesen Sektor fokussiert werden.



Bei den Maßnahmen berücksichtigt werden sollte in erster Linie das Stadtgebiet von Klagenfurt, doch ist auch der regionale Verkehr (Pendlerverkehr) und der überregionale Verkehr (Lkw-Verkehr auf der A2 und B83, Freizeitverkehr) mit einzubeziehen.



6 MASSNAHMENVORSCHLÄGE

6.1 Erforderlicher Reduktionsbedarf

Im Jahr 2005 wurde an der Völkermarkter Straße ein NO₂-Jahresmittelwert von 43 µg/m³ gemessen. Um diesen Jahresmittelwert auf 40 µg/m³ (2005–2009 gültige Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge) abzusenken, wäre eine Reduktion um 7,5 % erforderlich. Für den 2006 registrierten Jahresmittelwert von 46 µg/m³ wäre eine Reduktion von 15 % erforderlich.

Zwar lässt sich anhand des maximalen bisher beobachteten Halbstundenmittelwerts von 214 µg/m³ (am 21.12.2005) ein maximaler Reduktionsbedarf von 7 % theoretisch abschätzen, doch lässt sich nicht angeben, zu welcher Jahres- oder Tageszeit die entsprechenden Emissionsreduktionen zu setzen wären. Durch eine Reduktion des Jahresmittelwerts reduziert sich aber auch die Wahrscheinlichkeit von Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes; gänzlich ausgeschlossen können diese aber auch bei Einhaltung des Grenzwertes für den Jahresmittelwert nicht werden.

Maßnahmen sollten sich aus folgenden Gründen auf den Straßenverkehr konzentrieren:

- Der Straßenverkehr in Klagenfurt trägt insgesamt zu etwa 75 % zur NO₂-Belastung an der Völkermarkter Straße bei (siehe Kapitel 5.2) dazu kommt noch die Hintergrundbelastung aus dem Straßenverkehr im gesamten Klagenfurter Becken ;
- der Straßenverkehr weist ein höheres emissionsseitiges NO₂/NO_x-Verhältnis als andere Sektoren auf; die primären NO₂-Emissionen des Straßenverkehrs haben in den letzten Jahren zugenommen (UMWELTBUNDESAMT 2006b);
- das immissionsseitige NO₂/NO_x-Verhältnis ist im Sommer (Mittel 2005: 0,63) höher als im Winter (Mittel 2005: 0,46), d. h. Maßnahmen zur Verringerung der NO_x-Emissionen wirken sich im Sommer stärker auf die NO₂-Belastung aus als im Winter. Im Sommer trägt der Straßenverkehr – da Emissionen aus Hausbrand und Heizwerken wegfallen – überproportional zur NO_x-Belastung bei.

Die Abschätzung der räumliche Zuordnung der an der Völkermarkter Straße gemessenen mittleren NO₂-Konzentration ergibt, dass im Jahresmittel etwa die Hälfte der dortigen Belastung lokalen NO_x-Emissionen zuzuordnen sind, etwa ein Drittel solchen der Stadt Klagenfurt und ein Sechstel der Hintergrundbelastung des Klagenfurter Beckens. Der lokale Anteil ist im Sommer mit etwa 60 % höher als im Winter mit etwa 40 % (siehe Kapitel 5.1).

6.2 Modellierung von Maßnahmen

Im Rahmen des Projektes KAPA GS⁹ (TU GRAZ 2005, 2007) wurden verschiedene Maßnahmen, die gemäß IG-L verordnet werden können, zur Reduktion bzw. Verlagerung der PM₁₀-Belastung modelliert, bei einigen wurde gleichzeitig auch NO_x bzw. NO₂ modelliert.

Aus diesen Maßnahmen wird exemplarisch die Sperre der Burggasse (Maßnahme 1) dargestellt (siehe Kapitel 6.2.1).

Des Weiteren wurden im Rahmen dieser Studie auf Wunsch des Auftraggebers vier weitere mögliche Maßnahmen gemäß IG-L (Maßnahmen 2 bis 5) speziell zur Reduktion der NO₂-Belastung (FVT 2007), sowie ein Prognoseszenario zum Ringausbau (Szenario 6) und eine weitere Maßnahme außerhalb des IG-L (Maßnahme 7) untersucht.

⁹ Klagenfurts Anti PM₁₀ Aktionsprogramm mit Graz und Südtirol (<http://www.feinstaubfrei.at>).

Diese Maßnahmen sind:

2. Sperre der Völkermarkter Straße
3. Sperre innerhalb des Ringes (ausgenommen Anrainer und Zufahrten zu den Geschäften)
4. Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in 10.-Oktober-Straße
5. Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in Bahnhofstraße
6. Prognoseszenario Ringausbau
7. Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5.

Die Fahrleistungen und die NO_x-Emissionen im gesamten Straßennetz des Klagenfurter Verkehrsmodells der Maßnahmen bzw. Szenarien 1 bis 6 sind in Tabelle 10 dargestellt (bei der Maßnahme M 7 wurde eine Reduktion der Busemissionen von dzt. 48 t/a (siehe Kapitel 3.1) um 50 % angenommen. Damit würden sich die Gesamtemissionen des Straßenverkehrs von 656 t auf 632 t reduzieren).

Bei der Beurteilung der Wirksamkeit der Maßnahmen muss allerdings berücksichtigt werden, dass mit dem verwendeten Verkehrsmodell keine Änderungen der Kfz-Nutzung betrachtet werden können. Dadurch werden die Verkehrsströme lediglich verlagert; der Umstieg auf den ÖPNV oder auf den Fuß- und Radverkehr, durch den sich niedrigere Emissionen ergeben würden, kann nicht berücksichtigt werden. Dadurch zeigt sich mit Ausnahme der Maßnahme 7 (Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5) bei den anderen Maßnahmen keine Änderung der Emissionen, sondern v. a. Verlagerungseffekte. Der Verkehr wird in andere Straßenzüge umgelenkt, in denen es zu einer Erhöhung der NO_x-Emissionen und damit der NO₂-Belastung kommt.

Bei der Modellierung der Maßnahmen wurde das neue Gas- und Dampfturbinen-Kombinationskraftwerk (GDK) nicht berücksichtigt. Durch den Ausbau der Fernwärme und der Errichtung des GDK reduzieren sich die Emissionen aus dem Hausbrand um 84 t (KEG 2006). Berechnungen, wie sich dies auf die Luftschadstoffbelastung auswirkt, liegen nur für den Schadstoff SO₂ vor (FVT 2006). Aus dem Verhältnis der NO_x/SO₂-Emissionen von etwa 0,5 und einer geschätzten NO-NO₂-Umwandlung von 60 % kann die Reduktion der NO₂-Belastung grob abgeschätzt werden: Der NO₂-Jahresmittelwert sollte im Immissionsmaximum nördlich des Ringes um etwa 1 µg/m³ abnehmen. In der Innenstadt beträgt die Abnahme maximal 0,5 µg/m³.

Tabelle 10: Fahrleistung und Emissionen der Verkehrsmaßnahmen M 1 bis M 5 und des Szenarios S6 im modellierten Straßennetz von Klagenfurt (Quelle: FVT 2007).

Maßnahme	Mio. Kfzkm	NO _x [t/a]	CO ₂ [t/a]
BAU 2005	796,6	656,3	161.038
M 1	797,6	657,2	161.318
M 2	799,9	660,7	162.225
M 3	806,2	664,6	163.695
M 4	796,6	656,6	161.094
M 5	796,7	656,3	161.075
S 6	809,4	663,9	163.423
% Veränderung			
M 2	0,4 %	0,7 %	0,7 %
M 3	1,2 %	1,3 %	1,7 %
M 4	0,0 %	0,0 %	0,0 %
M 5	0,0 %	0,0 %	0,0 %
S 6	1,6 %	1,2 %	1,5 %

BAU: business as usual (keine Maßnahmen)

Kfzkm: Kraftfahrzeugkilometer

Alle Maßnahmen (ausgenommen Maßnahme M 1, Sperre der Burggasse) wurden ebenfalls für die Bezugsjahre 2005, 2010, 2012 und 2020 mit und ohne Verkehrssteigerung berechnet. Exemplarisch wird wieder das Bezugsjahr 2012 mit Verkehrszunahme betrachtet. Die angenommene Verkehrszunahme beträgt 2,5 % jährlich.

Zur Abschätzung des Beitrags der primären NO₂-Emissionen (siehe Kapitel 3.2), der in den nächsten Jahren weiter steigen wird, wurde der Ansatz nach Romberg adaptiert (ROMBERG et al. 1996, FVT 2007).

Abbildung 29 zeigt für das Jahr 2012 (mit Verkehrszunahme) das in der Innenstadt von Klagenfurt von NO₂-Grenzwertüberschreitungen betroffene Gebiet ohne Maßnahmen. Allerdings ist zu betonen, dass die Unterschiede bei einer Einzelmaßnahme nur sehr gering sind. Dies zeigt die Notwendigkeit eines integrierten Ansatzes und eines Bündels an Maßnahmen, wie es z. B. auch für die Reduktion der Feinstaubbelastung vorgeschlagen wurde (KLAGENFURT 2006, 2007). Beispielhaft wurde eine Kombination der Maßnahme 1 (Sperre Burggasse), Maßnahme 5 (Rechtsfahrgebot 8.-Mai Straße) und Maßnahme 7 (Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5) von der TU Graz modelliert (siehe Kapitel 6.2.8). Dabei zeigt sich eine deutliche Reduktion der NO₂-Belastung v. a. im Innenstadtbereich.

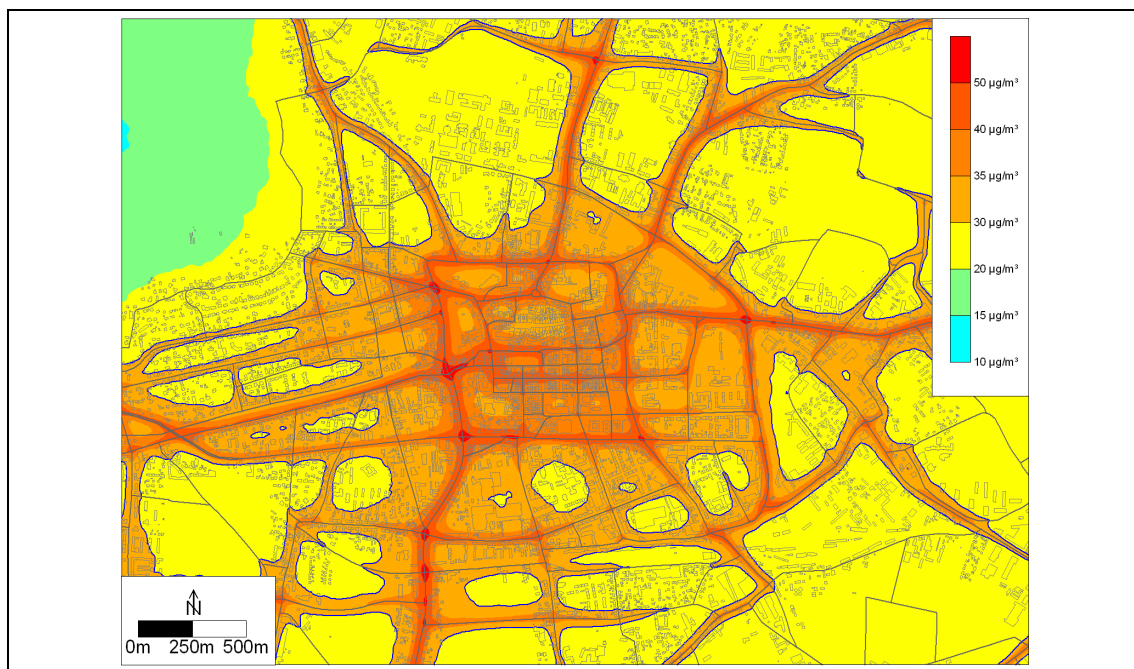


Abbildung 29: Modellierter NO₂-Jahresmittelwert in der Innenstadt von Klagenfurt für das Jahr 2012 unter Annahme eines Verkehrszuwachses und unter Berücksichtigung eines Anstiegs der primären NO₂-Emissionen. Das von Grenzwertüberschreitungen (Jahresmittelwert über 30 µg/m³) betroffene Gebiet ist blau umrandet (Quelle: FVT 2007).

Im Rahmen des Projektes KAPA GS wurde u. a. auch die Sperre des Heiligengeistplatzes betrachtet. Diese hat aber verglichen mit der Sperre der Burggasse ein geringeres immissionsseitiges Reduktionspotenzial und wird daher nicht dargestellt.

6.2.1 Maßnahme 1: Sperre der Burggasse

Die Burggasse ist ein etwa 300 m langes Straßenstück im Zentrum von Klagenfurt. Laut Maßnahmenkatalog vom 31.1.2006 (LGBI. 4/2006) wird gemäß § 2 Abs. 1b und per Verordnung des Bürgermeisters der Stadt Klagenfurt vom 15.11.2006 (Zahl TB 08/239/06) die Burggasse zur Verringerung der Feinstaubbelastung (PM10) für den Durchfahrtsverkehr (ausg. Busse, Radfahrer, Taxis und Hotelzufahrt) gesperrt. Wie die Modellrechnungen zeigen, bewirkt diese Sperre im Innenstadtbereich (in dem die höchsten Belastungen auftreten, siehe Abbildung 20) eine Reduktion der NO₂-Belastung von 3–5 µg/m³ im Jahresmittel (siehe Abbildung 30; TU GRAZ 2007a). Am St. Veiter Ring und am Viktringer Ring kommt es durch den Umwegsverkehr zu einer Erhöhung der Belastung (ebenso erhöhen sich die NO_x-Emissionen insgesamt geringfügig). Die Sperre der Burggasse aufgrund der PM10-Belastung ist auf das Winterhalbjahr beschränkt. Da die NO₂-Grenzwertüberschreitung den Jahresmittelwert betrifft, sollte die Sperre auf das gesamte Jahr ausgedehnt werden.

Bei den Modellrechnungen ist zu beachten, dass die Zunahme der NO_x-Emissionen durch ein großräumiges Ausweichen mitverursacht wird. Auch konnte in den Modellrechnungen der vierspurige Ausbau des Ringes noch nicht berücksichtigt werden, der einerseits zu einer Verflüssigung des Verkehrs auf dem Ring selbst, andererseits aber auch zu vermehrten Stausituationen an den Zubringerstraßen führen könnte. Ebenso wurde keine Verlagerung auf andere Verkehrsträger berücksichtigt, diese könnte sich aber durch eine Attraktivierung der Buslinien ergeben (pers. Mitt. W. Hafner, Magistrat Klagenfurt).

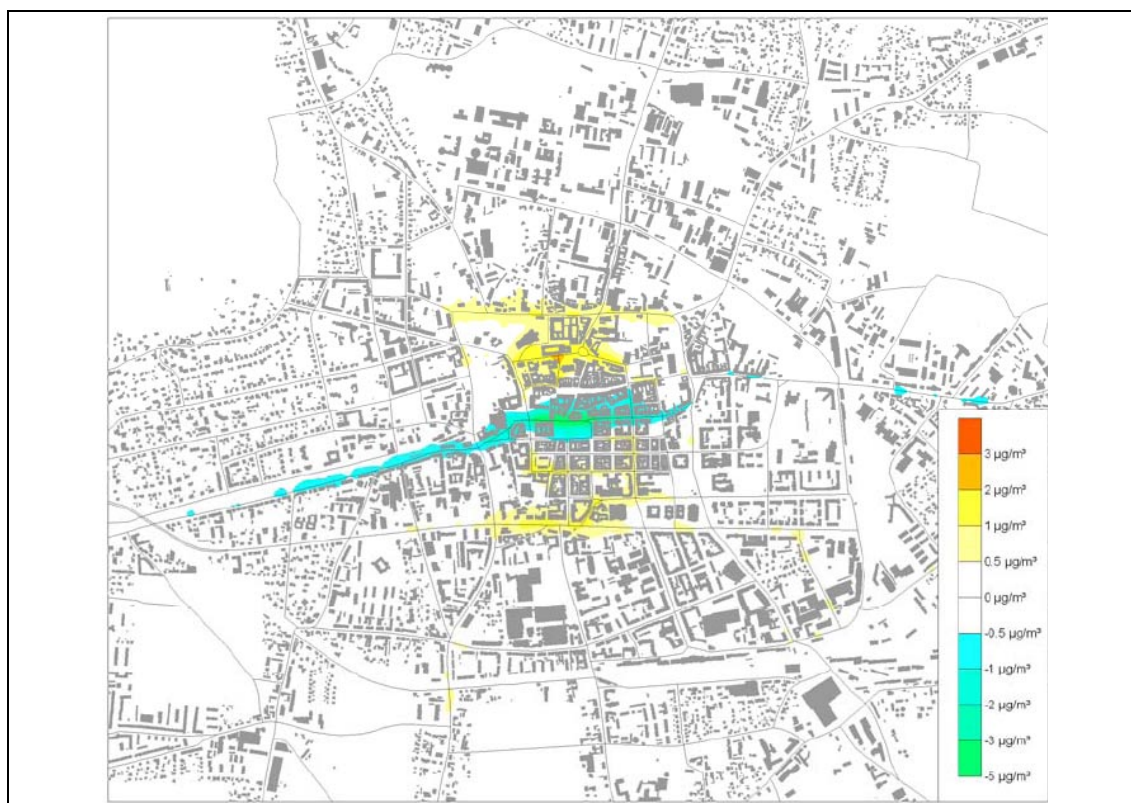


Abbildung 30: Auswirkung der Maßnahme 1 (Sperre der Burggasse) auf den Jahresmittelwert von NO₂ für das Jahr 2005 (Quelle: TU GRAZ 2007a).

6.2.2 Maßnahme 2: Sperre der Völkermarkter Straße

Bei dieser Maßnahme wird eine Sperre der Völkermarkter Straße auf Höhe der Eisenbahnbrücke verfügt. Dadurch würde sich die NO₂-Belastung an der Messstelle Völkermarkter Straße um 12 µg/m³ reduzieren, die NO_x-Belastung um 30 µg/m³, auf einzelnen Straßenabschnitten benachbarter Straßen dagegen um bis zu 5 µg/m³ NO₂ erhöhen (siehe Abbildung 31).

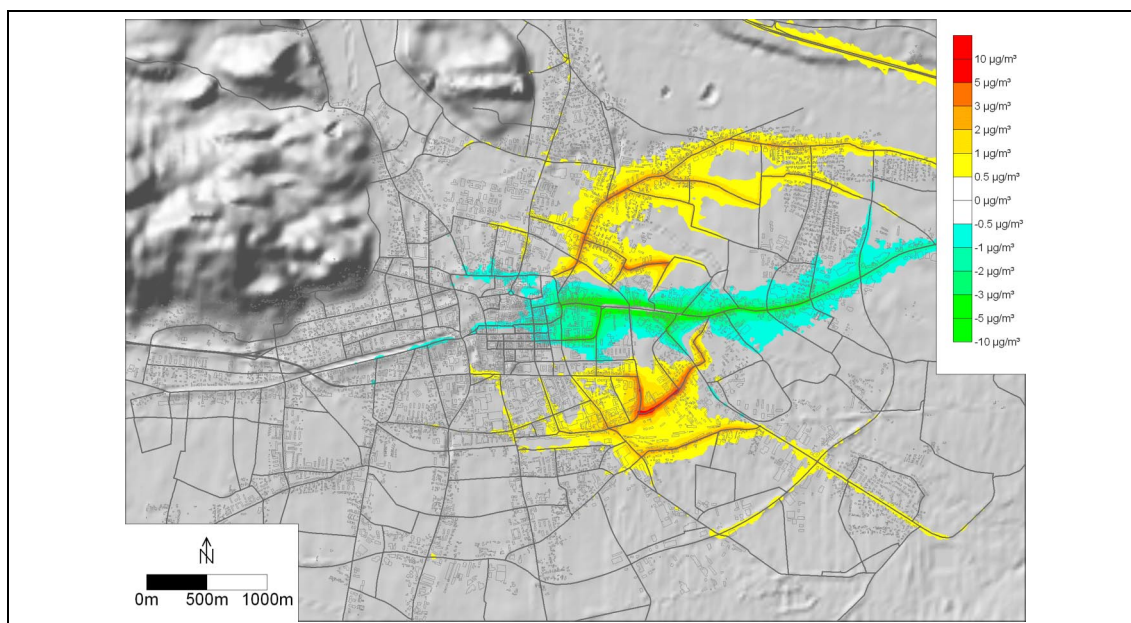


Abbildung 31: Auswirkung der Maßnahme 2 (Sperre der Völkermarkter Straße) auf den JMW von NO₂ für das Jahr 2012 unter Berücksichtigung einer jährlichen Verkehrszunahme (Quelle: FvT 2007).

6.2.3 Maßnahme 3: Sperre innerhalb des Ringes

Durch die Sperre des Verkehrs (ausgenommen Anrainer und Zufahrten zu den Geschäften, d. h. im Wesentlichen Verhinderung des Durchgangsverkehrs) innerhalb des Ringes würde sich die NO₂-Belastung im Innenstadtbereich um etwa 5 µg/m³ reduzieren, an der Messstelle Völkermarkter Straße um etwa 3 µg/m³ NO₂. Vor allem entlang des Ringes, aber auch an einigen umliegenden Straßen würde sich die Belastung um bis zu 10 µg/m³ erhöhen.

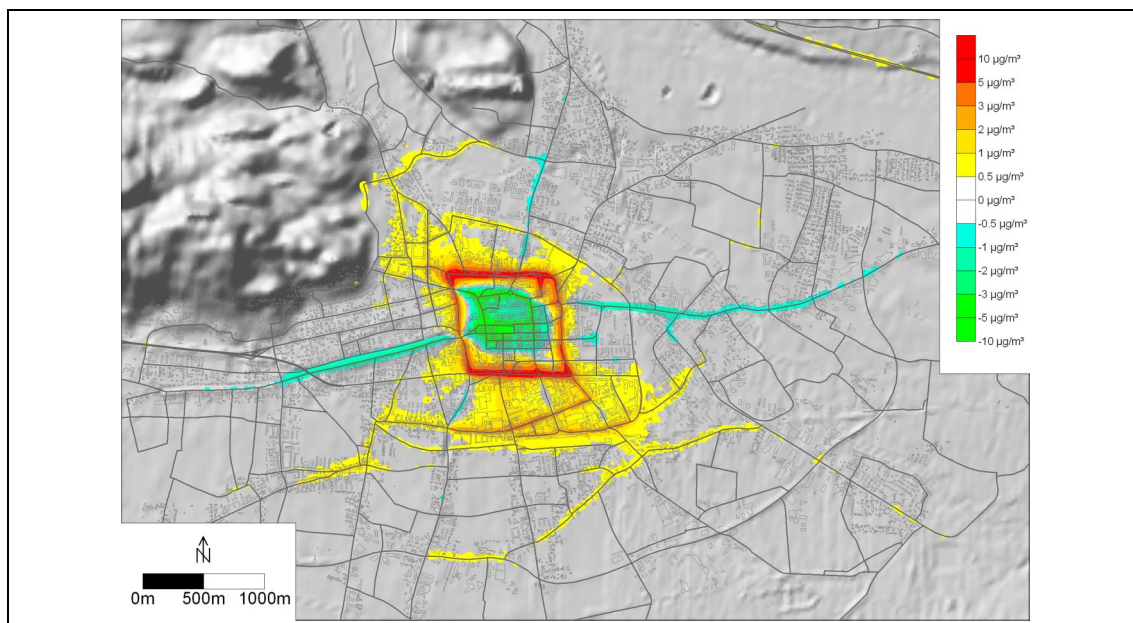


Abbildung 32: Auswirkung der Maßnahme 3 (Sperre innerhalb des Ringes) auf den JMW von NO₂ für das Jahr 2012 unter Berücksichtigung einer jährlichen Verkehrszunahme (Quelle: FvT 2007).

6.2.4 Maßnahme 4: Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in 10.-Oktober-Straße

Mit dieser Maßnahme ist das zwingende Rechtsabbiegen von der 8.-Mai-Straße in die 10.-Oktober-Straße gemeint. Bisher konnte man von der 8.-Mai-Straße sowohl nach links (Richtung Neuer Platz) als auch nach rechts abbiegen (und natürlich geradeaus weiterfahren) – die Bahnhofstraße ist allerdings schon jetzt eine Einbahn, d. h. ein Linksabbiegen aus der 8.-Mai-Straße ist daher ohnedies nicht möglich (allerdings das Geradeausfahren). Durch diese Maßnahme wird der Durchzugsverkehr in Richtung Osten (Völkermarkter Straße) verhindert. Dadurch wird ein Teil des Durchzugsverkehrs auf den Ring, der Großteil des Verkehrs jedoch auf die Parallelstraße verdrängt, wodurch es auf der Pernhartgasse-Paradeisergasse zu einer Verkehrszunahme kommt, während die Verkehrsbelastung in der 8.-Mai-Straße abnimmt.

Geringen Abnahmen der Emissionen in der 8.-Mai-Straße stehen geringe Zunahmen in der Pernhartgasse gegenüber. Die NO₂-Belastung verändert sich kleinflächig in einer Größenordnung um 1 µg/m³.

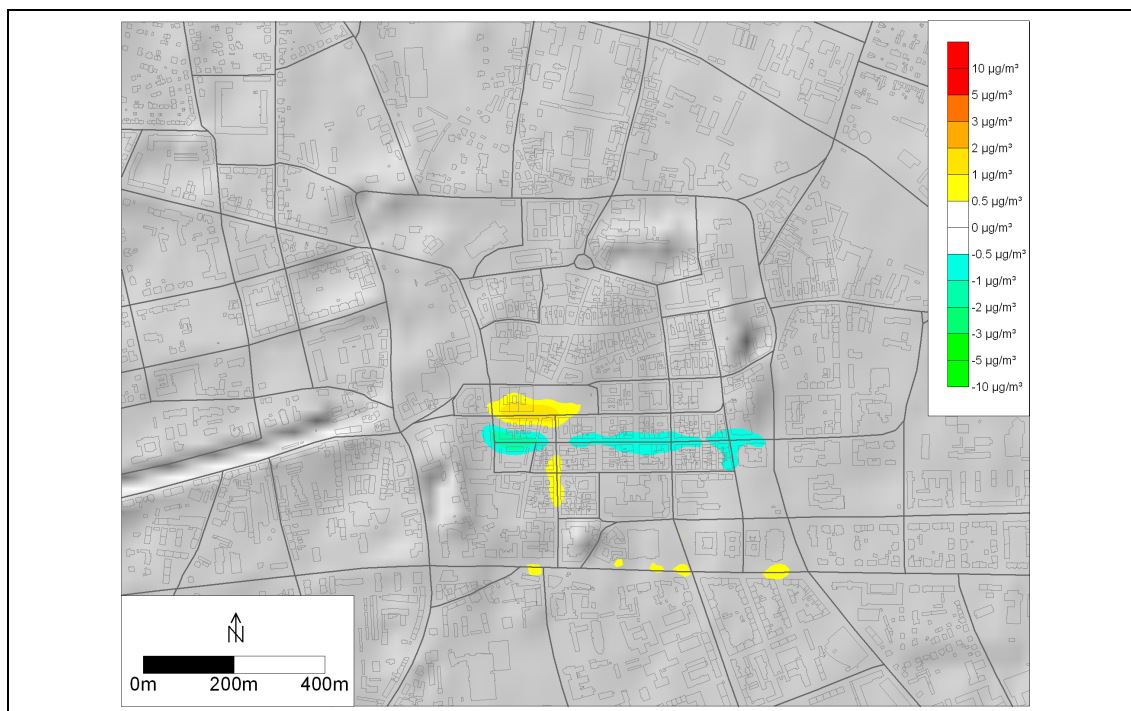


Abbildung 33: Auswirkung der Maßnahme 4 (Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in 10.-Oktober-Straße) auf den JMW von NO₂ für das Jahr 2012 unter Berücksichtigung einer jährlichen Verkehrszunahme (Quelle: FvT 2007).

6.2.5 Maßnahme 5: Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in Bahnhofstraße

Wie Maßnahme 4, nur dass das zwingende Rechtsabbiegen erst bei der Bahnhofstraße erfolgt. Geringen Abnahmen der Emissionen in der 8.-Mai-Straße stehen geringe Zunahmen in der Pernhart- und Paradeisergasse und am Viktringer Ring gegenüber. Die NO₂-Belastung verändert sich kleinflächig in einer Größenordnung bis 1 µg/m³.

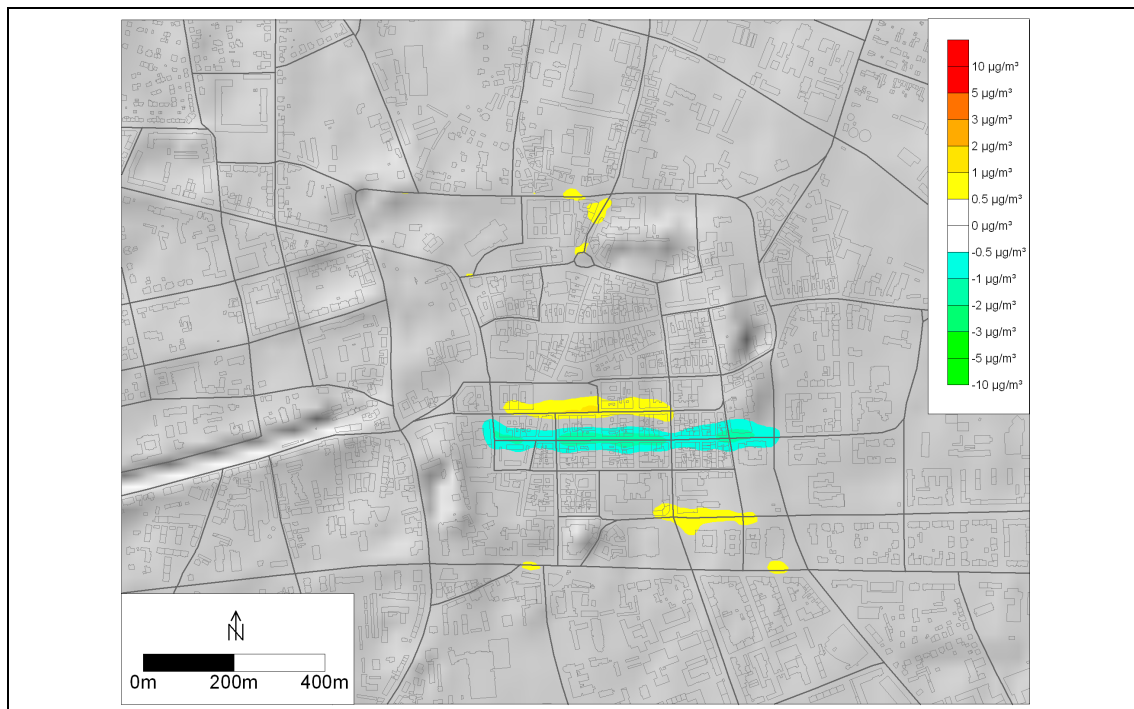


Abbildung 34: Auswirkung der Maßnahme 5 (Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in Bahnhofstraße) auf den JMW von NO₂ für das Jahr 2012 unter Berücksichtigung einer jährlichen Verkehrszunahme (Quelle: FvT 2007).

6.2.6 Szenario 6: Prognose Auswirkungen Ringausbau

Durch den 4-spurigen Ringausbau, der im Oktober 2007 abgeschlossen sein wird, kommt es zu einer Verlagerung eines Teils des Verkehrs, der durch die Innenstadt fährt, auf den Ring. Trotz des höheren Verkehrsaufkommens wird die Fahrgeschwindigkeit erhöht und die neue Route damit von den Verkehrsteilnehmern/-teilnehmerinnen angenommen. Im Vergleich zum Bestand erhöht sich somit nicht nur die Verkehrsmenge, sondern auch die durchschnittliche Geschwindigkeit bei einer Fahrt am Ring.

Bei diesem Szenario wurden auch der Bau des ECE-Centers und das damit veränderte Verkehrsaufkommen berücksichtigt.

Das Prognoseszenario Ringausbau würde vor allem im nördlichen Teil des Ringes eine Zunahme der Emissionen und damit der NO₂-Belastung um bis ca. 2–3 µg/m³ am St. Veiter Ring verursachen, an der Messstelle Völkermarkter Straße um etwa 0,5–1 µg/m³ NO₂. In praktisch keinem Teil der Stadt ist ein Rückgang der Emissionen zu erwarten.

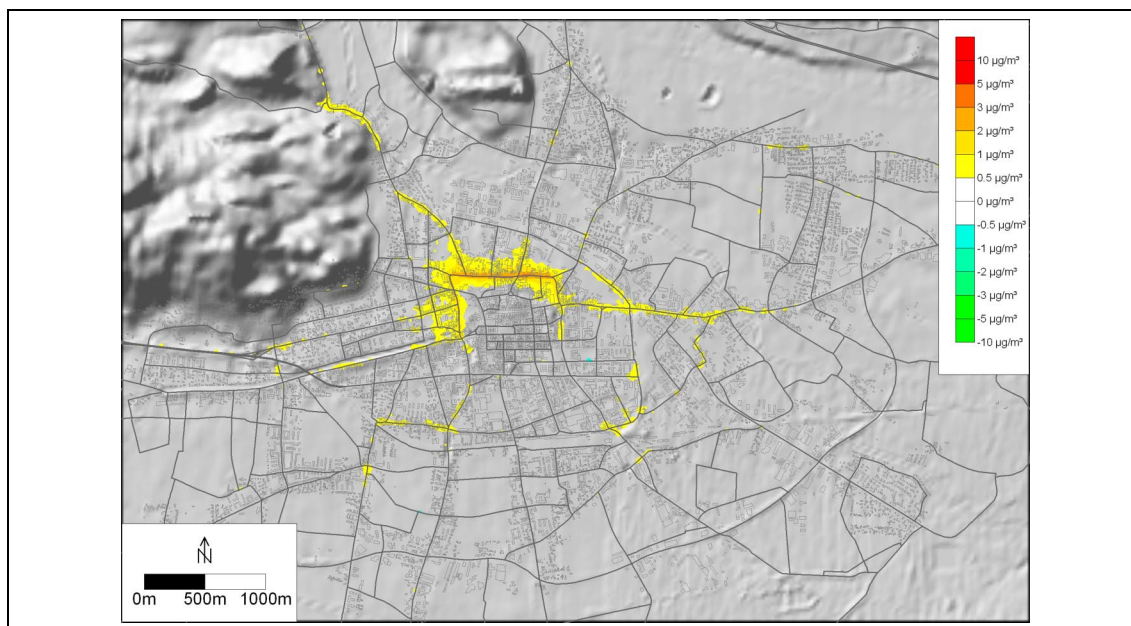


Abbildung 35: Auswirkung der Maßnahme 6 (Prognoseszenario Ringausbau) auf den JMW von NO₂ für das Jahr 2012 unter Berücksichtigung einer jährlichen Verkehrszunahme (Quelle: FvT 2007).

6.2.7 Maßnahme 7: Umstellung der Busflotte auf EURO 5

Bei dieser Maßnahme wurde angenommen, dass die aktuelle Busflotte durch EURO 5 Fahrzeuge ersetzt wird. Die Ergebnisse sind daher unabhängig vom Bezugsjahr.

Aktuelle Messungen an EURO 5 Bussen haben gezeigt, dass ca. 25–50 % der NO_x-Emissionen gegenüber EURO III eingespart werden können. Das Emissionsniveau der EURO 5 Busse reagiert sehr sensibel auf Motorlast und Temperaturniveau. Bei Fahrten mit niedriger Motorlast ist aufgrund niedriger Abgastemperaturen die Effizienz der Abgasnachbehandlung niedriger. Für die folgenden Auswertungen wurde ein maximales Reduktionspotenzial von 50 % angenommen.

Im innerstädtischen Straßennetz zeigt sich ein Rückgang der NO₂-Belastung um bis zu 6 µg/m³, innerhalb des Ringes flächenhaft um 1–2 µg/m³.

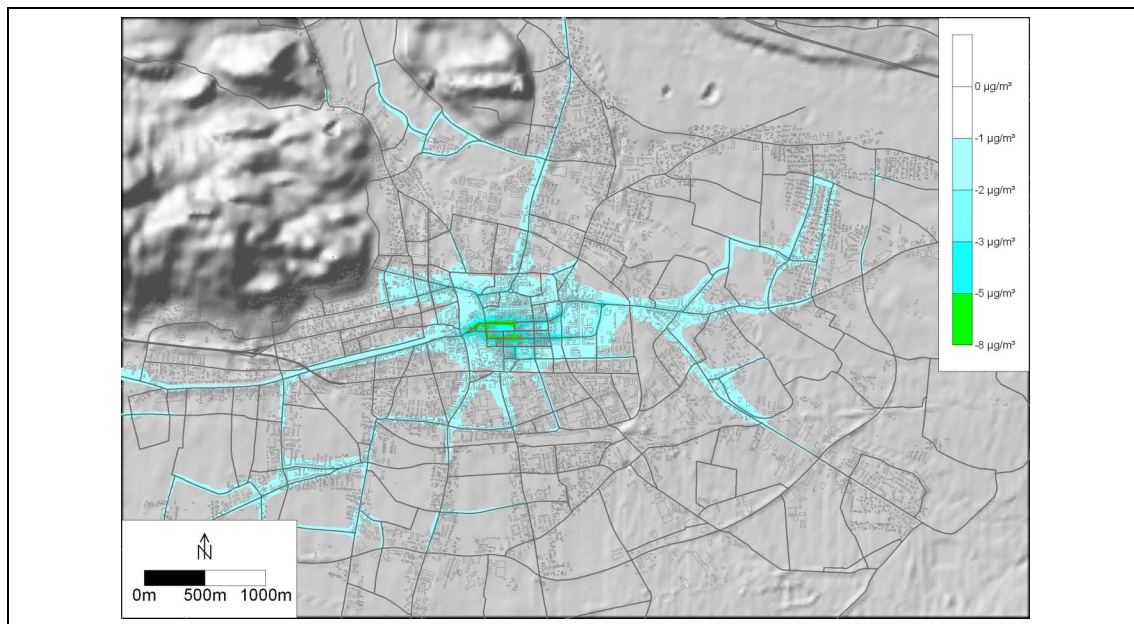


Abbildung 36: Auswirkung der Maßnahme 7 (Umstellung der Busflotte auf EURO 5) auf den JMW von NO₂ (Quelle: FvT 2007).

6.2.8 Kombination Maßnahme 1+5+7

Da Einzelmaßnahmen meist nur eine geringe Wirkung zeigen, wurde eine Kombination der Maßnahme 1 (Sperrung der Burggasse), Maßnahme 5 (Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in Bahnhofstraße) und Maßnahme 7 (Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5) modelliert.

Die Maßnahme wurde für die Bezugsjahre 2005 und 2012 dargestellt. Zu berücksichtigen ist, dass bei der Maßnahme 7 eine sofortige Wirkung angenommen wurde. Im Jahr 2012 hat diese Maßnahme gegenüber dem Bezugsplanfall eine wesentlich geringere Wirkung, da in diesem bereits eine Reduktion der Emissionen der Busse durch die laufende Flottenerneuerung berücksichtigt wird. Im Jahr 2020 wären die prognostizierten Emissionen sogar niedriger als unter der Annahme, dass alle Busse auch 2020 dem EURO 5 Standard entsprechen.

Abbildung 37 zeigt die Auswirkungen der Kombination der drei Maßnahmen für das Jahr 2005. Vor allem im Innenstadtbereich zeigt sich eine deutliche Reduktion der Belastung, ebenso an den stärker befahrenen Radialstraßen. Dies spiegelt sich auch deutlich in einer Reduktion des von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Gebietes wider (siehe Abbildung 38), das sich bei Umsetzung dieser drei Maßnahmen im Innenstadtbereich auf den Ring und einige Straßenabschnitte beschränken würde. In Abbildung 39 und Abbildung 40 sind die entsprechenden Abbildungen für das Jahr 2012 (mit Verkehrszunahme) dargestellt. Durch die Verkehrszunahme zeigt sich trotz der geringeren spezifischen Emissionen ein vergleichbares Bild zu der Situation im Jahr 2005.

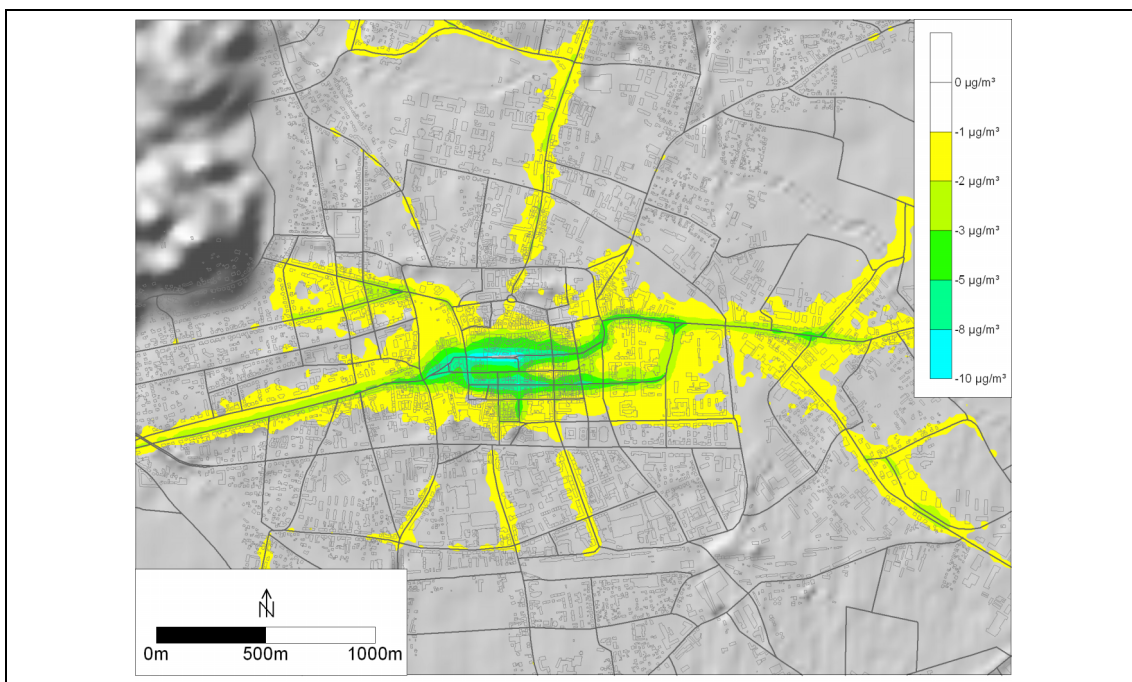


Abbildung 37: Auswirkung auf den Jahresmittelwert von NO₂ für die Kombination der drei Maßnahmen Sperre der Burggasse, Rechtsfahrgebot 8.-Mai Straße in Bahnhofstraße und Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5 für das Bezugsjahr 2005 (Quelle: FvT 2007).

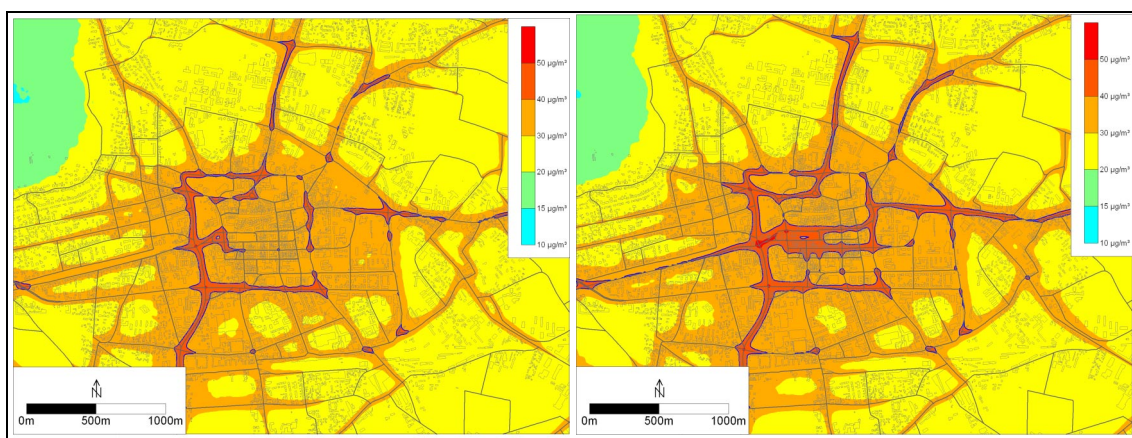


Abbildung 38: Von Überschreitungen aus Summe von Grenzwert und Toleranzmarge (40 µg/m³) betroffenes Gebiet im Jahr 2005 (links: bei Umsetzung der drei Maßnahmen, rechts: ohne Maßnahmen. Quelle: FvT 2007).

Für das Bezugsjahr 2012 ergibt sich für die Maßnahme „Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5“ durch die ohnedies laufende Flottenerneuerung nur mehr eine Reduktion von etwa 20 % der NO_x-Emissionen gegenüber dem Fall „business as usual“ (BAU) 2012.

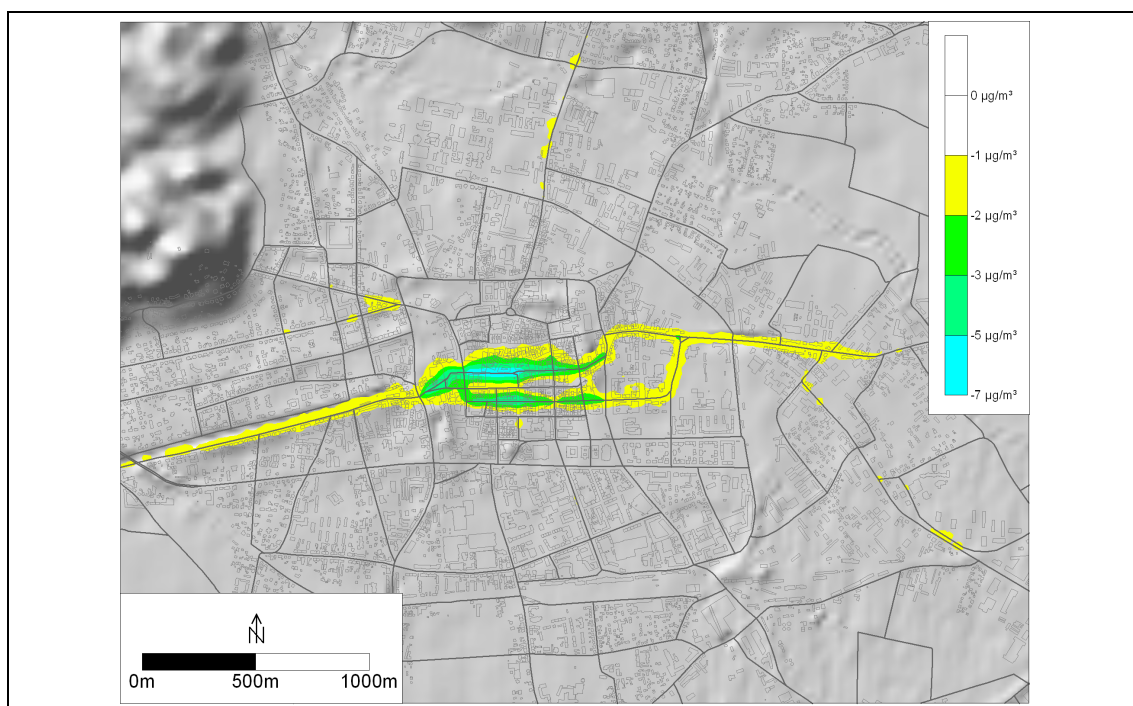


Abbildung 39: Auswirkung auf den Jahresmittelwert von NO₂ für die Kombination der drei Maßnahmen Sperre der Burggasse, Rechtsfahrgebot 8.-Mai-Straße in Bahnhofstraße und Umstellung der Stadtbusflotte auf EURO 5 für das Bezugsjahr 2012 mit Verkehrszunahme (Quelle: FvT 2007).

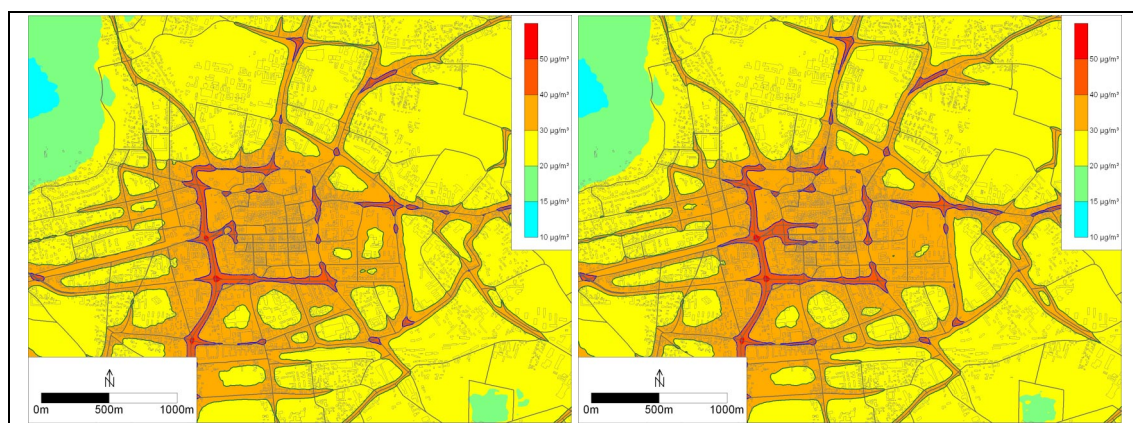


Abbildung 40: Von Überschreitungen aus Summe von Grenzwert und Toleranzmarge (40 µg/m³) betroffenes Gebiet im Jahr 2012 mit Verkehrszunahme (links: bei Umsetzung der drei Maßnahmen, rechts: ohne Maßnahmen (Quelle: FvT 2007).

6.3 Weitere mögliche Maßnahmen im Bereich Straßenverkehr

Die in Kapitel 6.2 angeführten Maßnahmen reichen nicht aus, um die Grenzwerte gemäß IG-L und 1. Tochterrichtlinie der EU in den Jahren 2012 bzw. 2010 einzuhalten. Es werden daher noch weitere Maßnahmen notwendig sein, die v. a. auch außerhalb des IG-L vorzusehen wären und sich auf das System Verkehr beziehen. Nachfolgend werden mögliche weitere Maßnahmen auf Gemeinde-, Landes-, Bundes- und EU-Ebene aufgelistet.



6.3.1 Maßnahmen auf Landes- bzw. Gemeindeebene

- **Geschwindigkeits- und Verkehrsbeschränkungen**, u. U. zeitlich begrenzt und für bestimmte Fahrzeugkategorien (z. B. Fahrverbote für EURO 0, 1, 2-Klassen mit zeitlich gestaffelter Nachjustierung). Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Autobahnen wurden bspw. bereits auf der A1 bei Enns, der A10 im Bereich Hallein, der A12 im Inntal und der A2 in Graz verhängt. Die Untersuchungen der Landesregierungen zeigen eine deutliche Reduktion der NO₂-Belastung entlang der Autobahnen.¹⁰
- **Fahrzeugseitige Maßnahmen:**
 - Verstärkte Kontrolle zur Verringerung des Anteils von technisch nicht einwandfreien Fahrzeugen im Straßenverkehr;
 - Neuanschaffung emissionsarmer kommunaler und Landes-Fahrzeuge;
 - Förderung von Abgas-Nachbehandlungstechnologien (de-NOx-Systeme).
- **Monetäre Maßnahmen:**
 - City Maut: Straßenbenutzungsgebühren sind individuelle, nach dem Verursacherprinzip getragene Kosten und stellen ein wirkungsvolles Instrument der Verhaltensbeeinflussung dar. Ziel ist es, entweder die Nachfrage nach dem motorisierten Individualverkehr zu reduzieren (Verkehrsvermeidung bzw. -verlagerung) oder durch eine zeitliche bzw. räumliche Veränderung der Nachfrage vor allem in Ballungsräumen eine bessere Verteilung des Verkehrs zu erzielen (Verkehrsoptimierung). Erfolgreiche Beispiele für die Verlagerung sind London und Stockholm.
- **Systembezogene Maßnahmen** zur Verringerung der Verkehrsleistung auf der Straße. Diese Maßnahmen sind als besonders wirksam anzusehen, da neben der Emissionsreduktion von NO_x auch andere positive Nebeneffekte zu erwarten sind (u. a. Verminderung der Emission von Treibhausgasen, von PM10 und von Lärm). Allerdings sind diese Maßnahmen oft erst langfristig wirksam:

Raumplanung:

 - Konsequente Raumordnung: kompakte Siedlungsstrukturen und die Vermeidung von verkehrserzeugenden Standorten (z. B. Einkaufszentren, Gewerbeparks) reduzieren einerseits den motorisierten Individualverkehr und begünstigen andererseits den ökonomischen Betrieb von Öffentlichen Verkehrsmitteln.

Parkraum:

 - Abschaffung der Verpflichtung zur Schaffung von Einstellplätzen und Garagen. Eine Novellierung der Stellplatzverordnung ist ein entscheidender Faktor bei der Verkehrsmittelwahl zu Gunsten des öffentlichen Verkehrs, dies zeigen vergleichbare Untersuchungen. Solange am Anfang und am Ende einer Wegekette ein Parkplatz vorhanden ist, wird der MIV jedem anderen Verkehrsmittel vorgezogen. Andere Möglichkeiten, wie etwa das Fahrrad oder der öffentliche Verkehr, werden erst viel später in Erwägung gezogen. Ein verpflichtender Parkplatz ist eine indirekte Förderung des motorisierten Individualverkehrs.
 - Ausdehnung der Parkraumbewirtschaftung, Anpassung der Parkgebühren und Querfinanzierung des Umweltverbundes.
 - Einführung der Äquidistanz: Mit der Anordnung aller Parkplätze bei Haltestellen des Öffentlichen Verkehrs wird nicht nur die Chancengleichheit zwischen öffentlichem Verkehr und motorisiertem Individualverkehr hergestellt, sondern auch die Siedlungsgebiete von Abgasen, Lärm, Partikeln, Unfällen sowie Flächenverbrauch massiv entlastet.

¹⁰ siehe z. B. <http://www.tirol.gv.at/themen/umwelt/umweltrecht/100-kmh-luft/>

Fußgeherverkehr:

- Schaffung einer autofreien Zone innerhalb des Ringes, erlaubte Verkehrsmittel sind Fußgänger, Radfahrer und Öffentlicher Verkehr. Begleitend dazu Errichtung von Parkmöglichkeiten sowie einer „Low Emission Zone“ in unmittelbarer Ringnähe.

Radverkehr:

Zusätzlich zu der Maßnahme¹¹ „Attraktivierung des Radwegenetzes“ Förderung des Radverkehrs durch die Bereitstellung von sicheren Abstellanlagen in ausreichender Zahl vor Arbeitsstätten, Schulen und Einkaufsmöglichkeiten – vor allem bei den Haltestellen des Öffentlichen Verkehrs im Umland von Klagenfurt.

Öffentlicher Verkehr:

- Ausbau und Förderung des Öffentlichen Verkehrs in Klagenfurt durch eine rasche Umsetzung der Maßnahme¹¹ „Attraktivierung des ÖPNV“.

Die systembezogenen Maßnahmen sollten durch *bewusstseinsbildende Maßnahmen* ergänzt werden, um das Fahrverhalten (ökonomische Fahrweise, Geschwindigkeiten) zu verbessern, die Akzeptanz der obigen Maßnahmen zu erhöhen und auf die Verkehrsmittelwahl einzuwirken.

Im Bereich **Industrie** (vordringlich beim Heizkraftwerk als wesentlichste Quelle in diesem Sektor) sind mögliche Maßnahmen:

- Regelmäßige Anpassung von Anlagen an den Stand der Technik;
- verstärkte Überprüfung von Anlagen.

Im Bereich **Hausbrand** sind als mögliche Maßnahmen zu nennen:

- forcierter Austausch von veralteten Einzelöfen durch neue, richtig dimensionierte Kessel in Verbindung mit Wärmedämmmaßnahmen;
- forcierter Ausbau der Fernwärme;
- forcierter Einsatz von thermischen Solaranlagen und effizienten Wärmepumpensystemen;
- Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden;
- Verbot von Heizöl leicht;
- verstärkte Überprüfung von Heizungsanlagen.

6.3.2 Maßnahmen auf Bundes- und EU-Ebene

Nach der Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL) ist Österreich verpflichtet, die Emissionen von NO_x bis zum Jahr 2010 auf 103.000 t zu senken. Im Jahr 2005 betrugen die Emissionen noch etwa 159.000 t (ohne preisbedingten Kraftstoffexport). Es sind daher auch auf Bundesebene noch verstärkte Anstrengungen zur Unterschreitung der Emissionshöchstmenge notwendig. Gemäß NEC-RL war bis Ende 2006 ein Programm an die Europäische Kommission zu übermitteln, mit der dieses Ziel erreicht werden soll. Die Stadt Klagenfurt und das Land Kärnten sollten daher die rasche Umsetzung dieser und weiterer Maßnahmen zur Reduktion der NO_x-Emissionen unterstützen. Die Umsetzung dieses Programms sollte auch positive Auswirkungen auf die NO_x-Emissionen in Klagenfurt haben. Das NEC-Programm umfasst die Bereiche Verkehr, Anlagen und Hausbrand.

¹¹ Siehe Maßnahmenpaket der Stadt Klagenfurt vom 26.7.2006 bzw. 13.8.2007 (KLAGENFURT 2006, 2007).



Als mögliche Maßnahmen im **Verkehrsbereich** auf Bundes- und EU-Ebene, z. T. auch auf Gemeinde- und Landesebene, die zu einer Reduktion der NO_x-Emissionen führen, sind zu nennen:

- Anpassung der Wegekostenrichtlinie;
- fahrleistungsabhängige Maut – auch für Pkw;
- Anpassung der Mineralölsteuer und der NOVA;
- Steuerliche Benachteiligung von emissionsstarken Fahrzeugen;
- Förderung von Entwicklung und Anwendung alternativer Fahrzeug- und Antriebskonzepte (alternative Kraftstoffe, Hybridkonzepte etc.);
- Lobbying auf EU-Ebene, um eine NO₂-Grenzwertgesetzgebung einzuführen;
- Lobbying auf EU-Ebene, um eine möglichst hohe und rasche Absenkung der NO_x-Emissionsgrenzwerte für Neufahrzeuge zu erreichen;
- Kontrolle der Einhaltung von Emissionsstandards;
- generelle Geschwindigkeitsbeschränkung für Pkw auf Freilandstraßen bzw. Autobahnen von 80/100 in belasteten Gebieten;
- Strategische Umweltprüfung des Generalverkehrsplanes mit einem hohen Stellenwert für luft-hygienische Belange;
- Förderung des Öffentlichen Personenverkehrs;
- Förderung des Güterverkehrs auf der Schiene;
- bewusstseinsbildende Maßnahmen – Informationskampagnen;
- Koordinierung der Kompetenzen in der Verkehrs- und Raumplanung sowie eine
- rascher Umsetzung der österreichischen NEC-Programms.

Im Bereich **Hausbrand** sind als Maßnahmen auf nationaler Ebene zu nennen:

- Förderung des Einsatzes von thermischen Solaranlagen und effizienten Wärmepumpen;
- Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden und Anpassung der verpflichtend einzuhaltenden Mindeststandards;
- Erhöhung der Sanierungsrate.

Im Bereich **Anlagen** ist eine rasche Umsetzung des NEC-Programms wünschenswert.



7 INFORMATIONEN GEMÄSS LUFTQUALITÄTS- RAHMENRICHTLINIE, ANHANG IV

Nach Artikel 8 (3) der Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie müssen die Mitgliedstaaten Maßnahmen ergreifen, um zu gewährleisten, dass ein Plan oder Programm ausgearbeitet wird, aufgrund dessen innerhalb der festgelegten Frist die Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge eingehalten werden kann. Die Öffentlichkeit muss dabei zumindest über die nachfolgend aufgelisteten Punkte informiert werden.

Ort des Überschreitens

Region: Kärnten
Ortschaft: Klagenfurt
Messstation: Klagenfurt Völkermarkter Straße

Allgemeine Informationen

Art des Gebietes (Stadt, Industrie- oder ländliches Gebiet):

- Stadt

Schätzung des verschmutzten Gebietes (km²) und der der Verschmutzung ausgesetzten Bevölkerung (modellierter Jahresmittelwert von NO₂ über 40 µg/m³):

- Größe des Gebietes: ca. 1,2 km²
- Bevölkerung: ca. 2.660 Einwohner

Zweckdienliche **Klimaangaben**:

- siehe Kapitel 4.1.

Zweckdienliche topographische Daten:

- siehe Kapitel 2.2.

Ausreichende Informationen über die Art der in dem betreffenden Gebiet **zu schützenden Ziele**:

- Die von den Grenzwertüberschreitungen betroffene Messstelle befindet sich im Wohngebiet und dient daher zum Schutz des Menschen.
- Verhütung von schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.
- Da die Grenzwertüberschreitung 2005 festgestellt wurde, wurden bisher keine Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt. Daher stellt die aktuelle Situation die Belastung vor Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen dar.

Zuständige Behörden

Name und Anschrift der für die Ausarbeitung und Durchführung der Verbesserungspläne zuständigen Personen:

Amt der Kärntner Landesregierung
Abteilung 15 – Umwelt
Mießtalerstraße 1
9020 Klagenfurt



Art und Beurteilung der Verschmutzung

In den vorangehenden Jahren (vor der Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen) festgestellte Konzentrationen:

- siehe Kapitel 4.2

Seit dem Beginn des Vorhabens gemessene Konzentrationen:

- siehe Kapitel 4.2

Angewandte Beurteilungstechnik:

- siehe Kapitel 2

Ursprung der Verschmutzung

Liste der wichtigsten Emissionsquellen, die für die Verschmutzung verantwortlich sind (siehe Kapitel 3):

- Straßenverkehr
- Hausbrand
- Heizwerke
- Industrie & Gewerbe

Gesamtmenge der Emissionen aus diesen Quellen (Tonnen/Jahr): 1.100 t.

Lageanalyse

Einzelheiten über Faktoren, die zu den Überschreitungen geführt haben (Verfrachtung, einschließlich grenzüberschreitende Verfrachtung, Entstehung):

- siehe Kapitel 5

Einzelheiten über mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität:

- siehe Kapitel 6

Angaben zu den bereits vor dem Inkrafttreten dieser Richtlinie durchgeführten Maßnahmen oder bestehenden Verbesserungsvorhaben

Örtliche, regionale, nationale und internationale Maßnahmen:

- Bislang wurden keine NO₂-spezifischen Maßnahmen gesetzt, von der Stadt Klagenfurt wurde aber ein umfangreicher Maßnahmenkatalog zur Verringerung der PM₁₀-Belastung beschlossen (KLAGENFURT 2007). Ein Teil der Maßnahmen bewirkt auch eine Verringerung der NO₂-Belastung. Zu der Wirksamkeit der Sperre der Burggasse als Teil des PM₁₀-Maßnahmenkatalogs siehe Kapitel 6.2.1.

Festgestellte Wirkungen:

- Zur Evaluierung der Wirksamkeit der Sperre der Burggasse wurde jeweils einen Monat lang im Winter 2004 (vor Sperre) und Winter 2007 eine PM₁₀-Messung am Neuen Platz durchgeführt. Ein Vergleich mit der städtischen Hintergrundmessstelle Koschatstraße zeigt am Neuen Platz im Winter 2007 eine um 2,2 µg/m³ niedrigere PM₁₀-Belastung (bezogen auf den Jahresmittelwert), was einer Einsparung von acht Tagen mit Grenzwertüberschreitung gleichkommt (pers. Mitteilung W. Hafner)



Angaben zu den nach dem Inkrafttreten dieser Richtlinie zur Verminderung der Verschmutzung beschlossenen Maßnahmen oder Vorhaben

Auflistung und Beschreibung aller im Vorhaben genannten Maßnahmen:

Zeitplan für die Durchführung:

Schätzung der zu erwartenden Verbesserung der Luftqualität und der für die Verwirklichung dieser Ziele vorgesehenen Frist:

- Dieser Bericht dient dem Land Kärnten und der Stadt Klagenfurt als Grundlage für die Ausarbeitung von Maßnahmenplänen. Die konkreten Maßnahmen, Zeitpläne und Abschätzungen der erzielbaren Verbesserungen werden Teil dieser zukünftigen Maßnahmenpläne sein.

Angaben zu den geplanten oder langfristig angestrebten Maßnahmen oder Vorhaben

- Maßnahmen werden auf Grundlage dieses Berichtes vom Land Kärnten und der Stadt Klagenfurt sowie auf nationaler Ebene zu beschließen sein.

Liste der Veröffentlichungen, Dokumente, Arbeiten usw., die die in diesem Anhang vorgeschriebenen Informationen ergänzen

- siehe Kapitel 8.



8 LITERATURVERZEICHNIS

- AQEG – Air Quality Expert Group (2004): Nitrogen Dioxide in the United Kingdom, prepared for: Department for Environment, Food and Rural Affairs. Scottish Executive, Welsh Assembly Government; and Department of the Environment in Northern Ireland, London.
- CARSLAW, D. C. & BEEVERS, S. D. (2005): Estimations of road vehicle primary NO₂ exhaust emission fractions using monitoring data in London. *Atmospheric Environment* 39 (2005). pp. 167–177.
- FMI – Finnish Meteorological Institute (2002): MAKESENS 1.0, Mann-Kendall Test and Sen's Slope Estimates for the Trend of Annual Data, Version 1.0.
- FVT – Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik GmbH (2006): Gas- und Dampfturbinen-Kombinationskraftwerk Klagenfurt Umweltverträglichkeitserklärung, Fachbereich: Luft und Klima, Teilbericht Luftschadstoffe. Erstellt im Auftrag der Kraftwerkserichtungs- und -betriebs GmbH. Bericht Nr. FVT-18/06/Ku V&U 06/01/6300 vom 24.03.2006.
- FVT – Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik GmbH (2007): Modellierung der NO₂-Belastung in Klagenfurt. Vorabzug. Erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes. Bericht Nr. FVT-/07/Ku V&U 06/43/6300.
- HAUSBERGER, S. (2006): Emission Levels of Diesel Cars EURO 1–EURO 4; Preliminary Results of measurements under NEDC and CADC conditions; Vortrag im Rahmen der Veranstaltung "Emission Reduction Requirements for Cars and Light-Duty Vehicles in View of the forthcoming EU Regulation (EURO 5)" am 2.2.2006 in Brüssel.
- HBEFA (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA); Version 2.1 (28. Feb. 2004); <http://www.hbefa.net/>
- KÄRNTNER LANDESREGIERUNG – Amt der Kärntner Landesregierung (2006): Luftgütemessnetz Kärnten. Jahreskurzbericht 2006 gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft und Ozongesetz.
- KEG – Kraftwerkerrichtungs und -betriebs GmbH (2006): Gas- und Dampfturbinen-Kombinationskraftwerk Klagenfurt. Umweltverträglichkeitserklärung Fachbereich: Energiewirtschaft. Ergänzungen/Erläuterungen zum Einreichexemplar vom 31. März 2006, Anhang 8–2.
- KLAGENFURT (2006): Maßnahmenpaket zur Reduktion von Feinstaub (PM₁₀) und Stickstoffdioxid (NO₂). Stand vom 26.07.2006.
- KLAGENFURT (2007): Maßnahmenpaket zur Reduktion von Feinstaub (PM₁₀) und Stickstoffdioxid (NO₂). Stand vom 13.08.2007.
- ROMBERG, E.; BÖSINGER, R.; LOHMEYER, A.; RUHNKE, R. & RÖTH, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. *Gefahrenstoffe – Reinhaltung der Luft* 56, 215/218.
- TU GRAZ (2005): Öttl, D. & Kurz, C.: Analyse und Modellierung der Feinstaubbelastung in Klagenfurt. Erstellt im Auftrag des BMLFUW. Bericht Nr. I-17/2005/Öt I-630/1 vom 3.10.2005.
- TU GRAZ (2007): Modellierung der NO₂-Belastung in Klagenfurt (Zwischenbericht – Stand Januar 2007).
- TU GRAZ (2007a): Beschreibung der Auswirkungen von Verkehrsmaßnahmen auf die PM₁₀-Belastungen in Klagenfurt.
- UMWELTBUNDESAMT (2003): Spangl, W. & Nagl, C.: Statuserhebung betreffend Überschreitungen des IG-L-Grenzwertes für PM₁₀ an der Messstelle „Klagenfurt-Völkermarkter Straße“ im Jahr 2001. Studie im Auftrag der Kärntner Landesregierung. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Spangl, W.; Schneider, J. & Nagl, C.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2003. Diverse Publikationen, Bd. DP-111. Umweltbundesamt, Wien.



- UMWELTBUNDESAMT (2005): Spangl, W.; Nagl, C. & Schneider, J.: Jahresbericht der Luftgütemessungen in Österreich 2004. Diverse Publikationen, Bd. DP-129. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2005f): Nagl, C., Böhmer, S., Kurzweil, A., Ortner, R., Schneider, J. & Spangl, W.: Statuserhebung betreffend PM₁₀-Grenzwertüberschreitungen in Wolfsberg im Jahr 2003. Im Auftrag des Amtes der Kärntner Landesregierung. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Spangl, W.; Nagl, C. & Moosmann, L.: Jahresbericht 2005: Luftgütemessungen des Umweltbundesamtes und meteorologische Messungen. Reports, Bd. REP-0066. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006a): Spangl, W.: Luftgütemessstellen in Österreich. Stand Jänner 2006. Reports, Bd. REP-0015. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006b): Spangl, W.; Anderl, M. & Lichtblau, G.: Trends von NO_x-Emissionen und -Immissionen in Österreich, 1990–2004. Reports, Bd. REP-0056. Umweltbundesamt, Wien. (In Druck).
- UMWELTBUNDESAMT (2006c): Anderl, M., Gangl, M., Köther, T., Kurzweil, A., Muik B., Storch A., Poupa S., Wappel D., Wieser M.: Emissionstrends 1990–2004. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen mit Datenstand 2006. Reports, Bd. REP-0037. Umweltbundesamt, Wien.

Rechtsnormen und Leitlinien

1. Tochterrichtlinie (RL 1999/30/EG): Richtlinie des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. ABl. Nr. L 163/41.
- Emissionshöchstmengenrichtlinie (NEC-RL; RL 2001/81/EG): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe. ABl. Nr. L 309/22.
- Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L; BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F.): Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden.
- Kraftfahrzeuggesetz-Durchführungsverordnung 1967 (KDV 1967; BGBl. 399/1967 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministeriums für Handel, Gewerbe und Industrie vom 30. November 1967 über die Durchführung des Kraftfahrzeuggesetzes 1967.
- LGBI. 4/2006: PM₁₀-Maßnahmenkatalog Klagenfurt
- Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie (RL 96/62/EG): Richtlinie des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität. ABl. Nr. L 296.
- Messkonzept-Verordnung (BGBl. II Nr. 358/1998 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft.
- Prüf- und Begutachtungsstellenverordnung (PBStV; BGBl. II Nr. 78/1998 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft und Verkehr, mit der Bestimmungen über die Durchführung der besonderen Überprüfung und wiederkehrenden Begutachtung von Fahrzeugen sowie über die Prüfung von Fahrtschreibern, Kontrollgeräten und Geschwindigkeitsbegrenzern festgelegt werden.
- Zahl TB 08/239/06: Sammelverordnung des Bürgermeisters der Stadt Klagenfurt. Straßenbaubehörde, übertragener Wirkungsbereich. 15. November 2006.



9 GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN

BAU	„Business As Usual“-Szenario (Trendentwicklung)
BMLFUW	Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
CRT	Continuous Regenerating Trap = kontinuierlich regenerierende (Partikel-)Falle
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
DTV	Durchschnittlicher Täglicher Verkehr
EURO	Europäische Abgasvorschriften für Straßenfahrzeuge
FVT	Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik mbH
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren
HC	Kohlenwasserstoffe
IG-L	Immissionsschutzgesetz Luft
KFZ	Kraftfahrzeug
LKW	Lastkraftwagen
LNF	Leichtes Nutzfahrzeug
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickoxide (Summe aus NO und NO ₂)
PAB	Pkw mit Anhänger, Busse
PKW	Personenkraftwagen
PM	Particulate Matter
PM10	Partikel, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidwirksamkeit von 50 % aufweist
ppb	parts per billion
SLZ	Lkw mit Anhänger, Sattelzüge
SNF	Schweres Nutzfahrzeug