

Osterfeuer – ein Beitrag zur Feinstaubbelastung

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.umweltbundesamt.de>
verfügbar.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Arno Graff (Fachgebiet II 4.2)

Dessau-Roßlau, Mai 2009

Osterfeuer - ein Beitrag zur Feinstaubbelastung

In Norddeutschland pflegt man den Brauch Osterfeuer zu entzünden, in der Regel am Samstagabend vor Ostersonntag zur Dämmerungszeit. Der Rauch dieser Osterfeuer führt zu einer erhöhten Feinstaubbelastung der Luft. In Abhängigkeit von den Wetterbedingungen kann dadurch in bestimmten Jahren der Grenzwert für Feinstaub ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} im Tagesmittel) nicht nur lokal sondern auch regional überschritten werden und damit für einen der zulässigen 35 Überschreitungstage im Jahr verantwortlich sein.

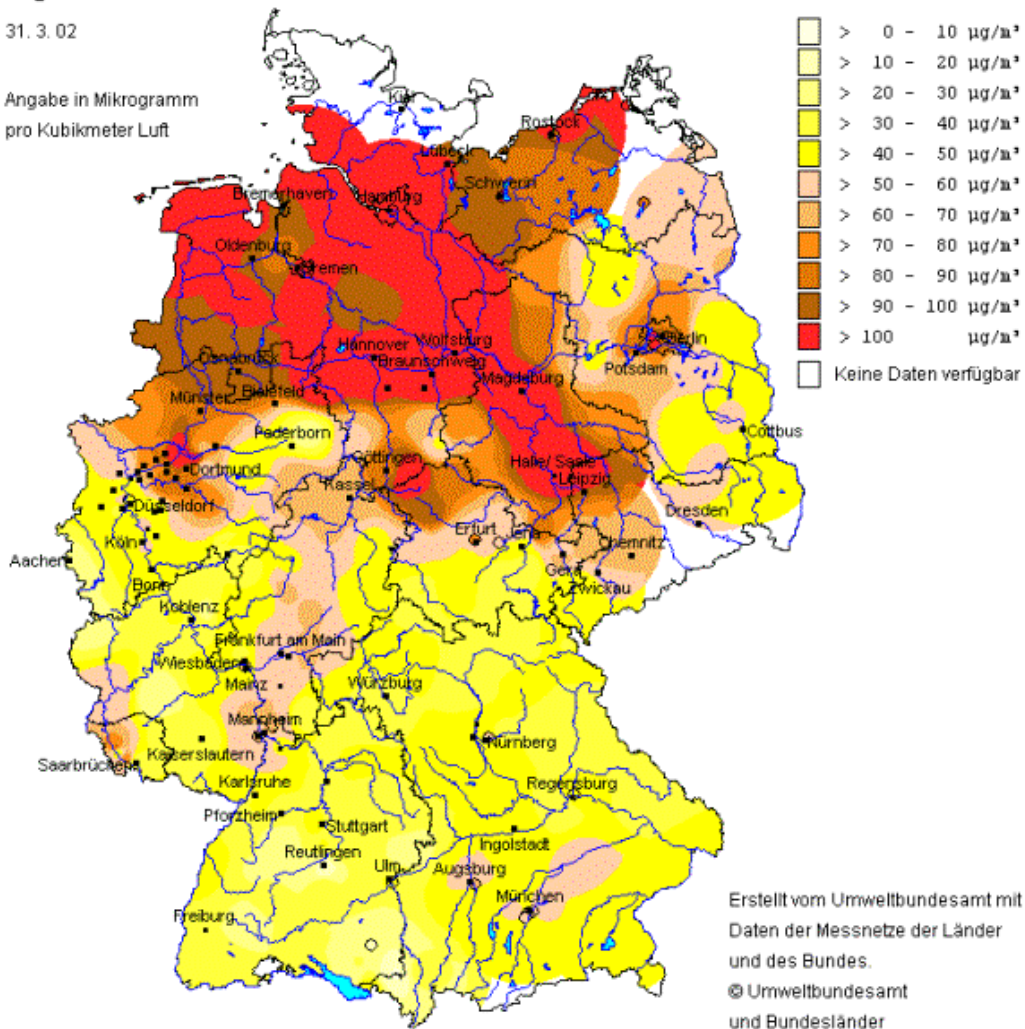
Das Jahr 2002 als Beispiel

Die räumliche Verteilung der Tagesmittelwerte von Feinstaub (PM_{10}) am Ostersonntag des Jahres 2002 (31.03.2002) zeigt großflächig erhöhte Konzentrationen im Nordwesten Deutschlands (Abbildung 1).

Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration

31. 3. 02

Angabe in Mikrogramm
pro Kubikmeter Luft



Die vom Umweltbundesamt zusammengestellten Karten und Daten zur aktuellen Immissionssituation dienen der orientierenden Information der Bevölkerung.

Auf Grund der weiträumigen Betrachtung ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig.

Abbildung 1: Räumliche Verteilung der Tagesmittelwerte der PM_{10} -Konzentrationen am 31.03.2002 (Ostersonntag) in Deutschland

Bereits vor Ostern befand sich über Mitteleuropa ein Hochdruckgebiet mit einem Luftdruck von 1030 hPa. Sein Schwerpunkt verlagerte sich ab Karfreitag in Richtung Polen und Tschechien. Es stellte sich dadurch eine östliche Bodenströmung ein, wobei nachts vielfach Windstille eintrat und tags nur schwacher Wind (1 - 3 m/s) aufkam.

So war es beispielsweise an der UBA-Messstation Waldhof (Lüneburger Heide) bereits in der Nacht vom 25. zum 26. März sowie auch in den darauf folgenden Nächten windstill, während tagsüber der Wind aus Südost bis Süd mit 2 - 3 m/s wehte. Eine kurze Unterbrechung dieser Windrichtung erfolgte lediglich im Verlaufe des Sonnabends, als der Wind aufgrund des Durchgangs eines flachen Bodentrogos vorübergehend auf West bis Nordwest drehte. Danach stellten sich wieder die oben beschriebenen Windverhältnisse ein. Ähnliche Windverhältnisse wie in Waldhof traten allgemein in Deutschland auf (Abbildungen 2 und 3). In den Nachtstunden bildeten sich Inversionen, die den Vertikalaustausch stark einschränkten. Welche räumlichen Auswirkungen die Osterfeuer erlangten und welche Konzentrationen dabei zustande kamen, zeigen die Abbildungen 1, 4 und 5:

1. Weite Flächen Norddeutschlands weisen am Ostersonntag ein deutlich erhöhtes Niveau der Staubbelastung auf.
2. Die enorme Konzentrationszunahme des Feinstaubs (PM₁₀) begann meistens in den Abendstunden des Sonnabends und erreichte am Ostersonntag ihren Höhepunkt. In Waldhof hatte es zum Beispiel zu Ostern ein so hohes Tagesmittel wie am Ostersonntag 2002 (99 µg/m³) seit 1989 nicht mehr gegeben; und seit sieben Jahren war in Waldhof grundsätzlich nie mehr ein solch hohes Tagesmittel gemessen worden, auch nicht in den Wintermonaten.

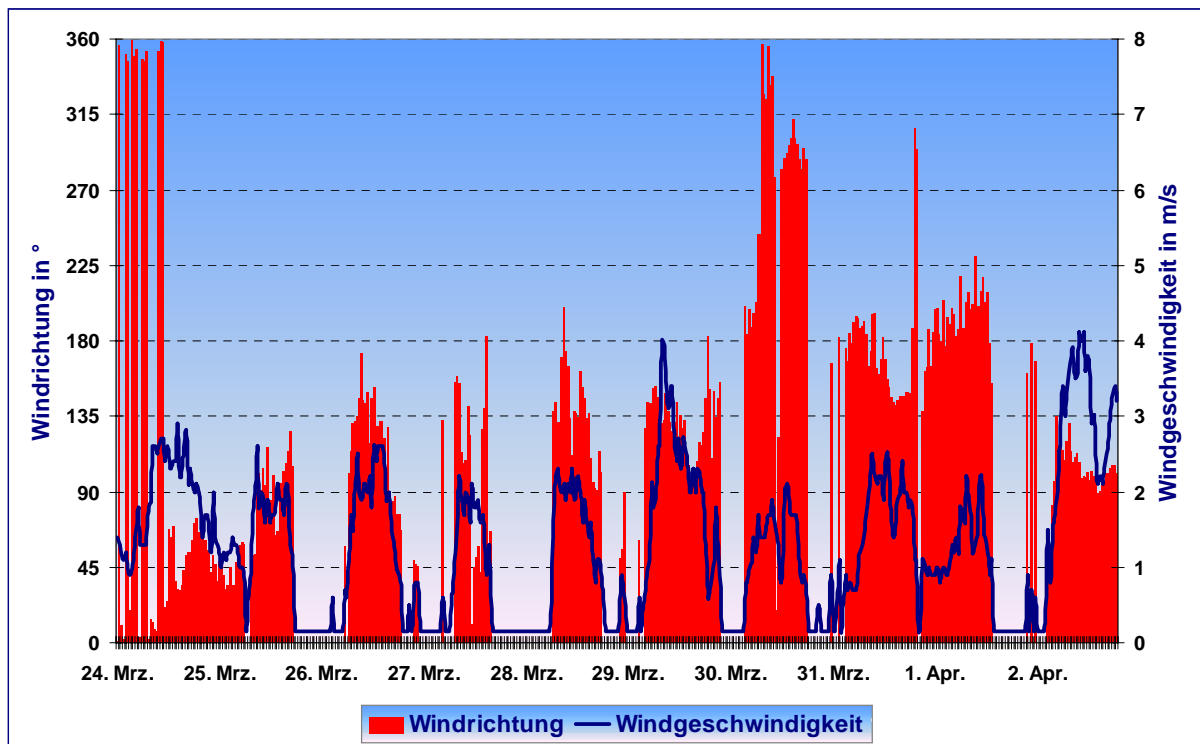


Abbildung 2: Windrichtung und -geschwindigkeit an der Messstation Waldhof zwischen dem 24. März und 02. April 2002 (Ostern: 31.03. und 01.04.)

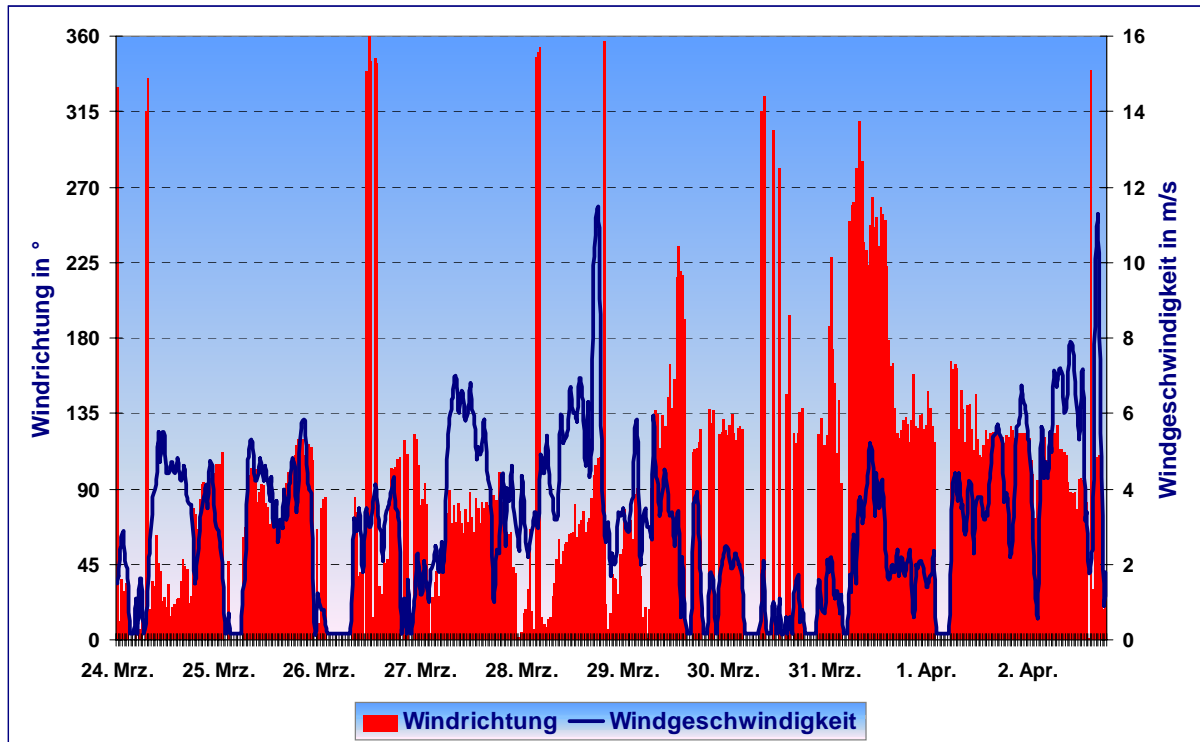


Abbildung 3: Windrichtung und -geschwindigkeit an der Messstation Deuselbach zwischen dem 24. März und 02. April 2002 (Ostern: 31.03. und 01.04.)

Die österliche Feinstaubepisode 2002 wurde zum Anlass genommen zu untersuchen, ob im Zeitraum von Karfreitag bis Ostermontag einer von den 4 Tagen sich besonders oft durch erhöhte Staubkonzentrationen hervorhebt. Da die Osterfeuer am Samstagabend zur Dämmerungszeit entfacht werden, sind in der Nacht zum Ostersonntag bzw. am Ostersonntag die höchsten Staubbelastungen zu erwarten. In Abhängigkeit von der konkreten Wettersituation werden die Konzentrationswerte jedes Jahr zwar unterschiedlich ausfallen, in den Gegenden aber, wo die Osterfeuer zum Brauchtum gehören, müssten sie sich durch ein relativ erhöhtes Niveau am Ostersonntag bemerkbar machen.

Untersucht wurde das Datenmaterial der UBA-Messtationen. Während die meisten Reihen ununterbrochen an den selben Messorten erzeugt wurden, waren einzelne Messcontainer zwischenzeitlich versetzt worden (z.B. Hohenwestedt und Aukrug in Schleswig-Holstein). Die neuen Containerstandorte liegen jedoch in der gleichen Region, möglichst nahe zum alten Standort, so dass die Datenreihen auch hier als quasihomogen betrachtet werden können.

Die Auswertung für den Zeitraum 1992 - 2002 zeigt, dass von den vier Tagen Karfreitag, Ostersonntag und Ostermontag an den in Norddeutschland gelegenen Stationen die höchsten Tagesmittel am häufigsten (an zwei Stationen bis zu 70% der Fälle) am Ostersonntag auftreten (Abbildung 4).

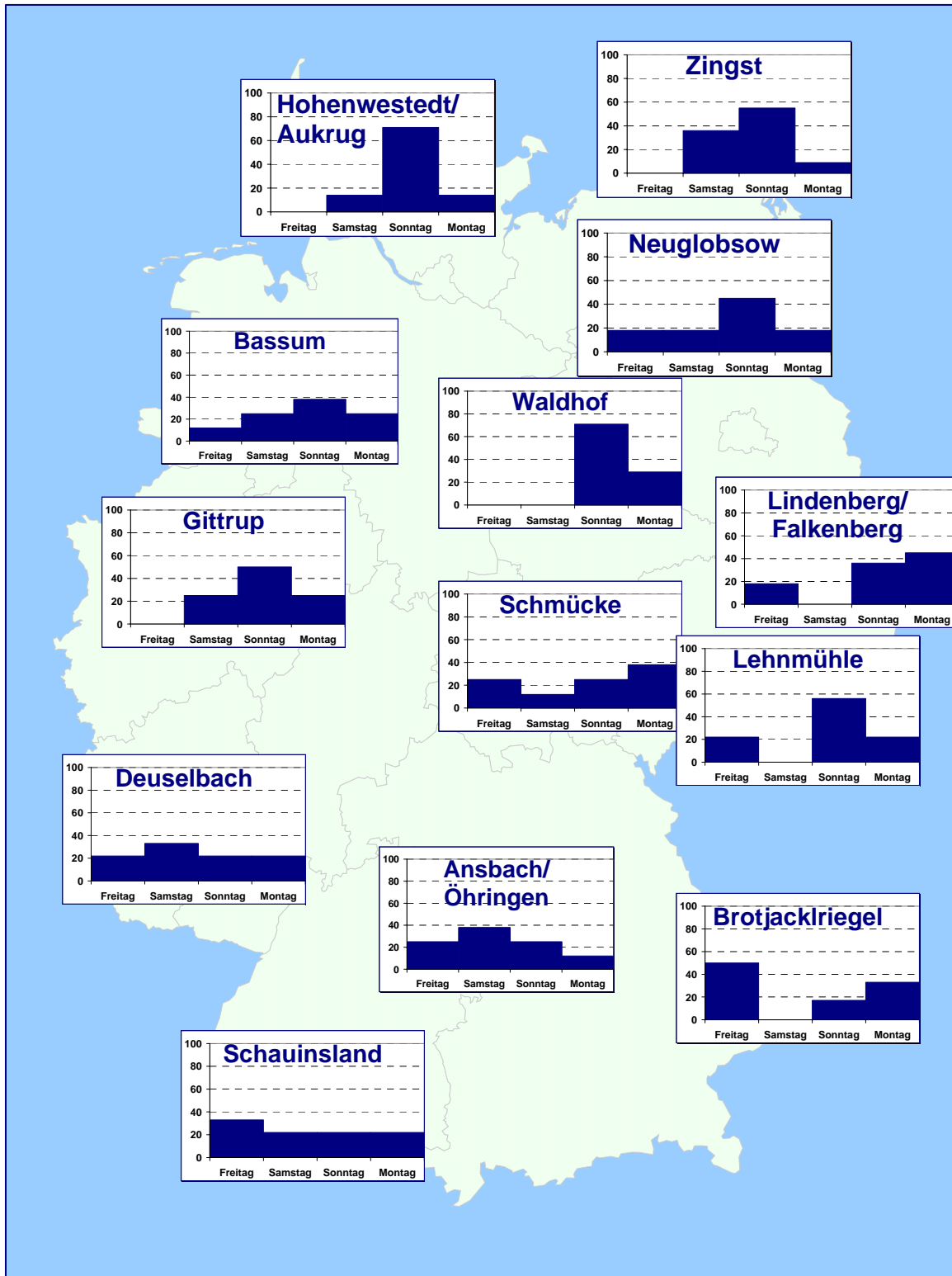


Abbildung 4: Relative Häufigkeitsverteilung in % der Staubkonzentration (Tagesmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) über die Osterfeiertage für den Zeitraum 1992 bis 2002.

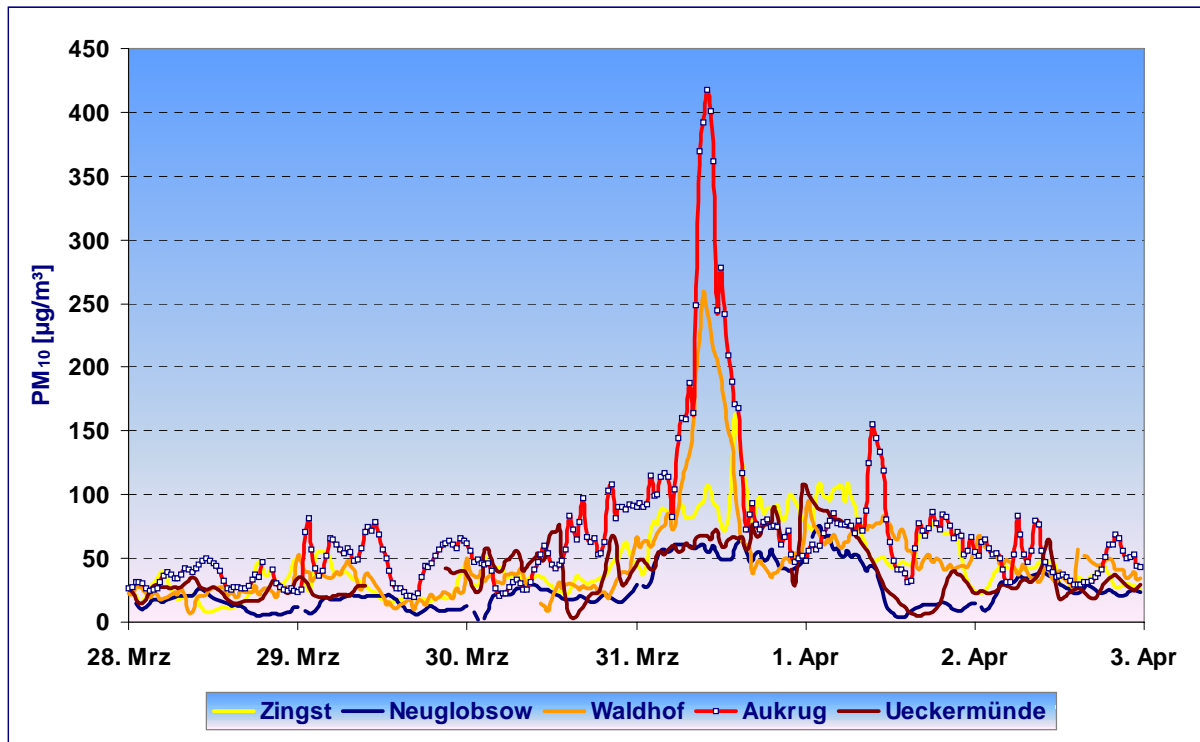


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf der Halbstundenwerte der PM_{10} -Konzentrationen vom 28.03. bis 02.04.2002 an norddeutschen UBA-Stationen

Entsprechend der Wahrscheinlichkeitstheorie besitzt in den Gebieten, in denen dieser Osterbrauch nicht gepflegt wird, jeder der vier betrachteten Tage die gleiche Eintreffwahrscheinlich von 25%. Um die Ergebnisse statistisch abzusichern, wurden an zwei Messstationen ein verteilungsfreies Prüfverfahren (Wilcoxon-Test) angewandt. Die eine Messstation (Waldhof) befindet sich in einer Region, in der Osterfeuer verbreitet stattfinden, die andere (Deuselbach im Hunsrück) in einer Gegend, in der Osterfeuer nicht üblich sind.

Die Tabellen 1 und 2 zeigen die Feinstaubkonzentrationen, auf die der Wilcoxon-Test angewendet wurde. Bis zum Jahr 2000 bzw. 2001 handelt es sich um TSP (Gesamtschwebstaub), danach erst um PM_{10} (Feinstaub). Getestet wurde der Karfreitag gegen die Tage Ostersonntag bis Ostermontag. Der Wert des Stichprobentests für den Ostersonntag überschreitet an der norddeutschen Messstation Waldhof (2.613) nicht nur die Signifikanz-Schwelle mit der Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% (1.960), sondern auch die mit der Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% (2.576). Das Ereignis "erhöhte Feinstaubbelastung am Ostersonntag" tritt somit nicht zufällig auf, sondern ist signifikant auf eine Ursache, nämlich die Osterfeuer, zurückführbar.

An der Messstation Deuselbach wurden dagegen keine Signifikanz-Schranken überschritten, was bedeutet, dass alle Reihen der Grundgesamtheit angehören und somit an keinem der Ostertage ein statistisch gesichertes Ereignis (Osterfeuer) vorliegt.

Tabelle 1: Tagesmittelwerte der Staubkonzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Messstation Waldhof für die Osterfeiertage von 1992 bis 2002 (β -Staubsammler)

Waldhof	Ostern	Tagesmittel	K-Fr	O-Sa	O-So	O-Mo
1992	17.04.- 20.04.	TSP	12.5	18.1	20.3	12.3
1993	09.04. - 12.04.	TSP	12.3	27.6	23.9	36.8
1994	01.04. - 04.04.	TSP	10.6	14.3	43.3	*
1995	14.04. - 17.04.	TSP	10.4	15.5	17.5	*
1996	05.04. - 08.04.	TSP	12.3	18.3	22.6	27.8
1997	28.03. - 31.03.	TSP	10.1	11.3	20.8	19.5
1998	10.04. - 13.04.	TSP	24.9	24.1	*	*
1999	02.04. - 05.04.	TSP	20.2	18.4	41.1	25.6
2000	21.04. - 24.04.	TSP	*	*	*	11.0
2001	13.04. - 16.04.	PM10	4.7	8.2	22.0	7.3
2002	29.03. - 01.04.	PM10	27.7	31.6	98.7	61.5

* Ausfall des Messgeräts

Tabelle 2: Tagesmittelwerte der Staubkonzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Messstation Deuselbach für die Osterfeiertage von 1992 bis 2002 (β -Staubsammler)

Deuselbach	Ostern	Tagesmittel	K-Fr	O-Sa	O-So	O-Mo
1992	17.04.- 20.04.	TSP	19.0	14.5	20.1	14.0
1993	09.04. - 12.04.	TSP	16.2	16.3	11.4	5.2
1994	01.04. - 04.04.	TSP	6.5	8.6	9.2	9.8
1995	14.04. - 17.04.	TSP	21.7	23.5	11.0	*
1996	05.04. - 08.04.	TSP	29.5	35.3	*	51.9
1997	28.03. - 31.03.	TSP	10.2	12.2	8.3	16.2
1998	10.04. - 13.04.	TSP	1.7	4.7	5.2	4.3
1999	02.04. - 05.04.	TSP	28.1	19.4	7.7	10.9
2000	21.04. - 24.04.	TSP	10.7	13.4	8.5	5.8
2001	13.04. - 16.04.	TSP	9.8	9.4	6.0	3.9
2002	29.03. - 01.04.	PM10	22.8	26.1	25.8	24.7

* Ausfall des Messgeräts

Tabelle 3: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests in Bezug auf Karfreitag für den Zeitraum 1992 bis 2002

	Ostersamstag	Ostersonntag	Ostermontag
Waldhof	1.436	2.613	1.510
Deuselbach	1.760	1.383	0.845

Als Ergebnis kann also festgestellt werden, dass die Osterfeuer als eine anthropogene Quelle der Luftbelastung in Erscheinung treten, allerdings mehr oder weniger deutlich in Abhängigkeit von den Wetterlagen. Obwohl 2002 allgemein in Deutschland eine austauscharme Wetterlage herrschte, traten nur im norddeutschen Raum erhöhte Staubkonzentrationen auf, weil dieser Osterbrauch auf Norddeutschland begrenzt ist.

Die Dekade 1999 - 2008

Die Auswertung der Feinstaubkonzentrationen der Osterzeiträume aus den Jahren 1999 - 2008 an drei in Norddeutschland gelegenen UBA-Messstationen (Zingst, Neuglobsow, Waldhof) im Vergleich zu der im südlichen Schwarzwald gelegenen Messstation Schauinsland bestätigt die aus der Auswertung des Jahres 2002 gewonnenen Erkenntnisse (Abbildungen 6 - 9). Dargestellt sind gravimetrisch bestimmte Tageswerte (Digital High-Volume-Sammler; Werte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

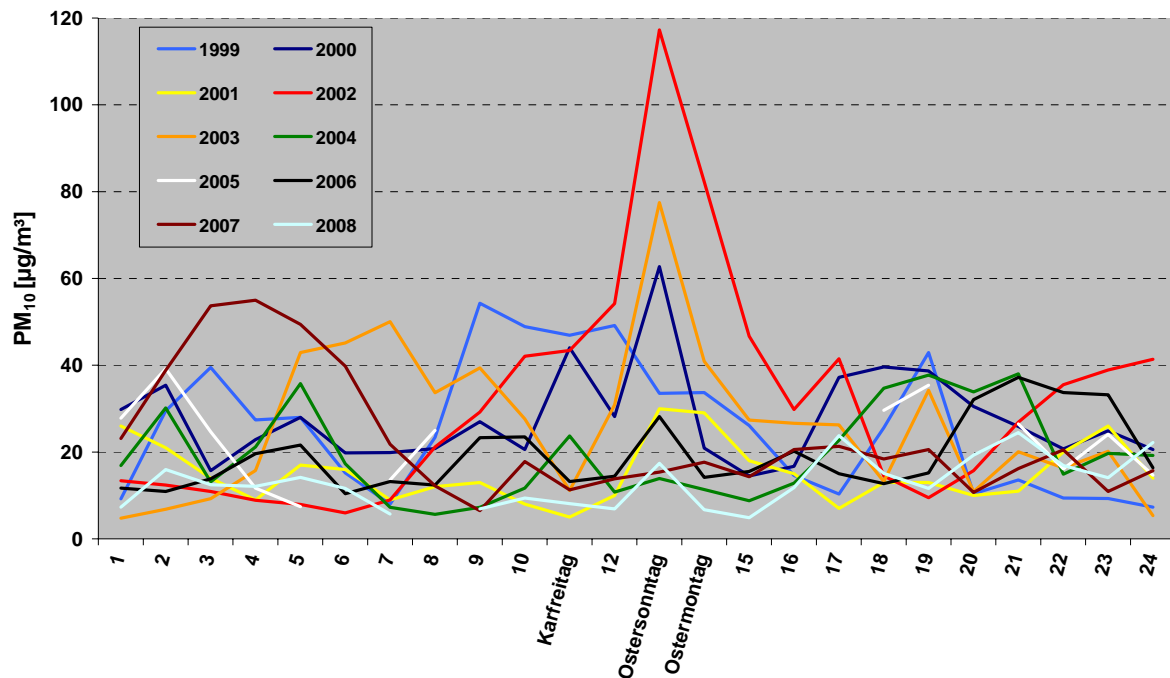


Abbildung 6: Messstation Zingst (Ostsee): Zeitlicher Verlauf der Feinstaubkonzentrationen (PM_{10}) über die Osterzeiträume (Karfreitag minus 10 Tage bis Ostermontag plus 10 Tage) der Jahre 1999 - 2008

An der Messstation Zingst (Abbildung 6) fallen in den Jahre 2000 ($63 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 2002 ($117 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und 2003 ($78 \mu\text{g}/\text{m}^3$) über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegende PM_{10} -Peaks auf den Ostersonntag. Auch in den Jahren 2001 und 2006 gibt es am Ostersonntag erhöhte Feinstaubwerte, die zwar unter $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen, jedoch doppelt so hoch oder höher sind als in den jeweiligen Tagen davor und danach.

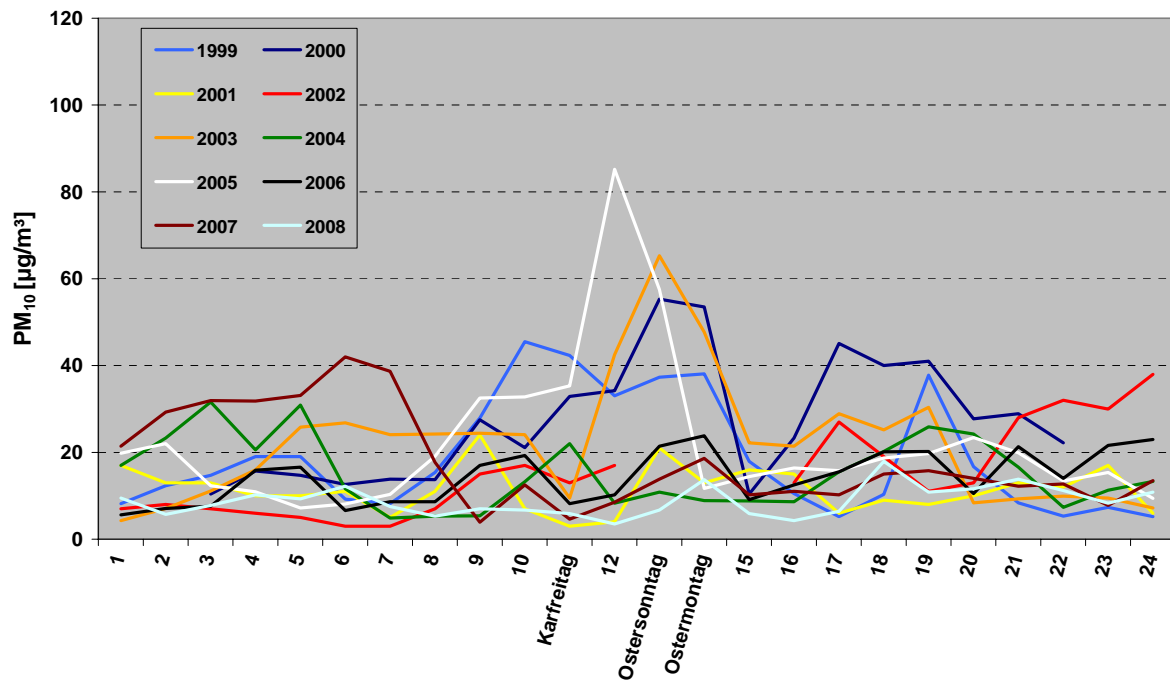


Abbildung 7: Messstation Neuglobsow (Stechlinsee, Brandenburg): Zeitlicher Verlauf der Feinstaubkonzentrationen (PM_{10}) über die Osterzeiträume (Karfreitag minus 10 Tage bis Ostermontag plus 10 Tage) der Jahre 1999 - 2008

An der Messstation Neuglobsow (Abbildung 7) sind an den Ostersonntagen der Jahre 2000 ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und 2003 ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Feinstaubmaxima über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erkennbar. Im Jahr 2002 gab es über die Ostertage einen Ausfall des Messgeräts, so dass ein möglicher Ostersonntag-Peak - wie in Zingst und Waldhof - leider nicht erkennbar ist. Das Maximum des Jahres 2005 fällt bereits auf den Ostersonntag; außerdem ist bereits in den zwei Tagen davor ein Anstieg zu erkennen, so dass in diesem Jahr möglicherweise von anderen Ursachen als von Osterfeuern auszugehen ist.

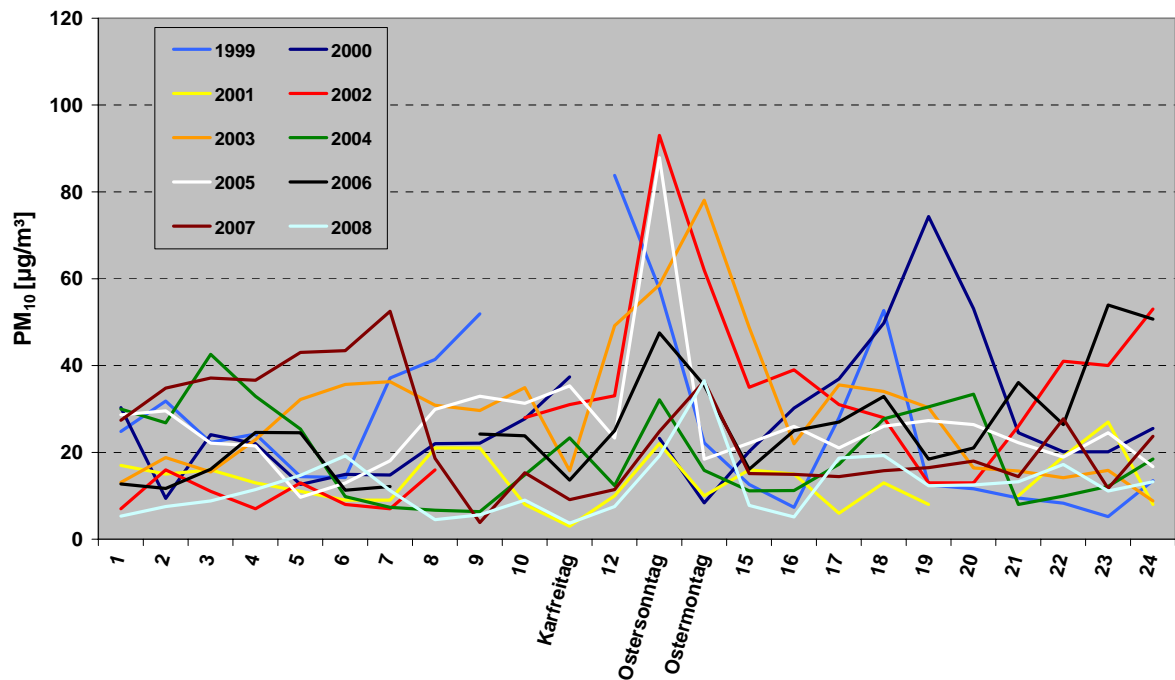


Abbildung 8: Messstation Waldhof (Lüneburger Heide): Zeitlicher Verlauf der Feinstaubkonzentrationen (PM₁₀) über die Osterzeiträume (Karfreitag minus 10 Tage bis Ostermontag plus 10 Tage) der Jahre 1999 - 2008

An der Messstation Waldhof (Abbildung 8) sind die Jahre 2002 ($93 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und 2005 ($88 \mu\text{g}/\text{m}^3$) durch auffällige Feinstaub-Peaks markiert. Im Jahr 2003 liegt das Maximum ($78 \mu\text{g}/\text{m}^3$) erst am Ostermontag; trotzdem scheint auch in diesem Jahr der über mehrere Tage "verschmierte" Feinstaubanstieg auf die Osterfeuer zurückzuführen sein. Auch die Jahre 2004 ($32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Ostersonntag), 2006 ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Ostersonntag), 2007 ($36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Ostermontag) und 2008 ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Ostermontag) zeigen über Ostern erhöhte Feinstaub-Konzentrationen, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden jedoch nicht erreicht. Im Jahr 1999 gibt es am Ostersonntag, dem Tag der Osterfeuer, einen auffälligen Wert von $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der wegen eines zweitägigen Ausfalls des Feinstaubsammler davor jedoch nicht eindeutig auf Osterfeuer zurückführbar ist.

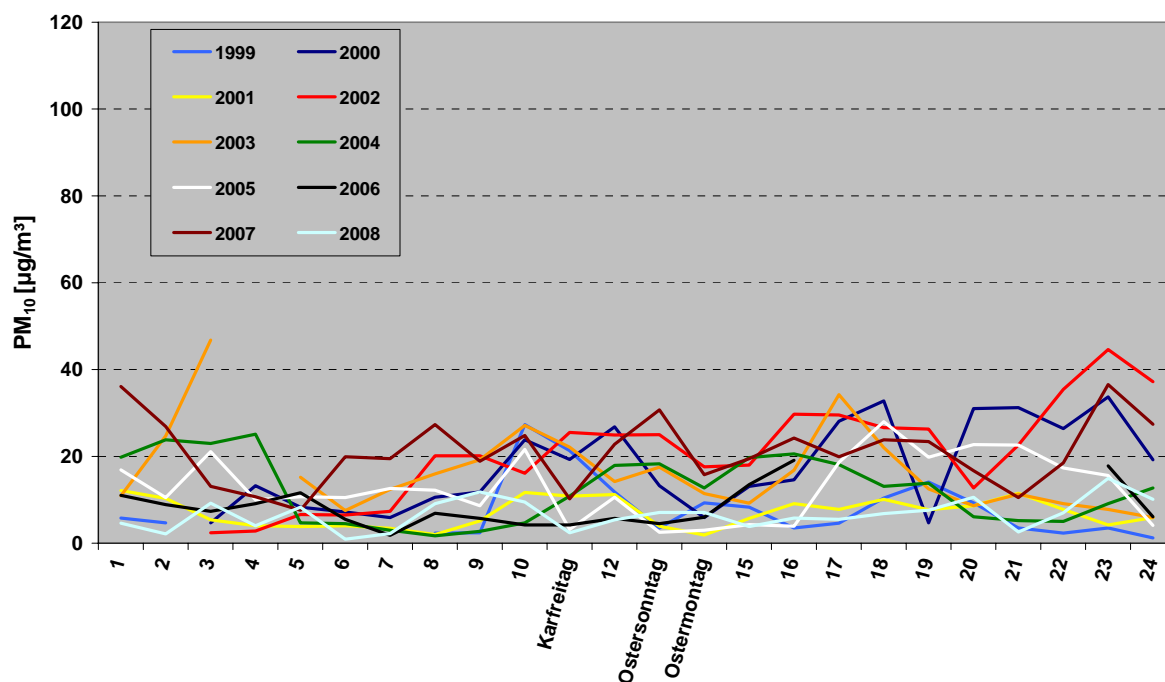


Abbildung 9: Messstation Schauinsland (Südschwarzwald): Zeitlicher Verlauf der Feinstaubkonzentrationen (PM_{10}) über die Osterzeiträume (Karfreitag minus 10 Tage bis Ostermontag plus 10 Tage)

Im Vergleich zu den drei in Norddeutschland gelegenen Messstationen ist an der in Süddeutschland gelegenen Messstation Schauinsland (Abbildung 9) in keinem der 10 Jahre von 1999 bis 2008 ein Feinstaub-Peak über die Ostertage erkennbar.

Tabelle 4: Auftreten und Intensität von Feinstaub-Ereignissen über die Osterfeiertage der Jahre 1999 - 2008 an vier Messstationen des UBA

	Norddeutschland			Süddeutschland
	Zingst	Neuglobsow	Waldhof	Schauinsland
1999	-	-		-
2000	++	++	-	-
2001	+	-	-	-
2002	++		++	-
2003	++	++	++	-
2004	-	-	+	-
2005		++	++	-
2006	+	+	+	-
2007	-	-	+	-
2008	-	-	+	-

++ deutlicher Feinstaub-Peak über Ostern ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
 + Feinstaub-Peak über Ostern erkennbar ($< 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
 - Feinstaub-Peak über Ostern nicht eindeutig erkennbar
 blank Ausfall des Messgeräts

Tabelle 4 fasst die Auswertung der 10 Jahre 1999 - 2008 zusammen. Markante Feinstaubanstiege durch Osterfeuer waren an den in Norddeutschland gelegenen UBA-Messstationen in den Jahren 2000, 2002, 2003 und 2005 zu beobachten. Diese heben sich klar von den zehntägigen Zeiträumen davor und danach ab und sind daher eindeutig auf ein Einzelereignis, nämlich die Osterfeuer, zurückführbar. Weniger ausgeprägte Anstiege der Feinstaubkonzentration sind über Ostern auch in fast allen anderen Jahren zu beobachten. Es hängt von der Wetterlage ab, wie markant der Feinstaubanstieg durch Osterfeuer ausfällt.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten:

- der Brauch Osterfeuer zu entfachen belastet die Luft mit Feinstaub
- weil der Brauch auf Regionen Norddeutschlands begrenzt ist, bleibt auch die durch ihn verursachte Feinstaubbelastung regional auf Norddeutschland begrenzt
- zeitlich beschränkt sich die erhöhte Feinstaubbelastung in der Regel auf einen Tag (i.d.R. Ostersonntag, durch "Verschmieren" auch Ostermontag möglich)
- die Höhe der durch Osterfeuer verursachten Feinstaubbelastung hängt von der Wetterlage ab und fällt von Jahr zu Jahr unterschiedlich aus
- in ungünstigen Jahren (austauscharme Wetterlage u.a.) können Osterfeuer großflächig für einen der zulässigen 35 Überschreitungstage im Jahr verantwortlich sein