

Wo Feuer ist, ist auch Rauch

Im Mai diesen Jahres brannte eine Styroporfabrik, im Juni ein Pneulager in Dietlikon, am Seenachtfest im Juli wurde ein Feuerwerk veranstaltet. Diesen drei Ereignissen ist eines gemeinsam: In kurzer Zeit wurde auf kleinem Raum sehr viel Rauch entwickelt. Welche Bedeutung haben solche Ereignisse für die Luftqualität?

Brände erzeugen Emissionen...

Bei Grossfeuern handelt es sich immer um unkontrollierte Verbrennungsprozesse, bei denen es an einer richtigen Luftführung und an einer ausreichend hohen Verbrennungstemperatur mangelt. Dabei werden kurzfristig unkontrollierbare Mengen von Schadstoffen in die Atmosphäre freigesetzt. Der schwarze Rauch besteht typischerweise aus Russ, Kohlenmonoxid, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) und weiteren organischen Verbindungen. Fallweise können andere Spurenstoffe wie Schwermetalle, Schwefeldioxid, Salzsäure oder Dioxine und Furane dazukommen.

| | Altreifenverbrennung* kg/t | Feuerwerk** kg/t |
|----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Russ/PM10 | 11,2 | 700 |
| PAH | 3,4 | k. A. |
| Blei | k. A. | 6 |
| Zink | k. A. | 1 |
| Schwefel (SO ₂ +H ₂ S) | 2 | < 27 |

Ein Feuerwerk setzt ein Vielfaches derjenigen Russ- und Schwefelemissionen frei, die bei einem Reifenbrand emittiert werden.

*Laborversuch der US-Umweltbehörde EPA.

** Abschätzung der Emissionen, BAFU 2002

Quelle: AWEL/Abt. Lufthygiene

Durch die Löschaktionen wird das Brenngut zusätzlich mit Wasser gekühlt, was die vollständige Oxidation stört und zu Schwelbränden und Ausgasungen (Pyrolyse) führt. Die Schadstoffentwicklung kann sich dadurch sogar noch verstärken. Auch wenn es paradox tönt, aus lufthygienischer Sicht wäre der Schaden bei manchen Bränden sogar geringer, wenn man sie ausbrennen lassen könnte.

...egal ob Pneus, Styropor oder Feuerwerk...

Auch das Abbrennen von Feuerwerk erzeugt eine breite Palette von Schadstoffen. Die Emissionen können messtechnisch nicht exakt bestimmt werden, lassen sich aber aus internationalen Angaben grob abschätzen. Das BAFU publizierte 2002 eine Abschätzung der Emis-

Inhaltliche Verantwortung:

Hansjörg Sommer
Abteilung Lufthygiene
Stampfenbachstrasse 12
Postfach, 8090 Zürich
Telefon 043 259 30 53
Fax 043 259 51 78
hansjoerg.sommer@bd.zh.ch

Luft / Brand



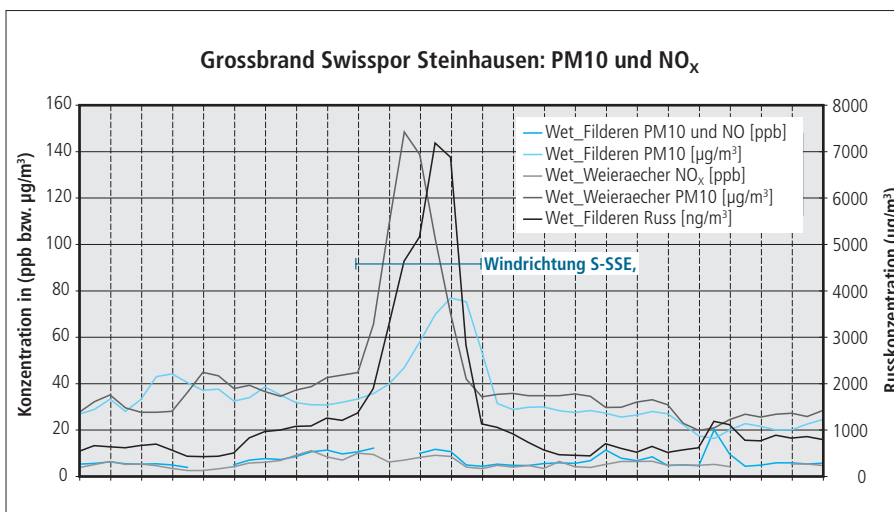
Auch das schönste Feuerwerk schleudert grosse Mengen Feinstäube und Schwefelverbindungen in die Luft.

Quelle: AWEL, Abteilung Lufthygiene



Der Brand der Styroporfabrik in Steinhausen/ZG vom 25. Mai 2007 erforderte einen Grosseinsatz der Feuerwehr.

Quelle: Fabian Hauser, bild.ton.grafik, Jonen



Südlich des Brandherdes, in Wettswil konnte ein klarer Anstieg der PM10- und Russbelastung festgestellt werden, die Stickoxide dagegen waren nicht erhöht. Im etwas weiter südlich gelegenen Weieraecher waren die PM10-Immissionen nicht so hoch wie in Wettswil.

Quelle: AWEL, Abteilung Lufthygiene

sionen durch Abbrennen von Feuerwerk; die US-Umweltbehörde EPA hat in einem Laborversuch die Schadstoffmengen ermittelt, die bei der Altreifenverbrennung in die Luft entweichen (siehe Tabelle Seite 21).

Beim Pneulager in Dietlikon gingen 40 Tonnen Altreifen in Flammen auf. Wären sie vollständig ausgebrannt, entspräche dies einer Emission von 440 kg Russ, 140

kg PAH und 80 kg Schwefeldioxid. Über die Emissionen beim Brand in der Styroporfabrik liegen keine Zahlen vor, es dürften aber vergleichbare Mengen Russ und PAH freigesetzt worden sein. Aufgrund der chemischen Zusammensetzung des Ausgangsproduktes können jedoch Emissionen von schwefel-, salzsäure- und schwermetallhaltigen Schadstoffen vermutlich ausgeschlossen werden.

Bei einem 30-minütigen Seenachtsfest werden rund zwei Tonnen pyrotechnische Sätze abgebrannt, was eine Russfracht von rund 1,4 Tonnen ergibt. Die SO₂-Emissionen aus dem Feuer- und Lichterspass des Zürifestes machten am Freitag und Samstag je 50 Kilogramm aus. Ausserdem macht das BAFU Feuerwerke für 2 bis 3 Prozent der gesamten Blei-Emissionen verantwortlich, beim Zink sind es 0,1 Prozent. Für PAH existieren keine Emissionsangaben. Im Vergleich betragen die gesamten Emissionen aller Schadstoffquellen im Kanton Zürich während eines Jahres:

| | |
|----------------------|----------|
| PM10 aus Verbrennung | 900 t/a |
| SO ₂ | 2730 t/a |

Sowohl das Seenachtsfest, als auch der Pneubrand haben nicht mehr als Promille-Anteile an den jährlichen Emissionen. Für sich allein betrachtet sind solche Ereignisse jedoch durchaus relevant und in der Umgebung jeweils auch feststellbar.

...und sie verursachen Immissionen

Kontinuierliche Immissionsmessungen werden nur punktuell gemacht. Messstationen können also nur zufällig am



Der Brand des Pneu-lagers Dietlikon vom 20. Juni 2007 fand unmittelbar neben Geleisen der Bahn statt, was die Gefährdung erhöhte.

Quelle: AWEL/Abteilung Lufthygiene

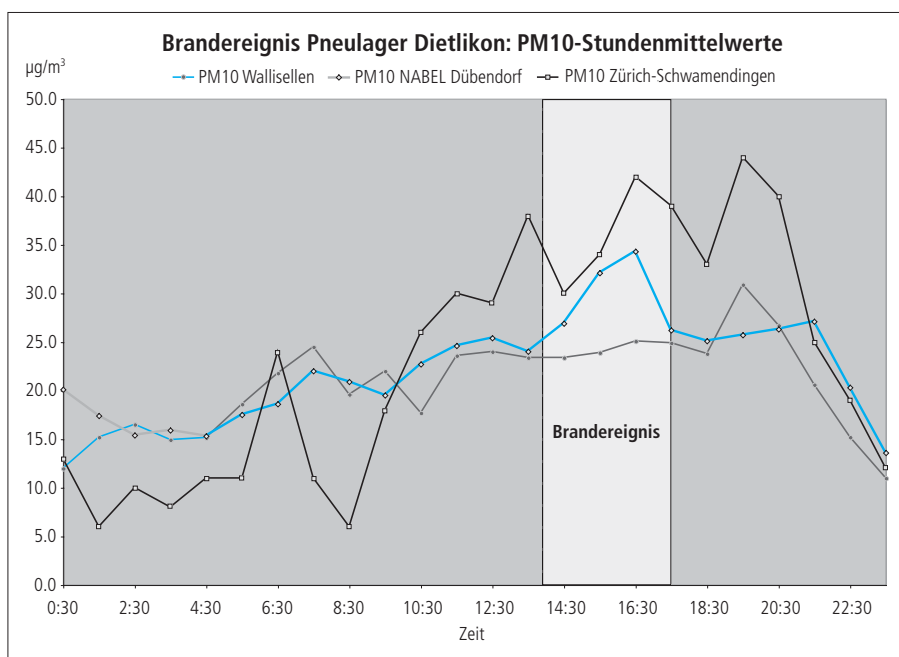
«richtigen» Ort sein, wenn ein Grossfeuer stattfindet. Drei Fallbeispiele sollen dies illustrieren.

Brand der Styroporfabrik in Steinhausen/ZG vom 25. Mai 2007

Obwohl die Messstation Wettwil 16 Kilometer vom Brandherd entfernt liegt, konnte hier ein klarer Anstieg der PM10- und Russbelastung festgestellt werden. Die Messwerte stiegen dabei auf die gleiche Höhe wie während der Wintersmog-Periode im Februar 2006, allerdings nur für drei Stunden und nicht für mehrere Tage wie damals. Wenn Atemluft in diesem Ausmass mit Schadstoffen belastet ist, können gesundheitliche Beeinträchtigungen wie Augenreizungen oder Atembeschwerden auftreten. Auch diese Effekte dürften sich jedoch auf die kurze Dauer eines solchen «Ereignisses» beschränken.

Brand des Pneu-lagers Dietlikon vom 20. Juni 2007

Im Fall des brennenden Pneu-lagers Dietlikon liegen geeignete Messstationen,

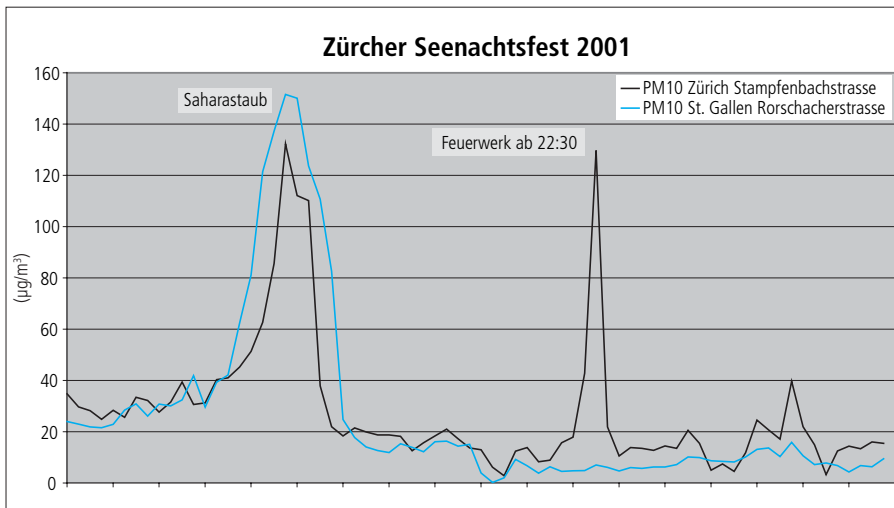


Weder in Dübendorf und Wallisellen, noch im weiter östlich gelegenen Schwamendingen, konnte eine klare Erhöhung der PM10-Werte verzeichnet werden.

Quelle: AWEL/Abteilung Lufthygiene

im Gegensatz zum obigen Beispiel, sogar nur gut einen Kilometer vom Brandort entfernt. Man würde also einen noch deutlicheren Anstieg der Belastung erwarten. Trotzdem lässt sich an den Messwerten von Wallisellen gar kein Effekt feststellen, und an jenen in Dübendorf (NABEL-Messstation) nur ein rund zweistündiger marginaler Anstieg um etwa 15 Mikrogramm/m³. Dies liegt daran, dass die Rauch- und Schadstoffwolke durch die damals

herrschenden Windverhältnisse (mittlere Windgeschwindigkeit von knapp 2 m/s aus Windrichtung Nordost [34°]) zwischen den beiden Messstationen hindurch südwestwärts transportiert wurde. Darum wurde auch an der Messstation Zürich-Schwamendingen, welche im Windrichtungs-Sektor der Abluftfahne steht, kein auffälliges Messsignal im Ausmass des Ereignisses registriert. Möglicherweise konnten die Rauchgase vertikal höher aufsteigen als



Die Auswirkungen des Feuerwerks vom Freitag 6. Juli 2001 wurden durch ein Sahara-Staubereignis weitgehend überdeckt (nahezu gleicher Verlauf der Messstelle in St. Gallen). Das Feuerwerk vom Samstag 7. Juli 2001 dagegen liess die PM10-Konzentration in der Messstation Zürich-Stampfenbachstrasse sprunghaft auf rund das 12-fache des Ausgangswertes vor dem Zünden des Feuerwerkes ansteigen.

Quelle: AWEL

in Steinhausen und sich so aus dem für die Gesundheit relevanten bodennahen Bereich entfernten.

Feuerwerk am Zürcher Seenachtsfest

Die Feuerwerke am diesjährigen Zürcher Seenachtsfest hinterliessen keinerlei Spuren auf den Monitoren der Ostluft-Messstationen. Anders war es vor sechs Jahren, als der PM10-Pegel in der Messstation Zürich-Stampfenbachstrasse durch ein Sahara-Staubereignis am 6. Juli 2001 um 18 Uhr stark anstieg und die Auswirkung des Feuerwerkes – welches um 22:30 Uhr gezündet wurde – weitgehend überdeckt hat. An einer vergleichbaren Messstelle in St. Gallen nahm die Belastungskurve einen nahezu gleichen Verlauf. Am Samstag dem 7. Juli 2001 ist die PM10-Konzentration anlässlich des zweiten Feuerwerkes erneut sprunghaft auf 235 µg/m³ angestiegen, also um rund das 12-fache des Ausgangswertes vor dem Zünden des Feuerwerkes. Diesmal blieben die Vergleichswerte in St. Gallen unverändert auf dem Hintergrundniveau.

Es ist also anzunehmen, dass die Immissionen des Feuerwerkes dieses Jahr an einem anderen Ort seeaufwärts auftraten, wo keine Messstation in Betrieb ist, denn der Wind blies von 22 Uhr bis 2

Uhr früh mit 0,5 bis 2,5 m/s von Südwest bis Nordwest (230 bis 330°). Zu Feuerwerken wurden vom BAFU auch Modellrechnungen angestellt, die im unmittelbaren Abluftbereich eines Grossfeuerwerkes kurzfristige PM10-Belastungen von bis zu 800 Mikrogramm/m³ erwarten lassen. Solche Werte wären etwa typisch für einen hoch belasteten Wintertag in Mexico City und wurden durch Messungen an Festanlässen in Luzern sowie in Deutschland und Holland bestätigt. In Zürich wurden am Nationalfeiertag 2007 oder beim Millenniumswechsel Stundenmittel-Werte von deutlich über 200 Mikrogramm/m³ gemessen.

Wie sind die Auswirkungen zu beurteilen?

Die drei Fallbeispiele können helfen, die Rauchentwicklung eines Grossbrandes bzw. eines Feuerwerkes lufthygienisch etwas besser einzuordnen:

- Rauchfahnen enthalten erhebliche Mengen Russ und PAH, dazu allenfalls auch weitere Schadstoffe.
- Bei geringer Windgeschwindigkeit und unveränderter Windrichtung kann eine Rauchfahne über viele Kilometer hinweg messbar sein und die Luftqualität spürbar beeinträchtigen. Links und rechts der Rauchfahne ist je

doch kaum eine Beeinträchtigung feststellbar.

- Auch dort, wo die Feinstaubbelastung nach einem Ereignis stark ansteigt, ist der Normalzustand nach wenigen Stunden wieder erreicht.
- Zeitlich und örtlich begrenzt sind gesundheitliche Auswirkungen durch starke Rauchbildung möglich. Nachhaltige Beeinträchtigungen sind jedoch nicht zu erwarten.
- Massgebend für die gesundheitlichen Risiken durch ungenügende Luftqualität sind nach wie vor die alltäglichen Emissionen aus Auspuffen und Kaminen (siehe Beitrag «Anfeuern mit Holz» Seite 17).

Die AWEL-Untersuchungen zeigen, dass es sinnvoll ist, die umliegende Bevölkerung im Fall eines Brandereignisses zum Schliessen der Fenster aufzurufen. Die gesundheitlichen Risiken sollten differenzierter dargestellt werden als bisher üblich: Kurzfristig und örtlich begrenzt in der Richtung der Rauchfahne können Reizungen der Atemwege auftreten. Nachhaltige Schädigungen der Gesundheit sind abseits des Brandplatzes jedoch nicht zu erwarten.

Info-Tipp

Rauchsäule in Sicht – muss ich die Luft anhalten?

Der vorliegende Artikel zeigt: Auch wenn die Rauchsäule eines grossen Brandes sichtbar ist, so bedeutet dies nicht, dass die ganze Umgebung durch Luftimmissionen belastet ist. Je nachdem, wie stark und aus welcher Richtung der Wind bläst, können die Schadstoffe in höhere Luftschichten aufsteigen oder in einem schmalen Korridor in eine bestimmte Richtung getrieben werden. Die Polizei muss im Brandfall sofort informieren, auch wenn sie Schädlichkeit und Ausbreitungsrichtung des Rauchs noch nicht abschliessend beurteilen kann. Sie empfiehlt deshalb vorsorglich, Türen und Fenster zu schliessen und abzuwarten, bis der Rauch abgezogen ist. Für die Entwarnung bleibt hingegen mehr Zeit, sie kann deshalb besser auf fachliche Beurteilungen von Chemie- und Gewässerschutzexperten abgestützt werden.