

Diskussionsbeitrag

Auffällige Feinstaubereignisse im Juli und August 2001

Zusammenfassung

Immer wieder werden an den Messstationen PM10-Belastungsmuster festgestellt, die deutlich von den standorttypischen Verläufen abweichen. Am Beispiel von zwei grossräumigen PM10-Ereignissen im Juli und August 2001 wurde die Feinstaubbelastung durch Ferntransport respektive Feuerwerke analysiert. Beide Ereignisse führten grossräumig zu Überschreitungen des Grenzwertes für den PM10-Tagesmittelwert.

Der vorliegende Bericht ist als Diskussionsbeitrag über die verschiedenen Quellen und Belastungsmuster von Feinstaub (PM10) unter den Lufthygienefachleuten gedacht.

Hintergrund

Am Abend des 6. Juli wurden an verschiedenen OSTLUFT-Messstationen Feinstaubspitzen registriert, die im ersten Moment mit lokalen Ereignissen wie dem Feuerwerk des Zürcher Seenachtsfestes oder dem Felssturz in Felsberg (GR) in Verbindung gebracht wurden. Auffällig war auch eine starke Sichttrübung über St.Gallen und Zürich, die mit dem Aufkommen des Föhns einherging. Vergleichbare Feinstaubspitzen wurden in den benachbarten Messnetzen der Innerschweiz (In-Luft) und von Vorarlberg festgestellt.

Auch am Abend des Schweizer Nationalfeiertages (1. August) verzeichneten alle OSTLUFT-Stationen deutliche PM10-Spitzen. Die nachfolgenden Vergleiche dieser Ereignisse, der verschiedenen Stationen untereinander sowie mit den lokalen Witterungsverhältnissen zeigen deutliche Unterschiede der beiden Episoden.

Beobachtungen

Feinstaubereignisse vom 6./7. Juli

Zeitlicher Verlauf

Das Auftreten der Staubbelastung trat an den einzelnen Stationen in deutlicher zeitlicher Abfolge (Abb. 1) auf. An den meisten Stationen fallen die Anstiege der Staubbelastungen mit auffrischenden Südwinden zusammen (Abb. 2). Entsprechende Beobachtungen wurden auch von MeteoSchweiz in ihrem Witterungsbericht für den entsprechenden Tag beschrieben (Abschnitt Witterungsverhältnisse). Als Ursache wird die grossräumige Verfrachtung von Saharastaub angegeben.

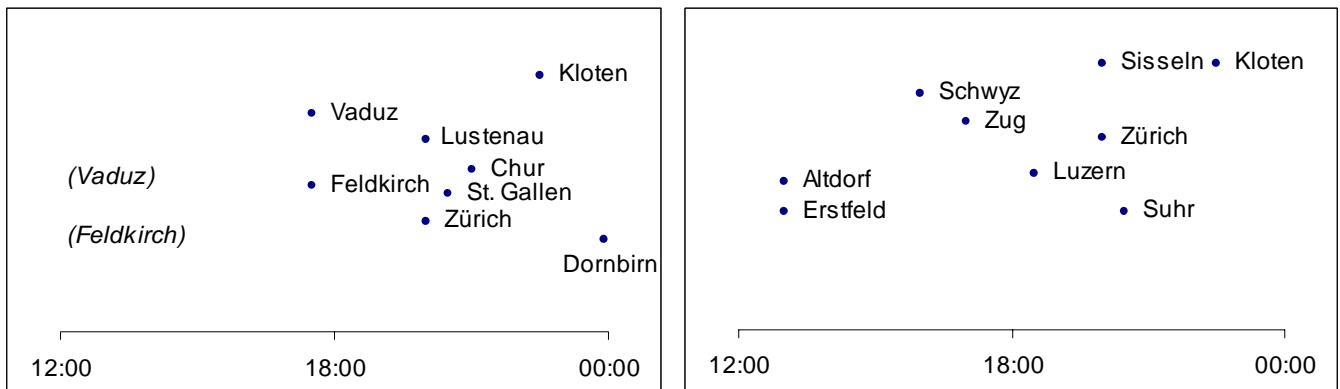


Abb. 1: Zeitlich gestaffeltes Auftreten der ersten Feinstaubspitzen am 6. Juli an verschiedenen Messstandorten im Raum OSTLUFT, Vorarlberg und der Innerschweiz. Standort in Klammer: In Vaduz und Feldkirch wurden bereits am Vormittag deutliche PM10-Ausschläge registriert.

An benachbarten Stationen traten ähnliche Muster auf, teils mit zeitlicher Verschiebung, wie zum Beispiel die Gruppen:

- im Rheintal: Vaduz und Feldkirch, Lustenau und St. Gallen
- im Raum Zürich: Wallisellen, Dübendorf und Zürich, Kloten und Winterthur
- in der Innerschweiz: Altdorf, Erstfeld und Schwyz sowie Zug, Luzern, Sedel

Die zeitlichen Belastungsmuster unterscheiden sich aber regional. Zum Beispiel traten im Rheintal die Staubbelastungen früher und länger in Erscheinung als in der Innerschweiz und im Raum Zürich. Ein Teil dieser Unterschiede lassen sich mit lokalen Witterungsverhältnissen erklären.

Weitere Besonderheiten in den Belastungsmustern sind:

- In Chur hat sich die PM10-Belastung über den ganzen Nachmittag kontinuierlich aufgebaut.
- In Winterthur und Dornbirn treten die Belastungen stark verzögert und abgeschwächt in Erscheinung.
- In Altdorf und Erstfeld sowie in Chur herrschten bereits vor den erhöhten PM10-Belastungen Südwinde vor.
- Bei den Stationen Zürich Stampfenbach, Zürich NABEL und Wallisellen fällt ein zusätzlicher Peak zeitlich (22:00) mit dem ersten Feuerwerk des Zürcher Seenachtfestes zusammen.

Höhe der Feinstaubbelastung

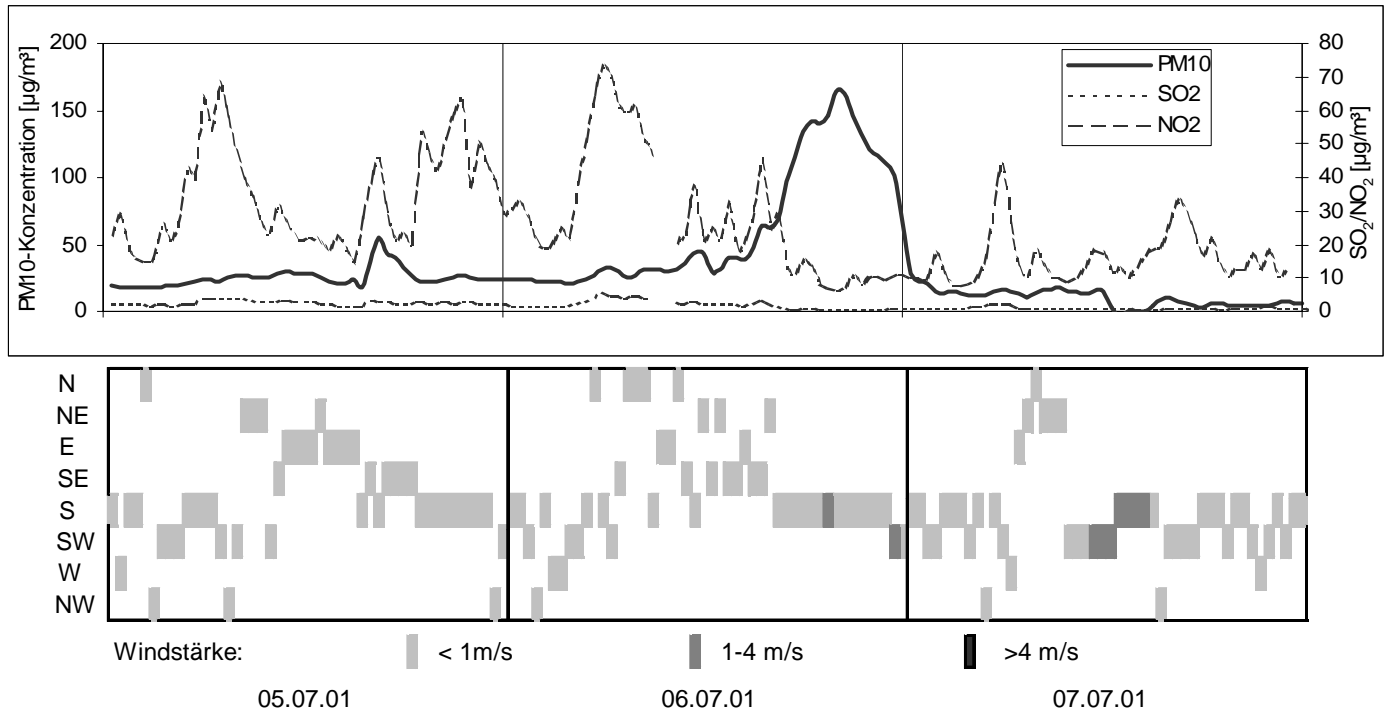
Hohe PM10-Werte traten besonders an frei anströmbaren Standorten auf. Geringere Werte wurden an windgeschützten und austauscharmen Lagen gemessen:

- Die höchsten Staubwerte am 6.7. Juli wurden im OSTLUFT-Gebiet an der erhöht liegenden Messstelle auf dem Flughafengebäude Kloten gemessen. Die Belastungsspitze lässt sich zeitlich nicht klar einer der beiden Quellen/Ereignisse zuordnen.
- Stark abgeschwächt trat der Staubeintrag an der Station Winterthur auf. Dieser Messstandort liegt geschützt in den Häuserschluchten der Innenstadt.
- In Abweichung zu den anderen Rheintaler Standorten wurde in Dornbirn nur eine kurze Belastungsspitze in den Abendstunden registriert.

Durch die starken Windströmungen, die den Ferneintrag der Stäube verursachen, werden lokale Schadstoffemissionen stark verdünnt. So fielen die Belastungen durch Schwefeldioxid und vor allem Stickstoffdioxid während der erhöhten Feinstaubbelastung deutlich ab (Abb. 2). Dies im Gegensatz zu

den Staubbelastungen aus Feuerwerken, die normalerweise von hohen SO_2 -Belastungen begleitet werden.

a) St. Gallen Rorschacherstrasse



b) Zürich Stampfenbachstrasse

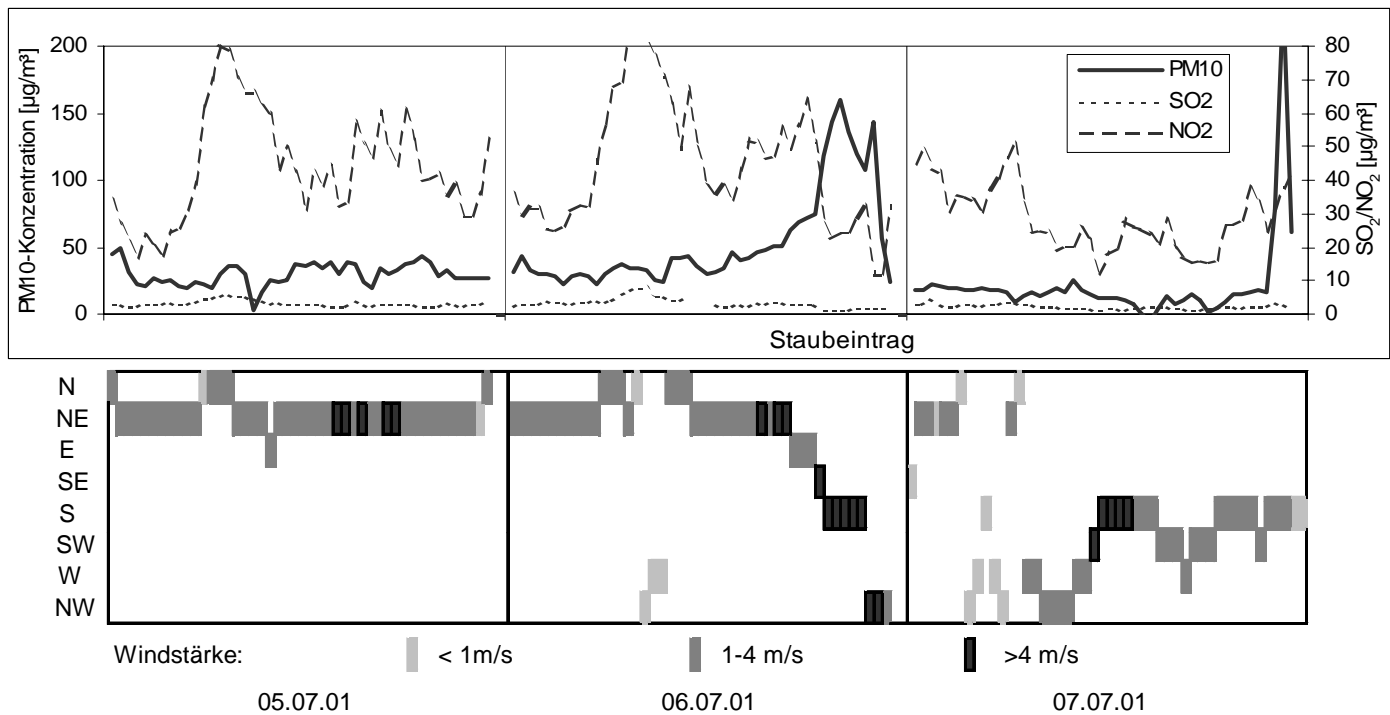


Abb. 2: Belastungsverlauf von PM_{10} , NO_2 und SO_2 sowie Klassierung der Windverhältnisse für die Periode vom 5. bis 7. Juli 2001 an den Stationen St. Gallen Rorschacherstrasse und Zürich Stampfenbachstrasse (unbereinigte Daten)

Tagesmittelwerte

Der Staubeintrag wirkte sich deutlich auf die Tagesmittelwerte des 6. Juli aus. Besonders ausgeprägt ist die Erhöhungen in den typischen Föhngebieten Rheintal und Reusstal (In-Luft).

PM10-Tagesmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mo 2.7.	Di 3.7.	Mi 4.7.	Do 5.7.	Fr 6.7.	Sa 7.7.	So 8.7.
Zürich Stampfenbach	24	24	28	30	53	17	14
Wallisellen	20	18	21	22	39	10	10
Winterthur	12	11	13	15	25	5	7
St. Gallen Rorschacherstrasse	21	20	22	25	63	10	8
Vaduz	20	25	25	26	74	16	6
Chur Industrie	24	26		38	83	25	8

Tabelle 1: *PM10 Tagesmittelwerte an den Messstandorten mit kontinuierlichen Messgeräten von OSTLUFT in der Kalenderwoche 3. bis 9 Juli 2001 (unbereinigte Daten)*
fett: Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten

Feinstaubereignisse vom 1. August

In der Nacht vom 1. auf den 2. August wurden ebenfalls auffällige Feinstaubspitzen an verschiedenen Messstationen registriert. Diese Signale sind typisch für die dezentralen Festaktivitäten am Nationalfeiertag und am Silvester, bei denen Feuerwerke im grösseren Stil abgebrannt werden.

Die hohen Staubwerte werden von weiteren Schadstoffen begleitet. Typisch für Feuerwerke sind gleichzeitige Schwefeldioxid-Peaks (Abb. 3). In Winterthur und St. Gallen tritt der PM10-Peak leicht verzögert zum SO_2 -Peak auf.

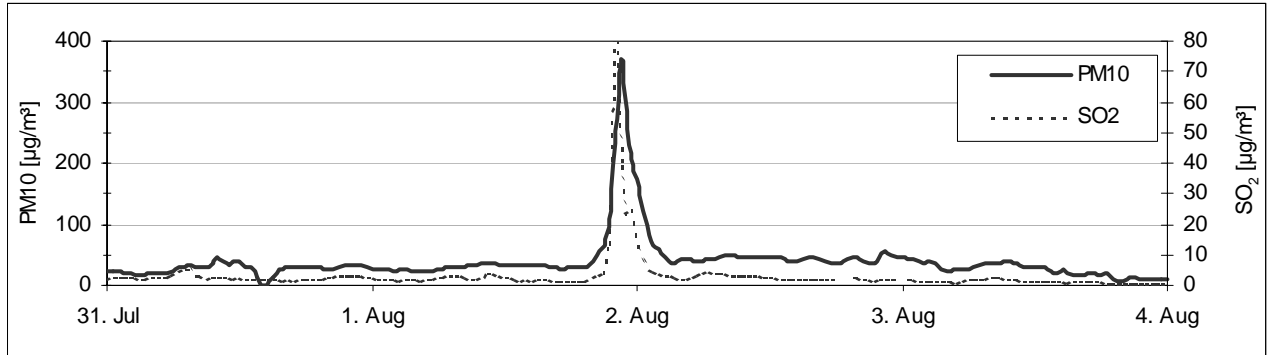
PM10-Tagesmittelwerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mo 30.7.	Di 31.7.	Mi 1.8.	Do 2.8.	Fr 3.8.	Sa 4.8.	So 5.8.
Zürich Stampfenbach	39	37	49	86	37	15	12
Wallisellen	29	31	36	45	24	9	8
Winterthur	20	20	28	47	15	6	5
St. Gallen Rorschacherstrasse	27	28	36	46	25	8	8
Vaduz	33	37	42	50	33	6	8
Chur Industrie	35	35	26	26	18	5	5

Tabelle 2: *PM10 Tagesmittelwerte an den Messstandorten mit kontinuierlichen Messgeräten von OSTLUFT in der Kalenderwoche 30. Juli bis 5. August 2001 (unbereinigte Daten)*
fett: Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten

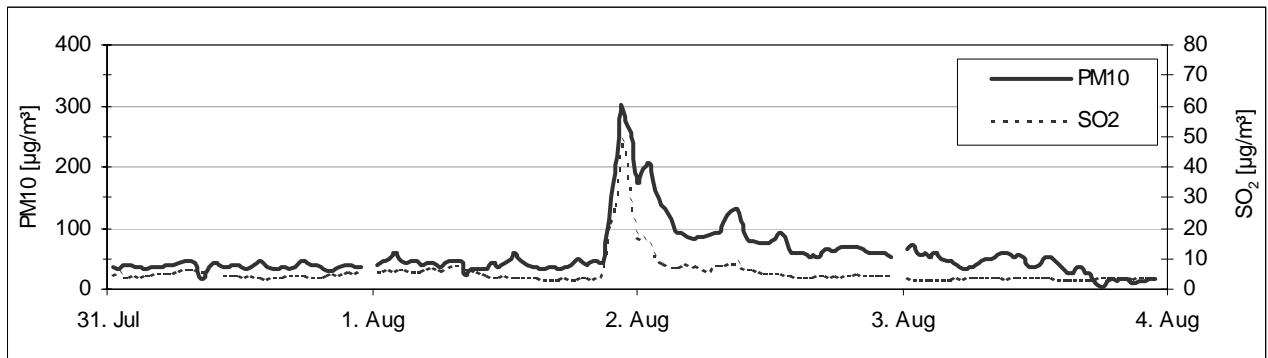
Besonderheiten

- Auffällig ist der langsame Rückgang der Staubbelastung in Zürich. Im Laufe des 2. August werden durch die MeteoSchweiz wiederum Staubeinträge mit auffrischenden Südwinden beschrieben (Witterungsbericht 1./2. August). Dies schlägt sich im Tagesmittelwert des 2. August wieder nieder.
- Beim Vergleich des zweiten Feuerwerkes am Zürcher Seenachtfest (7. Juli) mit dem 1. August-Feuerwerk fällt auf, dass am 7. Juli an der Stampfenbachstrasse nur ein Feinstaub-, aber kein SO_2 -Peak registriert wurde. Im Gegensatz zu den vielen dezentralen Kleinf Feuerwerken am 1. August haben Grossfeuerwerke die Charakteristik einer Punktquelle. Dabei kann noch zwischen einem bodennahen und einem hohen Emissionspunkt unterschieden werden. Bei Grossfeuerwerken könnte demnach SO_2 ein anderes Emissions- und Ausbreitungsmuster haben als der Feinstaub.

St. Gallen Rorschacherstrasse



Zürich Stampfenbachstrasse



Winterthur Obertor

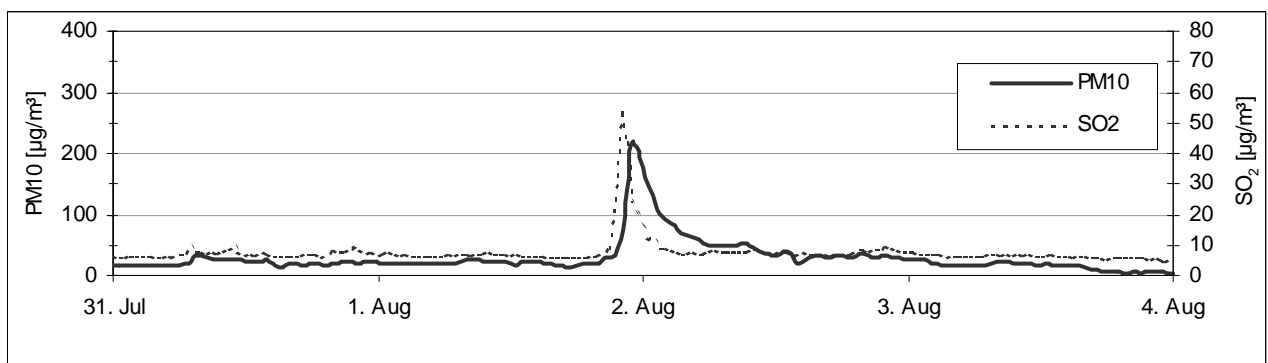


Abb. 3: Belastungsverlauf von PM10 und SO₂ vom 31. Juli bis 3. August 2001 an den Stationen St. Gallen Rorschacherstrasse, Zürich Stampfenbachstrasse und Winterthur Obertor (unbereinigte Daten)

Witterungsverhältnisse

am 6. Juli 2001	am 1. und 2. August 2001
<p>Vom 5. auf den 6. Juli 2001 verschob sich ein Tiefdruckgebiet von der Biskaya nach Frankreich.</p> <p>Über dem Alpenraum drehten dadurch die Höhenwinde zunehmend auf Süd, und am 6. Juli 2001 blies in der Schweiz ein für sommerliche Verhältnisse sehr gut ausgebildeter Föhn. Gegen Abend verstärkte sich der Föhn und konnte dadurch weit ins Mittelland vorstossen.</p> <p>In Altdorf erreichten die Windspitzen zu dieser Zeit über 90 km/h, in Vaduz gar 100 km/h. In Zürich lagen sie zwischen 70 und 80 km/h.</p> <p>Mit dieser starken Südströmung wurde Saharastaub in die Schweiz verfrachtet und vom Messnetz der MeteoSchweiz registriert. Neben weiteren durch den starken Wind mitgetragenen Staubpartikeln war die Luft in Zürich zwischen 18:00 Uhr und 22:00 Uhr mit Saharastaub durchsetzt.</p>	<p>Am 1. August 2001 verlagerte sich das Zentrum des wetterbestimmenden Hochs vom Ostatlantik zur Nordsee. Dadurch setzte über dem Mittelland eine leichte Bisenströmung ein. Die Witterung war in der ganzen Schweiz sonnig und heiss, wobei die Bise auf die Temperaturentwicklung dämpfend wirkte. Gewitter entwickelten sich keine.</p> <p>Im Laufe des 2. August 2001 zog das bisher wetterbestimmende Hoch nach Osteuropa, und die Schweiz wurde aus Südwesten von sehr warmen und in den höheren Schichten labilen Luftmassen erfasst. Tagsüber war es nochmals sehr sonnig, und die Hitze wurde durch den einsetzenden Föhn zusätzlich gefördert.</p> <p>Mit der abendlichen Verstärkung der Südwestströmung gelangte Saharastaub in die Schweiz, welcher an der Messstation Zürich ab 18:00 Uhr während fast der ganzen Nacht registriert wurde. Gegen Mitternacht griff im Westen eine Niederschlagszone mit Gewittern auf die Schweiz über.</p>

Quelle: MeteoSchweiz, Dr. Stephan Bader

Schlussfolgerungen und offene Fragen

Schlussfolgerungen

- Kurzzeitig können für die PM10-Belastung neben den Hauptquellen auch Einzelereignisse wie Feuerwerke oder Ferntransport (z.B. bei Föhnereignissen) verantwortlich sein.
- Der Staubeintrag durch grossräumige Verfrachtungen (z.B. Föhn) kann dabei zu grossräumigen Überschreitungen des Grenzwertes für den PM10-Tagesmittelwert führen.
- Auch Feuerwerke können lokal Überschreitungen des Grenzwertes für den PM10-Tagesmittelwert verursachen.
- Die Interpretation von PM10-Werten im Kontext mit anderen Schadstoffen (speziell SO₂) sowie die Kenntnis der lokalen Witterungsverhältnisse erleichtert die Quellenzuordnung.
- Neben der grossräumigen Wetterlage, die durch das Messnetz der MeteoSchweiz beschrieben wird, werden die gemessenen PM10-Belastungen auch stark durch lokale Windverhältnisse an den Messstandorten mitgeprägt.
- Die Beurteilung kurzzeitiger Belastungsmuster setzt die Verfügbarkeit zuverlässiger MeteoDaten voraus. Ohne lokale Winddaten (möglichst bei der Messstation) sind Rückschlüsse auf die Herkunft der PM10-Belastung stark erschwert, beziehungsweise teils gar verunmöglich.

Offene Fragen

- ? Wie gross ist der Anteil solcher Ereignisse an der PM10-Belastung an den verschiedenen Standorten? Wie stark beeinflussen sie den Jahresmittelwert?
- ? Gibt es weitere typische Situationen, die zu ausserordentlichen Feinstaubbelastungen führen (z.B. mehrtägige Schönwetterperioden)
- ? Wie verhält sich die Ausbreitung der typischen Schadstoffe SO₂ und PM10 von dezentralen oder zentralen Feuerwerken.

Hinweis

Das Staubereignis vom 6. Juli ist Bestandteil weiterer Abklärungen in Rahmen des NABEL (u.a. Trajektorienberechnungen und morphologische Beschreibung des Staubes).

Dank

Der unkomplizierte Zugang zu den Daten aus den Messnetzen von In-Luft, NABEL, dem Umweltinstitut von Vorarlberg und von MeteoSchweiz ermöglichte die grenzübergreifende Analyse des grossräumigen Staubeintrages.

Auskunft

Peter Federer, Amt für Umweltschutz Appenzell A.Rh., Kasernenstr. 17, 9102 Herisau
Tel. 071 353 65 29, E-Mail peter.federer@afu.ar.ch

Herisau, 30.11.2001