

10 PM10-HERKUNFTSANALYSE MITTELS RÜCKWÄRTSTRAJEKTORIEN

10.1 Methodik

10.1.1 Großräumige ECMWF-Trajektorien

Eine Trajektorie ist der Weg, den die Luft (genau genommen: ein infinitesimal kleiner Luftpartikel) in einem gegebenen Zeitraum zurücklegt. Zeitliche und räumliche Änderungen der Windverhältnisse müssen bei der Ermittlung von Trajektorien berücksichtigt werden [KAISER et al., 2003].

Die Trajektorien wurden mit dem Modell FLEXTRA berechnet [STOHL, 1998; STOHL, 1999]. Dem Modell wurden die Windfelder des Europäischen Zentrums für Mittelfristige Wettervorhersage [ECMWF, 1995] zugrunde gelegt. Die horizontale Auflösung der Windfelder beträgt $1^\circ \times 1^\circ$ (dem entspricht auf der geografischen Breite von Österreich rund 75 km in Ost-West-Richtung und rund 111 km in Nord-Süd-Richtung). Das ECMWF-Modell hat 60 Höhenschichten bis zum oberen Modellrand (0 hPa) bzw. 12 Schichten bis 850 hPa (rund 1500 m). Die Windfelder liegen alle sechs Stunden vor, für die Zwischentermine wurden die Windfelder interpoliert.

Die Trajektorien wurden alle drei Stunden in einer Höhe von 100 m über jener Höhe, die der jeweiligen Station (Zielpunkt) im Modell entspricht, berechnet und 96 Stunden rückwärts verfolgt („Rückwärtstrajektorien“). Man erhält so den Weg, den die Luft innerhalb eines Zeitraums von vier Tagen zurückgelegt hat, bevor sie an der Messstelle ankommt. Die Trajektorien sind dreidimensional, d.h. die Vertikalkomponente des Windes ist berücksichtigt.

10.1.2 Kleinräumige Trajektorien

Das Modell TAMOSW (**T**AWES **M**odell **S**ystem, TAWES steht für **te**ilautomatisches **W**etter-**E**rfassungs-**S**ystem der ZAMG) interpoliert gemessene Winddaten aus Bodenstationen und Radiosondenaufstiegen auf ein Modellgitter. Unter Berücksichtigung topographischer Effekte (Umströmen von Hügeln, Hangwinde) wird ein dreidimensionales massenkonsistentes Windfeld berechnet [SCIRE et al., 1990, PECHINGER et al., 1996]. Die horizontale Auflösung der hier verwendeten stündlichen Windfelder ist 3 km x 3 km, die Topographie liegt in einem 1,5 km x 1,5 km Raster vor. Hier sind vor allem die kleinräumigen, bodennahen Strömungen von Interesse, weshalb nur die unterste Modellschicht (0 bis 20 m über Grund, geländefolgend) analysiert wird. Die daraus berechneten Trajektorien repräsentieren also die mittleren Strömungsverhältnisse in den untersten 20 m über Grund.

Die kleinräumigen Trajektorien wurden alle drei Stunden für jede Messstelle im Untersuchungsgebiet berechnet und die Luft zwei Tage lang nach ihrer Herkunft verfolgt („48-stündige Rückwärtstrajektorien“). Das Untersuchungsgebiet umfasst den östlichen Bereich von Niederösterreich (westlich vom Raum St. Pölten ostwärts) und das nördliche Burgenland sowie die daran angrenzenden Bereiche der Slowakei und Ungarns (nach Osten bis zum Raum Bratislava).

Zweifelloos wäre eine größere Osterstreckung des Untersuchungsgebiets wegen der dort vermuteten Emissionen von hohem Interesse; in einem Umfeld von 0,8 Grad um Bratislava befinden sich jedoch lediglich vier Windmessstellen auf slowakischem und ungarischem Staatsgebiet, auf österreichischem Staatsgebiet hingegen zehn teilautomatische Wetterstationen (TAWES) zuzüglich der Windstationen der Bundesländer Wien, Niederösterreich und Burgenland. Eine weitere Ausdehnung des Untersuchungsgebiets nach Osten wäre zwar wünschenswert, die geringe Stationsdichte im angrenzenden

Ausland macht dies jedoch wenig sinnvoll, da das über der Slowakei und Ungarn modellierte Windfeld aufgrund der hohen Stationsdichte in Österreich überproportional stark von den Windmessungen in Österreich beeinflusst wird.

10.1.3 Verweilzeitstatistik mittels Tiefpassmethode

Der weiteren Analyse liegt die Annahme zugrunde, dass Luft Eigenschaften – und damit auch Schadstoffkonzentrationen - aus jenen Gebieten annimmt, über denen sie sich aufhält, wobei eine längere Aufenthaltsdauer eine stärkere Beeinflussung zur Folge hat. Für die Trajektorien-Verweilzeitstatistik wurde ein geografisches Raster mit $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ Auflösung und Höhenintervallen von 250 m über das Untersuchungsgebiet gelegt. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von Westfrankreich bis zum Schwarzen Meer und von Süditalien bis zur Nordsee Norwegens.

Für jede Trajektorie wurde die Zeit (in Stunden), die sie in den jeweiligen Rasterfeldern verbringt, berechnet, wobei der Höhenbereich bis 3000 m berücksichtigt wurde. Da Trajektorienankunftstermine alle drei Stunden vorliegen, wurden die Immissionskonzentrationen auf dreistündige Mittelwerte umgerechnet.

Die Verweilzeiten der Trajektorien über den einzelnen Rasterfeldern werden mit der am Endpunkt der Trajektorie gemessenen Immissionskonzentration gewichtet.

Da Schadstoffzeitreihen einen Jahresgang aufweisen, würde die Verwendung der Immissionsrohdaten selbst zu einer jahreszeitlichen Gewichtung der statistischen Analyse führen. Um Einflussgrößen, die zusätzlich zu Ferntransport den Jahresgang der PM10-Konzentration beeinflussen – v.a. die Ausbreitungsbedingungen – „herauszurechnen“, werden die Konzentrationen mittels Tiefpassfilter geglättet.

Dabei werden für jede Trajektorie die Verweilzeiten in den jeweils überstrichenen Rasterfeldern mit der Abweichung der aktuell gemessenen Immissionskonzentration vom gleitenden 3-monatigen Mittelwert (Gauß'sches Tiefpassfilter, stationsweise ermittelt) gewichtet („Tiefpassfiltermethode“). Überdurchschnittliche Konzentrationswerte (und die damit gewichteten Verweilzeiten) erhalten so ein positives, unterdurchschnittliche Werte ein negatives Vorzeichen. Nach Aufsummieren der gewichteten Verweilzeiten aller Trajektorien aus einem gewünschten Auswertzeitraum und über alle gewünschten Stationen werden die Verweilzeiten jedes Rasterelements durch die Totalsumme der Absolutbeträge der Verweilzeiten aus dem gesamten Untersuchungsgebiet dividiert. Man erhält so eine mit der Immissionskonzentration gewichtete relative Verweilzeitstatistik.

Alle Trajektorien konvergieren an den jeweils betrachteten Messstellen (Zielpunkten), da zu den Ankunftsterminen die Luft sich immer in der Nähe der Messstelle aufhält. Die stärkste Abdeckung des Untersuchungsgebiets durch Trajektorien und daher auch die höchsten Verweilzeiten (Summe über den gesamten Auswertzeitraum) treten daher immer im Umkreis der Stationen auf, d.h. das hier verwendete Verfahren beinhaltet diese Konvergenz der Trajektorien (es gibt somit Aufschluss die Strömungsverhältnisse, mit denen belastete/unbelastete Luftmassen zur Messstelle geführt werden).

Zeigen die Statistiken hohe Verweilzeiten bei hoher Konzentration lediglich Gebiete im Nahbereich der Stationen, so ist das ein Hinweis für Quellgebiete relativ belasteter Luft im Nahbereich der Station.

Zeigen die Statistiken dagegen lange "Pfade" mit hoher Verweilzeit bei hoher Konzentration, so ist das ein ziemlich eindeutiger Hinweis für Ferntransport ungefähr aus jener Region, wo sich dieser "Pfad" verliert. Ob darüber hinaus zusätzlich auch Quellen im Nahbereich aus dieser Richtung eine Rolle spielen, lässt sich tatsächlich nicht sagen; eine Eingrenzung des potentiellen Quellgebiets ist nur in Kombination mit der Perzentilmethode (s.u.) möglich.

10.1.4 Genauigkeit der Trajektorienanalysen

Ungenauigkeiten in den Trajektorien gehen natürlich in die statistischen Auswertungen mit ein, zudem spielt auch die Zahl der Trajektorien in den jeweiligen Rasterfeldern eine wichtige Rolle. Weil sowohl der absolute Fehler mit der Länge der Trajektorien zunimmt als auch die Zahl der Trajektorien, die eine Gitterzelle überstreichen, mit zunehmender Entfernung abnimmt, sollten die Ergebnisse der Statistiken vor allem an den Rändern des Untersuchungsgebiets nur mit großer Vorsicht interpretiert werden.

Die Genauigkeit der Perzentilmethode wurde für SO₂ (hinlänglich lange Lebensdauer, d.h. keine raschen chemischen Umwandlungen) durch Vergleiche mit Emissionskatastern überprüft [KAISER et al., 2003]. Zweck der Trajektorien-Verweilzeitstatistiken ist jedoch die Ermittlung der für die jeweiligen Messstellen *relevanten* Emissionsquellen, also keinesfalls eine Simulation eines Emissionskatasters. Ausgehend von einem Kerngebiet um Österreich (Begrenzung: 9,25° bis 17,25° E und 46,25° bis 49,25° N) wurden für SO₂ räumliche Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Perzentilmethode und dem geglätteten EMEP-Emissionskataster berechnet, wobei das Kerngebiet in Schritten von 1° (jeweils 0,5° an den Rändern) bis an den Rand des gesamten Untersuchungsgebiets sukzessive erweitert wurde. Die so in Abhängigkeit von der Entfernung von Österreich berechneten Bestimmtheitsmaße liegen bis zu einem Gebiet, das von Ostfrankreich bis Mittelungarn und von Norditalien bis Südpolen reicht, bei rund 50% oder knapp darüber. Für weiter entfernte Gebiete nehmen die Bestimmtheitsmaße dann rasch ab, sodass sich für das gesamte Untersuchungsgebiet ein Bestimmtheitsmaß von nur mehr rund 20% ergibt.

Die Korrelation in der näheren Umgebung von Österreich ist überraschend gut, wenn man bedenkt, dass neben dem Transport, der von den Trajektorien erfasst wird, noch eine Reihe zusätzlicher Prozesse die Schadstoffkonzentration beeinflussen: Verdünnung durch Turbulenz, chemische Umwandlung, Deposition und lokale Emissionen im Nahbereich der Messstellen. Wegen der Unsicherheit an den Rändern des Untersuchungsgebiets erscheint es für eine umfassende Gesamtbewertung aber unerlässlich, sowohl die Statistiken für die Strömungsverhältnisse als auch für die potentiellen Quellgebiete zu verwenden.

10.2 Trajektorienverweilzeitstatistiken (ECMWF)

Trajektorienverweilzeitstatistiken wurden für die ECMWF-Rückwärtstrajektorien gemäß Kapitel 10.1 sowohl mit der Perzentilmethode wie auch mit der Tiefpassfiltermethode berechnet. Für Illmitz wurden die PM10-Daten der Jahre 2001 bis 2003 ausgewertet; die Ergebnisse der Tiefpassmethode sind in Abbildung 56 dargestellt, die Ergebnisse der Perzentilmethode in Abbildung 57.

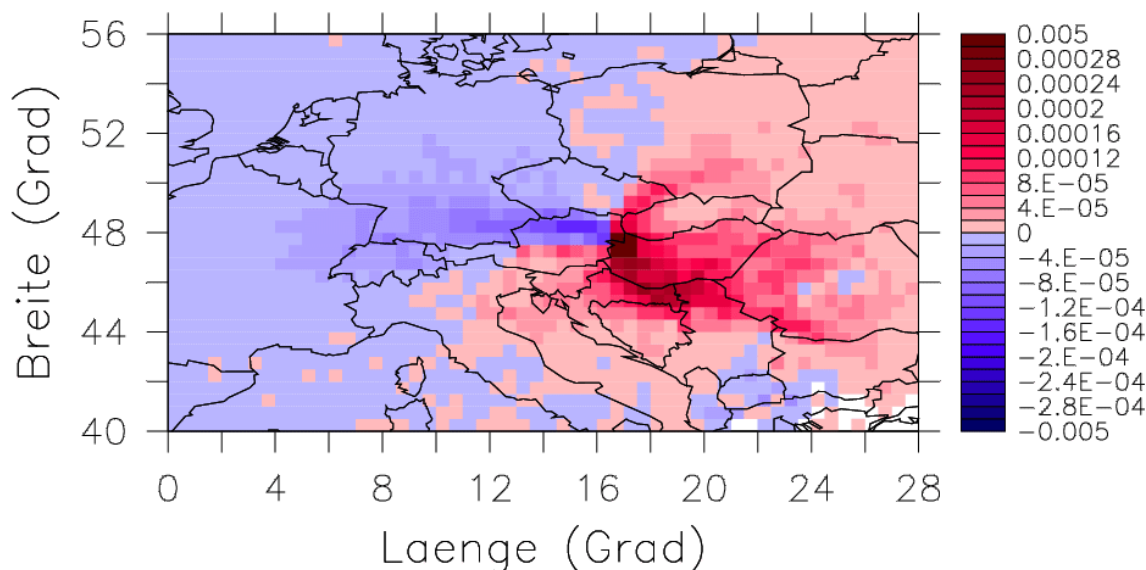


Abbildung 56: Ergebnisse der Trajektorienverweilzeitstatistik mit der Tiefpassfiltermethode für die Jahre 2001 bis 2003, Illmitz.

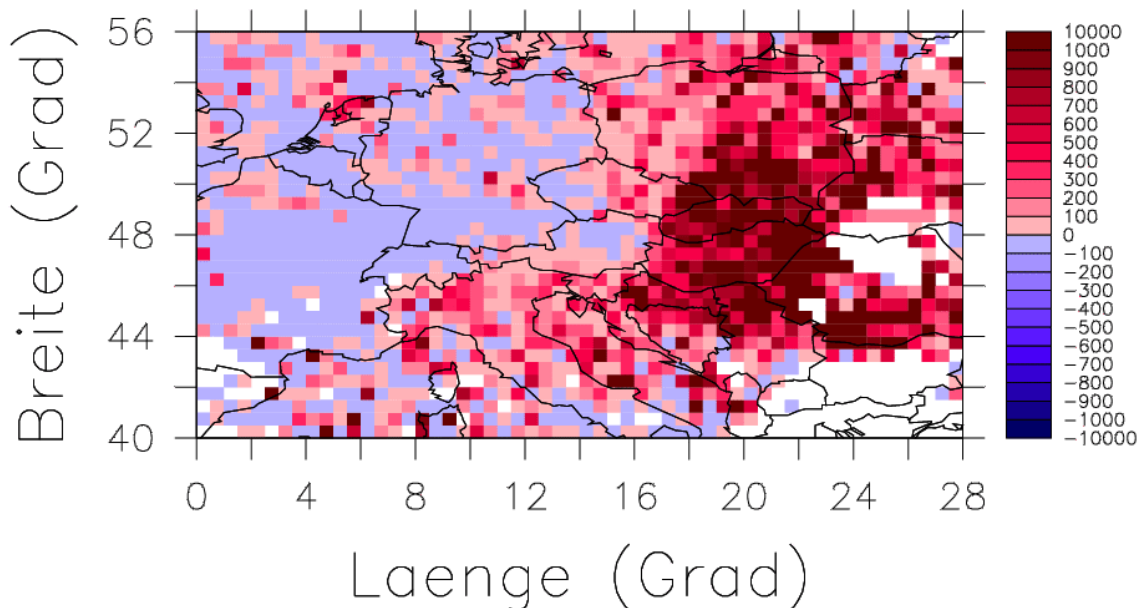


Abbildung 57: Ergebnisse der Trajektorienverweilzeitstatistik mit der Perzentilmethode für die Jahre 2001 bis 2003, Illmitz.

Die Unterschiede der beiden Abbildungen sind in den verschiedenen verwendeten Methoden begründet. Die Perzentilmethode berücksichtigt nur jene Trajektorien, die mit Konzentrationen über dem 75-Perzentil und unter dem 25-Perzentil in Verbindung stehen. Osteuropäische Regionen, aus denen nie Luftmassen mit Konzentrationen unter dem 75-Perzentil kommen, werden nicht berücksichtigt; in Regionen mit geringer Aufenthaltsdauer niedrig belasteter Trajektorien sind die Aussagen sehr unsicher.

Die Farbskalierung in Abbildung 56 gibt eine mit der Abweichung der Konzentration vom 3-monatigen Mittel gewichtete Aufenthaltsdauer von Trajektorien über den Gitterzellen an

(und ist somit keine anschaulich interpretierbare Zahl). Dunkelrot gefärbt sind Luftströmungen bei überdurchschnittlicher, dunkelblau gefärbt jene bei unterdurchschnittlicher PM10-Belastung.

In Abbildung 57 gibt die Farbskala das Verhältnis der Verweildauer von Trajektorien, bei deren Ankunft in Illmitz die PM10-Konzentrationen über dem 75-Perzentil lagen, verglichen zur Verweildauer von Trajektorien, bei deren Ankunft in Illmitz die PM10-Konzentrationen unter dem 25-Perzentil lagen, in Prozent an.

Die Auswertung gemäß der Tiefpassmethode (Abbildung 56) gibt relativ präzise jene Herkunftsregionen hoch belasteter Luftmassen wieder, die auch in Kapitel 10.3 ausgewiesen sind. Die Charakteristika der Tiefpassmethode und die Tatsache, dass gerade bei Ferntransportereignissen von Südosten die Trajektorien häufig über mehrere Tage einer identen „Zugbahn“ folgen, führen allerdings dazu, dass auch Gebiete zwischen der tatsächlichen Herkunftsregion der Schadstoffe und dem Zielpunkt als Quellgebiete hoher Belastung aufscheinen.

Die in Abbildung 56 aufscheinende „Quellregion“ hoher PM10-Belastung über den Südostalpen repräsentiert Situationen, in denen die Luft über den Alpen absinkt, d.h. es handelt sich um Hochdruckwetterlagen mit niedrigen Inversionen, bei denen die ECMWF-Trajektorien nicht für die bodennahe Schicht repräsentativ sind.

Niedrige PM10-Konzentrationen kommen aus dem Sektor von West bis Nordwest.

Betrachtet man nur die Wintermonate Dezember bis Februar (Abbildung 58, Tiefpassmethode), so treten der Bereich von Nordserbien bis Westungarn sowie die Küstengebiete der Oberen Adria noch deutlicher hervor.

Vertikalprofile der (bis in 300 m über Boden gerechneten Trajektorienverweilzeiten) zeigen, dass Luftmassen, die mit hohen PM10-Konzentrationen verbunden sind, aus wenigen 100 m über Boden stammen (nicht dargestellt).

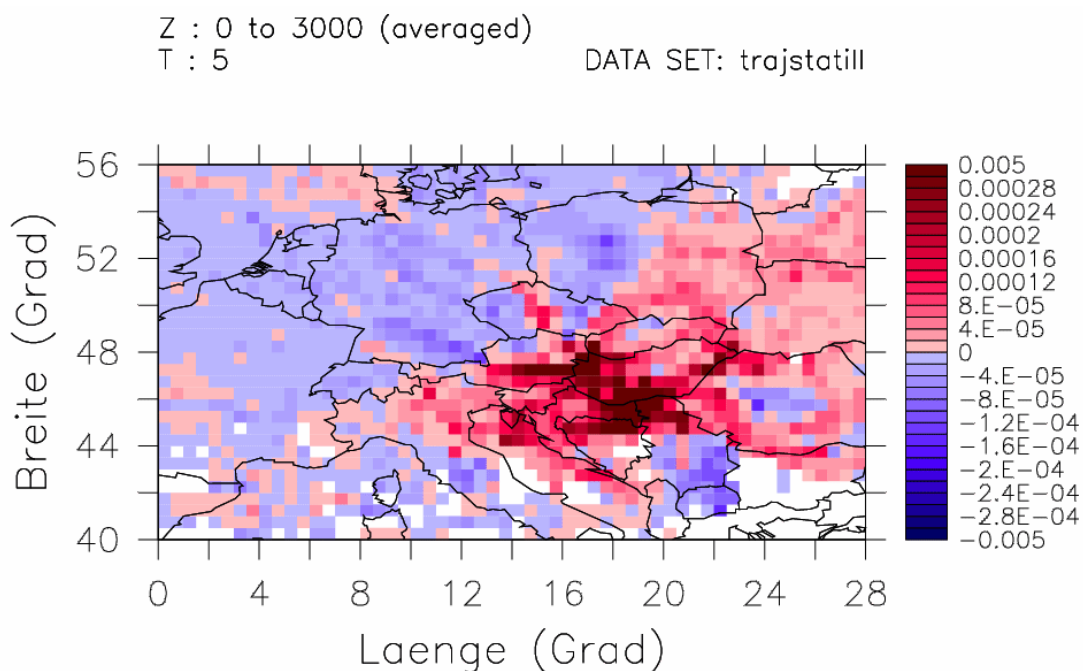


Abbildung 58: Ergebnisse der Trajektorienverweilzeitstatistik mit der Tiefpassfiltermethode für Illmitz, Wintermonate Jahre 2001 bis 2003.

In Abbildung 59 werden die Messstellen im östlichen Niederösterreich (Hainburg, Klosterneuburg, Mödling, Schwechat und Stixneusiedl) sowie im nördlichen Burgenland (Illmitz und Eisenstadt) gemeinsam mit der Tiefpassmethode für den Zeitraum 2002 und 2003 ausgewertet. Abbildung 59 zeigt ähnliche Herkunftsregionen wie die Auswertung für Illmitz allein, die Auswertung lässt allerdings den Nahbereich des Untersuchungsgebietes d.h. Nordwestungarn, Nordostösterreich und die Westslowakei stärker hervortreten, deren Emissionen an den näher bei Wien bzw. Bratislava gelegenen Messstellen etwas stärker zum Tragen kommen als in Illmitz. Die „Herkunftsregion“ erhöhter PM10-Belastungen über den Ostalpen repräsentiert Situationen mit Absinken, d.h. keinen tatsächlichen Schadstofftransport, sondern Inversionslagen in Hochdruckgebieten.

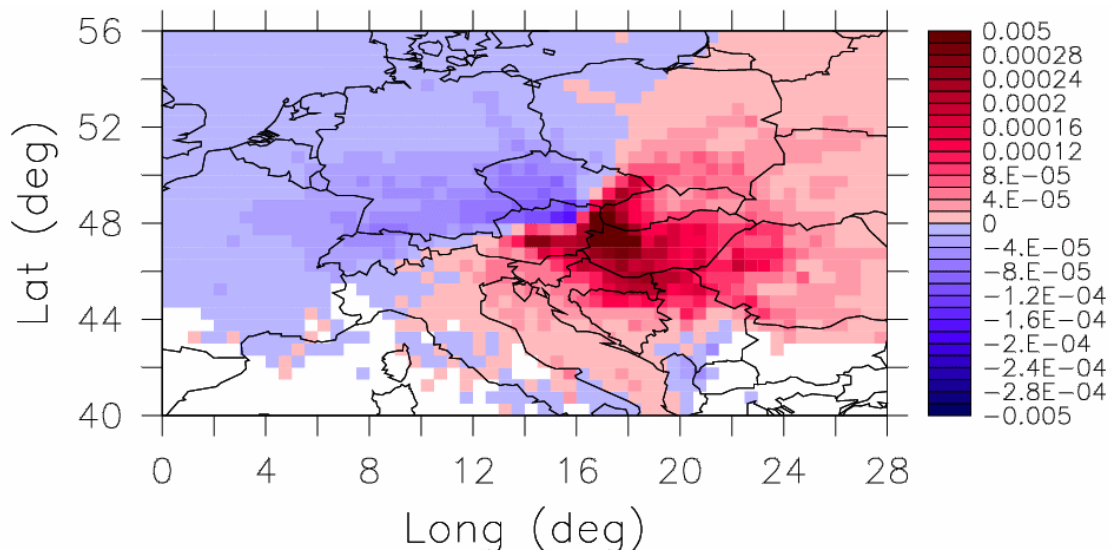


Abbildung 59: Ergebnisse der Trajektorienverweilzeitstatistik mit der Tiefpassfiltermethode für Hainburg, Klosterneuburg, Mödling, Schwechat, Stixneusiedl, Eisenstadt, Illmitz, 2002 und 2003.

10.3 Herkunftszuordnung anhand von Rückwärtstrajektorien (Tage mit über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

10.3.1 Aufgliederung der PM10-Belastung auf Herkunftsgebiete unterschiedlicher räumlicher Skala

Die PM10-Belastung in städtischen Belastungsschwerpunkten lässt sich – wie auch die Belastung anderer Schadstoffe – in Anteile aufgliedern, die aus Emittenten und Transportprozessen unterschiedlicher räumlicher Skala stammen (siehe Abbildung 122).

1. Die größte Skala stellt der regionale Hintergrund dar, für welchen Emissionen im Umkreis von mehreren 10 bis mehreren 100 km verantwortlich sind (die bei bestimmten meteorologischen Situationen zu „**regionaler Schadstoffanreicherung**“ führen) und zu welchem **Ferntransport** über Distanzen von mehreren 100 km einen wesentlichen Beitrag liefern kann.
2. Der **städtische Hintergrund** wird durch die Gesamtemissionen des Stadtgebietes – im Fall des Ballungsgebietes Wien der Stadt Wien und von angrenzenden niederösterreichischen Gebieten mit hohen Emissionsdichten – verursacht.

3. Auf dem städtischen Hintergrund setzen **Belastungsschwerpunkte** im Nahbereich starker Quellen – als solche kommen v.a. Straßen, aber auch industrielle und gewerbliche Punktquellen in Frage – auf.

Ferntransport erfolgt – in der Regel bei großflächig ungünstigen Ausbreitungsbedingungen – über Distanzen von mehreren 100 km; die bedeutendsten Quellregionen von ferntransportiertem PM10 sind in Rumänien, Serbien, Ungarn, der Slowakei, Tschechien und Polen zu lokalisieren. Ferntransportiertes PM10 besteht aus primären Partikeln und einem überproportionalen Beitrag von Sulfat.

Regionale Emissionen tragen bei geringen Windgeschwindigkeiten und langer Verweildauer der Luft im Umkreis von Wien zur PM10-Belastung bei. Die Auswertung der Rückwärtstrajektorien legt nahe, als Herkunftsgebiet „regionaler Schadstoffanreicherung“ einen Umkreis von ca. 150 km zu betrachten. Damit tragen Emissionen in Wien, Niederösterreich, im Nordburgenland und im östlichen Oberösterreich sowie in den angrenzenden Gebieten Tschechiens, der Slowakei und Ungarns zur PM10-Belastung in Niederösterreich bei.

Bei der Klassifizierung wurde zwischen folgenden Arten von Ferntransport und regionaler Schadstoffanreicherung unterschieden:

- Ø **Ferntransport** mit mäßiger Strömung; die Trajektorien zeigen im Umkreis des Nordburgenlandes keine längeren Verweilzeiten;
- Ø **Ferntransport in Kombination mit regionaler Schadstoffanreicherung**; die Trajektorien zeigen längere Verweilzeiten im Umkreis des Nordburgenlandes;
- Ø **Regionale Schadstoffanreicherung ohne Ferntransport**; die Trajektorien zeigen sehr lange Verweilzeiten im Umkreis des Nordburgenlandes oder Absinken über Nordostösterreich kurz vor Erreichen des Zielpunktes (d.h. sie sind für längere Zeiträume vor Eintreffen nicht aussagekräftig für die bodennahe Luftschicht);
- Ø **Sahara-Staub** wird gesondert ausgewiesen.

„Ferntransport von Südosten“ umfasst jene Fälle, in denen Nordostösterreich von südöstlicher Richtung angeströmt wurde, „Ferntransport von Norden“ jene Fälle, in denen Nordostösterreich von Norden oder Nordwesten angeströmt wurde. Unter „Regionaler Schadstoffanreicherung“ sind jene Fälle zusammengefasst, bei denen sich die Luftmassen über ein bis drei Tage im Bereich von ca. 100 km um den Zielpunkt aufhielten; in zahlreichen Fällen zeigen die Trajektorien zusätzlich Ferntransport über mehrere 100 km an.

Bei den Fällen mit Ferntransport orientiert sich die Herkunftszuordnung an der EMEP-Emissionsinventur (siehe Kapitel 5.5, u.a. Abbildung 25 und Abbildung 28), sodass Transporte aus Regionen mit extrem hohen PM10- und SO₂-Emissionen zusammengefasst werden (siehe Kapitel 5.5 und 5.6.3).

Ferntransport aus Slowenien, S-Rumänien, N-Serbien und Bosnien überstreicht in der Regel Süd- und Westungarn, d.h. Regionen mit relativ niedrigen PM10-Emissionen, nicht aber Budapest und Nordungarn. Bei Ferntransport aus S-Rumänien, N-Serbien, Bosnien und Slowenien kann daher davon ausgegangen werden, dass Emissionen in Kroatien, Süd- und Westungarn nur geringe Beiträge liefern.

Die Herkunftsanalyse der PM10-Belastung in Niederösterreich stützt sich auf die Analyse der Tage mit TMW über 50 µg/m³. Grundsätzlich wurde der Zeitraum von November 1999 bis März 2004, sofern innerhalb dieses Zeitraumes PM10-Messwerte vorliegen, untersucht.

Die Detaildarstellung der Belastungsepisoden mit PM10-TMW über 50 µg/m³ findet man im Anhang 4.

Die Ergebnisse der Herkunftszuordnung der gravimetrischen PM10-Belastung in Illmitz wurden in UMWELTBUNDESAMT (2004d) diskutiert. Ausgewertet wurden alle Tage mit TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die anhand der 96-h-Rückwärtstrajektorien den in Tabelle 55 bzw. Tabelle 53 genannten Herkunftsregionen zugeordnet werden. Die Beiträge einzelner Herkunftsregionen werden mit der PM10-Konzentration der jeweiligen Tage gewichtet. Ausgewertet wurde der Zeitraum von November 1999 bis März 2004.

Für Niederösterreich steht im Zeitraum von Juni 1999 bis März 2004 ein relativ heterogener Datensatz zur Verfügung:

- gravimetrische PM10-Daten von Streithofen (AUPHEP-Projekt) zwischen Juni 1999 und Mai 2000;
- gravimetrische PM10-Daten in Pillersdorf ab Mai 2003;
- kontinuierlich erfasste PM10-Daten des Niederösterreichischen Messnetzes mit dem Default-Faktor 1,3 von Beginn der Messung 2001 bis Ende 2002;
- kontinuierlich erfasste PM10-Daten des Niederösterreichischen Messnetzes mit standortspezifischen Standortfaktoren von Jänner 2003 bis März 2004.

Gravimetrische und kontinuierliche Messwerte sind quantitativ nicht miteinander vergleichbar, auch nicht im Falle realitätsnaher Standortfaktoren. Daher ist die gemeinsame Auswertung der in Niederösterreich verfügbaren PM10-Daten grundsätzlich problematisch. Bei der Zuordnung der PM10-Konzentrationen an Tagen über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird daher keinerlei Gewichtung mit der PM10-Konzentration vorgenommen; es werden lediglich die Tage mit TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgezählt – auch dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass PM10-Tagesmittelwerte, die mit unterschiedlichen Messverfahren erhoben wurden, nur beschränkt vergleichbar sind.

10.3.2 Niederösterreich

Die Herkunftszuordnung der PM10-Belastung in Niederösterreich erfolgt nach vier Regionen gegliedert, für die unterschiedliche Rückwärtstrajektorien herangezogen werden:

1. Für den **Südosten** Niederösterreichs (Messstellen Hainburg, Stixneusiedl und Wiener Neustadt gemeinsam mit Illmitz) werden die Trajektorien von Illmitz verwendet
2. Für den **Norden** Niederösterreichs (Messstellen Mistelbach, Pillersdorf und Heidenreichstein) werden die Trajektorien von Mistelbach und Pillersdorf verwendet
3. Für den **Westen** Niederösterreichs (Messstellen Amstetten, Pöchlarn, St. Pölten und St. Valentin) werden die Trajektorien von Amstetten verwendet
4. Für die Messstellen im weiteren **Umkreis Wiens** („Mitte“ in Tabelle 53) werden die Trajektorien für Wien und Schwechat verwendet.

Grundsätzlich kann mit der Auswertung der PM10-Tagesmittelwerte mittels Rückwärtstrajektorien die Herkunftsregion von Luftmassen mit erhöhter PM10-Belastung auf einer Skala von 100 km oder mehr untersucht werden.

Eine Aufgliederung der PM10-Belastung nach lokalen, regionalen und überregionalen Beiträgen entsprechend Kapitel 10.3.1 ist mit den vorliegenden heterogenen PM10-Daten nicht möglich. Dazu müssen quantitativ vergleichbare, d.h. gravimetrische PM10-Daten unterschiedlicher Standorttypen zur Verfügung stehen, die eine Auftrennung des lokalen und regionalen Beitrages gegenüber dem regionalen Hintergrund – der etwa in Illmitz, Pillersdorf oder im Niederösterreichischen Alpenvorland gemessen wird – ermöglichen. Die kontinuierlichen PM10-Messdaten sind nicht ausreichend genau, um eine derartige Auftrennung unterschiedlicher Skalen zu rechtfertigen.

Tabelle 53 gibt für die vier Regionen, nach denen die PM10-Messdaten Niederösterreichs ausgewertet wurden, die Anzahl der Tage (sowie die relativen Anteile) an, an denen die Rückwärtstrajektorien Ferntransport aus bestimmten Herkunftsregionen bzw. regionale Schadstoffanreicherung erkennen lassen.

Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Tage ist auf Grund der unterschiedlich langen Messreihen in den Gebieten „Südost“ und „Mitte“ deutlich größer als im Norden und Westen Niederösterreichs. Auf Grund der unterschiedlich langen Messreihen, die verschiedene Zeiträume abdecken, sind die Ergebnisse für die einzelnen Gebiete Niederösterreichs auch nicht unmittelbar vergleichbar.

Tabelle 53: Beiträge von Ferntransport aus verschiedenen Herkunftsregionen bzw. regionaler Schadstoffanreicherung zur PM10-Belastung (Tage über 50 µg/m³) in Niederösterreich, Nov. 1999 bis März 2004.

Herkunftsgebiet	Anzahl der Tage				Anteile			
	Südost	Nord	Mitte	West	Südost	Nord	Mitte	West
Ferntransport aus								
Slowenien, SW-Ungarn	4	0	7	0	2%	0%	3%	0%
Kroatien, Bosnien	6	2	7	0	3%	2%	3%	0%
Rumänien, Serbien, Bosnien, Kroatien, Ungarn	36	5	25	4	17%	5%	11%	3%
Serbien, Kroatien, Ungarn	17	3	10	2	8%	3%	4%	2%
Ungarn, Slowakei	26	13	18	4	12%	13%	8%	3%
Rumänien, Ungarn	5	8	4	1	2%	8%	2%	1%
Polen (nicht Oberschlesien)	3	3	2	5	1%	3%	1%	4%
Polen (Oberschlesien), Mähren	22	15	28	7	10%	15%	12%	5%
W-Polen, O-Deutschland, Böhmen	0	0	4	3	0%	0%	2%	2%
Regionale Schadstoffanreicherung mit Ferntransport aus:								
Polen, Mähren	2	4	15	18	1%	4%	6%	14%
Ungarn, Slowakei, Kroatien, Tschechien	16	19	24	11	7%	18%	10%	8%
Slowenien, Kroatien	1	0	6	1	0%	0%	3%	1%
Rumänien, Serbien, Ungarn	15	6	12	1	7%	6%	5%	1%
Polen, Mähren, Slowakei, Ungarn	9	4	11	5	4%	4%	5%	4%
Böhmen, W-Polen, O-Deutschland	0	4	4	6	0%	4%	2%	5%
Regionale Schadstoffanreicherung	51	16	53	58	24%	16%	23%	45%
Westwind	0	0	3	2	0%	0%	1%	2%
Sahara-Staub	2	1	2	2	1%	1%	1%	2%
Summe	215	103	235	130				

Die vier Regionen Niederösterreichs, deren PM10-Daten ausgewertet wurden, zeigen teilweise deutliche Unterschiede in den Herkunftsregionen von Ferntransport.

Im Südosten trägt Ferntransport aus Rumänien und Serbien über Ungarn (17%) deutlich mehr bei als im Norden und Westen; Ferntransport aus Ungarn und der Slowakei trägt im Südosten und im Norden (12 bzw. 13%) deutlich mehr bei als im Westen.

Die größten Beiträge im Norden sind demgegenüber erwartungsgemäß Ferntransport aus Polen und Mähren (15%) zuzuordnen, sehr niedrige Beiträge dagegen kommen aus Ferntransport aus Südosten. Der hohe Anteil regionaler Schadstoffanreicherung in

Kombination mit Ferntransport aus Ungarn und der Slowakei (18%) kommt daher, dass der Norden Niederösterreichs bei schwacher Südostströmung häufig von Luftmassen aus dieser Region erreicht wird.

Im Westen macht unter den Situationen mit Ferntransport solcher aus Polen und Mähren in Kombination mit regionaler Schadstoffanreicherung (14%) den größten Anteil aus.

Nennenswerte Beiträge von Ferntransport (auch in Kombination mit regionaler Schadstoffanreicherung) aus Böhmen, Westpolen und Ostdeutschland treten nur im Westen Niederösterreichs auf (2 bzw. 5%).

Deutlich unterschiedlich fallen die Anteile der Situationen mit ausschließlicher regionaler Schadstoffanreicherung aus. Diese Anteile sind für den Westen mit 45% am größten, für den Norden mit 16% am geringsten.

Bei den Rückwärtstrajektorien für den Westen Niederösterreichs, d.h. Amstetten, ist zu berücksichtigen, dass diese in Fällen, in denen im Osten Niederösterreichs Süd- oder Südostströmung herrscht, die Ostalpen direkt von Süden überqueren – dies bedeutet, dass sie in diesen Fällen für die bodennahe Luftschicht nicht repräsentativ sind. Dies kann bedeuten, dass entweder eine seichte Bodeninversion im Alpenvorland herrscht, oder dass in Bodennähe tatsächlich die Luft die Ostalpen umströmt und die Luft das Alpenvorland von Osten erreicht. Situationen, in denen die Trajektorien für Amstetten die Ostalpen überqueren, werden als „regionale Schadstoffanreicherung“ klassifiziert; dabei ist nicht auszuschließen, dass tatsächlich Luftmassen aus Südosteuropa das Alpenvorland erreichen; allerdings überqueren diese Luftmassen in diesen Situationen den Raum Wien, sodass dessen hohe Emissionen zur PM10-Belastung im Alpenvorland beitragen. Die Untersuchung der Belastungsepisoden (Kapitel 8.13) zeigt, dass Ferntransport von Südosten im Alpenvorland in der Regel eine wesentlich geringere Rolle spielt als im Osten Niederösterreichs. Der in Tabelle 53 angegebene hohe Anteil ausschließlicher regionaler Schadstoffanreicherung dürfte damit eine einigermaßen realistische Zahl sein.

Fasst man in Tabelle 54 die Beiträge von Ferntransport aus südöstlicher und aus nördlicher Richtung zusammen, so zeigt sich, dass Ferntransport allein im Südosten Niederösterreichs mit 55% den größten Anteil ausmacht, mit 20% im Westen Niederösterreichs den geringsten. Die Anteile der Situationen mit Ferntransport in Kombination mit regionaler Schadstoffanreicherung sind im Südosten am geringsten, in den übrigen Regionen variieren sie kaum.

Den höchsten Anteil von Ferntransport von Südosten (44%) weist erwartungsgemäß der Südosten Niederösterreichs auf, den höchsten Anteil von Ferntransport von Norden (17%) der Norden.

Tabelle 54: Beiträge von Ferntransport und regionaler Schadstoffanreicherung zur PM10-Belastung in Niederösterreich, Zusammenfassung, Angaben in Prozent.

Herkunftsregion	Südost	Nord	Mitte	West
Ferntransport von Südosten	44%	30%	30%	8%
Ferntransport von Norden	12%	17%	14%	12%
Regionale Schadstoffanreicherung mit Ferntransport von Südosten	15%	24%	18%	12%
Regionale Schadstoffanreicherung mit Ferntransport von Norden	1%	8%	8%	18%
Regionale Schadstoffanreicherung mit Ferntransport von Südosten und Norden	4%	4%	2%	5%
ausschließlich regionale Schadstoffanreicherung	24%	16%	23%	45%
Summe Ferntransport	55%	48%	45%	20%
Summe Ferntransport + regionale Schadstoffanreicherung	20%	36%	31%	32%

Die unterschiedlichen Beiträge von Ferntransport aus verschiedenen Regionen zu erhöhter PM10-Belastung in den einzelnen Regionen Niederösterreichs spiegeln im wesentlichen die meteorologischen Verhältnisse – großräumige Strömung und Auftreten windschwacher Situationen – wieder.

Sie korrespondieren mit der Auswertung der Belastungsepisoden (Kapitel 8.13), wonach der Osten und der zentrale Teil Niederösterreichs wesentlich von Ferntransport beeinflusst werden, was im Westen viel seltener der Fall ist. Dabei zeigen auch die Belastungsepisoden mitunter deutliche Unterschiede im Belastungsbild des Weinviertels gegenüber den südöstlichen Regionen Niederösterreichs.

Die Auswertung der Belastungsepisoden deutet v.a. für Amstetten auf einen sehr hohen Beitrag regionaler – mehr als lokaler – Quellen hin und eine vergleichsweise geringe Beeinflussung durch Ferntransport von Südosten.

Anhand der Untersuchung der Belastungsepisoden lassen sich – v.a. anhand der Tagesgänge – jene Tage identifizieren, an denen die Messstellen im Umkreis Wiens einen relativ starken Einfluss lokaler Emissionen oder von Emissionen im Bereich des Ballungsgebietes aufweisen. Die in Kapitel 8.13 ausgewerteten Belastungsepisoden ergeben insgesamt 20% der Tage mit TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an denen sich ein solcher Einfluss deutlich abzeichnet, und zwar relativ unabhängig von der Strömungslage. Bei Situationen mit ausschließlicher regionaler Schadstoffanreicherung ist dieser Anteil nicht höher.

10.3.3 Illmitz

Die Tage mit PM10-TMW über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden anhand der 96-h-Rückwärtstrajektorien den in Tabelle 55 genannten Herkunftsregionen zugeordnet. Die Abgrenzung dieser Herkunftsregionen stützt sich einerseits auf die Verteilung der PM10-Emissionen (siehe Kapitel 5.5), andererseits auf die „typischen“ Muster von Trajektorien an Tagen mit über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Grundsätzlich lässt sich die PM10-Belastung in Illmitz folgenden Quellregionen zuordnen:

- Ø Ferntransport über Distanzen von 100 km oder mehr, häufig verstärkt durch großflächig ungünstige Ausbreitungsbedingungen;
- Ø Schadstofftransport aus Wien bei Situationen mit Ferntransport von Norden;

- ∅ regionale Schadstoffanreicherung bei sehr windschwachen Situationen und sehr ungünstigen Ausbreitungsbedingungen, die den Rückwärtstrajektorien zufolge einen Bereich von ca. 100 km Umkreis umfasst;
- ∅ direkter Schadstofftransport aus Bratislava;
- ∅ Schadstofftransport aus anderen Städten im weiteren Umkreis (etwa Sopron, Wien);
- ∅ diffuse lokale Emissionen vorwiegend geogenen Materials aus Winderosion oder landwirtschaftlichen Tätigkeiten.

10.3.3.1 Rückwärtstrajektorien bei Ferntransport

Beim Ferntransport von Südosten zeigen die Rückwärtstrajektorien als häufigste Herkunftsregion hoch belasteter Luftmassen einen Bereich, der Südrumänien, u.U. auch Nordbulgarien, Nordserbien, u.U. Nordostbosnien, Nord- und Ostkroatien sowie den mittleren und westlichen Teil Ungarns umfasst. Weitere relativ häufige „Transportwege“ hoch belasteter Luftmassen führen über das mittlere Kroatien und Slowenien über Westungarn sowie von Nordrumänien über Ost- und Nordungarn ins Burgenland.

Die Trajektorien geben zunächst keine Information, wo entlang ihrer Zugbahn Schadstoffe aufgenommen bzw. in der Atmosphäre gebildet wurden. Eine Eingrenzung der Quellregionen primärer Partikel und der Vorläufersubstanzen sekundärer Partikel ist mit Hilfe von Emissionsdaten möglich.

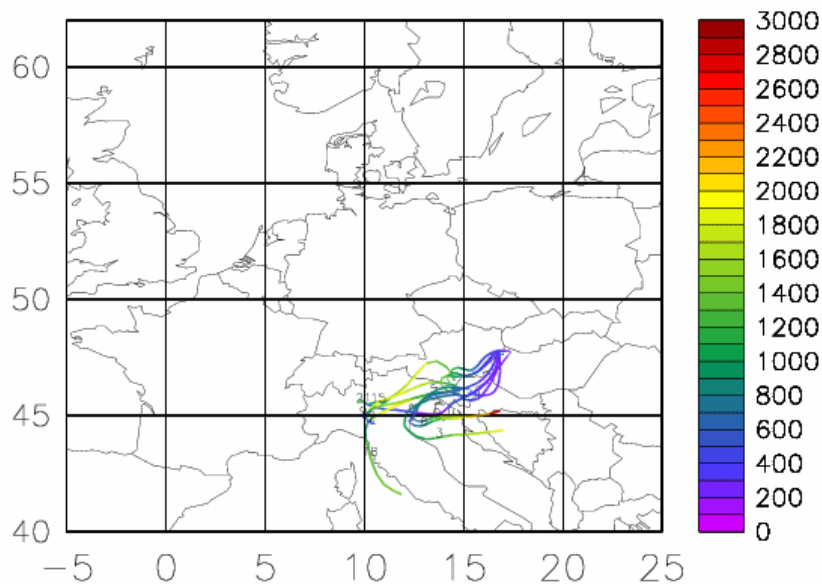


Abbildung 60: Ferntransport aus Nordostitalien, Slowenien und Kroatien, 6.2.2002. Die farbige Skala der Trajektorien gibt die Höhe über Meeresniveau an.

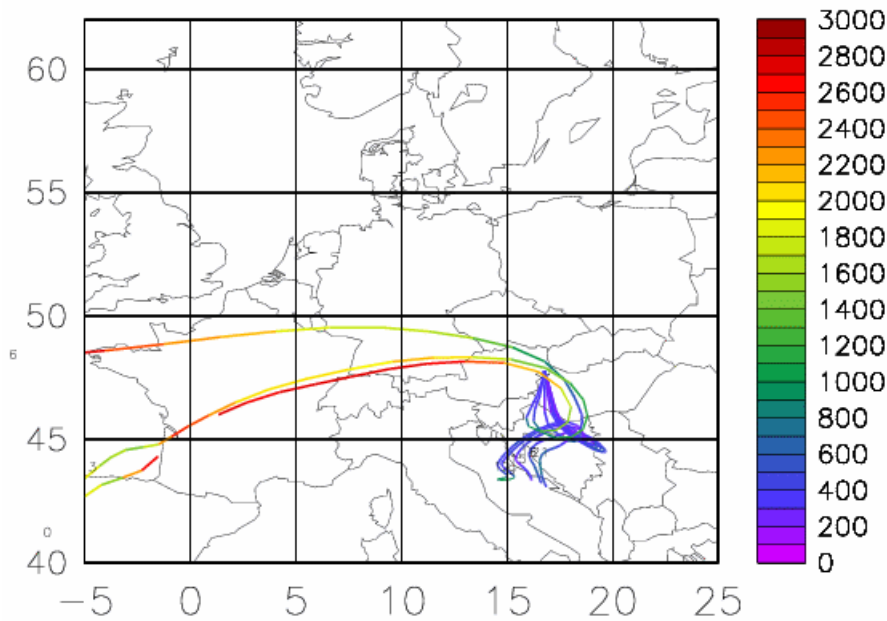


Abbildung 61: Ferntransport aus Bosnien und Kroatien über Westungarn, 3.2.2002. Die farbige Skala der Trajektorien gibt die Höhe über Meeresniveau an.

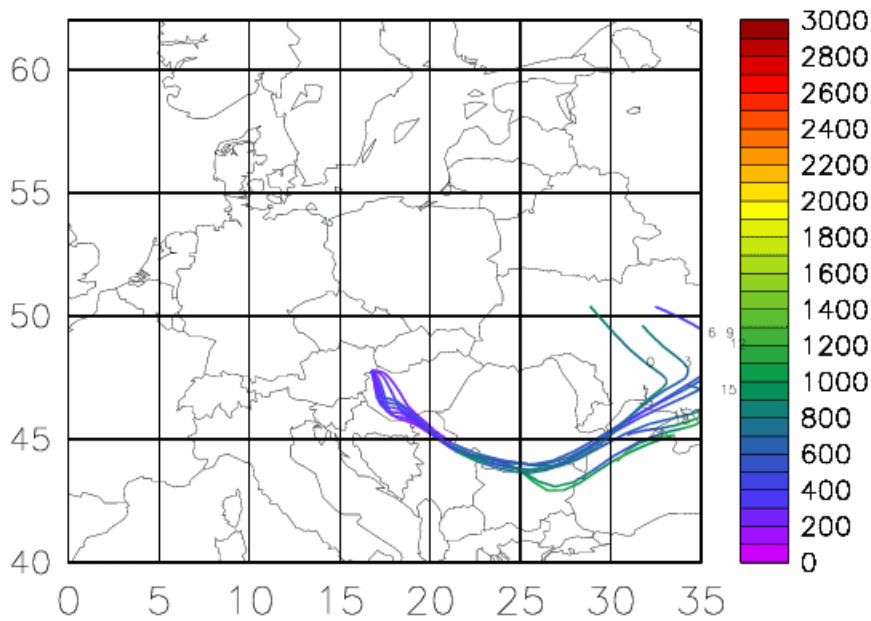


Abbildung 62: Ferntransport aus Rumänien (u.U. Nordbulgarien), Nordserbien und Ostkroatien über Ungarn, 17.12.2002.

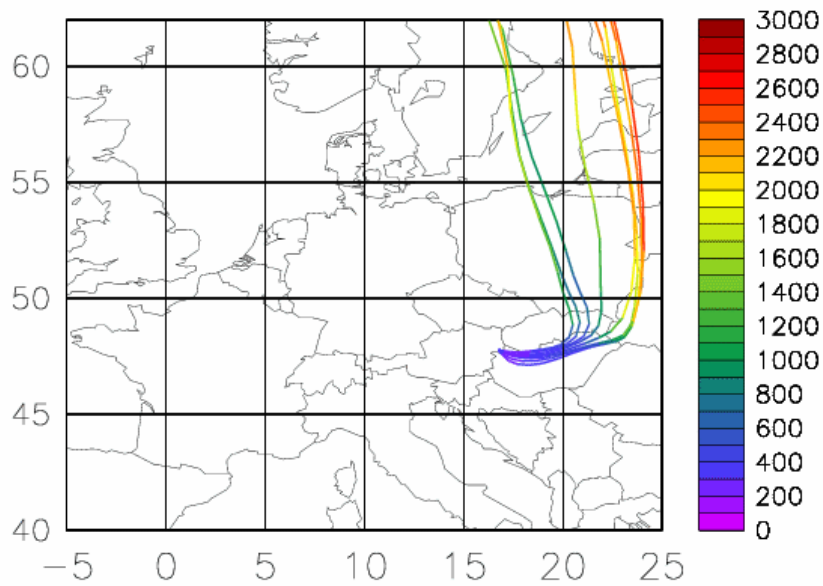


Abbildung 63: Ferntransport aus Ungarn, 16.2.2002.

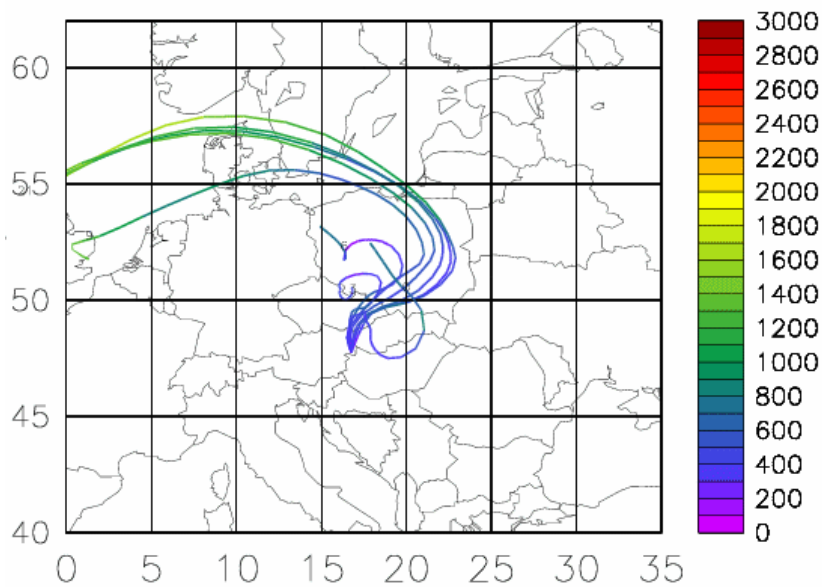


Abbildung 64: Ferntransport über Südpolen (Oberschlesien) und Mähren, 2.4.2002.

10.3.3.2 Rückwärtstrajektorien bei regionaler Schadstoffanreicherung

Regionale Schadstoffanreicherung tritt bei niedrigen Windgeschwindigkeiten auf; die Rückwärtstrajektorien zeigen unregelmäßige Schleifenbewegungen im Umkreis von ungefähr 100 km um das Nordburgenland, d.h. in Nordostösterreich, der Südwestslowakei

und Nordwestungarn. In den meisten Fällen zeigen die Rückwärtstrajektorien zuvor Luftmassenverlagerungen in Bodennähe in jenen Regionen, die bereits für Ferntransport in Frage kommen.

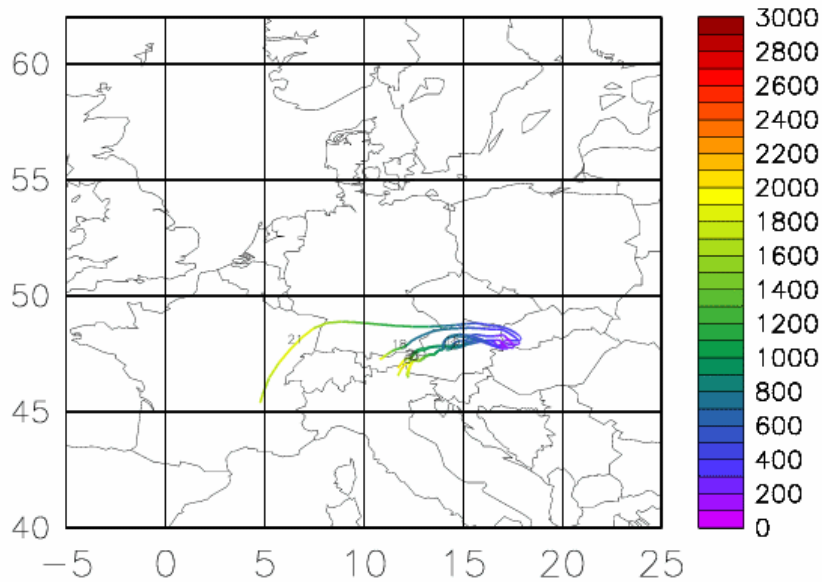


Abbildung 65: Rückwärtstrajektorien am 13.1.2002.

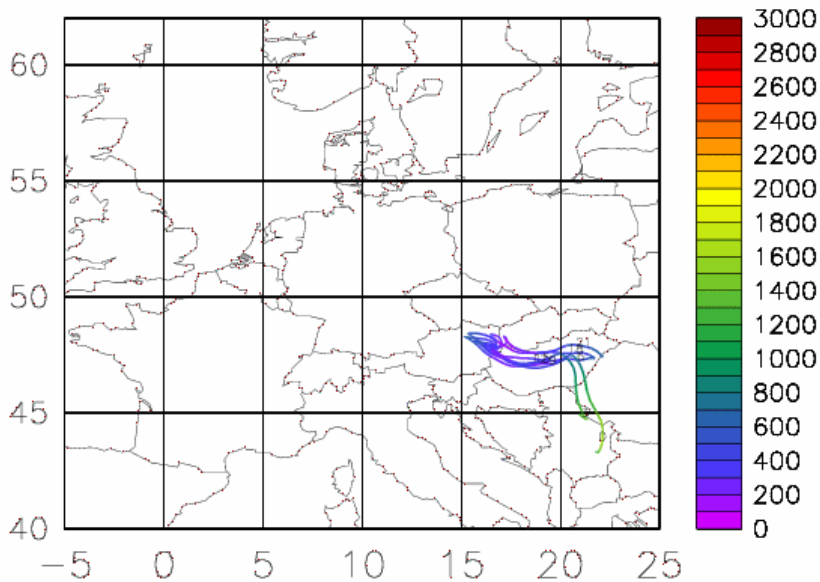


Abbildung 66: Rückwärtstrajektorien am 17.1.2002.

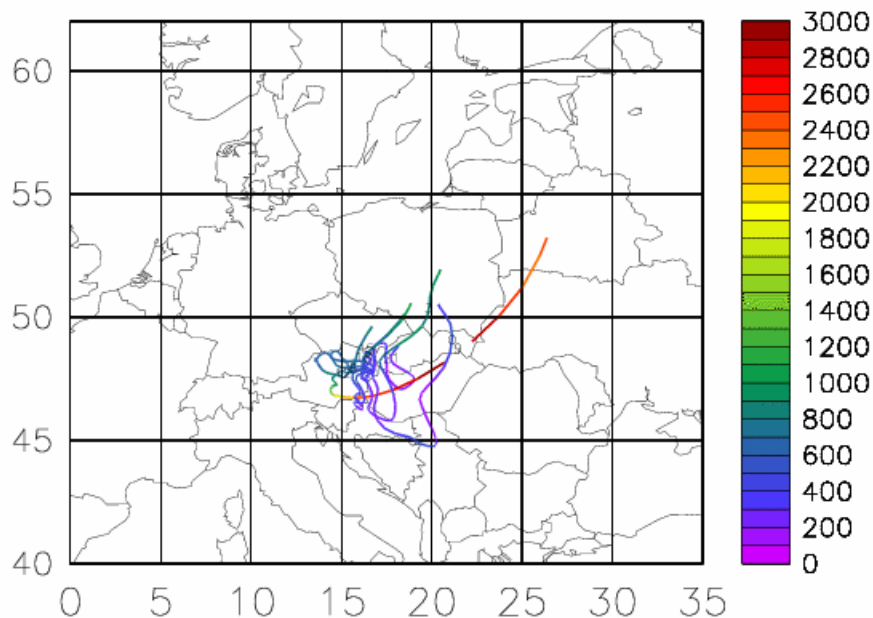


Abbildung 67: Rückwärtstrajektorien am 1.4.2002.

10.3.3.3 Beiträge von Ferntransport

Für die Abschätzung des Beitrags von Ferntransport wird der Zeitraum von Oktober 1999 bis März 2004 herangezogen, in dem gravimetrische PM10-Daten von Illmitz zur Verfügung stehen. In diesem Zeitraum liegen 1600 Tagesmittelwerte in Illmitz vor; von diesen wurden 246 Tage mit Konzentrationen über $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend Tabelle 55 verschiedenen Herkunftsregionen zugeordnet. Eine untere Grenze von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde gewählt, um auch Tage abzudecken, an denen zwar in Illmitz die PM10-Konzentration etwas unter $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag, an städtischen Messstellen aber - wahrscheinlich – darüber (da die kontinuierlichen Messdaten hohe Unsicherheiten aufweisen, ist mehr als die Aussage „wahrscheinlich darüber“ kaum möglich).

Tabelle 55: Mittlere PM10-Konzentration in Illmitz für verschiedene Herkunftsregionen der 246 Tage in den Jahren 1999-2004 mit PM10-Belastungen über 45 µg/m³.

Herkunftsregion	Anzahl Tage	Mittlere Konzentration in Illmitz (µg/m ³)
Ferntransport von Südosten		
Slowenien, S-W-Ungarn	5	66
Kroatien, Bosnien	8	61
S-Rumänien, N-Serbien, Kroatien, Ungarn	36	67
S-Rumänien, N-Serbien, Bosnien, Kroatien, Ungarn	3	59
N-Serbien, Kroatien, Ungarn	20	54
N-Serbien, Bosnien, Kroatien, Ungarn	4	74
Ungarn	17	63
S-Rumänien, Ungarn	2	52
W-Ukraine, Slowakei	1	47
SO-Polen über Ungarn und Slowakei	5	63
Polen, Mähren über Ungarn (Serbien, Rumänien)	1	46
Ferntransport von Norden		
Polen (nicht über Oberschlesien und Krakow), Mähren	7	50
Polen (über Oberschlesien und Krakow), Mähren	24	57
O-Deutschland, M-Tschechien	1	46
Ferntransport und regionale Schadstoffanreicherung		
Tschechien	5	61
Polen	8	61
Polen, Mähren (nicht Katowice, Ostrava), W-Slowakei	1	51
Slowakei, Ungarn	13	66
Ungarn	15	57
Kroatien, Ungarn, Slowenien	5	62
Serbien, Rumänien, Ungarn	4	57
Serbien, Ungarn	7	59
Slowenien	7	49
Nord-Österreich, W-Ungarn, W-Slowakei, Mähren	13	64
Regionale Schadstoffanreicherung, kein Ferntransport	32	67
Sahara-Staub	2	61

Gewichtet man die mittleren Konzentrationen der den einzelnen Herkunftsgebieten zugeordneten Tage mit der Häufigkeit von Transport aus diesen Regionen, so liefern folgende „Herkunftsregionen“ die bedeutendsten Beiträge zur PM10-Belastung in Illmitz:

- Ø 16% Ferntransport aus S-Rumänien und N-Serbien über Kroatien und Ungarn;
- Ø 14% regionale Schadstoffanreicherung ohne Ferntransport;
- Ø 9% Ferntransport aus Polen (über Oberschlesien und Krakow) und Mähren;
- Ø 7% Ferntransport aus N-Serbien über Kroatien und Ungarn;
- Ø 7% Ferntransport aus Ungarn;
- Ø 6% regionale Schadstoffanreicherung mit Ferntransport aus Ungarn;
- Ø 6% regionale Schadstoffanreicherung mit Ferntransport aus Nordösterreich, Mähren, der W-Slowakei und W-Ungarn;
- Ø 6% regionale Schadstoffanreicherung mit Ferntransport aus der Slowakei und Ungarn.

Tabelle 56 stellt die Abschätzung der Hauptbeiträge - nach dieser gewichteten Auswertung von Tabelle 55 – für die Gesamtheit der Tage mit über 45 µg/m³ in Illmitz des Zeitraums von Oktober 1999 bis März 2004 zusammen.

Tabelle 56: Abschätzung der Hauptbeiträge zur PM10-Belastung in Illmitz an Tagen mit über 45 µg/m³, Okt. 1999 – März 2004.

Ferntransport von Südosten	42%
Ferntransport von Norden	12%
Ferntransport gemeinsam mit regionaler Schadstoffanreicherung	31%
Regionale Schadstoffanreicherung ohne Ferntransport	14%

Basierend auf der chemischen Analysen der PM10-Inhaltsstoffe (Kapitel 11.2) lassen sich die relativen Anteile verschiedener Inhaltsstoffe für verschiedene Herkunftsregionen abschätzen – vorbehaltlich der teilweise geringen und daher u.U. wenig repräsentativen Anzahl von Tagen mit chemischen Analysen.

Bei Ferntransport aus S-Rumänien und N-Serbien, u.U. Bosnien über O-Kroatien und SW-Ungarn entfallen 56% auf sekundäre anorganische Ionen und 44% auf primäre Partikel (die – als Teil des OM – u.U. auch sekundäre organische Partikel umfassen können). Für die primären Partikel sind ganz überwiegend PM10-Emissionen sehr eng begrenzter Gebiete in der westlichen Walachei, in Bosnien und in der Region Beograd verantwortlich. Für das Ammoniumsulfat sind SO₂-Emissionen eines etwas ausgedehnteren Gebietes in der westlichen Walachei, in Bosnien und in Serbien im Bereich der Donau verantwortlich. Zudem könnten SO₂-Emissionen in Südungarn (Region Mohacs) einen kleineren Beitrag liefern. Die Hauptquellen für Ammoniumnitrat dürften in der Region Beograd zu finden sein⁴⁵, daneben in der westlichen Walachei (gleiche Quellen wie für primäre Partikel).

Gemittelt über alle Tage mit Ferntransport aus den Regionen S-Rumänien und N-Serbien entfallen 54% auf sekundäre anorganische Ionen und 46% auf primäre Partikel.

⁴⁵ EMEP-Gitterzelle 86 – 49 mit NO_x-Emissionen von 88.223 t (2001)

10.3.3.4 Beiträge Regionaler Schadstoffanreicherung

Als „regionale Schadstoffanreicherung“ werden jene Fälle klassifiziert, bei denen die ECMWF-Trajektorien Schleifen über Nordostösterreich, der Südwestslowakei oder Nordwestungarn beschreiben und damit sehr lange Verweildauern der Luft in dieser Region anzeigen. Zudem werden unter diese Klasse jene Fälle gerechnet, in denen die ECMWF-Trajektorien für die bodennahe Luftschicht nicht repräsentativ sind, Absinken aus größeren Höhen anzeigen und damit den Befund einer flachen bodennahen Inversion mit geringen Windgeschwindigkeiten, der aus den Bodenmessdaten ableitbar ist, unterstützen.

Als Herkunftsregion von PM10 sowie sekundären Aerosolen bei „regionaler Schadstoffanreicherung“ wird grob ein Umkreis von 100 km Radius angenommen, der sich aus den Schleifenbewegungen der Trajektorien ableiten lässt.

Kommen die Rückwärtstrajektorien zuvor aus entfernteren Gebieten, so wird die Situation als „Regionale Schadstoffanreicherung mit Ferntransport“ klassifiziert. In diesen Fällen ist es notwendig, die jeweiligen Beiträge von „Regionaler Schadstoffanreicherung“ aufgrund regionaler Emissionen im Umkreis von ca. 100 km und von „Ferntransport“ abzuschätzen. Dafür werden die PM10-Emissionsdichten (Kapitel 5.5) und die Emissionen der Vorläufersubstanzen SO₂ und NO_x in Mitteleuropa und die Aufenthaltsdauern und –gebiete der Rückwärtstrajektorien (Kapitel 10.2) herangezogen; eine Diskussion ist in UMWELTBUNDESAMT (2004d) zu finden. Unter diesen Annahmen ergibt die gewichtete Auswertung von Tabelle 55 (für Tage mit über 45 µg/m³) insgesamt einen Beitrag von Ferntransport von 61% zur PM10-Belastung in Illmitz – davon 46% von Südosten und 15% von Norden – , während regionale Schadstoffanreicherung sowie lokale Quellen (siehe Kapitel 10.3.3.5) einen Beitrag von 39% ausmachen.

Die in Kapitel 11.2 und 11.3 zusammen gestellten PM10-Zusammensetzungen ergeben für Situationen ohne Ferntransport einen Anteil sekundärer anorganischer Ionen von 51% (Ammoniumnitrat 27% und Ammoniumsulfat inkl. Wasser 24%), sowie einen Anteil primärer Partikel von 49%. Damit dürfte näherungsweise die Hälfte der PM10-Belastung, die bei regionaler Schadstoffanreicherung Quellen in einem Umkreis von schätzungsweise 100 km zuzuordnen ist, auf primäre PM10-Emissionen zurückgehen, jeweils ein Viertel (Ammoniumsulfat und Ammoniumnitrat) auf SO₂-, NO_x- und NH₃-Emissionen.

In Kapitel 10.3.3.5 wird dokumentiert, dass ein Beitrag lokaler (anthropogener und geogener) Quellen zur PM10-Belastung in Illmitz nicht nachweisbar ist und daher vernachlässigt werden kann. Die PM10-Belastung in Illmitz setzt sich damit aus Ferntransport und regionalen Beiträgen zusammen.

10.3.3.5 Mögliche lokale Quellen

Bratislava stellt die von Illmitz nächst gelegene Großstadt (45 km Entfernung) dar, allerdings liegt Bratislava bei keiner Hauptwindrichtung luvseitig zu Illmitz. Wie Kapitel 5.5 zeigt, stellt Bratislava auch keineswegs die dominierende Quelle von PM10, SO₂ oder NO_x im Umkreis von 100 km dar.

Die Untersuchungen einzelner Belastungsepisoden lassen in Einzelfällen PM10-Transport aus Bratislava wahrscheinlich erscheinen, eine Quantifizierung ist aber nicht möglich. Die kleinräumigen Trajektorien zeigen im Jahr 2002 lediglich am 10.4., möglicherweise auch am 14.12. Advektion von Bratislava nach Illmitz. Sehr wahrscheinlich ist der unmittelbare Einfluss von Advektion aus Bratislava im Mittel gering.

PM10-Transport aus anderen Städten im Umkreis von einigen 10 km nach Illmitz lässt sich nicht klar identifizieren. Möglicherweise ist die leicht erhöhte PM10-Belastung bei Südwestwind (Sektor 220 bis 240°) (25 µg/m³ gegenüber 20 µg/m³ bei 190 bis 200°) auf Sopron zurückzuführen, allerdings sind diese Windrichtungen extrem selten (unter 2%).

Beiträge städtischer Emissionen im Nordburgenland und dessen Umgebung zur Hintergrundbelastung werden daher nicht eigens berücksichtigt, sondern als Teil der regionalen Schadstoffanreicherung angesehen.

Ein Einfluss lokaler Emissionen geogenen Materials aus Winderosion oder landwirtschaftlicher Tätigkeit ist – speziell an Tagen mit über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - nicht zu identifizieren, wie die Auswertungen in Kapitel 8.3 und 11.2.2 zeigen. Diffuse lokale Emissionen geogenen Materials könnten aus folgenden Quellen stammen:

- Aufwirbelung von Bodenmaterial bei starkem Wind (Winderosion);
- Aufwirbelung von Bodenmaterial und pflanzlichem Material durch landwirtschaftliche Tätigkeiten.

Die Auswertungen in Kapitel 8.3 zeigen, dass die PM10-Konzentration im Mittel nicht mit der Windgeschwindigkeit zunimmt, sondern bis zu mittleren Windgeschwindigkeiten um 5 m/s mit der Geschwindigkeit abnimmt und bei hohen Geschwindigkeiten von der Windgeschwindigkeit unabhängig ist. Bei bestimmten Windrichtungen (Ost bis Süd) nimmt die PM10-Konzentration zwar mit der Windgeschwindigkeit zu, allerdings nur bis zu Geschwindigkeiten von 4 bis 5 m/s (den höchsten – seltenen – die bei diesen Windrichtungen noch auftreten), bei denen noch keine Aufwirbelung von Bodenmaterial zu erwarten ist.

Winderosion wäre auch im Zeitverlauf an starken Konzentrationsvariationen parallel zu Variationen der Windgeschwindigkeit zu erkennen, die allerdings nicht beobachtet werden.

Auch landwirtschaftliche Tätigkeiten – die ja im Umkreis der Messstelle nicht kontinuierlich über mehrere Stunden ablaufen – würden starke Konzentrationsvariationen erwarten lassen, die nicht beobachtet werden.

Ein weiterer Indikator für einen Beitrag von Winderosion wäre die Windgeschwindigkeitsabhängigkeit des (nicht analysierten) „Restes“ (ohne Wasser), der sehr wahrscheinlich überwiegend aus unlöslichem mineralischem Material besteht, das von Bodenmaterial im Umkreis der Messstelle stammen könnte. Tabelle 62 in Kapitel 11.2.2 umfasst die Auswertung der Analysenergebnisse der Messkampagne 1999/2000 nach der Windgeschwindigkeit; sie zeigt bei Windgeschwindigkeiten von 3 bis 4 m/s einen mittleren Rest-Anteil von 18%, bei über 4 m/s 22% (TMW der Windgeschwindigkeit über 5 m/s traten nicht auf), allerdings ist auch bei niedrigen Windgeschwindigkeiten unter 2 m/s der Rest-Anteil mit 19% vergleichbar hoch, unterdurchschnittlich ist er mit 13% bei 2 bis 3 m/s.

Die Auswertung des Rest-Anteils gibt somit keinerlei Hinweis auf dessen Zunahme bei höheren Windgeschwindigkeiten.

Generell zeigt das Belastungsbild gerade an hoch belasteten Tagen – d.h. an Tagen mit Ferntransport und/oder ungünstigen Ausbreitungsbedingungen – einen sehr gleichmäßigen Konzentrationsverlauf, der keine Einflüsse zeitlich begrenzter landwirtschaftlicher Tätigkeiten oder von Aufwirbelung durch starken, böigen Wind erkennen lässt.

Winderosion und landwirtschaftliche Tätigkeiten als lokale Quelle geogenen Materials sind damit weitgehend auszuschließen.
