

Bearbeiter: Wolf, Uwe; Mellentin, Udo; zu Hohenlohe, Phillip
E-Mail: uwe.wolf@smul.sachsen.de
Tel.: 0351 2612-5106; Fax: 0351 2612-5199
Redaktionsschluss: 21.05.2014

Klassifikation der Überschreitungstage

Einführung zur Methodik

Die Klassifikation der PM₁₀-Überschreitungstage erfolgt empirisch seit 2003 durch einen möglichst umfassenden Vergleich der konkreten lufthygienischen und meteorologischen Situation an der betrachteten Station und der/den zugeordneten Hintergrundstationen. Insbesondere die Differenz zwischen den PM₁₀-Konzentrationen der städtischen und der Hintergrundstationen unter Berücksichtigung der Windrichtung und –stärke im Hintergrund liefern gute Anhaltspunkte, ob der Einfluss von lokalen Quellen oder Ferneintrag größer ist. Zusätzlich werden die täglichen Interpolationskarten für PM₁₀ des UBA verwendet und verschiedene großräumige meteorologische Karten insbesondere der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitskarten [mit freundlicher Genehmigung von www.wettertopia.de.de] einbezogen. Außerdem werden für die einzelnen Episoden Konzentrations- und Dosiswindrosen ausgewertet. Seit diesem Jahr werden auch noch bei Bedarf für einzelne Tage 72 Stunden Rückwärts-trajektorien, die mit dem Hysplit-Modell der NOAA [National Oceanic and Atmospheric Administration der USA] erstellt werden, betrachtet.

Station:	Goerlitz	Niesky	ZittOst	Niesky	Niesky
Messwert:	PM10	PM10	PM10	WINDRI	WINDGE
Y - Achse:	1	1	1	2	3

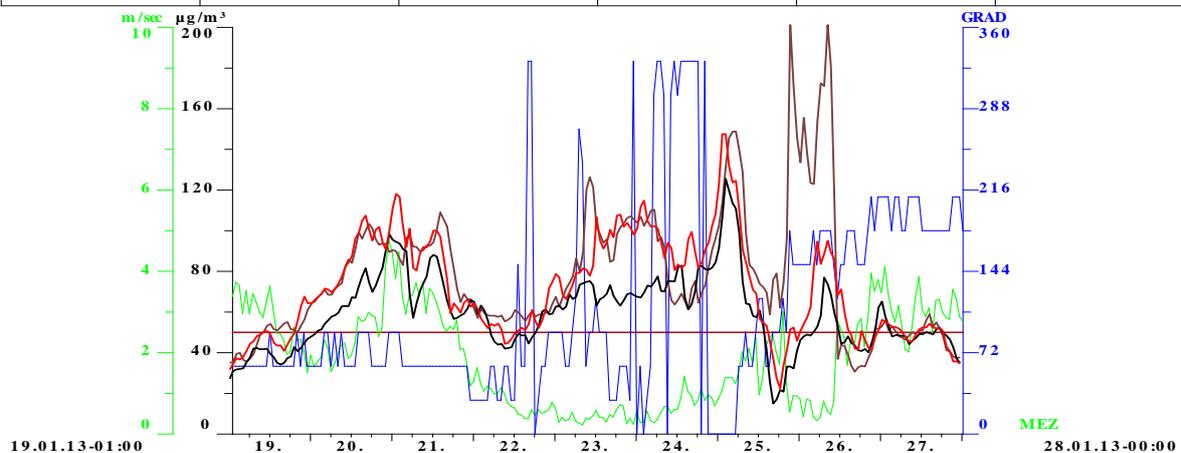


Abb. 1: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 19.01.-27.01.13

Ein umfassendes Beispiel der Vorgehensweise soll anhand der Episode vom 20.01. bis 27.01. einschließlich des Tages vor dem ersten PM_{10} -Überschreitungstag des vergangenen Jahres für die Städte Görlitz und Zittau gezeigt werden (Abb. 1). Um die Zeitverläufe der Konzentrationen und des Windes übersichtlicher darstellen zu können, wurde die Episode in drei Zeitabschnitte geteilt. Abb. 2 zeigt den ersten Abschnitt.

Station:	Görlitz	Niesky	Zittau	Niesky	Niesky
Messwert:	PM10	PM10	PM10	WINDRI	WINDGE
Y - Achse:	1	1	1	2	3

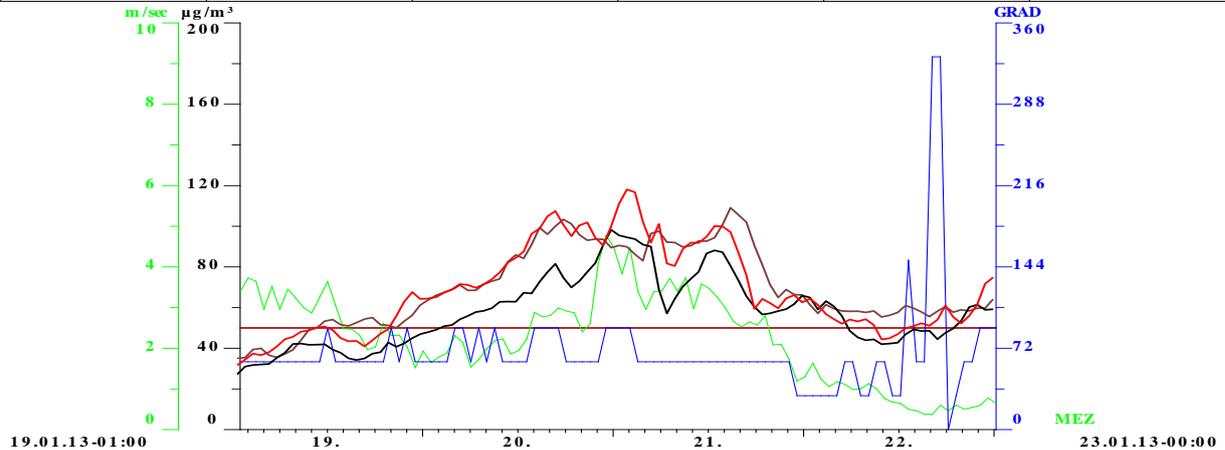


Abb.2: Zeitverlauf der PM_{10} -Konzentrationen und des Windes vom 19.01.-22.01.13

Sehr gut ist der allmähliche Konzentrationsanstieg der PM_{10} -Konzentrationen ausgehend vom einem schon leicht erhöhten Niveau am 19.01. bei 3-tägiger nahezu konstanter NO-O-Strömung bei einer niedrigen Windgeschwindigkeit um 3 m/s zu erkennen. Dabei liegen die Stundenmittel der Hintergrundstation Niesky bis zum 22.01. immer 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ unter denen von Zittau und Görlitz. Das ist ein Indiz für die lokalen Zusatzbelastungen der Städte, die dem flächendeckenden hohen Niveau der PM_{10} -Konzentrationen hinzugefügt werden. Die konstante Windrichtung aus Nordost bis Ost, das flächendeckende hohe Konzentrationsniveau auch im Hintergrund und die geografische Lage der Messstellen sind ein erster Hinweis für großflächige grenzüberschreitende Transporte hoher PM_{10} -Konzentrationen zu Beginn der Episode. Unterstützt wird diese Annahme durch die Analyse der anderen Hilfsmittel.

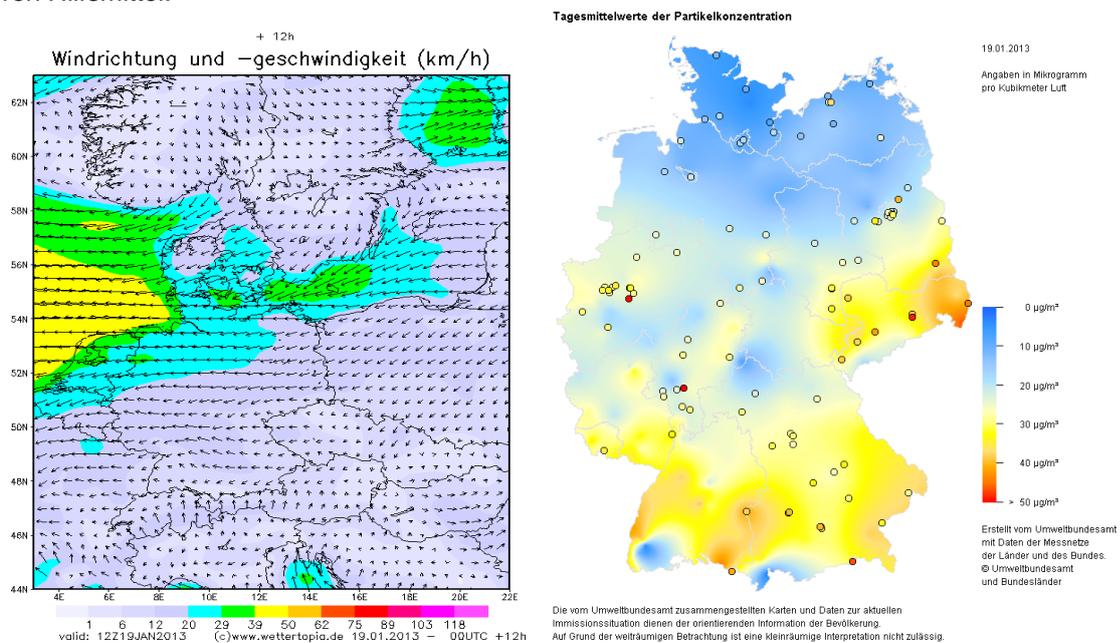


Abb. 3: Windvektorkarte (Quelle: www.wettertopia.de) und Karte der PM_{10} -Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 19.01.2013 (Quelle: UBA)

Abb. 3 zeigt die in Polen aus Nordost kommenden und an der Grenze auf Ost drehenden Windvektoren, die diese Richtung über die ganze nördliche Hälfte von Deutschland beibehalten. Die UBA- Karte zeigt das leicht erhöhte PM_{10} -Niveau über Sachsen, das Richtung Osten ansteigend ist.

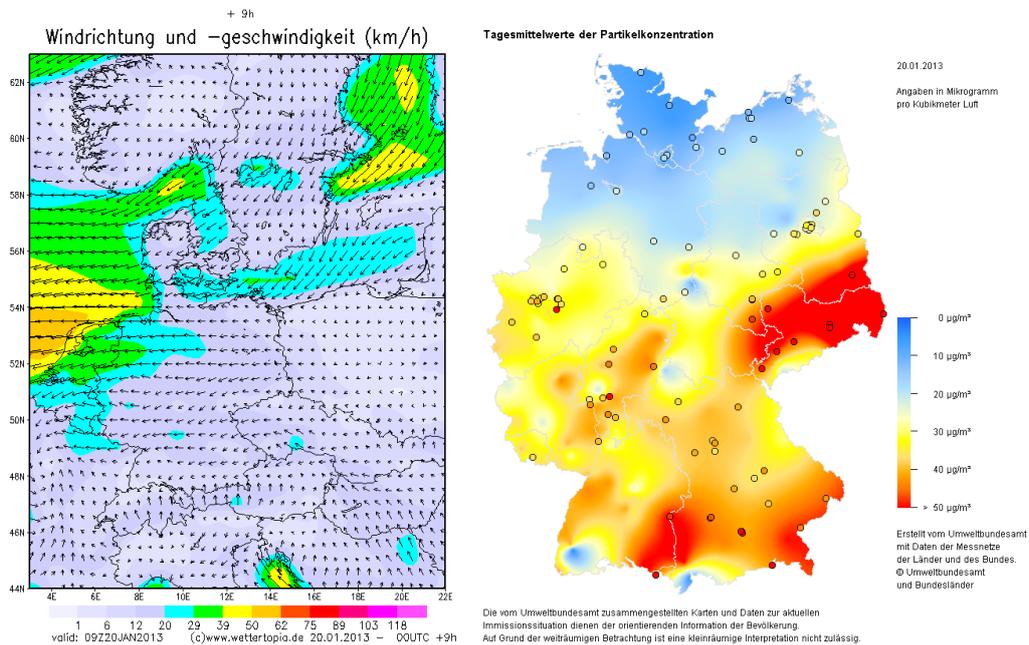


Abb. 4: Windvektorkarte (Quelle: www.wettertopia.de) und Karte der PM_{10} -Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 20.01.2013 (Quelle: UBA)

Am nächsten Tag ändert sich an den Verhältnissen nichts Deutlich ist in Abb. 4 der Konzentrationsanstieg durch das Vordringen der hochbelasteten Luft in Richtung Westen zu erkennen, die mit Ausnahme des westlichen Erzgebirges ganz Sachsen und den Süden von Brandenburg beeinflusst. Sehr gut zu sehen ist auch, dass die nordöstliche Strömung im Norden Deutschland saubere Luft von Skandinavien und der Ostsee heranzführt.

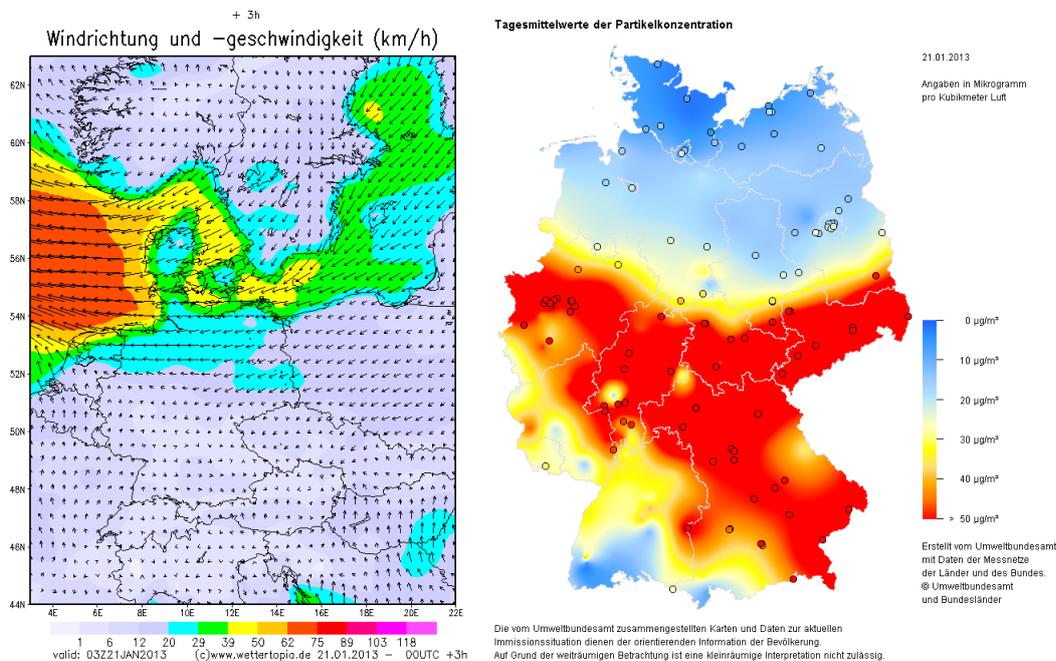


Abb. 5: Windvektorkarte (Quelle: www.wettertopia.de) und Karte der PM_{10} -Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 21.01.2013 (Quelle: UBA)

Am 21.01. ist die hochbelastete Luft dann über den ganzen mittleren Teil von Deutschland bis zur französischen Grenze vorgedrungen. Dass diese Luftmassen tatsächlich die ganze Zeit aus Nordosten herangeführt wurden, zeigt die Berechnung der 3 Tage Rückwärtstrajektorien vom 21.01. in der Abb. 6.

Die Dosiswindrose, erzeugt mit dem lokal nicht beeinflussten Windrichtungen der Messstelle Niesky, vervollständigt die Auswertung.

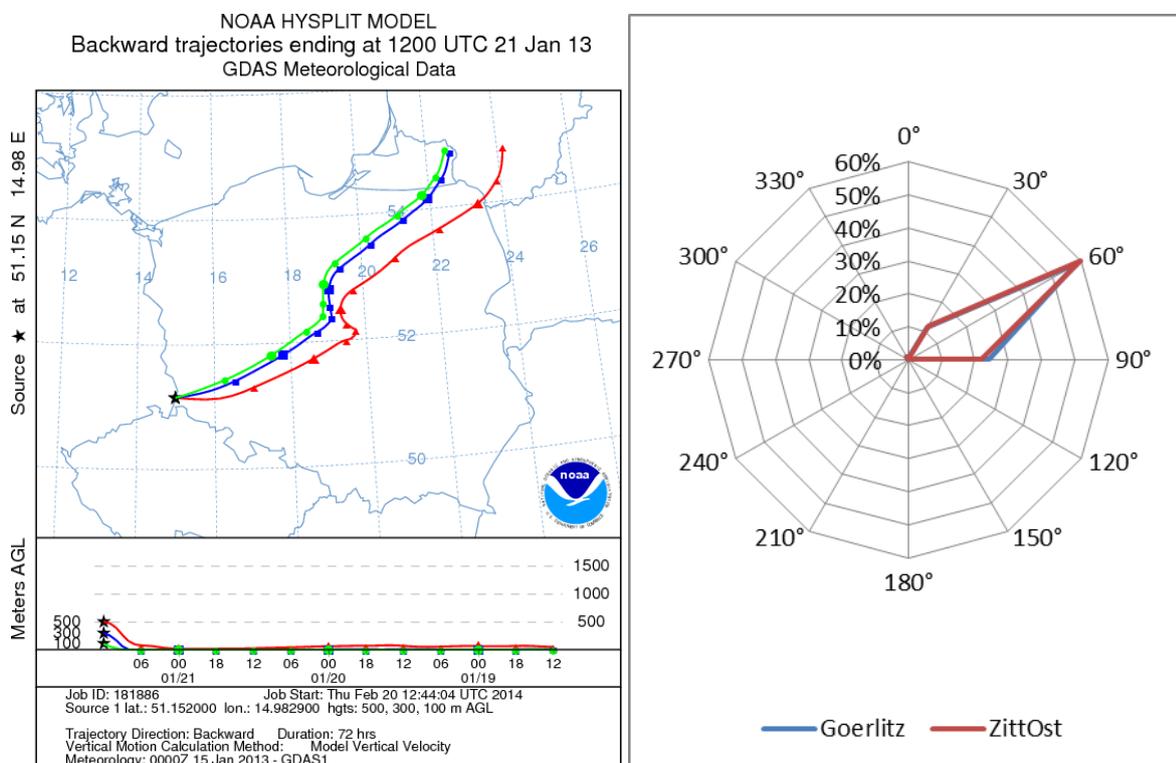


Abb. 6: Rückwärtstrajektorien vom 21.01.2013 (Quelle: NOAA) und PM_{10} -Dosiswindrose vom 20.-22.01.13

Auf Grund der oben dargestellten Analysen können diese drei Tage für Görlitz und Zittau zweifelsfrei der Klasse „Ferntransport aus Nordost bis Ost“ zugeordnet werden.

Station:	Goerlitz	Niesky	ZittOst	Niesky	Niesky
Messwert:	PM10	PM10	PM10	WINDRI	WINDGE
Y - Achse:	1	1	1	2	3

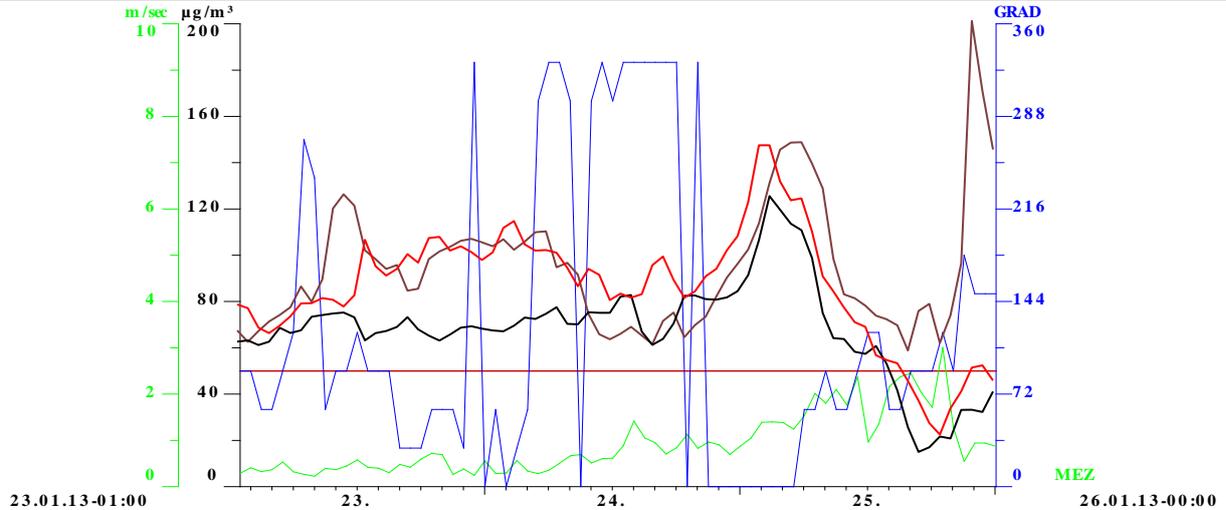


Abb.7: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 23.01.-25.01.13

Am 22.01. ändern sich die meteorologischen Bedingungen. Im Tagesverlauf verringert sich die Windgeschwindigkeit bis unter die Grenzgeschwindigkeit für Kalmen. Demzufolge ist die Windrichtung nicht mehr eindeutig bestimmbar – deutlich an den wechselnden gemessenen Windrichtungen erkennbar. Das bedeutet, dass sich die Luft in Bodennähe kaum noch in eine Richtung bewegt, vielmehr bewegt sich die Luft über den Beobachtungspunkten nur noch hin und her. Abb. 7 zeigt den weiteren Verlauf der Episode. Die niedrigen Windgeschwindigkeiten bleiben die nächsten 3 Tage bestehen, erst in der Nacht zum 25.01. erhöht sich die Windgeschwindigkeit geringfügig. Die stehende Luft führt zu einer Erhöhung der PM₁₀-Konzentrationen in den Städten gegenüber Niesky durch die lokalen Emissionen und die fehlenden Luftaustauschbedingungen. In Niesky werden vom 22.-24.01. nahezu konstante PM₁₀-Konzentrationen als Stundenwerte gemessen, ein weiterer Beleg für die stehende Luft an einem Punkt ohne lokale Emittenten im Nahbereich.

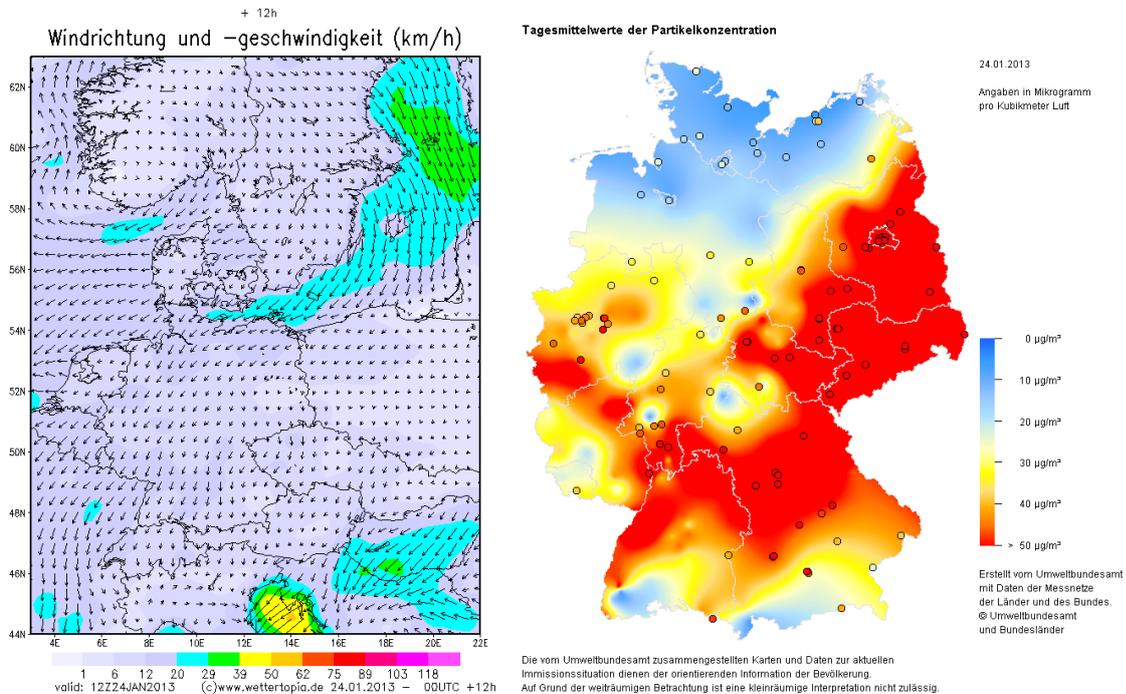


Abb. 8: Windvektorkarte (Quelle: www.wettertopia.de) und Karte der PM₁₀-Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 24.01.2013 (Quelle: UBA)

Die beispielhaft ausgewählte Windvektorkarte vom 24.01 zeigt, dass vor allem Sachsen und Polen diese geringen Windgeschwindigkeiten aufweisen. Die flächendeckende Darstellung der PM₁₀-Konzentrationen in der UBA-Karte weist in ganz Sachsen Werte über 50 µg/m³ aus, was auch durch die Messung bestätigt wurde. Die Stagnation der Luftbewegung wird auch in der Karte der Rückwärts-trajektorien in Abb. 9 abgebildet. Sie zeigt aber auch, dass die ursprünglichen Luftmassen aus Polen stammen. In der entsprechenden Dosiswindrose spiegelt sich dieser Fakt auf Grund der niedrigen und damit unbestimmten Windrichtungen nicht wider. Am 25.01. ändern sich die meteorologischen Bedingungen erneut, die Windgeschwindigkeit nimmt etwas zu und der Wind dreht auf Südost. Das führt zu den hohen Stundenmittelwerten in Zittau in den letzten Stunden des 25., die durch Einströmung hochbelasteter Luft aus Böhmen verursacht werden, aber durch die immer noch niedrigen Windgeschwindigkeiten nicht bis Görlitz und Niesky vordringen. Die Tagesmittel der Hintergrundstation Niesky liegen an diesen 3 Tagen zwischen 60 und 73 µg/m³ und in Görlitz zwischen 75 und 94 µg/m³. In Zittau wird in den letzten Stunden des 25.01. ein Tagesmittelwert von 107 µg/m³ erreicht, die Tagesmittel der beiden anderen Tage liegen bei 92 bzw. 83 µg/m³. Beachtet man, dass die Tagesmittel in Niesky an einem durchschnittlichen Tag um die 20 µg/m³ erreichen, kann man bilanzieren, dass trotz deutlich höherem Anteil der lokalen Emissionen ca. 2/3 des Schadstoffeintrags durch Ferntransport aus Ost verursacht werden, so dass auch diese 3 Tage dieser Klasse zugeordnet werden.

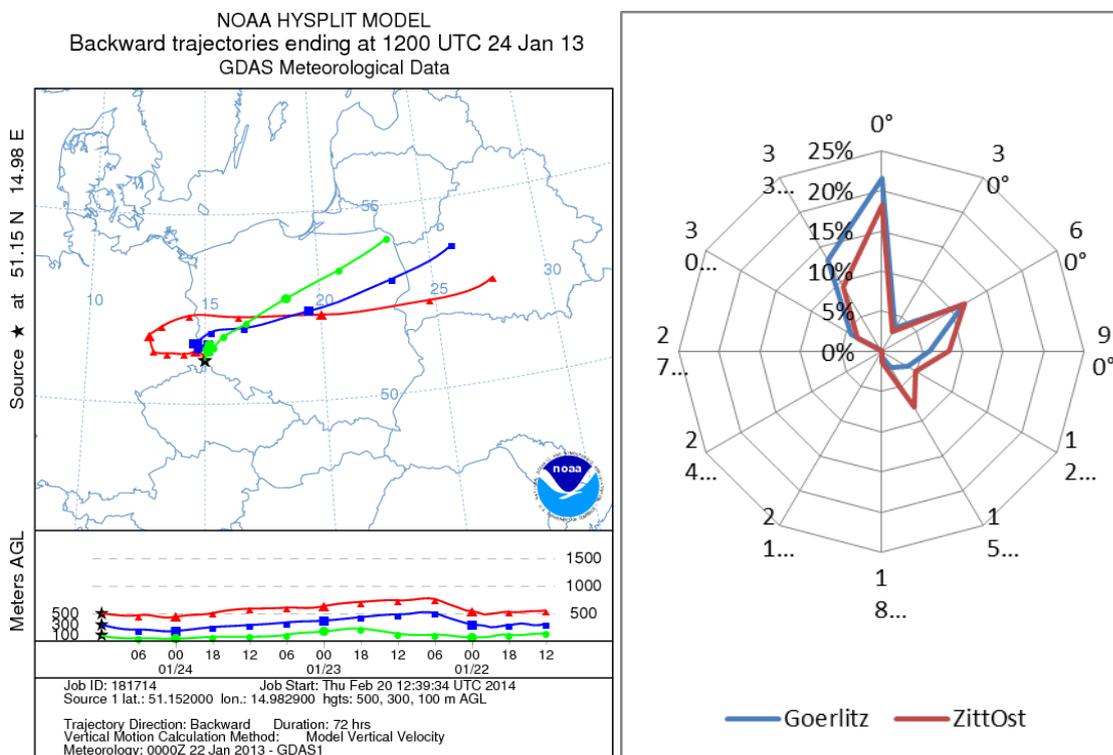


Abb. 9: Rückwärtstrajektorien vom 24.01.2013 (Quelle: NOAA) und Dosiswindrose vom 23.-25.01.13

Die letzte Phase der Episode beginnt am 25.01. mit der sich am Tagesende einstellenden stabilen Windrichtung aus Südost bis Süd (Abb. 10).

Station:	Goerlitz	Niesky	ZittOst	Niesky	Niesky
Messwert:	PM10	PM10	PM10	WINDRI	WINDGE
Y - Achse:	1	1	1	2	3

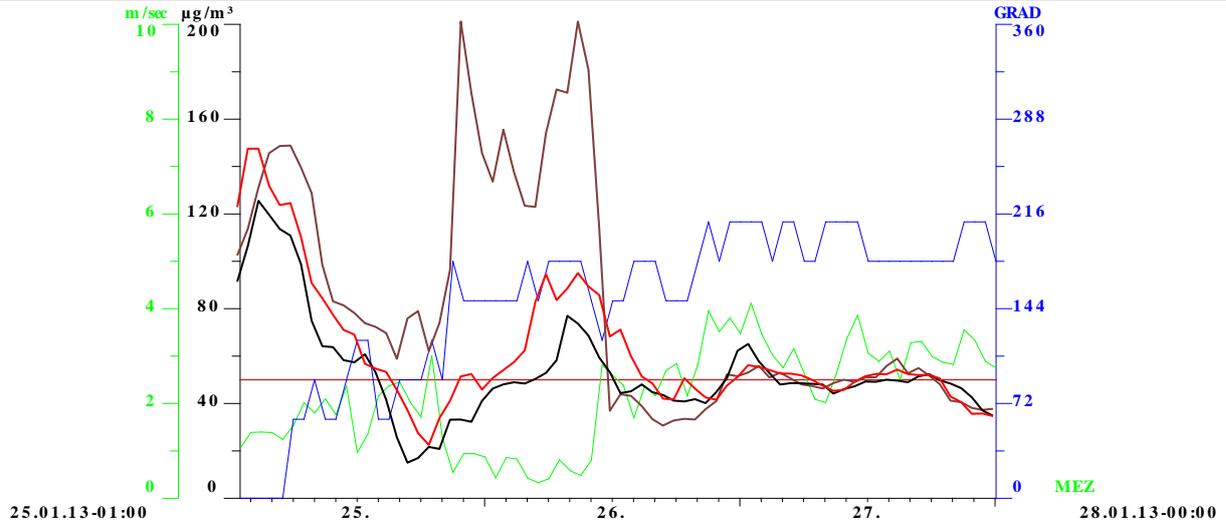


Abb. 10: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 25.01.-27.01.13

Dabei gelangt durch die austauscharme Wetterlage der vorherigen Tage hochbelastete Luft aus Böhmen über das Zittauer Gebirge bis nach Zittau. Der mehrstündige Rückgang der Windgeschwindigkeit auf nahezu Windstille lässt diese Luft über Zittau verharren, so dass diese ganze Zeit hohe Stundenmittelwerte über 120 µg/m³ gemessen werden. Erst mit dem Auffrischen des Windes am Mittag des 26.01. geht das Konzentrationsniveau zurück und es werden Stundenwerte um die 50 µg/m³ an allen 3 Messstellen gemessen, die bis zum Abend des 27.01. auf dieser Höhe bleiben und einen identischen Verlauf zeigen. Erst der gleichmäßige Rückgang der Konzentrationen am Abend an den Messstellen hat zur Folge, dass der 27.01. die 50 µg/m³ knapp unterschreitet.

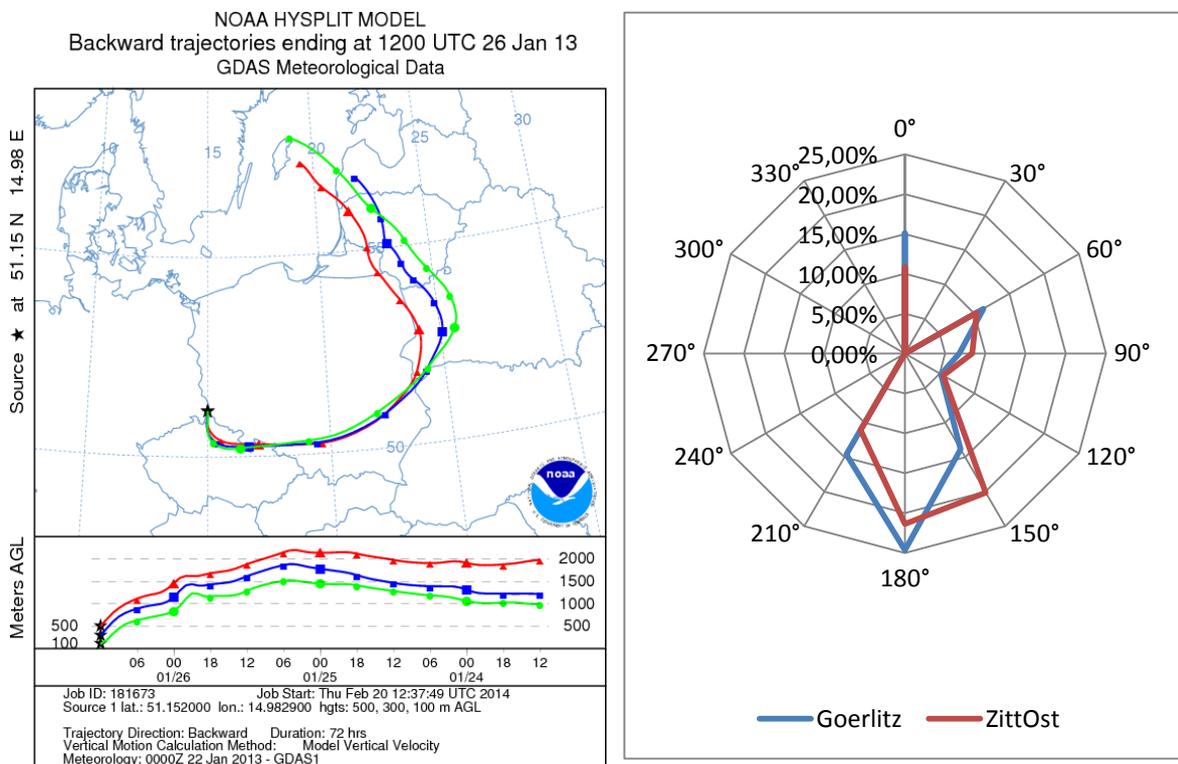


Abb. 12: Rückwärtstrajektorien vom 26.01.2013 (Quelle: NOAA) und Dosiswindrose vom 25.-27.01.13

Die 3 Tage Rückwärtstrajektorien vom 26.01. zeigen sehr schön den Weg der Luftmassen, die aus dem Norden der Baltischen Staaten über Südpolen und Böhmen aus südlicher Richtung nach Sachsen hereinziehen. Dementsprechend bildet die Dosiswindrose die Einträge aus Süden ab.

Nach der Diskussion dieser Episode, während der überwiegend Ferntransport als Ursache der Überschreitung nachgewiesen werden konnte, folgt ein Beispiel lokaler Emissionen als Ursache der Überschreitung in Zittau (Abb. 13).

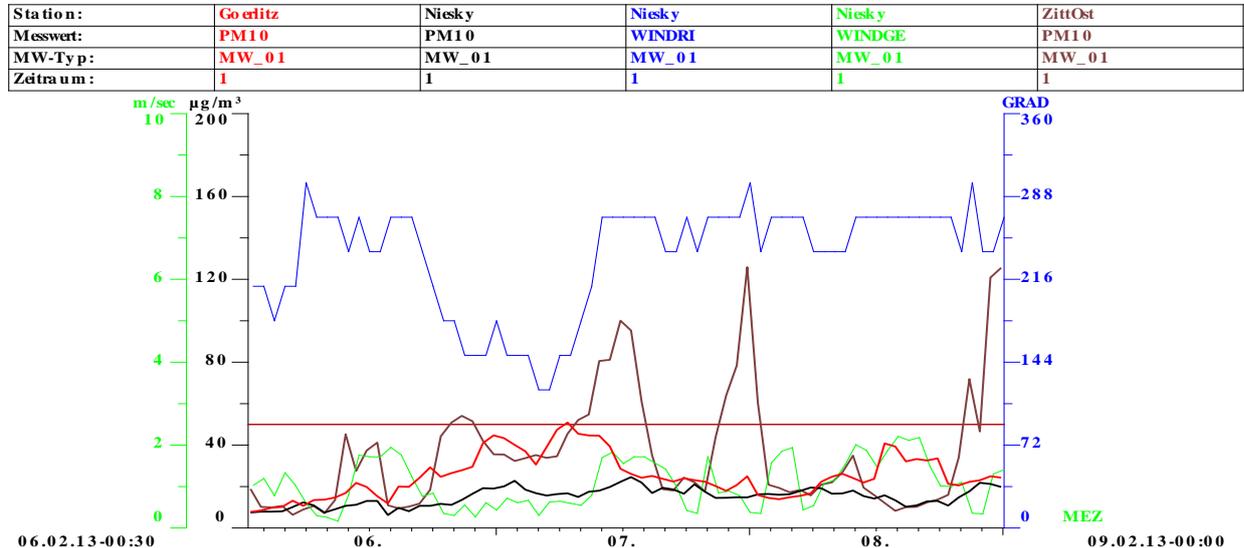


Abb.13: Zeitverlauf der PM_{10} -Konzentrationen und des Windes vom 06.02.-08.02.13

Bei insgesamt niedrigen Windgeschwindigkeiten herrschten bis auf die Nacht vom 06. zum 07.02. westliche Windrichtungen vor. Die in dieser Nacht kurzzeitig auftretende südliche Strömung ist aufgrund der Windgeschwindigkeiten unter 1 m/s für den Schadstofftransport nicht wesentlich. Vielmehr reichern sich in diesen Stunden lokale Emissionen vor allem aus dem Hausbrand mit einem zunehmenden Anteil an Holzfeuerungen und dem Verkehr in der Atmosphäre über dem Zentrum von Zittau an. Mit dem leicht auffrischenden und auf West drehenden Wind wird diese angereicherte Luft zur im Südosten vom Stadtzentrum liegenden Messstelle getrieben und führt zu den Spitzen der Immissionskonzentration. An der Hintergrundmessstelle Niesky werden über diesen Zeitraum niedrige Konzentrationen von 10 bis 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen, ein klares Indiz, dass es keine nennenswerten Ferneinträge gab. Die Karte der PM_{10} -Tagesmittelkonzentrationen (Abb.14) zeigt niedrige Konzentrationen in ganz Deutschland, was ebenfalls ein Zeichen einer lokalen Ursache ist. Auf die Darstellung der Windvektor- bzw. Trajektorienkarte und der Dosiswindrose wird hier verzichtet, da sie zu keinem zusätzlichen Erkenntnisgewinn führen.

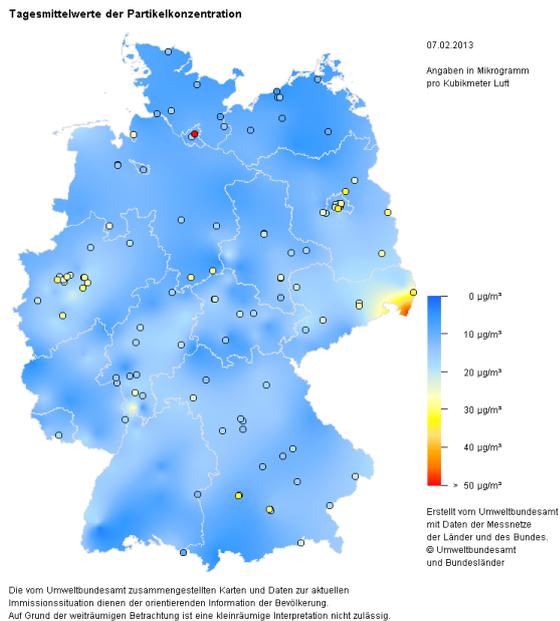


Abb. 14: Karte der PM_{10} -Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 07.02.2013 (Quelle: UBA)

Ein weiteres noch deutlicheres Beispiel für die Zuordnung zur Klasse „lokal“ wird für die Leipziger Messstellen mit Abb. 15 gezeigt.

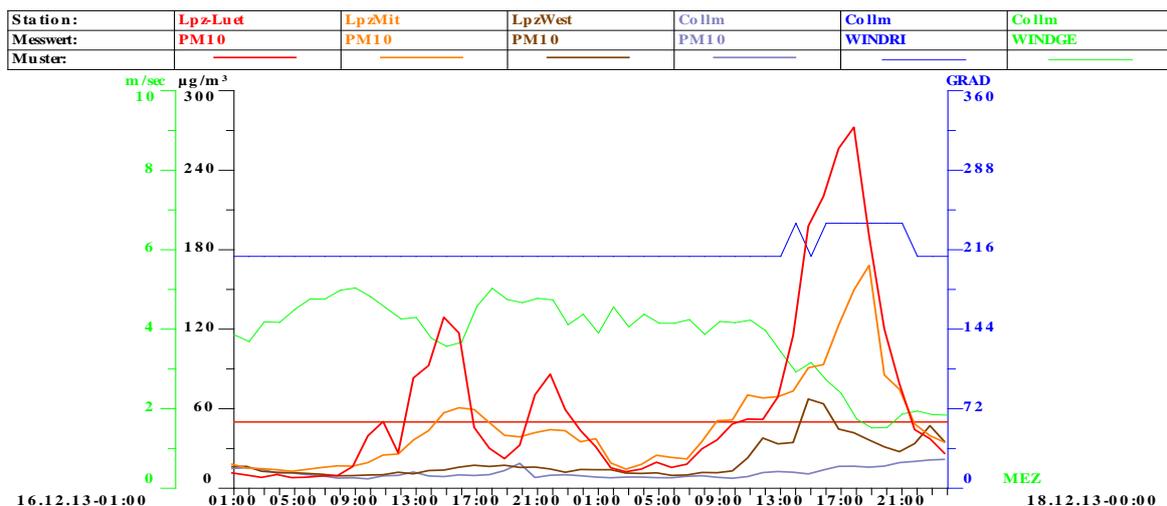


Abb.15: Zeitverlauf der PM_{10} -Konzentrationen und des Windes vom 16.12.-17.12.13

Sehr gut lässt sich insbesondere für die Messstelle Lützner Straße der typische PM_{10} -Tagesverlauf für eine Verkehrsmessstelle beobachten. Diesen Tagesverlauf zeigt auch Leipzig-West als städtische Hintergrundmessstelle in abgeschwächter Form. Im Gegensatz dazu ist am Collmberg kein Tagesverlauf zu verzeichnen; das Tagesmittel lag bei $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ebenfalls typisch sind die sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten am gesamten Tag. Außerdem sind bei den hier auftretenden Windrichtungen vom West bis Nord in der Regel keine hohen Ferneinträge zu erwarten.

Trend der Jahresmittelwerte und Einfluss der Meteorologie auf die Feinstaubbelastungen

In diesem Abschnitt soll der langjährige Trend der PM_{10} -Konzentrationen und die daraus resultierenden Überschreitungshäufigkeiten untersucht werden. Dazu werden die Ergebnisse ausgewählter Messstellen mit HVS-Messungen verwendet.

Tab. 1: Anzahl der Tage mit PM_{10} -Tagesmitteln $>50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (HVS)

Stationen (9)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chemnitz Leipziger Str.	-	-	59	65	27	19	32	34	39	28	32
Dresden Bergstr.	-	-	42	49	27	21	42	40	46	22	34
Dresden Nord	53	32	52	67	17	35 ¹⁾	37	37	42	21	27
Görlitz	50	26	43	39	26	24	36	48	46	29	27
Leipzig Lützner Str.	89	49	63	75	40	32	51	49	69	37	41
Leipzig Mitte	64	32	75	74	39	39 ¹⁾	25 ²⁾	41	63	39	33
Plauen Süd	-	-	-	44	18	6	20	20	29	12	22
Zittau	-	17	31	25	12	11	30 ²⁾	41	32	26	31
Zwickau	-	-	-	-	-	10	30 ²⁾	39	53	21	22
Σ Überschreitungen	290	168	388	466	218	162	280	374	419	235	269

1) TEOM – HVS zum Vergleich aller 3 Tage

2) gemischte Tagesmittelwerte TEOM und HVS

Tab. 1 zeigt einen Überblick über die PM₁₀-Überschreitungstage der Messstellen, an denen schon einmal Grenzwertverletzungen (HVS) gemessen wurden. 2013 sind an den meisten Messstellen eine höhere Anzahl von Überschreitungstagen zu verzeichnen, jedoch wird der Kurzzeitgrenzwert von 35 Tagen mit einem Tagesmittel über 50 µg/m³ nur an der Station Leipzig Lützner Str. überschritten.

Tab. 2: PM₁₀-Jahresmittelwerte 2003 – 2013 (HVS, in [µg/m³])

Stationen (9)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chemnitz Leipz. Str.	-	-	34	36	29	28	29	29	29	28	28
Dresden Bergstraße	-	-	33	36	31	29	31	31	31	28	29
Dresden Nord	36	30	34	39	28	33 ¹⁾	30	30	29	26	27
Görlitz	34	27	32	32	28	27	29	33	30	26	26
Leipzig Lützner Str.	41	34	36	39	31	31	33	33	34	29	29
Leipzig Mitte	37	31	38	37	32	34 ¹⁾	26 ²⁾	32	35	30	28
Plauen Süd	-	-	-	31	24	23	22	24	23	19	21
Zittau	-	23	27	27	22	22	25 ²⁾	29	25	23	24
Zwickau	-	-	-	-	-	24	27 ²⁾	28	32	22	23
Mittel	35.3	28.2	32.6	33.9	27.3	26.3	27.1	29.4	29.8	25.7	26.1

1) TEOM – HVS zum Vergleich aller 3 Tage

2) gemischte Tagesmittelwerte

Die Jahresmittelwerte liegen im Vergleich zum Vorjahr auf ähnlichem Niveau. In Tab. 2 und Abb. 16 sind die Jahresmittelwerte seit Beginn der Messungen dargestellt. Die gestrichelte Linie zeigt das Mittel über die betrachteten Stationen, die schwarze die Regressionsgerade. Auch wenn der Mittelwert über die Stationen leicht über dem Wert von 2012 liegt, wurde der sachsenweit grundsätzlich sinkende Trend bestätigt.

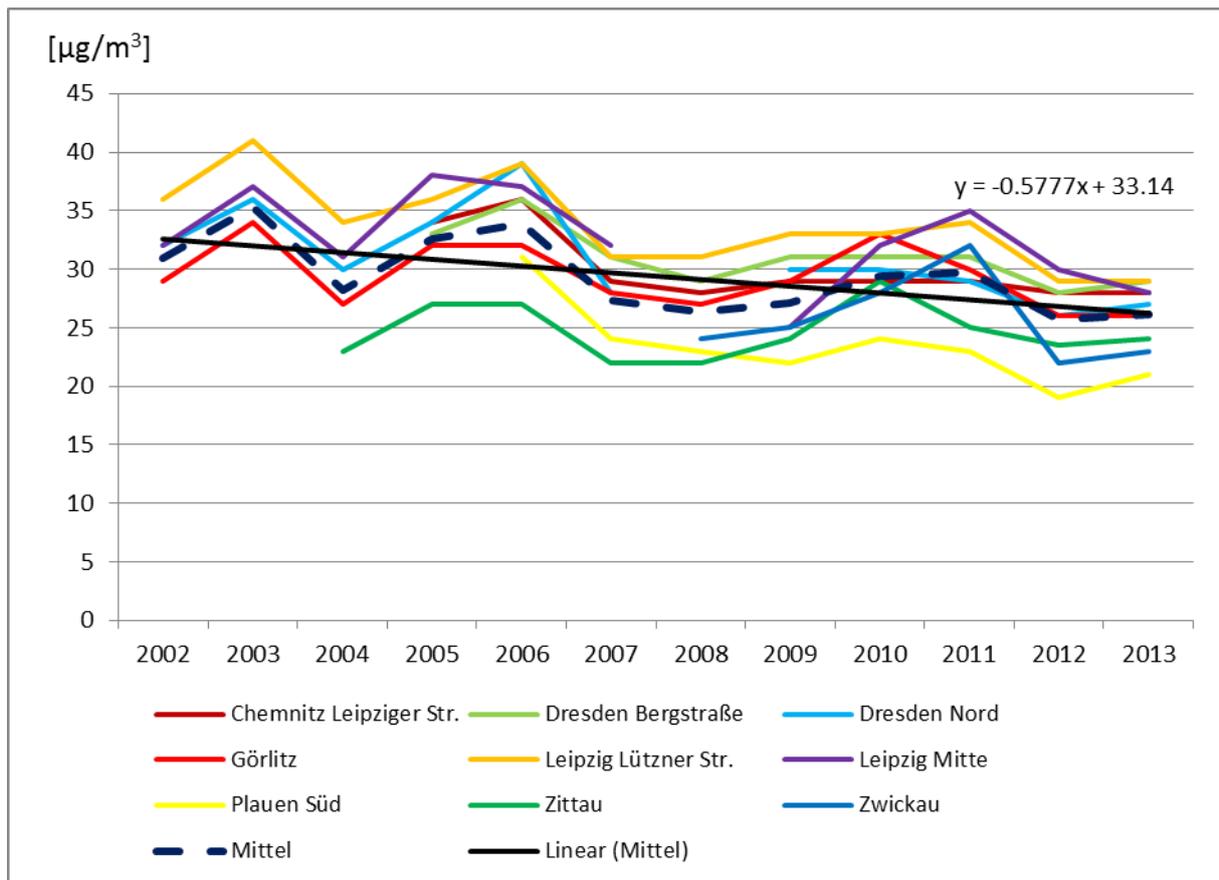


Abb. 16: Trend der PM₁₀-Jahresmittelwerte 2002 – 2013 (HVS)

Inwieweit diese Entwicklung meteorologisch bedingt ist, soll jetzt empirisch untersucht werden.

Im Jahr 2013 gab es zwei längere Episoden erhöhter Feinstaubkonzentrationen einmal vom 20.-26.01. bzw. 12.-17.02. und eine kürzere Episode vom 28.-30.03., während der in Sachsen oft nahezu flächendeckend der PM₁₀-Tagesmittelgrenzwert überschritten wurde. Bemerkenswert ist, dass 2013 fast alle Überschreitungseignisse in den ersten 4 Monaten des Jahres zu verzeichnen waren (Abb. 17). Das Ausbleiben von längeren austauscharmen Wetterlagen in den letzten 3 Monaten des Jahres spiegelt sich in der geringen Summe der Überschreitungstage im Vergleich zum langjährigen Mittel (Abb. 18) wider. Berücksichtigt man entsprechend Tab. 1, dass immerhin an 4 weiteren Messstellen schon über 30 Überschreitungstage gemessen wurden, wird deutlich, dass die 35 Überschreitungstage von deutlich mehr Messstellen überschritten worden wären, wenn in den letzten 3 Monaten ein durchschnittlicher Konzentrationsverlauf der PM₁₀-Belastungen erreicht worden wäre.

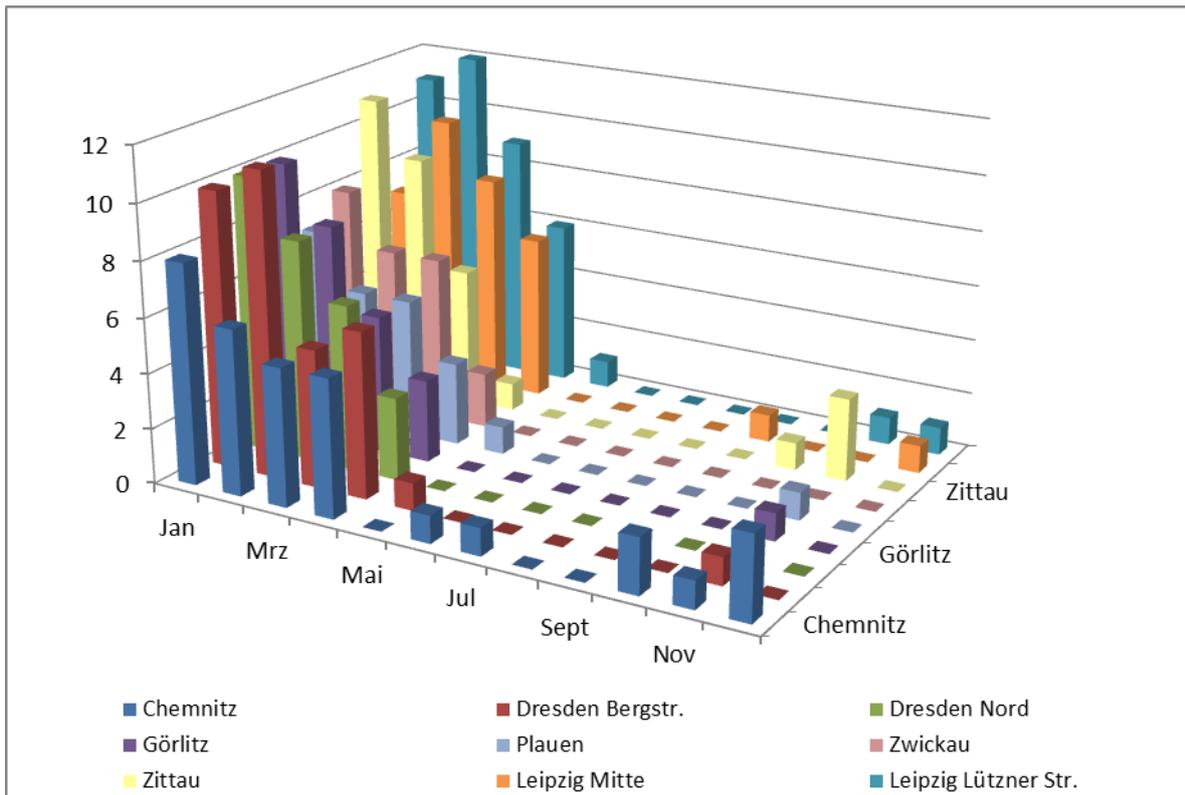


Abb. 17: Anzahl der PM_{10} -Überschreitungstage 2013

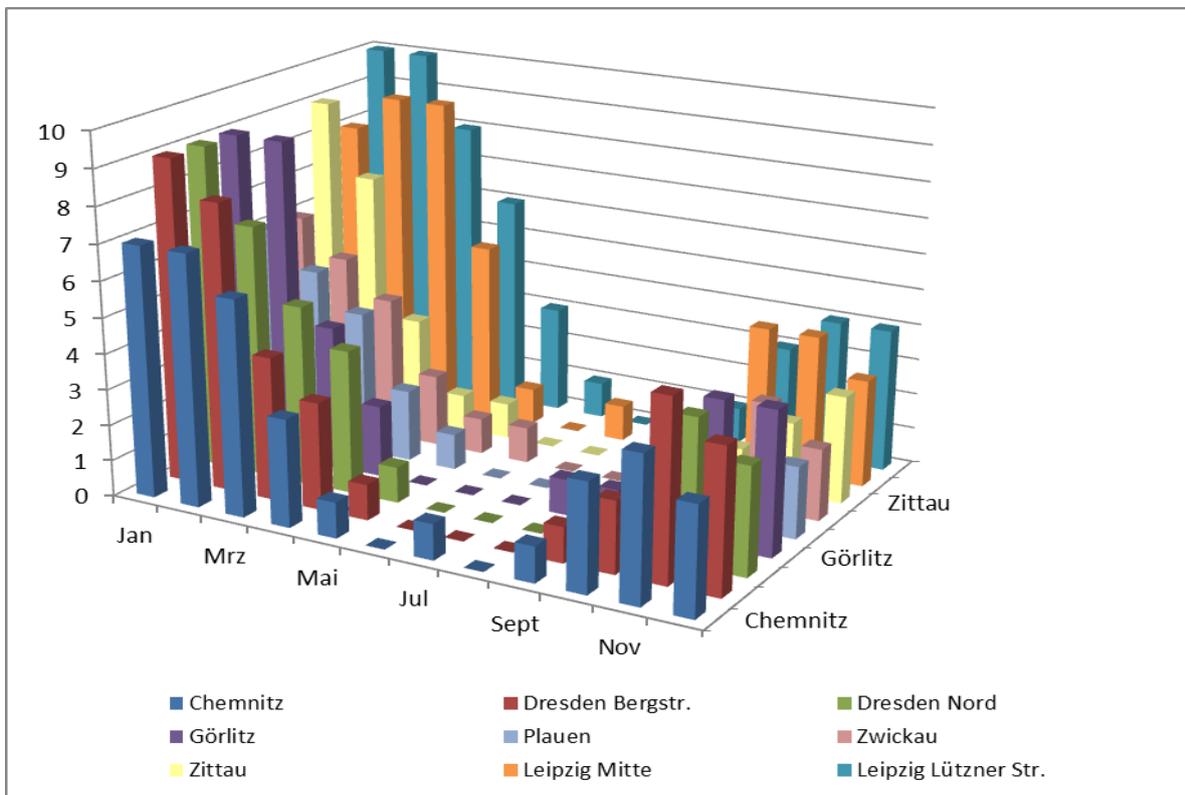


Abb. 18: Anzahl der PM_{10} -Überschreitungstage 2006 bis 2013 (Mittelwert)

Um die meteorologischen Besonderheiten näher untersuchen zu können, wurden die Tab. 3 und 4 zusammengestellt. Sie zeigen die Anzahl der Tage mit Großwetterlagen, die in der Regel für nord- bis südöstliche Strömungen polarer Kaltluft verantwortlich sind, bei denen mit hoher Wahrscheinlichkeit grenzüberschreitende Transporte von Luftschadstoffen erfolgen. Als Untersuchungszeitraum wurden die Monate Januar bis April und Oktober bis Dezember gewählt, in denen mehr als 90 % aller Überschreitungen eines Jahres auftraten.

Tab. 3: Anzahl der Tage mit entsprechenden Großwetterlagen für Jan.-Apr. und Okt.-Dez.

Großwetterlage	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Hoch Fennoskandien, antizyk.					4		6	7	
Hoch Fennoskandien, zyk.			5			15			5
Hoch Nordmeer-Fennoskandien, antizyk.	5	5							3
Hoch Nordmeer-Fennoskandien, zyk.	9	5		8		14	3		
Nordost antizyk.			3					4	3
Nordost zyk.					4		3		7
Südost antizyk.	8	10	12	8		4	12	3	4
Südost zyk.		6			3		11		
Summe	22	26	17	16	11	33	35	14	22

2010 und 2011 gab es eine überdurchschnittliche Häufung von Großwetterlagen mit östlichen Strömungen. 2012 wurden diese Wetterlagen weniger als halb so oft verzeichnet. 2013 traten sie mit insgesamt 22 Tagen wieder häufiger auf. Allerdings wurden bei diesen Großwetterlagen nicht immer hohe Immissionskonzentrationen gemessen. In Tab. 4 wurde für den Zeitraum 2005-2013 den PM₁₀-HVS Tagesmitteln die Großwetterlagen nach Hess/Brezowsky zugeordnet und die mittleren PM₁₀-Konzentrationen pro Großwetterlage und Jahr über alle untersuchten Messstellen gebildet. Die in Tab. 4 gelb markierten Großwetterlagen „Hoch Fennoskandien, zyklonal“ (11.02.-15.02., 5 Überschreitungstage an der Mehrheit der Messstellen), „Südost, antizyklonal“ (04.03.-07.03., 3 Überschreitungstage) und „Nordost, antizyklonal“ (16.02.-18.02., 3 Überschreitungstage) waren für 11 Überschreitungstage verantwortlich. Dabei konnten die Überschreitungstage der Februarepisode entsprechend der oben vorgestellten Methode Ferntransporten von Nordost bzw. Südost zugeordnet werden. Die am Anfang erläuterte längere Episode im Januar begann mit der Großwetterlage „Hoch Nordmeer, zyklonal“, die ab 23.01. auf „Hoch Nordmeer, antizyklonal“ wechselte. Während dieser Episode traten durchweg hohe PM₁₀-Konzentrationen auf. Allerdings traten diese Wetterlagen auch auf, wenn keine auffälligen Feinstaubkonzentrationen in Sachsen vorlagen. Deshalb sind die mittleren PM₁₀-Konzentrationen dieser Klassen nicht so auffällig hoch. Die Ursache für solch unterschiedliche Konzentrationsverläufe bei gleichen Großwetterlagen liegt an dem entscheidenden Einfluss der herrschenden Strömungsverhältnisse, die bei gleicher Großwetterlage sehr unterschiedlich sein können.

Tab. 4: Mittelwerte der PM₁₀-Konzentrationen der ausgewählten Stationen zu verschiedenen Großwetterlagen (Jan. – Apr. und Okt. – Dez, Angabe in [µg/m³])

Großwetterlage	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Süd antizyklonal	42	49		32		26	44	32	
Hochdruckbrücke Mitteleuropa	45	38	38	32	46	37	61	45	32
Hoch Britische Inseln		59	24		25	25	22	29	31
Hoch Fennoskandien antizyklonal					32		71	74	
Hoch Fennoskandien zyklonal			34			55			58
Hoch Mitteleuropa	38	52	44	53	45	51	37	24	19
Hoch Nordmeer antizyklonal	29	49	31	50		39	73	50	47
Hoch Nordmeer-Fennoskandien antizyklonal	31	42							25
Hoch Nordmeer-Fennoskandien zyklonal	65	38		30		37	45		
Hoch Nordmeer zyklonal	46				33	63		26	39
Nord antizyklonal					21	11			
Nordost antizyklonal			17					75	64
Nordost zyklonal					29		37		34
Nordwest antizyklonal		32	33	25		37	30	17	
Nordwest zyklonal	21	27	19	18	22	27	16	21	15
Nord zyklonal	26	20		15	17	24		15	
Südost antizyklonal	47	51	43	48		53	49	43	52
Südost zyklonal		45			34		48		
Südwest antizyklonal			39	32	48		30	45	29
Südwest zyklonal	41	29		32	23	34	29	23	19
Süd zyklonal				35				31	40
Tief Britische Inseln				31				22	
Tief Mitteleuropa			38	15					21
Trog Mitteleuropa	38	33	27	30	34	22	13	24	30
Trog Westeuropa	32		43	27	37	40		26	19
Unbestimmt	57	47	23	27	28	58	28	22	46
West antizyklonal	45	26	24	32			30	34	42
Südliche Westlage		33	24		25	39			31
Winkelförmige Westlage		28	39	32	25	31		39	
West zyklonal	25	26	19	25	19	17	21	13	18

Klassifikation der PM₁₀-Überschreitungstage

Um den Einfluss der Meteorologie im Verlauf eines oder mehrerer Tage auf die gemessenen PM₁₀-Konzentrationen abschätzen zu können, muss auf TEOM-Messungen zurückgegriffen werden, da nur diese in ausreichender zeitlicher Auflösung vorliegen (Stundenwerte). Nur so lassen sich direkte Erkenntnisse über den Zusammenhang von Windrichtung und -geschwindigkeit und Änderungen im PM₁₀-Konzentrationsverlauf gewinnen. In der Anlage befinden sich die Ergebnisse der Klassifikation ausgewählter Messstellen seit Untersuchungsbeginn. Zu beachten ist, dass auch hier nur Automatenmessungen klassifiziert wurden und nachträgliche Korrekturen der Daten nicht berücksichtigt werden konnten.

Insgesamt ergaben die Auswertungen für die untersuchten Messstellen in Sachsen die in den Tabellen 6 und 7 dargestellten Anteile an vorwiegend lokal bzw. durch Ferneintrag verursachten Überschreitungstagen. Fehlende prozentuale Anteile konnten keiner überwiegenden Ursache zugeordnet werden und sind daher einer Kombination beider Einflüsse zuzuordnen.

Tab. 6: Prozentualer Anteil der PM₁₀-Überschreitungstage mit überwiegend lokalen Emissionen (Datengrundlage: TEOM-Messwerte)

Stationen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chemnitz Leipziger Str.	14	14	33	17	19	15	33	56
Dresden Bergstraße	31	31	59	10	6	9	9	9
Dresden Nord	56	56	66	13	4	6	0	0
Görlitz	57	57	19	10	8	3	4	8
Leipzig Lützner Str.	58	58	57	44	35	23	48	44
Leipzig Mitte	64	64	69	40	59*	47	53	26
Plauen Süd	47	47	20	15	21	0	5	7
Zittau	8	0	22	10	23	3	6	18
Zwickau	50	50	0	25	31	51	0	0

* Messungen mit langen Ausfallzeiten (Leipzig-Mitte Jan.- März)

Auch 2013 liegt der prozentuale Anteil der Tage mit überwiegendem Ferneintrag wie in den letzten Jahren sehr hoch. Dementsprechend sind die Überschreitungstage, an denen vorwiegend lokale Einflüsse zu Überschreitungen führten, sehr niedrig. An den meisten Messstellen handelt es sich dabei nur um 1 oder 2 Tage. Auch 2013 gab es in den Städten Leipzig und Chemnitz höhere lokale Anteile. Alle drei Messstellen sind durch lokalen Verkehr sehr hoch belastet. Bemerkenswert ist der starke Rückgang der überliegend lokalen Ursachen an der Messstelle Leipzig Mitte. Möglicherweise spielt hier die Fertigstellung und Inbetriebnahme des City-Tunnels und der Brühlschen Höfe eine entscheidende Rolle, auch wenn in unmittelbarer Umgebung der Messstelle noch Erdarbeiten stattfinden. Das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung führt eine Analyse durch, wie viele der Überschreitungstage lokalen Quellen durch Baumaßnahmen in der unmittelbaren Nähe der Messstellen zugeordnet werden können. Diese ist leider noch nicht verfügbar. Unklar ist aber die hohe lokale Belastung der Lützner Str., die nicht allein mit dem starken Verkehr und Baumaßnahmen erklärt werden kann. Weiterführende Untersuchungen sind in diesem Jahr geplant.

Tab. 7: Prozentualer Anteil der PM_{10} -Überschreitungstage mit überwiegendem Ferneintrag
(Datengrundlage: TEOM-Messwerte)

Stationen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chemnitz Leipziger Str.	74	64	50	43	48	59	46	33
Dresden Bergstraße	55	63	18	45	69	71	64	73
Dresden Nord	25	44	9	33	73	69	74	88
Görlitz	33	22	29	62	68	63	68	85
Leipzig Lützner Str.	34	40	17	16	48	38	45	31
Leipzig Mitte	19	31	10	10	24*	26	37	35
Plauen Süd	41	40	60	30	58	76	90	79
Zittau	69	91	44	50	53	67	64	79
Zwickau	61	50	57	19	54	33	76	91

* Messungen mit langen Ausfallzeiten (Leipzig-Mitte Jan.- März)

Fazit:

Die ersten Monate des Jahres 2013 waren geprägt durch die sehr langanhaltende kalte Witterung. Dementsprechend gab es durch die zwei längeren und eine kürzere Episode erhöhter Feinstaubbelastung schon zu Beginn des Frühlings eine beachtliche Anzahl von Überschreitungstagen, wobei an der Messstelle Leipzig Lützner Str. mit 38 Überschreitungstagen zum 30.04. der Grenzwert bereits überschritten wurde. Demgegenüber zeichneten sich die letzten 3 Monate des Jahres durch im Sinne der Feinstaubbelastung außergewöhnlich günstige meteorologische Verhältnisse aus. Dadurch konnte an den übrigen Messstellen des Freistaates Sachsen eine Grenzwertverletzung vermieden werden. Vermutlich durch nachlassende Bautätigkeiten in der Umgebung und erste Erfolge der Maßnahmen der Luftreinhaltepläne konnte an der Messstelle Leipzig-Mitte erstmalig seit 2009 der Grenzwert eingehalten werden, die anderen Städte halten die Grenzwerte mindestens seit zwei Jahren ein. Die aufgezählten Episoden führten zu dem erneut hohen Anteil an überwiegend durch Ferntransport verursachten Überschreitungstagen.

Festzustellen bleibt allerdings, dass die Städte Dresden, Chemnitz und Zittau den Grenzwert hätten nicht einhalten können, wenn die meteorologischen Bedingungen im letzten Quartal des Jahres nicht so günstig gewesen wären. Das heißt, meteorologische Verhältnisse wie 2010 und 2011 würden trotz eines leicht abnehmenden Trends in den nächsten Jahren immer noch zu ähnlich hohen Belastungen wie in diesen beiden Jahren mit wahrscheinlichen Grenzwertverletzungen in einigen sächsischen Städten führen.

In der Anlage finden sich die absoluten Zahlen für alle betrachteten Stationen. Zu beachten ist, dass die Zahlen vor 2008 aus einem früheren Bericht übernommen wurden und teilweise nicht mehr aktuell sind, da nachträgliche Änderungen und Datenkorrekturen bisher nicht eingearbeitet werden konnten.

Anlage:

Tab. A1: Klassifikation der Überschreitungstage 2002

Stationen	Lokal	Lokal und Feineintrag	Feineintrag aus Südost	Feineintrag aus Nordost	Feineintrag aus Ost	Sonstiger Feineintrag	nicht klassifi- zierbar	Anteil des Feineintrags in Prozent
Leipzig Lützner Str.	40	32	14	-	17	6	6	32
Leipzig Mitte	46	9	13	-	7	3	-	29

Tab. A2: Klassifikation der Überschreitungstage 2003

Stationen	Lokal	Lokal und Feineintrag	Feineintrag aus Südost	Feineintrag aus Nordost	Feineintrag aus Ost	Sonstiger Feineintrag	nicht klassifi- zierbar	Anteil des Feineintrags in Prozent
Chemnitz Nord	33	12	10	-	-	2	-	21
Dresden Nord	58	24	2	-	1	1	4	4
Görlitz	10	4	4	2	2	1	1	38
Leipzig Lützner Str.	47	36	21	-	8	11	2	32
Leipzig Mitte	38	20	14	-	9	9	5	34

Tab. A3: Klassifikation der Überschreitungstage 2004

Stationen	Lokal	Lokal und Feineintrag	Feineintrag aus Südost	Feineintrag aus Nordost	Feineintrag aus Ost	Sonstiger Feineintrag	nicht klassifi- zierbar	Anteil des Feineintrags in Prozent
Chemnitz Nord	5	6	6	-	-	-	-	35
Dresden Nord	28	11	2	-	-	-	4	4
Görlitz	11	7	1	-	5	1	-	28
Leipzig Lützner Str.	16	20	12	-	6	12	2	44
Leipzig Mitte	48	5	-	-	2	-	3	3
Plauen Süd	7	4	-	-	-	-	-	0

Tab. A4: Klassifikation der Überschreitungstage 2005

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	15	24	11	-	-	1	-	24
Chemnitz Nord	4	10	8	-	-	1	-	39
Dresden Nord	19	11	5	-	5	-	1	24
Görlitz	7	9	3	-	7	-	-	38
Leipzig Lützner Str.	14	13	7	-	8	7	4	42
Leipzig Mitte	62	4	-	-	-	-	4	0
Plauen Süd	9	28	-	-	-	-	-	0
Zwickau	4	2	2	1	1	1	-	45

Tab. A5: Klassifikation der Überschreitungstage 2006

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	16	1	38	7	2	8	2	74
Chemnitz Nord	3	1	9	-	5	-	-	78
Dresden Bergstraße	20	2	16	8	3	1	1	55
Dresden Nord	30	6	11	-	1	1	2	25
Görlitz	15	10	2	6	3	2	2	33
Leipzig Lützner Str.	46	11	17	2	6	4	-	34
Leipzig Mitte	34	9	7	1	1	1	-	19
Plauen Süd	5	11	3	6	-	4	3	41
Zwickau	3	4	14	2	3	1	6	61

Tab. A6: Klassifikation der Überschreitungstage 2007

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	6	8	16	-	5	6	1	64
Chemnitz Nord	3	-	3	1	-	1	-	63
Dresden Bergstraße	10	-	13	2	4	1	2	63
Dresden Nord	9	-	6	1	-	-	-	44
Görlitz	21	7	-	4	-	4	1	22
Leipzig Lützner Str.	23	1	8	1	6	1	-	40
Leipzig Mitte	25	2	5	-	2	5	-	31
Plauen Süd	7	2	1	5	-	-	-	40
Zwickau	7	-	5	-	1	1	-	50

Tab. A7: Klassifikation der Überschreitungstage 2008

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	2	1	3	-	-	-	-	50
Chemnitz Nord	13	5	4	-	-	-	-	18
Dresden Bergstraße	10	4	1	1	1	-	-	18
Dresden Nord	23	9	1	1	1	-	-	9
Görlitz	4	11	3	1	1	1	-	29
Leipzig Lützner Str.	13	6	2	-	2	-	-	17
Leipzig Mitte	27	8	2	-	2	-	-	10
Plauen Süd	1	1	3					60
Zwickau	0	3	4					57

Tab. A8: Klassifikation der Überschreitungstage 2009

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	4	9	9	-	-	1	-	43
Chemnitz Nord	8	11	10	-	-	-	-	34
Dresden Bergstraße	2	9	7	-	-	2	-	45
Dresden Nord	5	22	9	-	-	4	-	33
Görlitz	4	12	13	-	13	-	-	62
Leipzig Lützner Str.	14	13	4	-	-	1	-	16
Leipzig Mitte	12	15	3	-	-	0	-	10
Plauen Süd	3	11	4	-	-	2	-	30
Zwickau	8	18	4	1	-	1	-	19

Tab. A9: Klassifikation der Überschreitungstage 2010

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	5	9	8	3	1	1	-	48
Chemnitz Nord	4	4	4	2	1	-	-	47
Dresden Bergstraße	2	8	10	2	4	9	1	69
Dresden Nord	1	5	6	2	2	9	1	73
Görlitz	3	9	4	3	5	14	-	68
Leipzig Lützner Str.	14	7	7	2	6	4	-	48
Leipzig Mitte	10	3	2	2	-	-	-	24
Plauen Süd	4	4	7	1	-	3	-	58
Zwickau	8	4	7	1	-	6	-	54

Tab. A10: Klassifikation der Überschreitungstage 2011

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	5	9	13	4	2	1	-	59%
Dresden Bergstraße	3	7	9	10	0	6	-	71%
Dresden Nord	2	9	8	10	0	7	-	69%
Görlitz	1	14	6	3	10	6	-	63%
Leipzig Lützner Str.	11	18	4	6	6	2	-	38%
Leipzig Mitte	32	18	4	6	6	2	-	26%
Plauen Süd	0	5	7	5	2	2	-	76%
Zwickau	25	9	9	1	5	3	-	33%

Tab. A11: Klassifikation der Überschreitungstage 2012

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	8	5	4	2	0	8	-	46%
Dresden Bergstraße	2	6	2	8	1	4	-	64%
Dresden Nord	0	5	1	8	1	4	-	74%
Görlitz	1	8	6	4	7	2	-	68%
Leipzig Lützner Str.	14	2	1	7	3	2	-	45%
Leipzig Mitte	23	5	1	7	4	4	-	37%
Plauen Süd	1	1	6	6	0	6	-	90%
Zittau	1	9	2	2	8	6	-	64%
Zwickau	0	4	4	8	0	3	-	76%

Tab. A12: Klassifikation der Überschreitungstage 2013 (HVS)

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags in Prozent
Chemnitz Leipz. Str.	9	7	0	4	0	12	-	50%
Dresden Bergstraße	2	11	2	5	2	12	-	62%
Dresden Nord	1	7	2	4	2	11	-	70%
Görlitz	2	1	2	10	4	8	-	89%
Leipzig Lützner Str.	11	16	1	2	5	6	-	34%
Leipzig Mitte	8	14	0	1	4	6	-	33%
Plauen Süd	2	5	0	6	1	8	-	68%
Zittau	5	1	3	6	4	11	-	77%
Zwickau	1	6	0	6	0	9	-	68%

