



**Umweltmeteorologisches Gutachten
betreffend die
Überschreitung des
IG-L Grenzwertes für SO₂
an der Messstelle Hermannskogel
vom 10. Februar 2005**

Sachbearbeiter: Dr. Kathrin Baumann-Stanzer

**Auftraggeber: Magistrat der Stadt
Wien, MA22 Umweltschutz
Zahl: 661/05-U
Wien, März 2005**

Inhaltsangabe

1. Einleitung	2
2. Immissionsmessungen	2
3. Beschreibung der meteorologischen Verhältnisse	4
Wetterlage	4
Witterungsverlauf im Raum Wien	4
4. Herkunft der Luftmassen am Hermannskogel.....	7
5. Schlussfolgerungen	8
6. Literatur.....	9

1. Einleitung

Am Donnerstag, den 10. Februar 2005 zwischen 5:30 und 6:00 Uhr MEZ wurden an der Messstelle Hermannskogel (520 m Seehöhe) Schwefeldioxid-Konzentrationen höher als $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Als Halbstundenmittelwert mit Endzeit 6:00 Uhr wurden $398 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert. Im Immissionsschutzgesetz-Luft ist ein Grenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Halbstundenmittelwert festgelegt, der maximal dreimal pro Tag bis zu einer Höhe von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten werden darf.

Im vorliegenden Gutachten werden die Immissionsmessungen (Abschnitt 2) und die meteorologischen Verhältnisse zum Zeitpunkt dieser Grenzwertüberschreitung (Abschnitt 3) beschrieben. Anhand diagnostischer Windfelder und kleinräumiger Rückwärtstrajektorien wird das Herkunftsgebiet der SO_2 -reichen Luft eingegrenzt (Abschnitt 4) und in Abschnitt 5 auf mögliche Verursacher der beobachteten hohen Belastung geschlossen.

2. Immissionsmessungen

Die Immissionsmessungen der MA22 am Hermannskogel zeigen am 10.2.2005 um 4:30 einen markanten Anstieg der SO_2 -, und NO_x -Konzentration (Abbildung 1 und Abbildung 2), gleichzeitig einen deutlichen Abfall der O_3 -Werte (Abbildung 3). Um 6:15 sinken SO_2 und die Stickoxide auf die vor 4:00 beobachteten Werte, auch die Ozonkonzentration steigen wieder auf typische Hintergrundwerte.

Da am Hermannskogel die NO -Konzentration parallel zur SO_2 -Konzentration ansteigt, ist unwahrscheinlich, dass diese außergewöhnlich hohen Belastungen durch Ferntransport verursacht wurden. Es wird angenommen, dass die Quellen innerhalb der nächsten 100 km gelegen sind.

Der Anstieg der SO_2 -Konzentration wurde sonst an keiner der Immissionsmessstellen in Wien beobachtet (Abbildung 1). Die NO_x -Werte nehmen ab 5 Uhr auch in der Kendlerstrasse (230 m), am Belgradplatz (220 m) und am Laaer Berg (250 m) auf ähnliche Werte wie am Hermannskogel zu, ab 5:30 auch in Liesing (215 m) (Abbildung 2). Diese Stationen liegen etwas höher als die meisten Stationen im übrigen Stadtgebiet.

Schafberg (320 m) und Hohe Warte (207 m) weisen keinen Anstieg der NO_x -Werte auf.

Etwa eine halbe Stunde nach dem Ozonrückgang am Hermannskogel sinkt die Ozonkonzentration auch am Laaer Berg auf sehr niedrige Konzentrationen zwischen 5 und $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und nimmt etwa ab 8 Uhr wieder Werte um 50 bis $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an (Abbildung 3). Am Stephansplatz und auf der Hohen Warte ist dieses kurzfristige Sinken der Ozonwerte abgeschwächt um 6:30 und um 7:00, in der Lobau nicht zu beobachten.

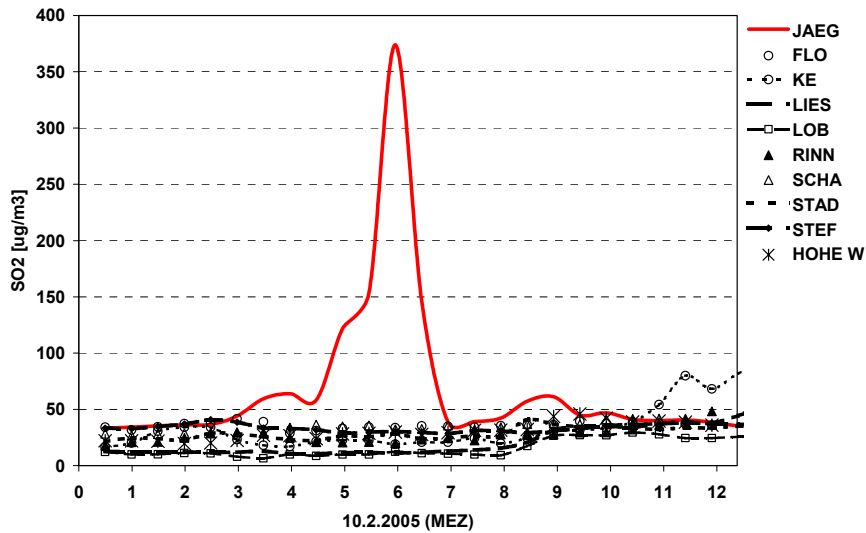


Abbildung 1: SO₂-Konzentrationen (Halbstundenmittelwerte) an den Wiener Messstellen Floridsdorf (FLO), Hermannskogel (JAEG), Kaiserebersdorf (KE), Liesing (LIE), Lobau (LOB), Rinnböckstrasse (RINN), Schafberg (SCHA), Stadlau (STAD), Stephansplatz (STEF) und Hohe Warte (HOHE W).

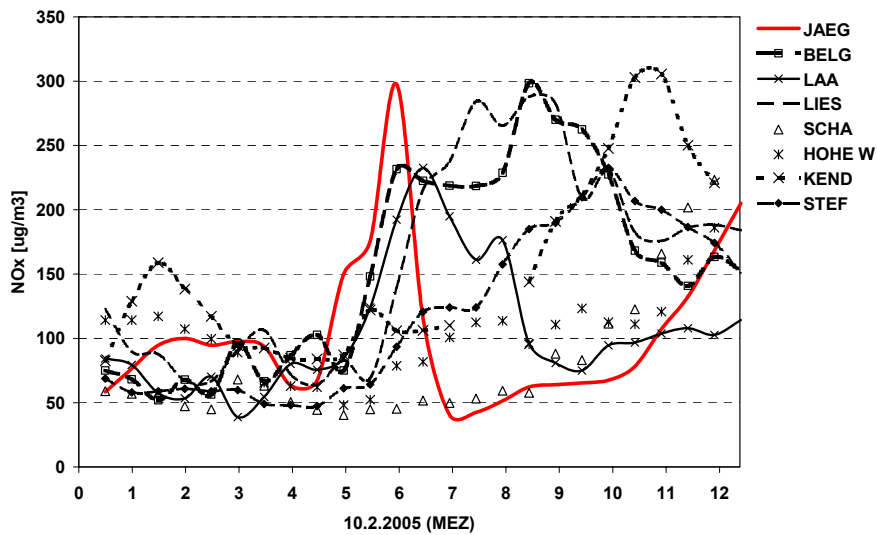


Abbildung 2: NO_x-Konzentrationen (Halbstundenmittelwerte) an den Wiener Messstellen Hermannskogel (JAEG), Belgradplatz (BELG), Laaer Berg (LAA), Liesing (LIE), Schafberg (SCHA), Kandlerstrasse (KEND) und Stephansplatz (STEF) und auf der Hohen Warte (HOHE W).

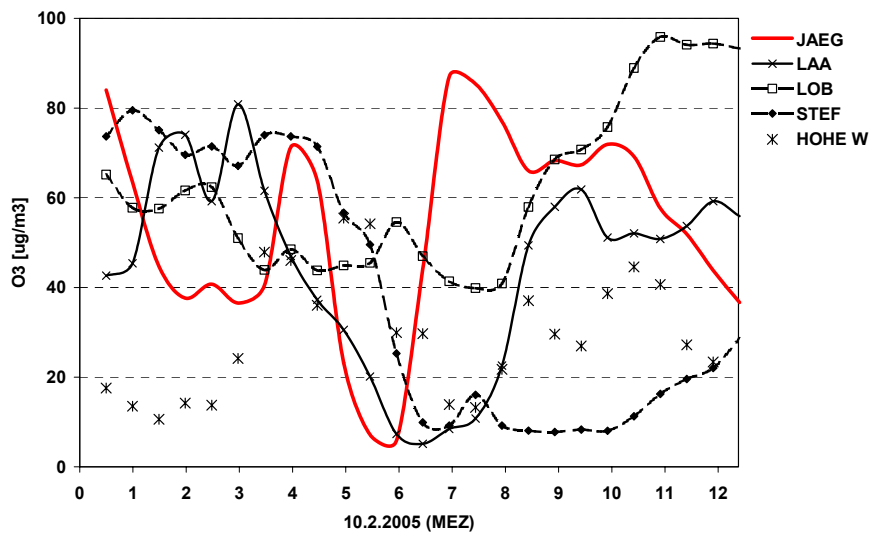


Abbildung 3: Ozonkonzentrationen (Halbstundenmittelwerte) an den Wiener Messstellen Hermannskogel (JAEG), Laaer Berg (LAA), Lobau (LOB), Stephansplatz (STEF) und Hohe Warte (HOHE W).

Aus dem Temperatur- und Windprofil der Radiosonde lässt sich eine Abschätzung für die Mischungshöhe (jene Höhe, bis zu der am Boden freigesetzte Schadstoffe innerhalb etwa einer Stunde transportiert werden) ableiten. Die hierfür verwendeten Verfahren sind in Baumann-Stanzer und Groehn (2004) beschrieben. Die Mischungshöhe betrug zu diesem Termin etwa 200 m. Das bedeutet, dass ein direkter Transport von bodennahen Quellen in der Stadt, wie von Verkehr oder Hausbrand, zum Hermannskogel aufgrund der sehr stabilen Schichtung auszuschließen ist. Nur Emissionen sehr warmer Quellen (hohe Schornsteine) können bei diesen Verhältnissen zu der am Hermannskogel gemessenen Belastung beigetragen haben.

Aufgrund der Radiosondenmessung und der Windmessung am in 450 m Höhe gelegenen Tulbinger Kogel dürfte am Hermannskogel zu diesem Zeitpunkt Südostwind mit rund 3 m/s geweht haben.

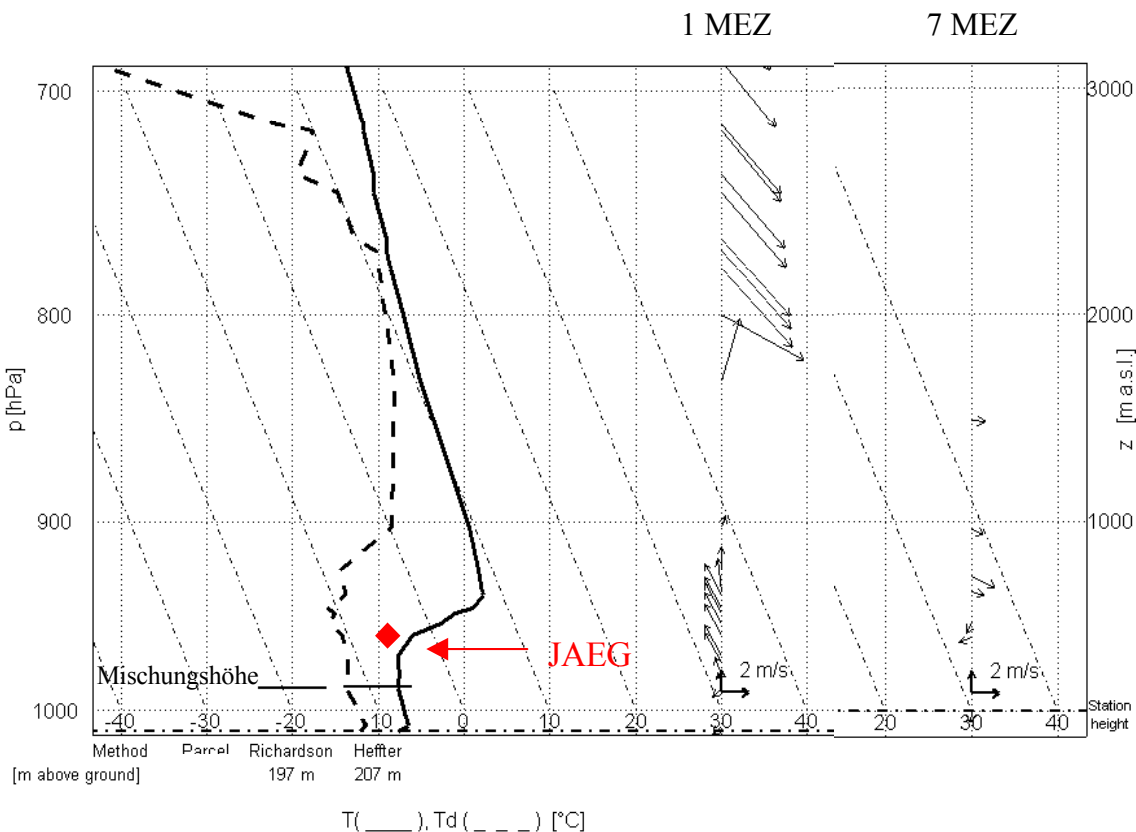


Abbildung 5: Vertikalprofil der Lufttemperatur (durchgezogen), der Taupunkttemperatur (strichliert) und des horizontalen Windes (Pfeile) aus dem Radiosondenaufstieg in Wien (Hohe Warte) am 10.2.2005 um 1 MEZ und um 7 MEZ (nur Windprofil); Mischungshöhen bestimmt auf Basis der Richardsonzahl, sowie nach der Methode nach Heffter; rot: Stationshöhe und Temperaturmessung am Hermannskogel (JAEG).

Auch die Temperaturmessungen im dichter verbauten Stadtgebiet, am Gauzendorfer Gürtel und am Dach des AKH, lassen auf eine stabile Schichtung schließen (Abbildung 6). Im Südosten Wiens, in Kaiserebersdorf wurden etwas tiefere als in der Stadt, in der Lobau sehr tiefe Temperaturen bis -15°C gemessen (Abbildung 6). Mit schwachem Südostwind wurde hier kalte Luft aus dem Umland herantransportiert (Abbildung 7).

Die Bodeninversion hat sich in der zweiten Nachthälfte bei abnehmendem Wind weiter verstärkt. An der Hohen Warte ist die Temperatur in 2 m über Grund von -8°C um 1 MEZ auf ein Minimum $-9,5^{\circ}\text{C}$ um 6 MEZ gesunken (Abbildung 6).

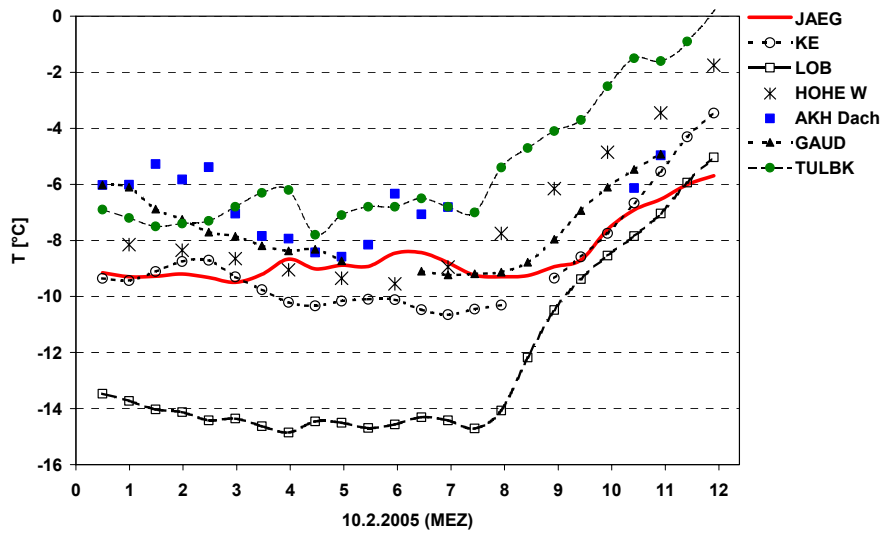


Abbildung 6: Temperatur (Halbstundenmittelwerte) an den Wiener Messstellen Hermannskogel (JAEG), Kaiserebersdorf (KE), Lobau (LOB), AKH-Dach (AKH), Gauzendorfer Gürtel (GAUD), am Tulbinger Kogel (TULBK) und an der Station Wien/Hohe Warte am 10. Februar 2005 (Quelle: MA22, NÖ LRG, ZAMG).

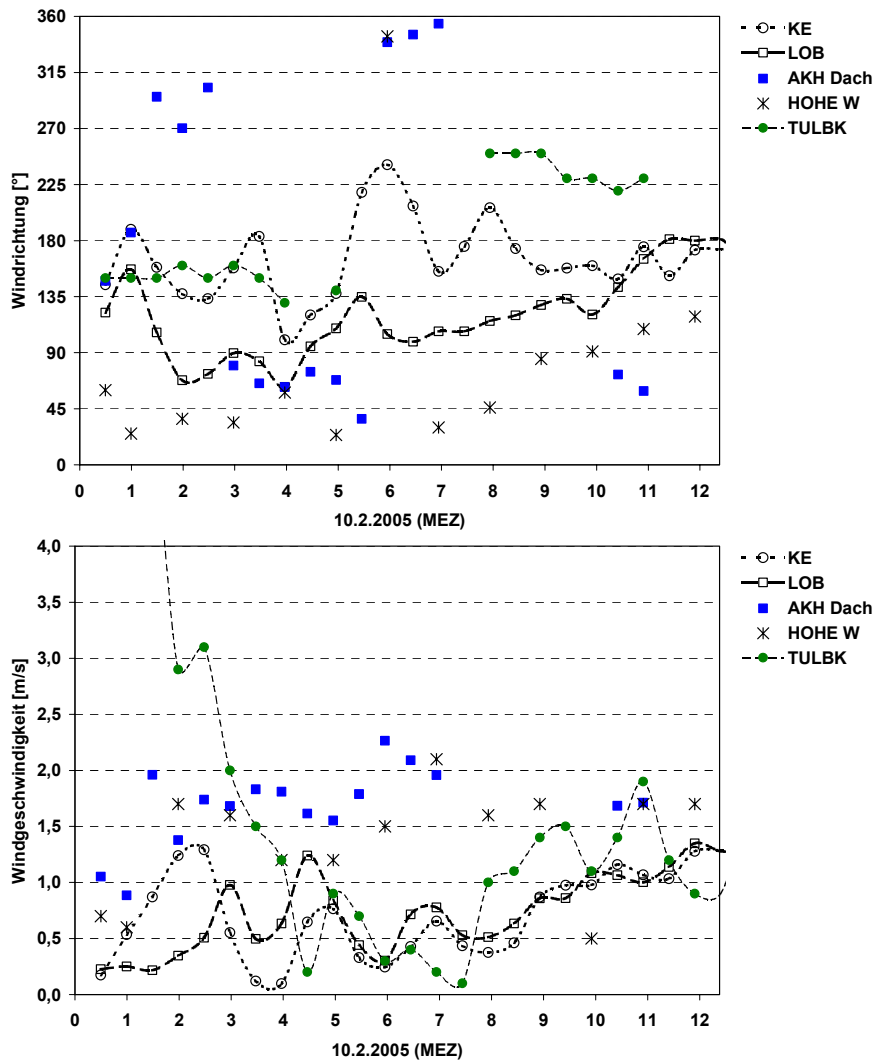


Abbildung 7: Windrichtung und Windgeschwindigkeit (Halbstundenmittelwerte) an den Wiener Messstellen Kaiserebersdorf (KE), Lobau (LOB), AKH Dach, Tulbinger Kogel (TULBK) und an der Station Wien/Hohe Warte am 10. Februar 2005 (Quelle: MA22, NÖ LRG, ZAMG).

Am Hermannskogel wurden in der zweiten Nachthälfte Temperaturen um -9°C gemessen. Nur von 6:00 bis 6:30 stieg die Temperatur kurzfristig auf $8,5^{\circ}\text{C}$. Es fällt auf, dass am Tulbinger Kogel um 4:00 und um 6:30 die Temperatur ebenfalls um etwa $0,5^{\circ}\text{C}$ angestiegen ist. Die Windmessungen am Tulbinger Kogel ergaben zu diesen Zeiten sehr schwache Windgeschwindigkeiten.

Am Dach des AKH ist die Temperatur um 6 MEZ ebenfalls von -8°C auf -6°C gestiegen. Gleichzeitig hat der Wind hier von Ost auf Nordwest gedreht (Abbildung 7).

Auch der Pilotballonaufstieg von der Hohen Warte um 7 MEZ zeigt sehr schwache Winde aus Ost bis 500 m über Grund und aus West in höheren Niveaus. Mit Einschlagen des Windes wurde an diesem Morgen in Wien Nebelbildung beobachtet.

Typischerweise beginnt die Temperatur an der an einem Osthang gelegenen Station Hohe Warte etwas früher als im übrigen Stadtgebiet infolge der Besonnung ab 7 MEZ zu steigen (vgl. Kaiser, 1996). Mit der Auflösung der Bodeninversion nimmt die Mischungshöhe (vertikale Durchmischung) rasch zu.

4. Herkunft der Luftmassen am Hermannskogel

Auf Basis der Windmessungen der Stationen des meteorologischen Messnetzes der ZAMG sowie des Immissionsmessnetzes der Länder und der Radiosonden- und Pilotballonmessungen an der Station Wien/Hohe Warte wurden mit dem diagnostischen Windfeldmodell TAMOSW stündliche Windfelder für den Untersuchungszeitraum berechnet.

Das Windfeld in 10 m über Grund weist an diesem Morgen, wie exemplarisch für 6 MEZ in Abbildung 8 gezeigt, im Stadtgebiet, im Bereich des Wienerwaldes und im Tullnerfeld sehr geringe, variable Winde auf. Bodennah wird demnach Luft aus Südosten in die Stadt transportiert und stagniert im westlichen Stadtgebiet.

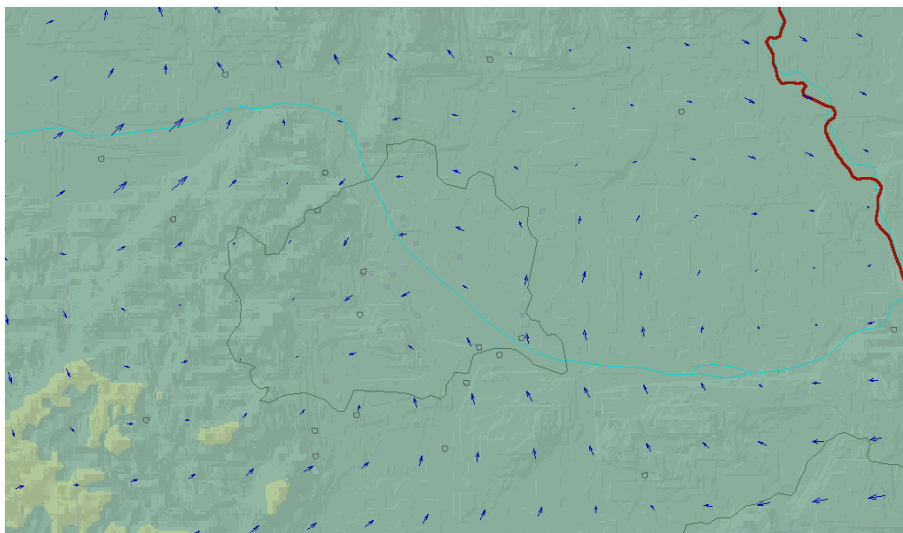


Abbildung 8: Kleinräumiges diagnostisches Windfeld in 10 m über Grund (geländefolgend) am 10. Februar 2005 um 6 MEZ.

Auf Basis der dreidimensionalen Windfelder wurden ausgehend vom Hermannskogel dreidimensionale Rückwärtstrajektorien berechnet, wobei die Höhenlage dieser Station besonders berücksichtigt wurde (Abbildung 9). Diese Zugbahnen beschreiben den Weg der an der Station eintreffenden Luftmasse über die letzten 24 Stunden. Zwischen 3 und 4 MEZ führt der Weg der Trajektorien innerhalb von Wien in rund 300 m Höhe entlang des

Donautals. Die Trajektorien steigen allmählich bis zur Stationshöhe des Hermannskogels (520 m Seehöhe) an.

Zwischen 5 und 7 MEZ ist am Verlauf der Trajektorien eine zunehmende Drehung der Windrichtung von Ost auf Südost im Nahbereich des Hermannskogels zu erkennen, wodurch diese Zugbahnen das Stadtzentrum in 300 bis 350 m Höhe überstreichen.

Das Herkunftsgebiet außerhalb der Stadt ist für alle Zeitpunkte sehr ähnlich, die Positionen der Luftpakete am Vortag liegen im Bereich des nördlichen Neusiedlersees.

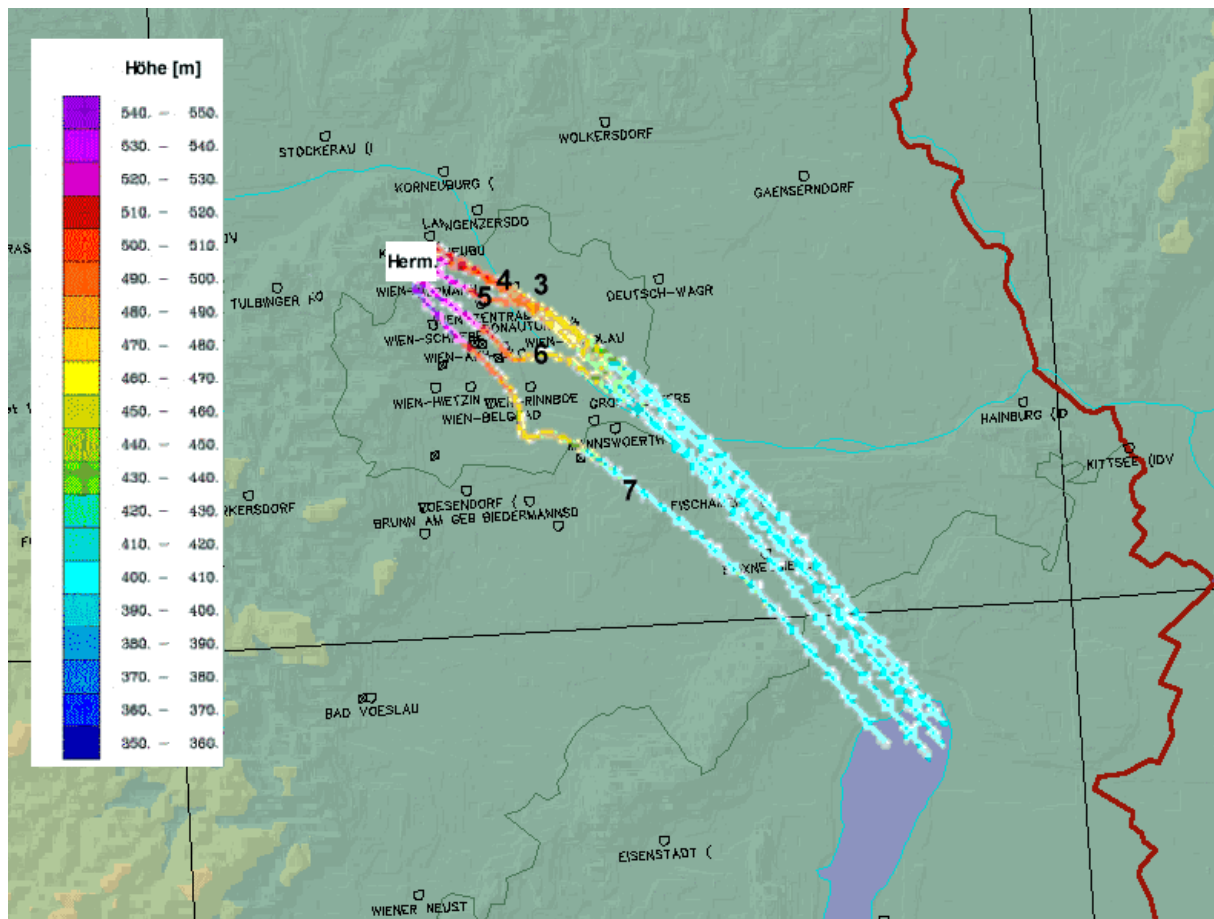


Abbildung 9: Weg der Luftmassen (stündliche kleinräumige Rückwärtstrajektorien über 24 Stunden), die den Hermannskogel am 10.2.2005 zwischen 3 und 7 MEZ erreicht haben. Die Einfärbung der Trajektorie gibt den Höhenbereich in m Seehöhe des Luftpaketes wieder.

5. Schlussfolgerungen

Am Hermannskogel wurden am 10. Februar 2005 zwischen 5:30 und 6:00 außergewöhnlich hohe SO_2 -Werte gemessen. Da die gemessene NO -Konzentration parallel zur SO_2 -Konzentration angestiegen ist, wird angenommen, dass diese Belastungen nicht durch Ferntransport verursacht wurden, sondern durch Quellen innerhalb der nächsten 100 km.

Zum betreffenden Zeitpunkt wurde ein Transport von Freisetzungen aus bodennahen Quellen (Verkehr, Hausbrand) in der Stadt zum Hermannskogel durch eine ausgeprägte Bodeninversion unterbunden. Emissionen warmer Quellen, deren effektive Quellhöhe über der Mischungshöhe von 200 m lag, können hingegen in der neutralen Schicht zwischen der Bodeninversion und einer abgehobenen Inversion stark gebündelt über größere Distanzen transportiert worden sein.

Auf Basis der verfügbaren Windmessungen (Stationswinde, Radiosonde und Pilotierung) wurden stündliche diagnostische Windfelder und Rückwärtstrajektorien, also die Zugbahnen der am Hermannskogel eintreffenden Luftpakete, berechnet.

Die betreffenden Trajektorien überstreichen außerhalb der Stadt Gebiete ohne höhere Emittenten. Es ist daher anzunehmen, dass die beobachteten Immissionswerte durch Emittenten innerhalb von Wien verursacht wurden. Die bei der MA22 aufliegenden kontinuierlichen Emissionsdaten der Wiener Müll- und Sondermüllverbrennungsanlagen zeigen ein durchschnittliches Emissionsverhalten. Laut einer Mitteilung des Betreibers des Kraftwerks Arsenal wurden an den mit Heizöl betriebenen Brennern in den ersten beiden Februarwochen Einstellungsarbeiten durchgeführt. Es ist jedoch nicht feststellbar, ob dies zu erhöhten Emissionen geführt hat.

Bei der zum betreffenden Zeitpunkt herrschenden stabilen Schichtung und schwachen südöstlichen Strömung ist wahrscheinlich, dass die am 10.2.2005 zwischen 5 und 6 MEZ beobachteten Immissionsspitzen durch eine ungünstige Überlagerung der Abgasfahnen hoher Schornsteine im Stadtgebiet von Wien, eventuell auch durch Freisetzungen vom Kraftwerk Arsenal verursacht wurden.

Zentralanstalt für Meteorologie
und Geodynamik

6. Literatur

Baumann-Stanzer K., I. Groehn, 2004: Alpine Radiosoundings - feasible for Mixing Height Determination? Meteorologische Zeitschrift 13, 2, 1-12.

Kaiser A., 1996: Studie zum Aufbau eines Vertikalprofils für den Raum Wien. Forschungsprojekt im Auftrag des Magistrates der Stadt Wien, MA22-4950/95.