

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 Umweltbundesamtes (UBA) verwendet und verschiedene großräumige meteorologische Karten, insbesondere der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitskarten [mit freundlicher Genehmigung von www.wetter3.de] einbezogen. Außerdem werden für die einzelnen Episoden Konzentrations- und Dosiswindrosen ausgewertet. Seit 2014 werden auch noch bei Bedarf für einzelne Tage 96-Stunden-Rückwärtstrajektorien, die mit dem Hysplit-Modell der National Oceanic and Atmospheric Administration der USA (NOAA) erstellt werden, betrachtet.

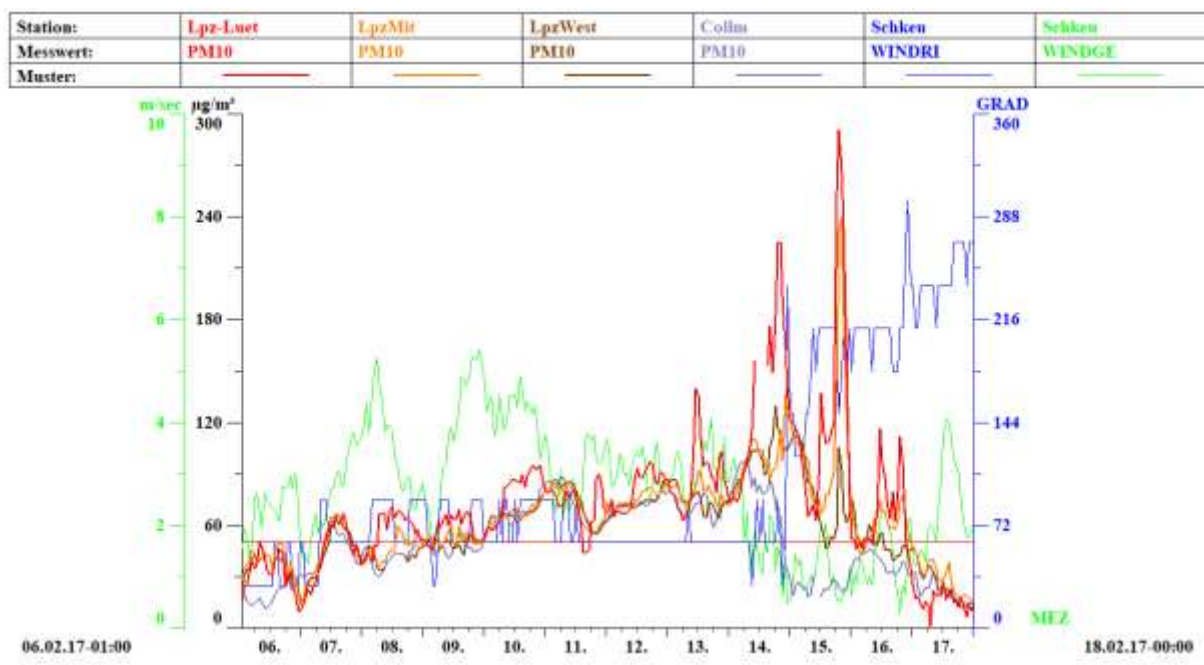


Abbildung 1: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 06.02.-17.02.17

Ein Beispiel der Vorgehensweise soll anhand der Episode vom 06.02. bis 17.02.2017, die auch den Tag vor der PM₁₀-Überschreitung beinhaltet, für die Messstationen der Stadt Leipzig gezeigt werden (Abbildung 1). Um die Zeitverläufe der Konzentrationen und des Windes übersichtlicher darstellen zu können, wurde die Episode in drei Zeitabschnitte geteilt. Abbildung 2 zeigt den ersten Abschnitt.

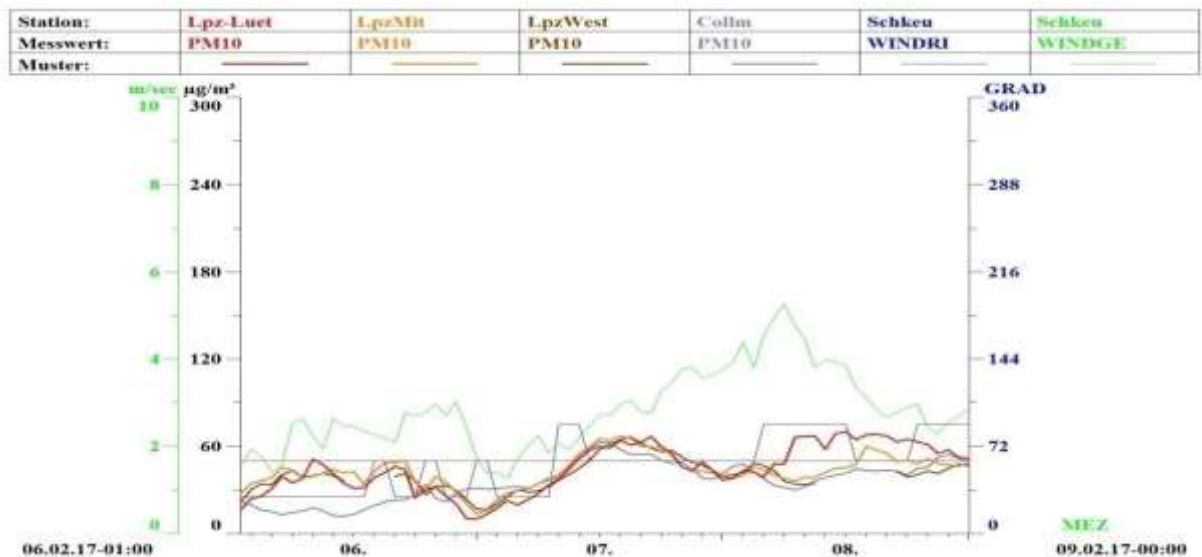


Abbildung 2: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 06.02.-09.02.17

Am 06.02., dem Vortag der Episode, ist der für eine Großstadt relativ schwach ausgeprägte Konzentrationsverlauf mit den typischen Vormittags- und Nachmittagsspitzen an den Leipziger Messstationen gut zu erkennen. Die Hintergrund-Messstation Collm zeigt diesen nicht und auch das PM₁₀-Tagesmittel ist mit 21 µg/m³ deutlich niedriger als an den verkehrsnahen Leipziger Messstationen: Leipzig-Mitte 39 µg/m³, -Lützner Str. 40 µg/m³. Die vorherrschende Windrichtung ist Nordnordost (NNO). In den Morgenstunden des 07.02. dreht der Wind auf Ostnordost (ONO) bis Ost (O) während gleichzeitig die Windgeschwindigkeit ansteigt. Sehr gut ist der allmähliche Konzentrationsanstieg der PM₁₀-Konzentrationen an allen Stationen gleichzeitig bei der konstanten NO-O-Strömung zu erkennen. Die konstante Windrichtung aus NO bis O, das flächendeckende hohe Konzentrationsniveau auch im Hintergrund und die geografische Lage der Messstationen sind ein erstes starkes Indiz für großflächige grenzüberschreitende Transporte hoher PM₁₀-Konzentrationen zu Beginn der Episode. Unterstützt wird diese Annahme durch die Analyse der anderen Hilfsmittel.

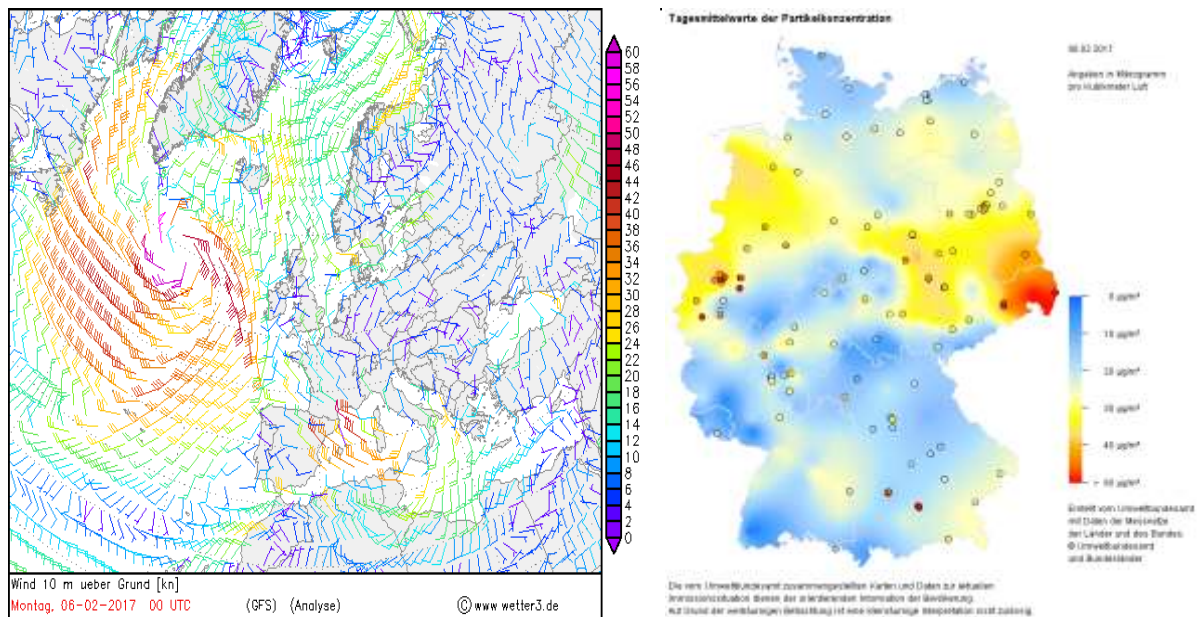


Abbildung 3: Windvektorkarte (Quelle: Wetter3) und Karte der PM₁₀-Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 06.02.2017 (Quelle: UBA)

Am 06.02.17 ist auf der Karte der Windvektoren in Abbildung 3 zu erkennen, dass die relativ wenig belastete Luft vorwiegend aus Richtung der östlichen Ostsee und Skandinavien nach Nord- und Mitteldeutschland einströmt. Je südlicher diese Luftmassen Deutschland erreichten, desto länger konnten sie Schadstoffe über dem polnischen Festland aufnehmen, was in der UBA-Karte mit dem Ansteigen des PM₁₀-Niveaus entlang der Ostgrenze von Nord nach Süd sehr eindrucksvoll gezeigt wird. Dabei erreichen sie aber das Gebiet um Collm und Leipzig noch nicht. Das ebenfalls erkennbare erhöhte Niveau der PM₁₀-Konzentrationen in Leipzig hat hier noch lokale Ursachen.

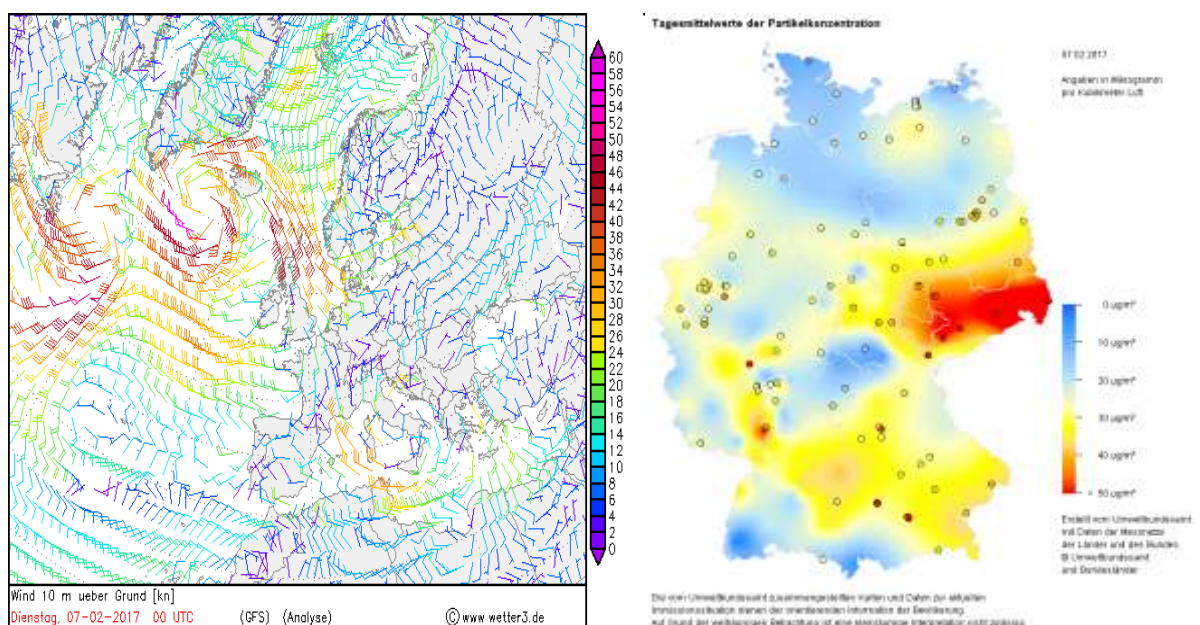


Abbildung 4: Windvektorkarte (Quelle: Wetter3) und Karte der PM₁₀-Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 07.02.2017 (Quelle: UBA)

Am nächsten Tag ist die geringe Änderung der vorherrschenden Windrichtung um 30 Grad nach Osten in der Windrichtungskarte nicht zu erkennen, sie wird aber durch Verlaufsdarstellung in der Abbildung 2 belegt. In der UBA-Karte vom 07.02. ist deutlich 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 heranführt.

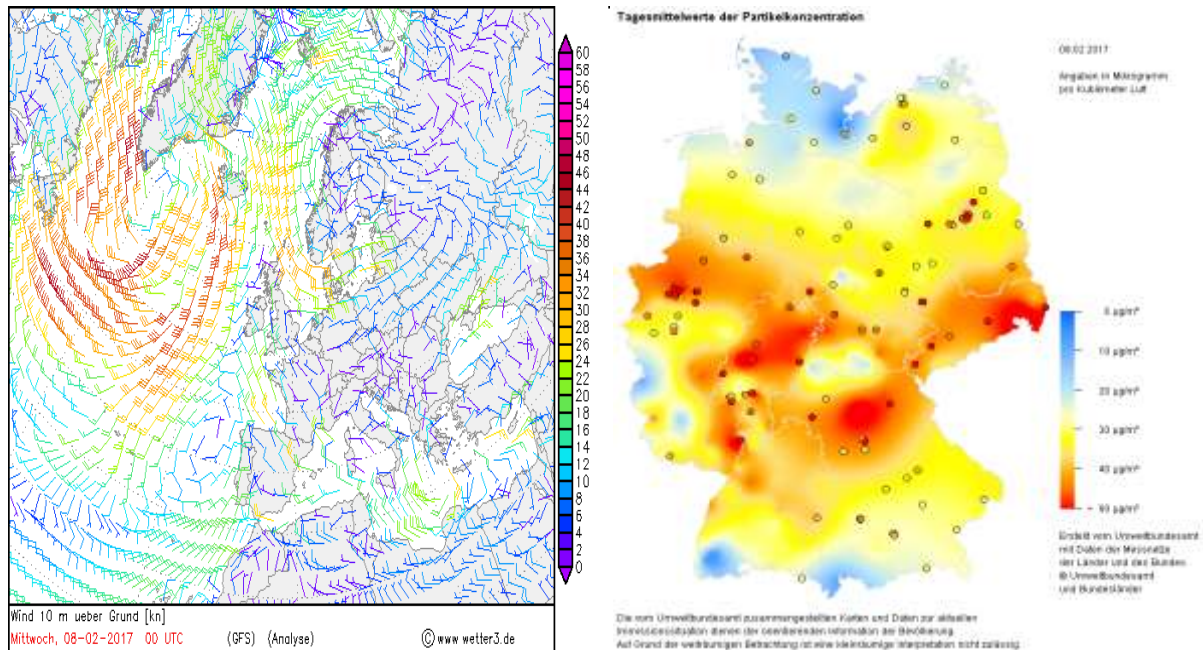


Abbildung 5: Windvektorkarte (Quelle: Wetter3) und Karte der PM₁₀-Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 08.02.2017(Quelle: UBA)

Am 08.02. ist die hochbelastete Luft dann über den ganzen mittleren Teil von Deutschland bis zur französischen Grenze vorgedrungen, wie in Abbildung 5 zu sehen ist. Dass diese Luftmassen tatsächlich die ganze Zeit aus Nordosten herangeführt wurden, zeigt die Berechnung der 3-Tage-Rückwärtstrajektorien vom gleichen Tag in der Abbildung 6. Die Dosiswindrose, erzeugt mit dem lokal nicht beeinflussten Windrichtungen der Messstation Collm, vervollständigt die Auswertung. Am 09.02. ändern sich die Verhältnisse kaum.

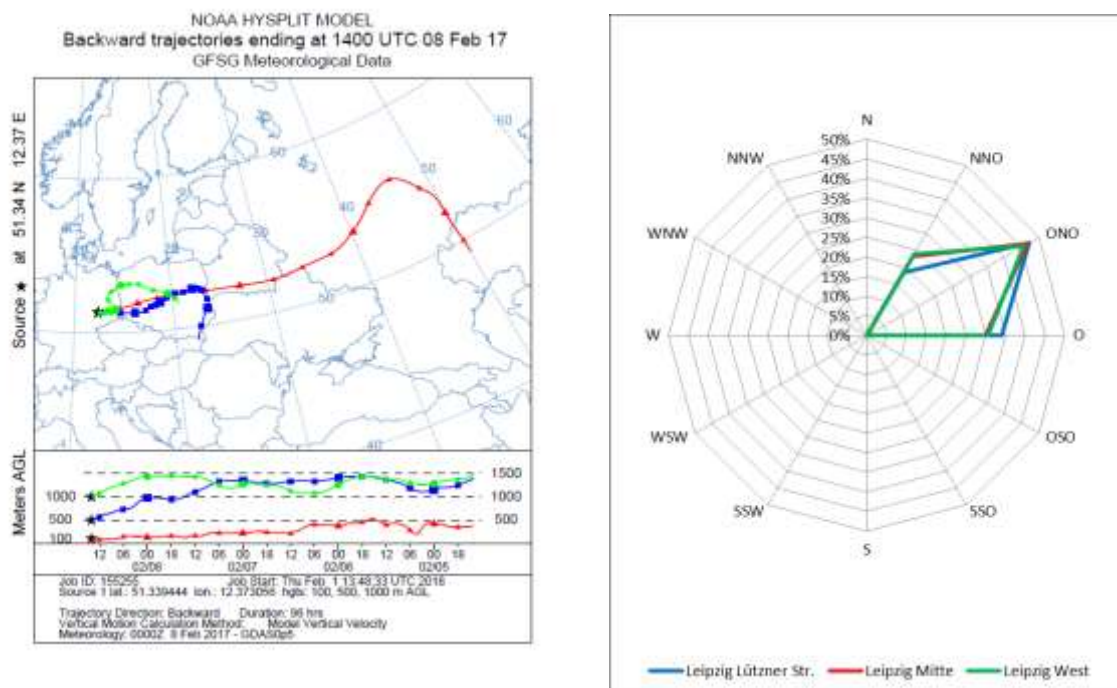


Abbildung 6: Rückwärtstrajektorien vom 08.02.2017 (Quelle: NOAA) und Dosiswindrose vom 06.-09.02.17

Auf Grund der oben dargestellten Analysen können die Überschreitungstage für die Leipziger Stationen zweifelsfrei der Klasse „Ferntransport aus Nordost bis Ost“ zugeordnet werden.

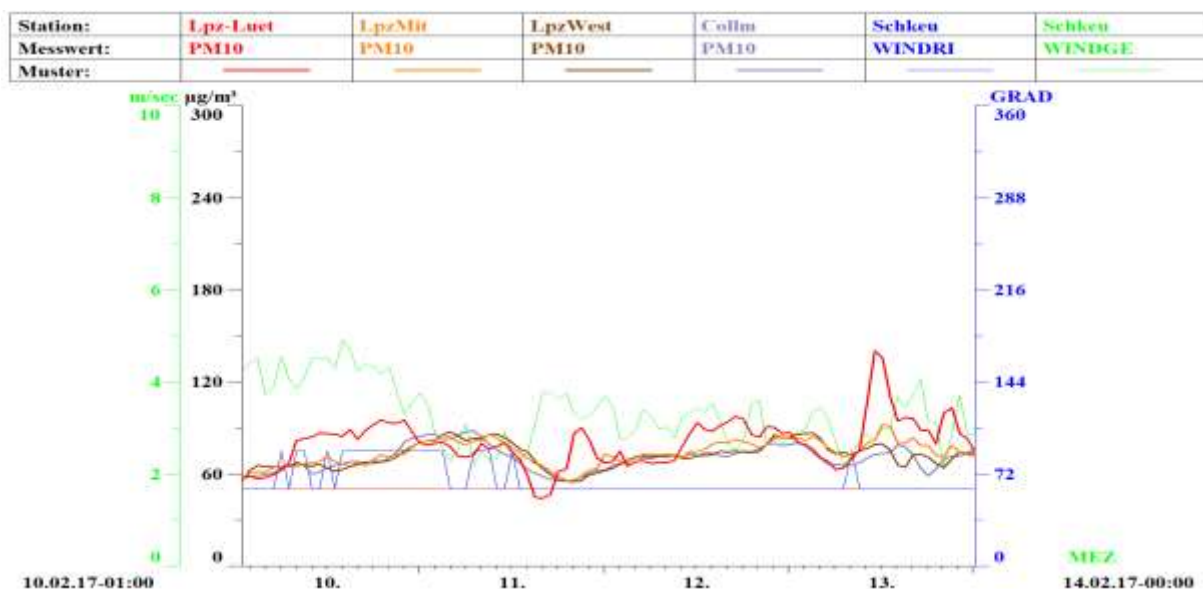


Abbildung 7: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 10.02.-13.02.17

In den nächsten vier Tagen ändern sich die meteorologischen Bedingungen kaum. Ab dem Nachmittag des 11.02. herrscht dann eine fast konstante ONO-Strömung. Auch die Windstärken ändern sich kaum (Abbildung 7). Deshalb bleibt auch das PM₁₀-Konzentrationsniveau in diesen Tagen sehr ähnlich. Der konstante Wind verhindert auch eine stärkere Anreicherung der Schadstoffe im Leipziger Stadtgebiet. Die etwas höheren PM₁₀-Konzentrationen an der Messstation Lützner Straße erklären sich aus der Lage der Messstation. Da sie sich westlich vom Stadtzentrum befindet, werden die zusätzlichen Emissionen des östlich liegenden Leipziger Stadtgebietes einschließlich des Zentrums an dieser Messstation vorbei geführt. Beendet man die Analyse an dieser Stelle, würden auch diese Tage der Klasse „Ferntransport aus Nordost bis Ost“ zugeordnet. Doch zeigen sowohl die Windvektorkarten als auch die Rückwärtstrajektorien in diesem Zeitraum, dass die Luftmassen in Sachsen eher aus Südosten also dem Böhmischem Becken kommen, beispielhaft für den 12.02. in Abbildung 8 dargestellt.

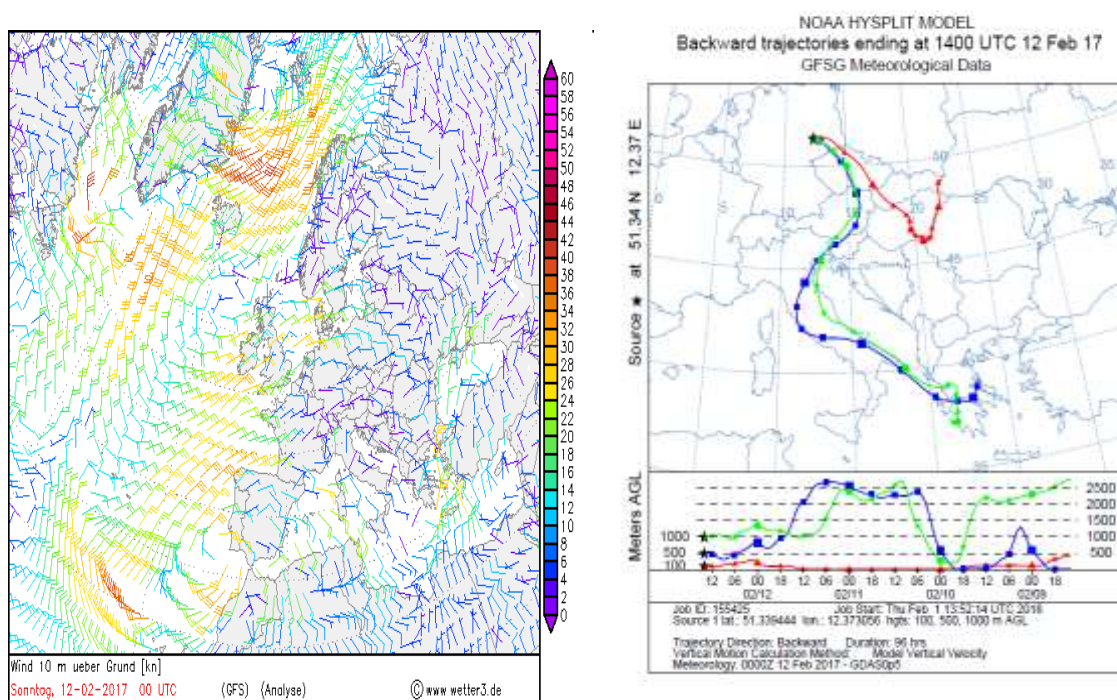


Abbildung 8: Windvektorkarte (Quelle: Wetter3) und Rückwärtstrajektorien vom 12.02.2017 (Quelle: NOAA)

In diesem Fall dreht der in Sachsen eher aus Südosten kommende Wind in der Umgebung von Leipzig auf ONO, so dass es in Leipzig den Anschein erweckt, als hätten die ankommenden Schadstoffe dieselbe Quelle wie die im zuvor betrachteten Zeitraum. Jedoch stammen diese hohen PM₁₀-Konzentrationen hauptsächlich aus dem Böhmischem Becken. Das wird auch durch die vorherrschenden Windrichtungen der östlich von Leipzig liegenden Messstation Niesky bzw. der südöstlich an der Grenze liegenden Messstation Schwartenberg in der Tabelle 1 erkennbar. Unterstützt wird diese Aussage durch die zugehörige UBA-Karte (Abbildung 9), die zeigt, dass die hochbelasteten Schadstoffe bis zur Ostseeküste vorgedrungen sind, was bei einer NO-Strömung nicht möglich wäre. Deshalb werden diese Überschreitungstage der Klasse „Ferntransport aus Südost“ zugeordnet.

Tabelle 1: Messwerte ausgewählter Messstationen während der Episode

Station:	Leipzig-Lützner Str.	Leipzig-Mitte	Leipzig-West	Collm	Schkeuditz	Schkeuditz	Niesky	Schwarzenberg
Messwert:	PM ₁₀	PM ₁₀	PM ₁₀	PM ₁₀	Windgeschw.	Windrichtung	Windrichtung	Windrichtung
06.02.2017	40	39	34	21	2,3	30	60	330
07.02.2017	54	52	45	48	2,6	60	60	120
08.02.2017	63	53		41	3,5	90	60	30
09.02.2017	63	53	50	45	3,8	60	90	120
10.02.2017	85	75	67	67	4,2	90	90	120
11.02.2017	88	81	73	71	3,0	60	90	120
12.02.2017	90	81	73	73	3,6	60	90	120
13.02.2017	99	84	75	69	3,0	60	120	120
14.02.2017	129	104	100	73	1,7	60	120	120
15.02.2017	117	112	78	24	1,1	210	120	150
16.02.2017	76	68	49	41	1,4	210	180	270
17.02.2017	35	33	24	16	2,4	240	270	270

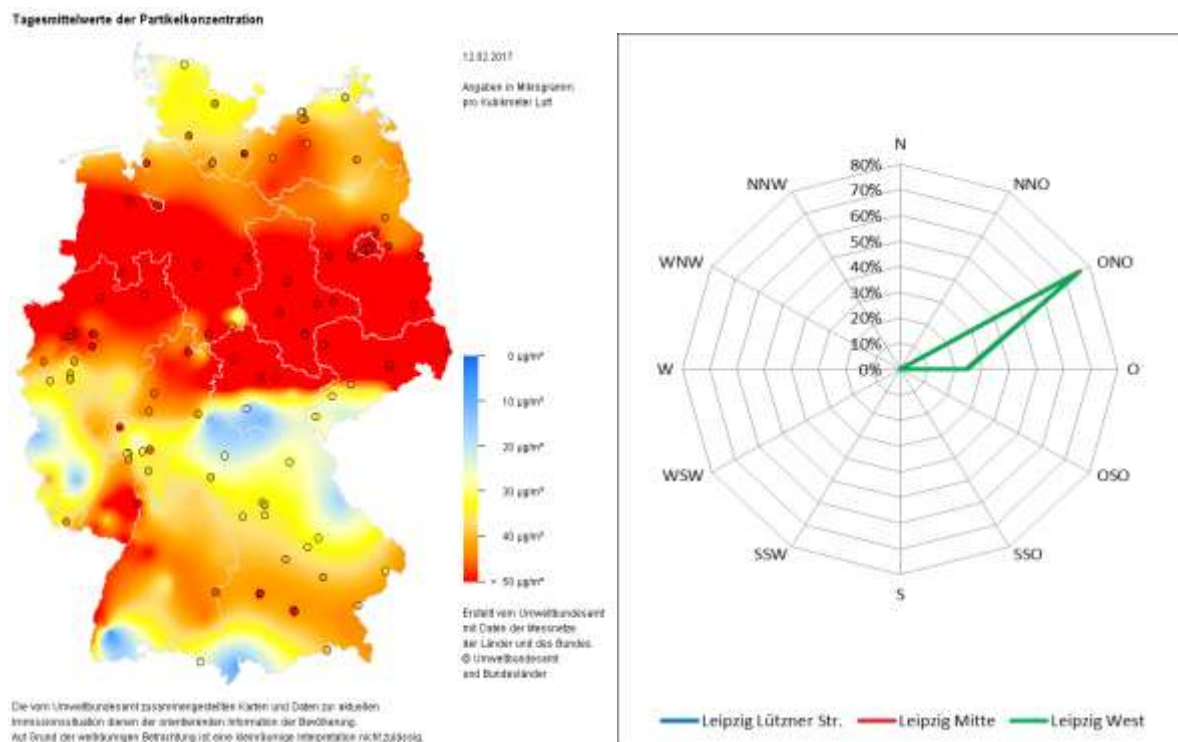


Abbildung 9: Karte der PM₁₀-Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 12.02.2017 (Quelle: UBA) und Dosiswindrose vom 10.-13.02.17 (alle 3 Messstationen liegen exakt übereinander)

Die letzte Phase der Episode beginnt am 14.02. mit der sich am Vormittag einstellenden stabilen Windrichtung aus Südost (SO) bis Süd (S), vgl. Abbildung 10 und einem gleichzeitig nachlassenden Wind vom Mittag des 15. bis Mittag des 16.02.17.

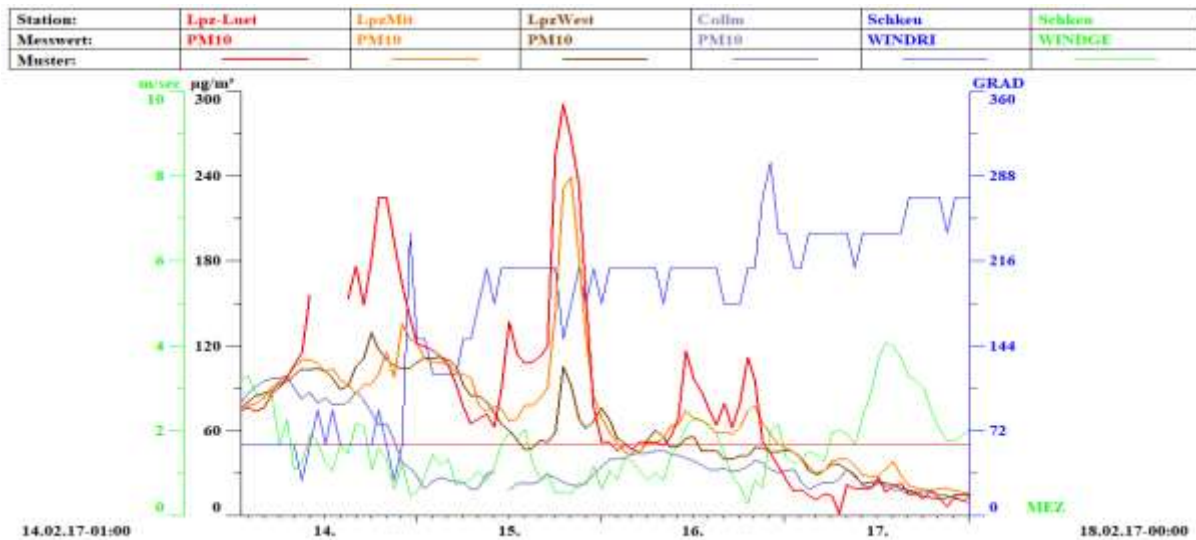


Abbildung 10: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 14.02.-17.02.17

Im Laufe des 14.02. sinken die Hintergrundbelastungen an der Messstation Collm deutlich. Durch das gleichzeitige Nachlassen der Windstärke entwickelt sich eine austauscharme Wetterlage, die zu einem starken Anstieg der PM₁₀-Konzentrationen an den verkehrsnahen Messstationen Leipzig-Mitte und -Lützner Straße, der an der Messstation für den städtischen Hintergrund Leipzig-West typisch nur abgeschwächt zu sehen ist. Der Wind dreht dabei auf Süd bis Südwest, wobei die niedrigen Windgeschwindigkeiten die Aussagekraft der Windrichtung stark einschränken. Dadurch, dass die Luftmassen nur noch langsam wegziehen, reichern sie sich stärker mit lokalen Emissionen an. Aufgrund des Absinkens der Konzentrationen am Collm und den hohen Tagesmittelwerten werden diese Überschreitungstage der Kategorie "lokal" zugeordnet.

Ausgewählt für die beispielhafte Darstellung der zugehörigen Auswertungen wurde in den folgenden Abbildungen der 16.02. .

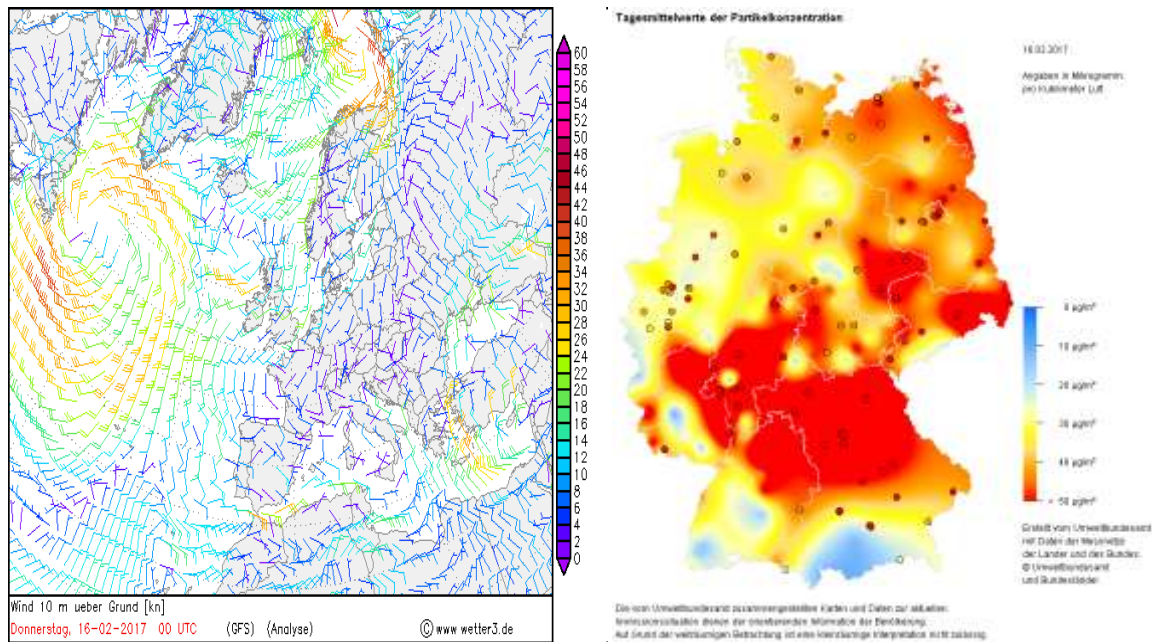


Abbildung 11: Windvektorkarte (Quelle: Wetter3) und Karte der PM₁₀-Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 16.02.2017 (Quelle: UBA)

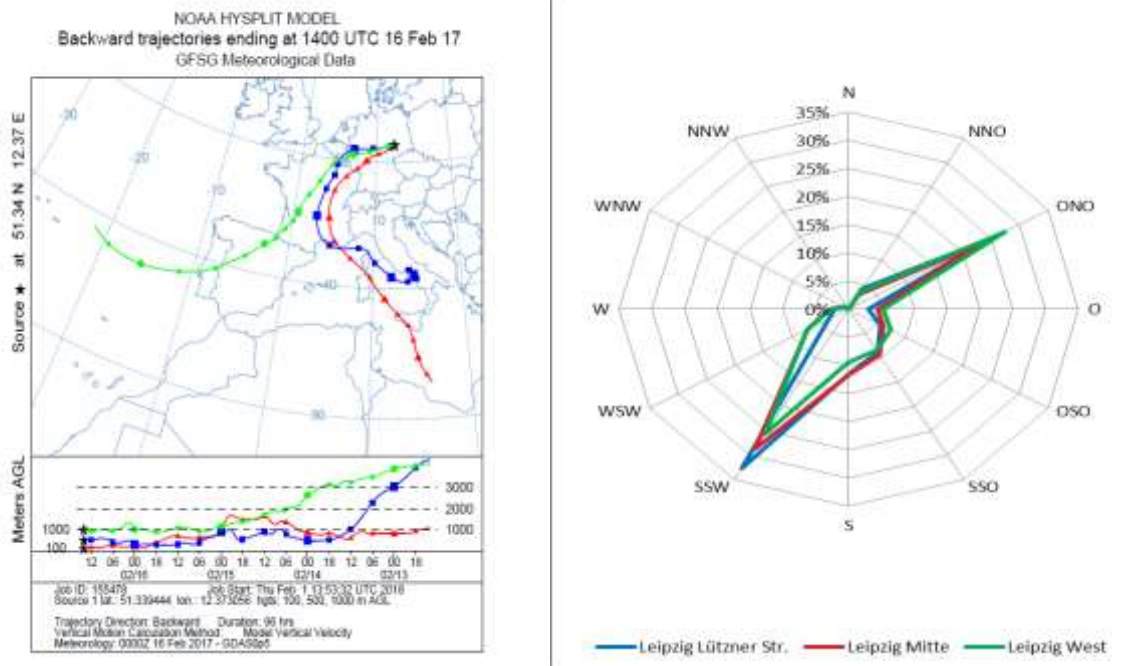


Abbildung 12: Rückwärtstrajektorien vom 16.02.2017 (Quelle: NOAA) und Dosiswindrose vom 14.-17.02.17

Am 17. 02. dreht der Wind auf Südwest (SW) bis West (W) bei höheren Windgeschwindigkeiten, so dass vergleichsweise wenig belastete Luft herangeführt wird und die Episode endet. Die Immissionsbelastungen sinken dementsprechend an allen betrachteten Messstationen gleichzeitig.

Nach der Diskussion dieser Episode während der Ferntransport und lokale Emissionen als Ursache der Überschreitung nachgewiesen werden konnten, folgt ein Beispiel für eine Überschreitung als Mischung beider Ursachen in Leipzig (Abbildung 13).

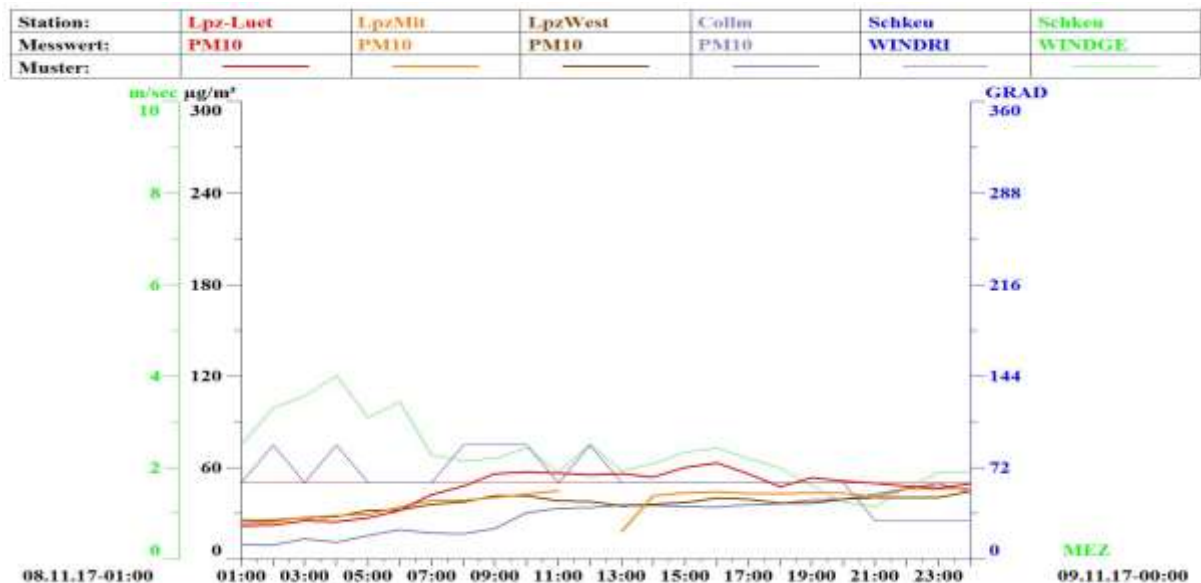


Abbildung 13: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 08.11.-09.11.17

Am 09.11.17 kam es zu einem Überschreitungstag an den verkehrsnahen Messstationen Leipzig- Mitte und -Lützner Straße. Ab 08.11. herrschte in Sachsen eine Nordostströmung bei langsam sinkenden Windgeschwindigkeiten (Abbildung 14). Dadurch werden leicht belastete Luftmassen aus dem Nordosten von Polen nach Sachsen geführt, was sehr gut an den langsam ansteigenden Messwerten an der Hintergrund-Messstation Collm zu erkennen ist. Die PM₁₀-Konzentrationen an den Leipziger Messstationen steigen auch an, erreichen aber am 08.11. den Grenzwert noch nicht. In der Nacht haben alle Messstationen nahezu gleich Messwerte. Am 09.11. wird durch die Verkehrs- und sonstigen Emissionen des Leipziger Stadtgebietes der Tagesmittelgrenzwert überschritten, während sich die Messwerte am Collm kaum ändern. Die mittlere PM₁₀-Konzentration im Leipziger Raum liegt bei ca. 20 µg/m³. Das heißt, dass der zusätzliche Beitrag durch den Ferntransport bei etwas über 20 µg/m³ liegt. Dieser Beitrag würde allein nicht ausreichen, um zu einer Überschreitung des Tagesmittelwertes an den Leipziger Messstationen zu führen. Die zusätzlichen Emissionen von Leipzig liefern einen weiteren Beitrag von 10-15 µg/m³ zu den Gesamtimmissionen. Deshalb wird dieser Tag der Klasse "lokal und Ferntransport" zugeordnet.

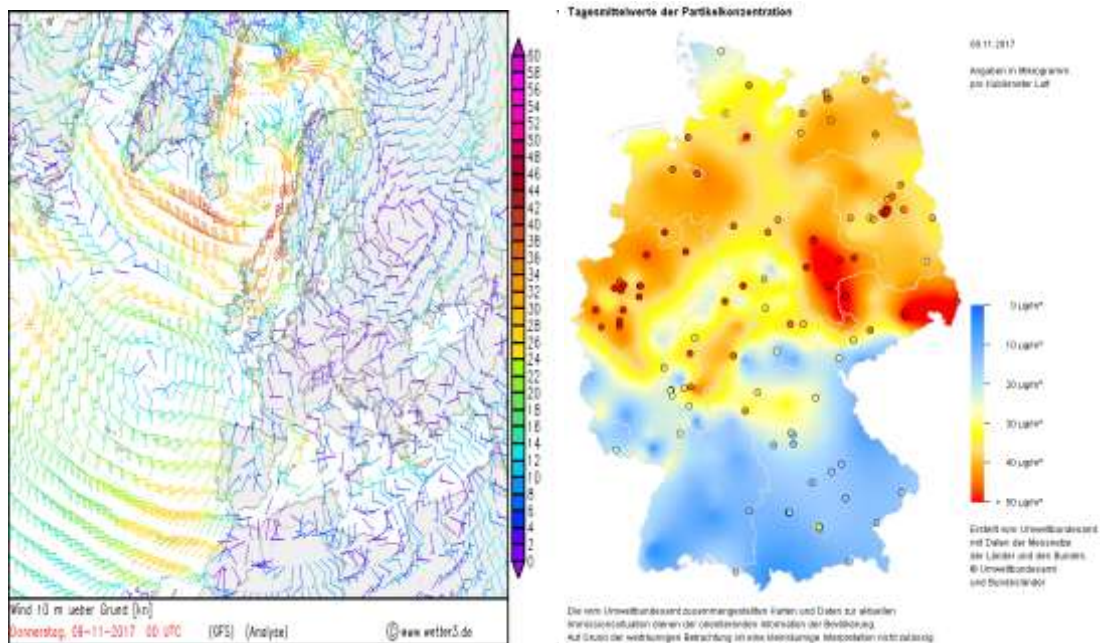


Abbildung 14: Windvektorkarte (Quelle: Wetter3) und Karte der PM₁₀-Tagesmittelkonzentrationen in Deutschland am 09.11.2017 (Quelle: UBA)

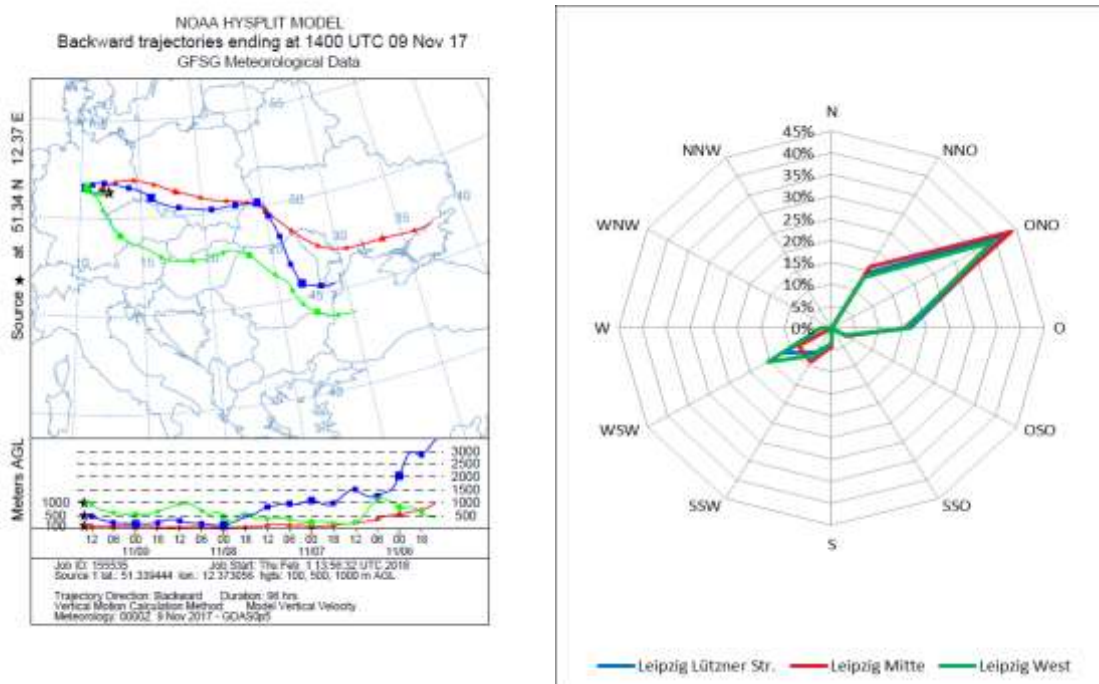


Abbildung 15: Rückwärtstrajektorien vom 08.11.2017 (Quelle: NOAA) und Dosiswindrose vom 08.11.17

Ein deutliches Beispiel für die Zuordnung zur Klasse „lokal“ für die Leipziger Messstationen wird in Abbildung 16 gezeigt. Dieses Beispiel zeigt den PM₁₀-Konzentrationsverlauf während des Feuerwerks zum Jahreswechsel 2018/19. Ähnliche Verläufe gibt es bei den sogenannten Brauchtumsfeuern, wie z. B. zu Ostern, zu den Sonnenwenden oder am 30. April.

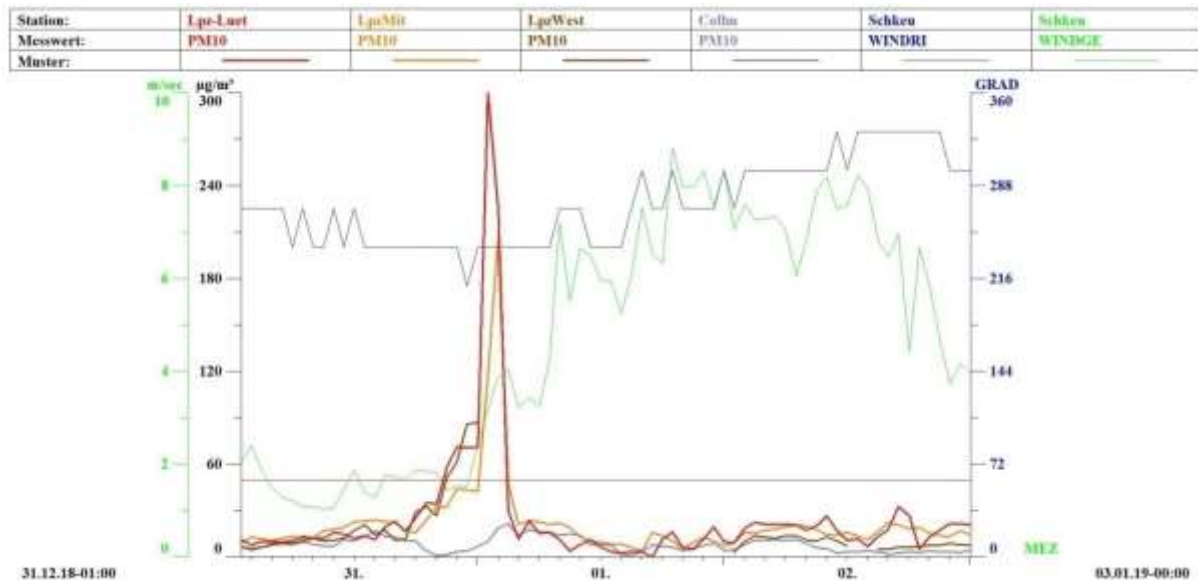


Abbildung 16: Zeitverlauf der PM₁₀-Konzentrationen und des Windes vom 31.12.18-02.01.19

Sehr gut lässt sich der typische PM₁₀-Tagesverlauf für eine Silvesternacht beobachten. Bei einer für eine Grenzwertverletzung in Sachsen untypischen Westströmung mit niedrigen Windgeschwindigkeiten ist der steile Anstieg während der zunehmenden Feuerwerksaktivitäten in den Nachtstunden mit dem Maximum gegen 01:00 Uhr. Das Auffrischen des Windes um 03:00 Uhr führt aber auch zu einem schnellen Abtransport und der Verteilung der Schadstoffe. Die an dem jeweiligen Tag herrschenden meteorologischen Bedingungen am Ort sind dabei immer entscheidend für den Umfang und die Dauer des Ereignisses. Im Jahr davor herrschten komplett andere Bedingungen, so dass trotz des Silvesterfeuerwerks keine Überschreitungen auftraten.

Trend der Jahresmittelwerte und Einfluss der Meteorologie auf die Feinstaubbelastungen

In diesem Abschnitt soll der langjährige Trend der PM₁₀-Konzentrationen und der daraus resultierenden Überschreitungshäufigkeiten untersucht werden. Dazu werden die Ergebnisse ausgewählter Messstationen mit HVS-Messungen (High Volume Sampler; Probenahme auf Filter mit anschließender Laboranalyse, höhere Datenqualität) verwendet.

Tabelle 2: Anzahl der Tage mit PM₁₀-Tagesmitteln >50 µg/m³ (HVS)

Stationen (9)	Chemnitz Leipziger Str.	Dresden Bergstr.	Dresden Nord	Görlitz	Leipzig Lützner Str.	Leipzig Mitte	Plauen Süd	Zittau	Zwickau	Σ Überschreitungen
2003	-	-	53	50	89	64	-	-	-	290
2004	-	-	32	26	49	32	-	17	-	168
2005	59	42	52	43	63	75	-	31	-	388
2006	65	49	67	39	76	74	44	25	-	466
2007	27	27	17	26	40	39	18	12	-	218
2008	19	21	35 ¹⁾	24	32	39 ¹⁾	6	11	10	162
2009	32	42	37	36	51	25 ²⁾	20	30 ²⁾	30 ²⁾	280
2010	34	40	37	48	49	41	20	41	39	374
2011	39	46	42	46	69	63	29	32	53	419
2012	28	22	21	29	37	39	12	26	21	235
2013	32	34	27	27	41	33	22	31	22	269
2014	36	36	27	34	43	34	19	23	30	282
2015	11	21	17	23	26	17	7	12	7	141
2016	5	10	6	14	21	10	3	8	6	83
2017	7	19	18	21	21	22	12	26	10	156
2018	10	12	8	13	23	12	9	13	6	106
2019	3	4	3	6	12	9	4	6	4	51

1) TEOM – HVS zum Vergleich aller 3 Tage

2) gemischte Tagesmittelwerte TEOM und HVS

Tabelle 2 zeigt einen Überblick über die PM₁₀-Überschreitungstage der Messstationen, an denen schon einmal Grenzwertverletzungen mit HVS gemessen wurden. Die letzten Grenzwertverletzungen beim PM₁₀-Tagesmittel, d. h. mehr als 35 Tage mit PM₁₀-Tagesmitteln größer 50 µg/m³, gab es an den sächsischen Messstationen 2014 in Dresden, Leipzig und Chemnitz. Ab 2015 gingen sowohl die Anzahl der Überschreitungstage als auch die Jahresmittel der PM₁₀-Konzentrationen (Tabelle 3, Abbildung 17) deutlich zurück.

Tabelle 3: PM₁₀-Jahresmittelwerte 2002 – 2019 (HVS, in [µg/m³])

Stationen (9)	Chemnitz Leipziger Str.	Dresden Bergstraße	Dresden Nord	Görlitz	Leipzig Lütz- ner Str.	Leipzig Mitte	Plauen Süd	Zittau	Zwickau	Mittel
2002	-	-	32	29	36	32	-	-	-	30,9
2003	-	-	36	34	41	37	-	-	-	35,3
2004	-	-	30	27	34	31	-	23	-	28,2
2005	34	33	34	32	36	38	-	27	-	32,6
2006	36	36	39	32	39	37	31	27	-	33,9
2007	29	31	28	28	31	32	24	22	-	27,3
2008	28	29	33 ¹⁾	27	31	34 ¹⁾	23	22	24	26,3
2009	29	31	30	29	33	26 ²⁾	22	25 ²⁾	27 ²⁾	27,1
2010	29	31	30	33	33	32	24	29	28	29,4
2011	29	31	29	30	34	35	23	25	32	29,8
2012	28	28	26	26	29	30	19	24	22	25,7
2013	28	29	27	26	29	28	21	24	23	26,1
2014	28	30	27	26	30	28	21	24	23	26,3
2015	24	26	24	24	28	25	19	20	20	23,3
2016	22	24	22	23	27	24	19	19	19	22,1
2017	19	21	20	20	24	28	17	20	17	20,7
2018	21	23	22	22	28	25	19	22	20	22,4
2019	18	18	18	18	22	21	14	17	17	18,1

1) TEOM – HVS zum Vergleich aller 3 Tage

2) gemischte Tagesmittelwerte

Besonders deutlich ist der Rückgang noch einmal 2019. Unter der Voraussetzung, dass sich die Emissions- und meteorologischen Bedingungen nicht grundsätzlich ändern, kann damit von einer relativ sicheren Einhaltung der Grenzwerte in der Zukunft ausgegangen werden. Die Ursachen dieses Rückgangs werden im Folgenden noch diskutiert.

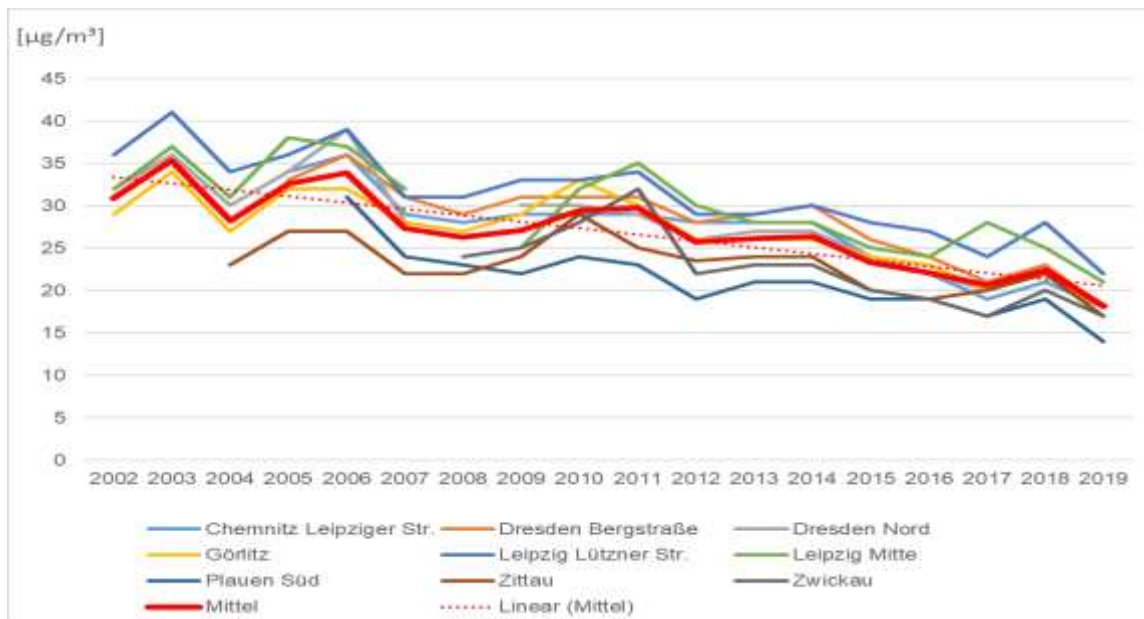


Abbildung 17: Trend der PM₁₀-Jahresmittelwerte 2002 – 2019 (HVS)

Noch deutlicher ist der Rückgang Überschreitungstage (Abbildung 18). Als Überschreitungstag wurde ein Tag definiert, an dem an wenigstens einer Messstation ein Messwert größer $50,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen wurde. Als eine Episode wurde gewertet, wenn an mindestens 25 % der Messstationen dieser Messwert an mindestens drei aufeinander folgenden Tagen überschritten wurde. Episodentage sind die Summe der Tage während der Episoden.

Traten in den ersten Jahren der PM₁₀-Messungen noch an fast einem Drittel der Tage eines Jahres Überschreitungen auf, so ist diese Anzahl mit starken Schwankungen durch die meteorologischen Bedingungen des jeweiligen Jahres im Trend stark rückläufig und erreicht 2019 mit 19 Tagen das absolute Minimum. 2019 war auch das erste Jahr, in dem keine Feinstaubepisode mehr auftrat.

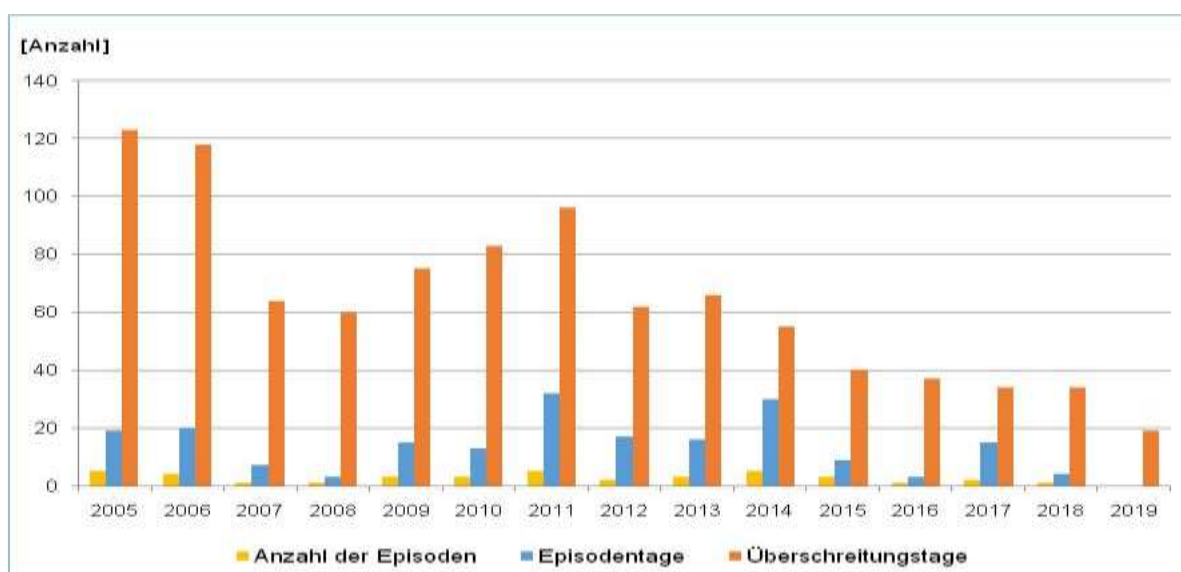


Abbildung 18: Entwicklung der PM₁₀-Überschreitungstage und -episoden

In den folgenden Abbildungen werden die Verteilung der Überschreitungstage über das Jahr an ausgewählten Messstationen für verschiedene Zeiträume dargestellt. Bemerkenswert ist, dass 2019 außer in Görlitz in der zweiten Jahreshälfte keine Überschreitungen mehr auftraten.

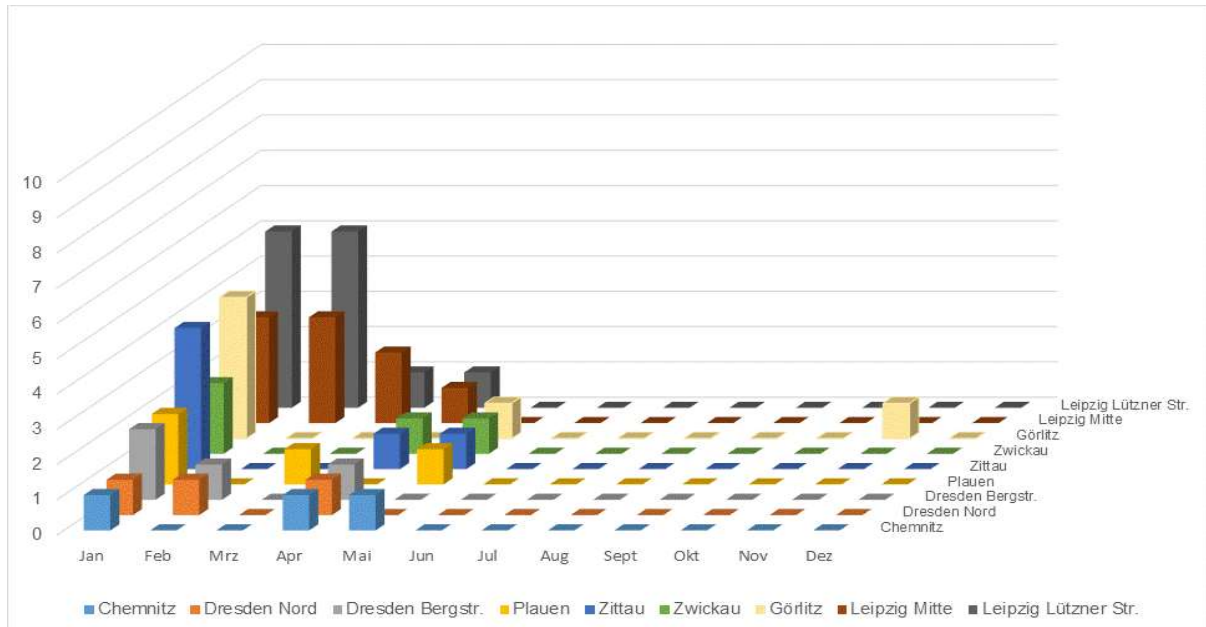


Abbildung 19: Anzahl der PM₁₀-Überschreitungstage 2019

Vergleicht man die Abbildung 19 – 21 fällt neben dem Rückgang der Anzahl der monatlichen Überschreitungen auch auf, dass es grundsätzlich deutlich mehr Überschreitungen in der ersten Jahreshälfte gab und dass die vereinzelt Überschreitungen in den Monaten Mai bis September mit Ausnahme von Zittau im September in den letzten Jahren nicht mehr vorkamen. Diese Überschreitung in Zittau resultiert aus sechs als lokal klassifizierten Überschreitungstagen, die durch Baumaßnahmen in der unmittelbaren Umgebung der Messstation Zittau-Ost im September 2017 verursacht wurden.

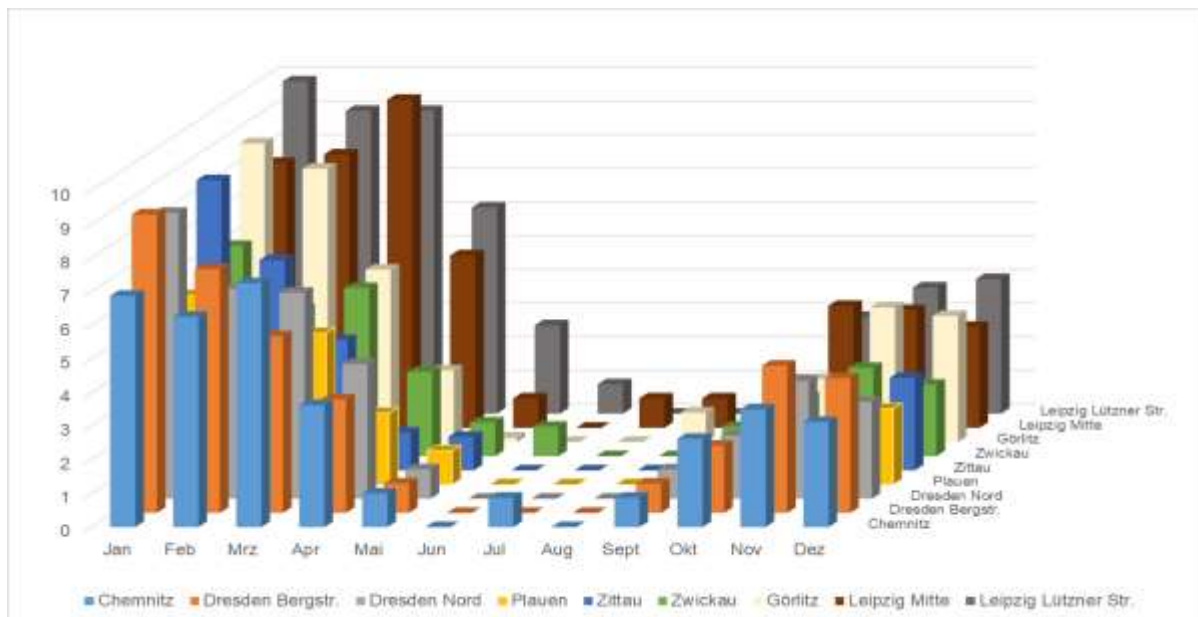


Abbildung 20: Anzahl der PM10-Überschreitungstage 2005 bis 2014 (Mittelwert)

Im Vergleich der Abbildung 20 und 21, die die gerundeten Mittelwerte der Überschreitungstage der letzten fünf Jahre (Abbildung 21) und der davorliegenden zehn Jahre (Abb. 20) darstellen, wird der Rückgang der Tage mit hohen Schadstoffbelastungen in den Wintermonaten besonders deutlich. Liegt er im Mittel über die betrachteten Stationen am Jahresanfang (Jan. – Mär.) bei sieben im gezeigten 10-Jahreszeitraum, sind es 2014-19 nur drei Tage. Am Jahresende (Okt. – Dez.) fiel der Rückgang von rund drei Tagen auf nicht einmal mehr einen Tag noch stärker aus.

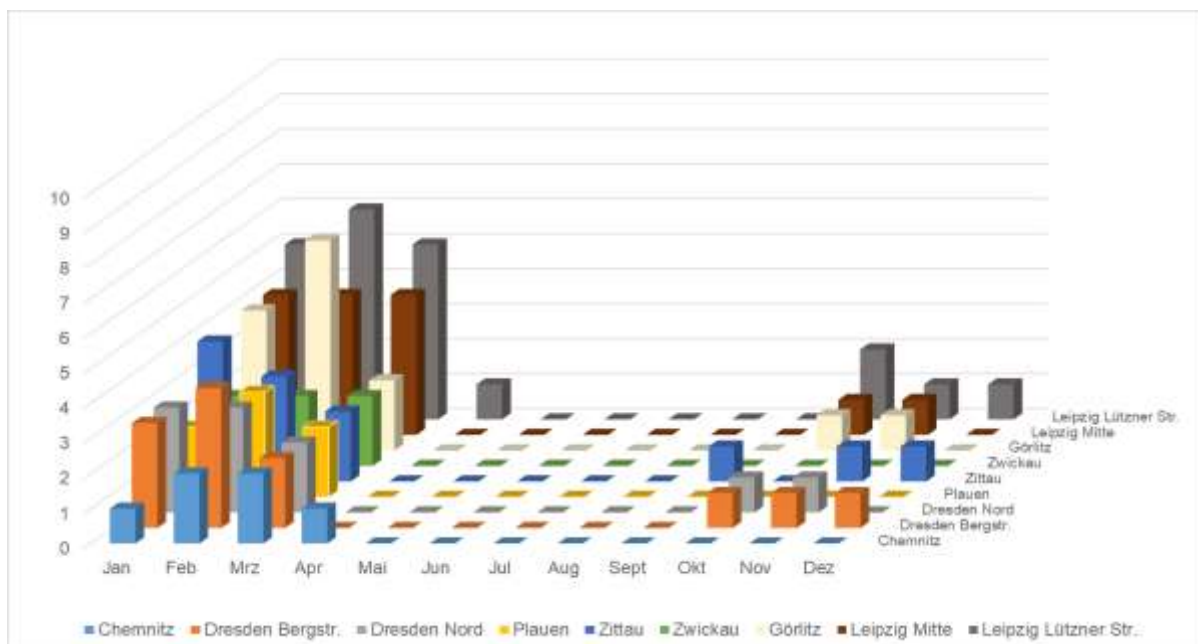


Abbildung 21: Anzahl der PM10-Überschreitungstage 2015 bis 2019 (Mittelwert)

Einfluss der Großwetterlagen auf die PM₁₀-Konzentrationen

Im nächsten Abschnitt soll untersucht werden, ob bestimmte Großwetterlagen (hier verwendet in der Klassifikation nach Hess/Brezowsky) zu erhöhten PM₁₀-Konzentrationen führen. Dazu wurden die Konzentrationswerte aller Messstationen für die jeweilige Großwetterlage der einzelnen Jahre seit 2005 gemittelt. Diese Mittelwerte wurden mit dem Mittelwert aller Messstationen des jeweiligen Jahres verglichen und alle Werte, die über diesem Wert liegen, mit einer zunehmenden Rotfärbung eingefärbt. Anschließend wurden die Mittelwerte der einzelnen Großwetterlagen über alle Jahre mit dem Wert über alle Daten (25,2 µg/m³) ins Verhältnis gesetzt und sortiert. Als Untersuchungszeitraum wurden die Monate Januar bis März und Oktober bis Dezember gewählt, in denen mehr als 90 % aller Überschreitungen auftraten. Das Ergebnis ist in Tabelle 4 zu sehen.

Auch wenn die PM₁₀-Konzentrationswerte innerhalb einer Großwetterlage in den verschiedenen Jahren mitunter stark schwanken, kristallisiert sich über die Jahre doch ein überraschend deutliches Bild heraus. Angeführt von den zum Großwettertyp Ost gehörenden Großwetterlagen Südostlage antizyklonal und Hoch Fennoskandien zyklonal, die mit einem Mittelwert von 39,8 bzw. 39,7 µg/m³ fast 80 % über dem Mittelwert aller Daten, liegen, folgen auf den nächsten fünf Plätzen drei weitere zum Großwettertyp Ost (Nordostlage antizyklonal, Hoch Fennoskandien antizyklonal und Hoch Nordmeer-Fennoskandien zyklonal) und zwei zum Großwettertyp Nord (Hoch Nordmeer-Island zyklonal und antizyklonal) gehörende Großwetterlagen. In mehreren Jahren liefern auch die häufig auftretenden Großwetterlagen Hochdruckbrücke Mitteleuropa und Hoch Mitteleuropa hohe PM₁₀-Konzentrationen. Im Mittel liegen die Werte bei diesen beiden Wetterlagen rund 50 % über dem Mittelwert.

Wenig überraschend werden die niedrigsten Konzentrationen bei den häufig auftretenden West- und Südwestlagen, die oft auch zu Niederschlägen führen, gemessen.

Die Ursache für großen Schwankungen der mittleren Konzentrationen bei gleichen Großwetterlagen liegt an dem entscheidenden Einfluss der herrschenden Strömungsverhältnisse, die bei gleicher Großwetterlage in Abhängigkeit von der genauen Lage der Druckzentren sehr unterschiedlich sein können. Am Tabellenende erreichen die beiden Nord- und Nordwestlagen sowie die zyklonale Westlage und das Tief Mitteleuropa niemals die Mittelwerte des jeweiligen Jahres.

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

Großwetterlage	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Südost antizyklonal	44,7	44,8	38,9	41,0		45,4	48,7	39,2	44,4	33,7	35,0	22,7		35,6	
Hoch Fennoskandien zyklonal			29,2			49,3			49,7	42,1		28,0	27,7		
Hoch Nordmeer antizyklonal	23,9	44,7		44,5		33,4	59,9	42,3	42,7						16,8
Hoch Fennoskandien antizyklonal					27,4		63,2	64,1		25,0	27,6	6,7	58,1	23,3	
Hoch Nordmeer zyklonal						56,8		16,7	37,3					23,0	
Nordost antizyklonal			14,2					67,8	55,0		25,3	21,9		36,9	
Hoch Nordmeer-Fennoskandien	60,1	33,6				37,7						6,5		31,3	
Süd zyklonal				32,1					35,4	36,4			33,0		
Hochdruckbrücke Mitteleuropa	37,6	32,9	34,6	27,6	35,6	35,1	51,3	38,8	25,3	50,0	33,3	27,7	27,8	25,0	22,8
Süd antizyklonal	38,3	39,6		26,6		23,5	37,3	28,3		38,6	34,9		40,8	29,9	
Hoch Mitteleuropa	32,7	45,8	48,2	46,0	41,4	44,4	31,8	20,6	15,3	59,8	25,8	25,7	40,6	24,1	19,8
Unbestimmt	51,2	41,0	19,5	24,6	23,9	50,0	24,4	19,9	40,5						
Südost zyklonal					29,4		41,6				24,3			21,5	18,7
Nordost zyklonal					25,4				29,0	40,5	28,4				
Tief Britische Inseln										29,8	26,0			27,6	16,9
Hoch Britische Inseln		51,4	14,0		21,1	21,3	16,9	25,3	25,4			22,0	19,3		12,7
Südliche Westlage		28,4	20,9		21,0	34,3			35,5	19,4		34,6		23,8	
Südwest antizyklonal			36,1	26,3	41,8		25,2	35,5	23,1	24,7	21,0		24,8	20,8	20,7
Winkelförmige Westlage		23,0	35,6	27,5	20,5	27,0		33,7		40,5		6,7	11,2	21,7	11,6
Trog Westeuropa	34,4		36,7	21,3	31,4	35,9		23,3	15,9	24,4	28,9	22,0	14,9	13,6	13,4
Hoch Nordmeer-Fennoskandien	28,0	37,9							20,9						8,5
Trog Mitteleuropa	33,4	26,9	24,5	21,8	30,3	18,4	10,1	19,7	25,1	19,9	25,4	21,6	13,4	26,4	21,5
West antizyklonal	36,6	21,7	19,0	26,8			24,8	28,6	28,5	24,0	18,5	14,9	10,5	19,4	21,2
Südwest zyklonal	35,4	24,2		25,0	19,3	29,0	23,3	18,5	15,4	17,2	17,2	11,3	30,1	14,4	12,9
Nordwest antizyklonal		28,1		22,5		28,5	27,7	14,2		20,9	11,0	17,5	10,8	10,1	13,4
Nord zyklonal	22,2	17,5		12,9	14,4	21,0		12,3			9,8	16,4			14,7
Nord antizyklonal					17,9	9,9				22,3					
Tief Mitteleuropa									16,3			14,3			14,8
Nordwest zyklonal	18,0	23,4	17,1	15,6	18,5	21,7	11,6	17,2	11,8	11,7	9,1	10,5	9,9	6,6	8,0
West zyklonal	16,7	18,0	16,5	20,7	16,7	12,7	16,6	10,6	14,1	9,3	9,7	12,6	12,5	13,4	7,4

Abschließend wurde noch untersucht, ob es im Untersuchungszeitraum einen abnehmenden Trend bei der Anzahl der elf Großwetterlagen, die für die höchsten PM₁₀-Konzentrationen verantwortlich sind, gibt (Tabelle 5) und dieser evtl. für den Rückgang der PM₁₀-Konzentrationen verantwortlich ist. Dazu wurde der gewichtete Mittelwert über diese elf betrachteten Großwetterlagen für die Jahre gebildet und in Abbildung 22 mit der zugehörigen Anzahl dargestellt.

Tabelle 5: Anzahl der Tage mit entsprechenden Großwetterlagen für Jan.-Mär. und Okt.-Dez.

Großwetterlage	Südost antizyk.	Hoch Fennoskandien, zykl.	Hoch Nordmeer-Island, antizyk.	Hoch Fennoskandien, antizyk.	Hoch Nordmeer-Island, zykl.	Nordost antizyk.	Hoch Nordmeer-Fennoskandien, zykl.	Südlage, zykl.	Hochdruckbrücke Mitteleuropa	Südlage, antizyk.	Hoch Mitteleuropa	Summe
2005	8		3				9		22	5	8	55
2006	10		4				5		13	3	22	57
2007	10	5				3			40		8	66
2008	8		3					3	17	3	11	45
2009				4					12		15	31
2010	4	15	8		7		8		11	5	3	61
2011	6		4	6					29	12	13	70
2012	3		3	7	6	4			13	4	9	49
2013	4	5	9		18	3		3	17		5	64
2014	6	7		8				7	13	6	3	50
2015	6			10		4			22	9	9	60
2016	4	6		3		7	4		7		27	58
2017		8		4				4	31	3	10	60
2018	6			7	3	3	15		15	10	3	62
2019	8		4				9		19	5	19	42

Abbildung 22 zeigt, dass es im Untersuchungszeitraum keinen Trend bei den ausgewählten Großwetterlagen gibt, aber einen deutlichen Rückgang bei den PM₁₀-Konzentrationen.

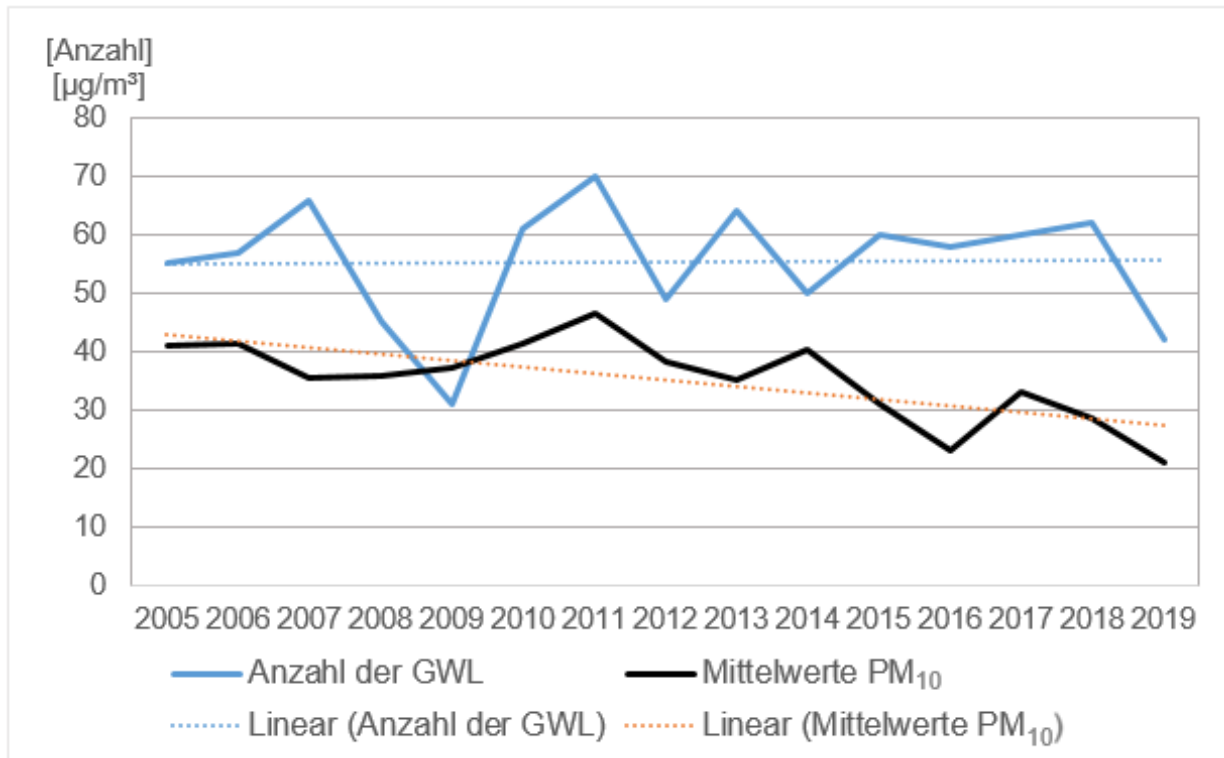


Abbildung 22: Trend der Anzahl ausgewählter Großwetterlagen und dem gewichteten Mittel der PM₁₀- Konzentrationen dieser Großwetterlagen von 2005-2019

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 Messstationen seit Untersuchungsbeginn. Zu beachten ist, dass sich das Messregime im Laufe der Jahre an vielen Messstationen geändert hat und evtl. nachträgliche Änderungen der Daten nicht berücksichtigt werden konnten.

Insgesamt ergaben die Auswertungen für die untersuchten Messstationen in Sachsen die in den Tabelle 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.

Tabelle 6: Prozentualer Anteil der PM₁₀-Überschreitungstage mit überwiegend lokalen Emissionen

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

Stationen	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Chemnitz Leipziger Str.	56	17	18	67*	14	20	33
Dresden Bergstraße	9	25	19	45	26	8	50
Dresden Nord	0	29	18	33	22	0	67
Görlitz	8	9	30	14	0	0	17
Leipzig Lützner Str.	44	19	33	67	38	48	58
Leipzig Mitte	26	12	24	50	41	17	44
Plauen Süd	7	5	0	0	8	0	25
Zittau	18	26	58	50	28	23	33
Zwickau	0	17	0	17	10	0	25

* Messungen mit langen Ausfallzeiten

Die über die letzten 14 Jahre dargestellten lokalen und Ferntransportanteile schwanken an den Messstationen von Jahr zu Jahr häufig stark. Dabei gibt es aber große Unterschiede in den Städten. Die grenzfernen Messstationen in Leipzig haben generell einen höheren lokalen Anteil als die übrigen Messstationen in Sachsen. Die stark verkehrsbelastete Messstation in Chemnitz hat häufig auch einen höheren lokalen Anteil als Ursache der PM₁₀-Überschreitungstage. Dass die Dresdner Messstationen meist einen niedrigeren lokalen Anteil als die Messstationen in Leipzig haben, kann mit dem Böhmischem Wind erklärt werden, der für einen Abtransport der Schadstoffe an Tagen mit Hochdruckwetterlagen und allgemein niedrigen Windgeschwindigkeiten durch Elbtal sorgen kann. Als eine wesentliche Ursache des hohen Anteil lokaler Emissionen an der Messstation Leipzig Lützner Str. wurde ein im Stadtquartier überdurchschnittlich hoher Anteil von Festbrennstofffeuerungen und die umfangreichen Baumaßnahmen in der Lützner Straße und deren unmittelbarer Umgebung in mehreren Jahren ermittelt. Der relativ hohe lokale Anteil als Ursache eines PM₁₀-Überschreitungstages im Jahr 2019 resultiert aus dem Ausbleiben von PM₁₀-Episoden in diesem Jahr und der allgemein niedrigen Anzahl von Überschreitungstagen. In den einigen Fällen verbirgt sich hinter der hohen Prozentzahl nur ein Überschreitungstag.

Dass sich die Anteile nicht stärker verändern, liegt vermutlich daran, dass die Maßnahmen zur Verbesserung der lufthygienischen Situation wie z. B. Luftreinhaltepläne, Ablösung von Festbrennstofffeuerungen usw. europaweit durchgeführt und langsam auch wirksam werden. Die dem Emissionstrend entgegenwirkenden zunehmende Anzahl von Holzfeuerungen konnten aufgrund der günstigen meteorologischen Bedingungen bei den lokalen Ursachen noch nicht nachgewiesen werden. Dieser Anteil könnte aber bei einem häufigeren Auftreten von austauschenden Wetterlagen deutlich steigen.

Tabelle 7: Prozentualer Anteil der PM₁₀-Überschreitungstage mit überwiegendem Ferneintrag

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

Stationen	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Chemnitz Leipziger Str.	33	22	18	0*	29	50	33
Dresden Bergstraße	73	19	38	27	58	83	50
Dresden Nord	88	29	47	50	56	88	33
Görlitz	85	41	52	43	76	92	67
Leipzig Lützner Str.	31	22	22	29	43	35	17
Leipzig Mitte	35	29	24	50	41	58	22
Plauen Süd	79	47	75	33	33	78	75
Zittau	79	35	33	50	56	69	67
Zwickau	91	40	75	0	30	67	50

* Messungen mit langen Ausfallzeiten

Fazit:

Die Feinstaubbelastungen gingen seit Beginn der Messungen in allen Gebieten Sachsens deutlich zurück und erreichten 2019 ihr Minimum. Das betrifft sowohl die Jahresmittelwerte als auch die Tagesmittelwerte, so dass auch die Anzahl der Überschreitungstage stark rückläufig war. Dieser Rückgang ist an allen Messstationen zu verzeichnen, unabhängig davon ob es sich um eine Messstation im ländlichen Raum, städtischen Hintergrund oder eine verkehrsbelastete Messstation handelt.

Die Auswertung der Konzentrationsverhältnisse zu bestimmten Großwetterlagen zeigt, dass der Rückgang der Feinstaubbelastungen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht auf eine Änderung der Häufigkeit/Andauer von Großwetterlagen zurückzuführen ist. Das ist ein Indiz, dass der europaweite Rückgang der Emissionen aufgrund der EU-Gesetzgebung sich auch in den PM₁₀-Messwerten für die Außenluft niederschlägt.

Die Feinstaubimmissionen in Sachsen sind derzeit auf einem so niedrigen Niveau, dass auch bei ungünstigeren meteorologischen Bedingungen eine Überschreitung des Grenzwertes der 35 zulässigen Tagesmittel größer 50 µg/m³ bei normalen Verhältnissen in der Umgebung einer Messstation unwahrscheinlich ist.

Anlage:

Hinweis: Die Zahlen vor 2008 wurden aus einem früheren Bericht übernommen. Evtl. nachträgliche Änderungen und Datenkorrekturen sind nicht eingearbeitet.

Tab. A1: Klassifikation der Überschreitungstage 2002

Stationen	Lokal	Lokal und Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags 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 Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifizierbar	Anteil des Ferneintrags 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 Ferneintrag	Ferneintrag aus Südost	Ferneintrag aus Nordost	Ferneintrag aus Ost	Sonstiger Ferneintrag	nicht klassifi- zierbar	Anteil des Ferneintrags 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 klassifi- zierbar	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	-	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	-	-	-	-	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	-	6	-	71
Dresden Nord	2	9	8	10	-	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	-	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	-	8	-	46
Dresden Bergstraße	2	6	2	8	1	4	-	64
Dresden Nord	-	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	-	6	-	90
Zittau	1	9	2	2	8	6	-	64
Zwickau	-	4	4	8	-	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	-	4	-	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	-	1	4	6	-	33
Plauen Süd	2	5	-	6	1	8	-	68
Zittau	5	1	3	6	4	11	-	77
Zwickau	1	6	-	6	-	9	-	68

Tab. A13: Klassifikation der Überschreitungstage 2014 (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.	6	22	5	1	6	18	-	22
Dresden Bergstraße	9	20	6	4	5	11	-	19
Dresden Nord	7	14	6	3	2	8	-	29
Görlitz	3	11	2	2	6	6	-	41
Leipzig Lützner Str.	6	17	3	5	5	14	-	22
Leipzig Mitte	4	16	3	3	1	18	-	29
Plauen Süd	1	10	2	3	6	7	-	47
Zittau	4	10	4	1	2	5	-	35

Tab. A14: Klassifikation der Überschreitungstage 2015 (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.	2	7	1	-	-	1	-	18
Dresden Bergstraße	4	9	3	-	2	3	-	38
Dresden Nord	3	6	3	-	2	3	-	47
Görlitz	7	4	3	-	5	4	-	52
Leipzig Lützner Str.	9	12	-	-	3	3	-	22
Leipzig Mitte	4	9	-	-	2	2	-	24
Plauen Süd	-	2	-	-	2	4	-	75
Zittau	7	1	1	-	3	-	-	33

Tab. A15: Klassifikation der Überschreitungstage 2016 (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.	2	1	-	-	-	-	-	0
Dresden Bergstraße	5	3	1	1	1	-	-	27
Dresden Nord	2	1	1	1	1	-	-	50
Görlitz	2	6	-	-	6	-	-	43
Leipzig Lützner Str.	14	1	-	1	5	-	-	29
Leipzig Mitte	5	-	-	1	4	-	-	50
Plauen Süd	-	2	-	1	-	-	-	33
Zittau	4	-	-	-	4	-	-	50

Tab. A16: Klassifikation der Überschreitungstage 2017 (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.	1	4	2	-	-	-	-	29
Dresden Bergstraße	5	3	7	3	1	-	-	58
Dresden Nord	4	4	7	2	1	-	-	56
Görlitz	-	5	9	1	5	1	-	76
Leipzig Lützner Str.	8	4	1	3	5	-	-	43
Leipzig Mitte	9	4	1	3	5	-	-	41
Plauen Süd	1	7	4	-	-	-	-	33
Zittau	7	4	6	2	5	1	-	56

Tab. A17: Klassifikation der Überschreitungstage 2018 (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.	2	3	5	-	-	-	-	50
Dresden Bergstraße	1	1	5	1	4	-	-	83
Dresden Nord	-	1	4	1	2	-	-	88
Görlitz	-	1	7	1	4	-	-	92
Leipzig Lützner Str.	11	4	5	-	3	-	-	35
Leipzig Mitte	2	3	5	-	2	-	-	58
Plauen Süd	-	2	4	-	3	-	-	78
Zittau	3	1	2	-	7	-	-	69
Zwickau	-	2	3	-	1	-	-	67

Tab. A18: Klassifikation der Überschreitungstage 2019 (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.	1	1	-	-	1	-	-	33
Dresden Bergstraße	2	-	-	-	2	-	-	50
Dresden Nord	2	-	-	-	1	-	-	33
Görlitz	1	1	-	-	4	-	-	67
Leipzig Lützner Str.	7	3	-	-	2	-	-	17
Leipzig Mitte	4	3	-	-	1	1	-	22
Plauen Süd	1	-	-	-	2	1	-	75
Zittau	2	-	-	-	4	-	-	67
Zwickau	1	1	-	-	2	-	-	50

