



HINTERGRUND // DEZEMBER 2015

Zum Jahreswechsel: Wenn die Luft „zum Schneiden“ ist

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Zum Jahreswechsel: Wenn die Luft „zum Schneiden“ ist

Bleigießen, ein Gläschen Sekt und das Feuerwerk um Mitternacht – für die meisten Bürgerinnen und Bürger in Deutschland gehören diese Dinge traditionell zum letzten Abend des Jahres. Ein Feuerwerk ist schön anzusehen. Es hat aber auch negative Seiten: Verbrennungen, Augen- und Hörschädigungen, Explosionsschäden, und es verursacht immense Kosten. 100 bis 200 Millionen Euro jagen die Deutschen zum Jahreswechsel in die Luft. Zudem kennt jeder die Situation, wenn um Mitternacht die Luft „zum Schneiden“ ist, die Augen brennen und es im Hals kratzt. Wenn wir Feuerwerkskörper abbrennen, steigt die Belastung der Luft mit Schadstoffen explosionsartig an. Zu großen Teilen besteht der Feuerwerksqualm aus Feinstaub (PM – Particulate Matter, PM₁₀¹).

Diese winzigen Staubteilchen sind nur Bruchteile von einem Millimeter groß und für das menschliche Auge nicht sichtbar.

Es ist erwiesen, dass Feinstaub negativ auf den Gesundheitszustand wirkt. Es gibt Hinweise, dass gerade kleine Staubteilchen besonders gesundheitsschädlich sind.

Was steckt in den Feuerwerkskörpern?

Zu 60-75% bestehen Feuerwerkskörper aus Hüllen, Konstruktionsteilen und Verpackungen, für die Karton, Holz, Ton und Kunststoff verwendet werden. Die restlichen 25-40% sind pyrotechnische Sätze, die überwiegend aus Schwarzpulver, einer Mischung aus Kaliumnitrat, Holzkohle und Schwefel, bestehen. Für Knallen, Pfeifen und Farben sorgen sogenannte Effektsätze. Strontium-, Kupfer- und Bariumverbindungen färben die Raketen rot, blau bzw. grün.

Jährlich werden rund 4.000 Tonnen Feinstaub (PM₁₀) durch das Abbrennen von Feuerwerkskörpern freigesetzt, der größte Teil davon in der Silvesternacht. Diese Menge entspricht in etwa 15% der jährlich im Straßenverkehr abgegebenen Feinstaubmenge. Die ermittelten Emissionen beruhen auf den statistisch gemeldeten Absatzmengen der in Deutschland

zugelassenen Feuerwerkskörper. In den letzten zehn Jahren wurden in Deutschland demnach jährlich zwischen 38 und 46 Kilotonnen Feuerwerkskörper verkauft. Die Absatzmengen gehen seit 1990 jedoch um etwa 50 % zurück, was unserer Beobachtung widerspricht. Insofern scheinen Feuerwerkskörper auch in größerem Umfang auf anderen Wegen ins Land zu gelangen und deshalb sind deutlich höhere Emissionen wahrscheinlicher.

Auswertungen des Umweltbundesamtes

Auswertungen der Daten aus den Messnetzen der Länder und des Umweltbundesamtes zeigen (hier am Beispiel des Jahreswechsels 2012/2013, Abbildung 1), dass am ersten Tag des neuen Jahres die Luftbelastung mit gesundheitsgefährdendem Feinstaub vielerorts so hoch ist wie sonst an keinem anderen Tag im ganzen Jahr. PM₁₀-Stundenwerte über 1.000 µg/m³ sind in der ersten Stunde des neuen Jahres in Großstädten keine Ausnahme. Zum Vergleich: Im Jahr 2013 betrug die mittlere PM₁₀-Konzentration der städtischen Messstationen in Deutschland circa 19 Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter Luft (µg/m³).

Im ländlichen Bereich erreichen die PM₁₀-Stundenwerte keine derartigen Spitzen. Sobald der Feinstaub in der Luft mit dem Wind aus den Städten hinaus transportiert wird, kann aber auch dort die PM₁₀-Konzentration ansteigen. Lediglich an abgelegenen ländlichen Messstationen ist das Silvesterfeuerwerk in den gemessenen PM₁₀-Werten nicht erkennbar.

Wie schnell die Feinstaubbelastung nach dem Silvesterfeuerwerk abklingt, hängt vor allem von den Wetterverhältnissen ab. Kräftiger Wind hilft, die Schadstoffe rasch zu verteilen. Bei windschwachen Wettersituationen mit eingeschränktem vertikalen Luftaustausch verbleiben die Schadstoffe jedoch über viele Stunden in der Luft und reichern sich in den unteren Atmosphärenschichten an. Die Bedeutung der meteorologischen Verhältnisse für die Belastungssituation während des Neujahrstages wird am Beispiel des hoch belasteten 1.1.2009 im Vergleich zum deutlich weniger belasteten 1.1.2013 sichtbar (Abbildung 2).

1 PM₁₀ – Staubteilchen mit einem Durchmesser von weniger als 10 µm (10 µm sind 10 Millionstel Meter)

Abbildung 1

Beispielhafte stündliche PM_{10} -Konzentrationsverläufe an deutschlandweiten Messstationen (jede Kurve: Verlauf an einer Messstation)

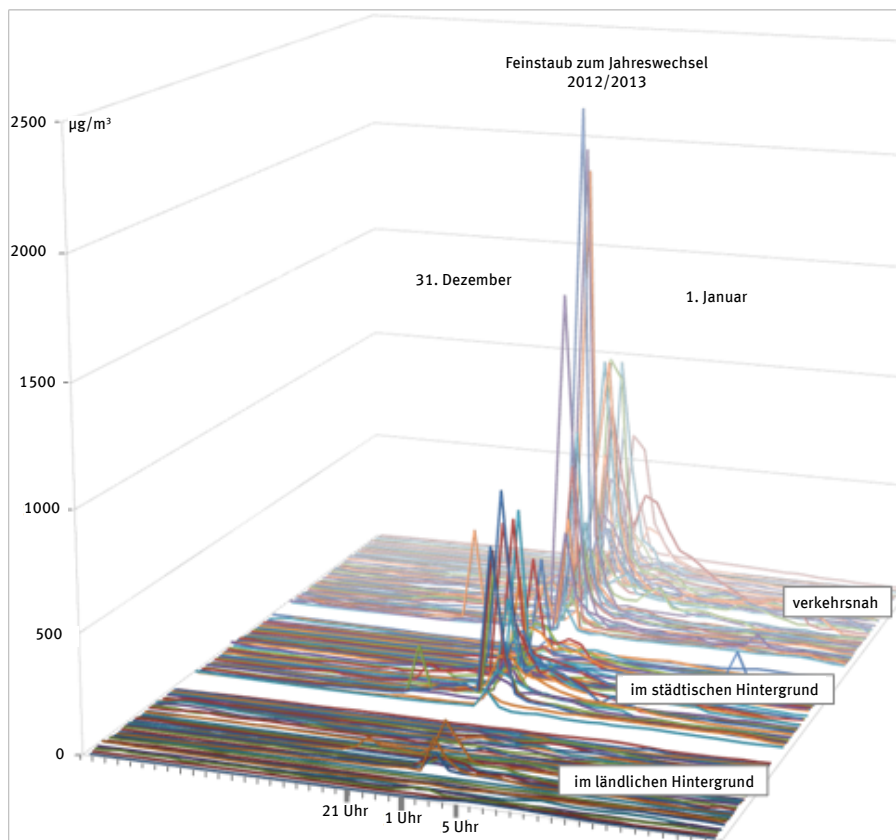
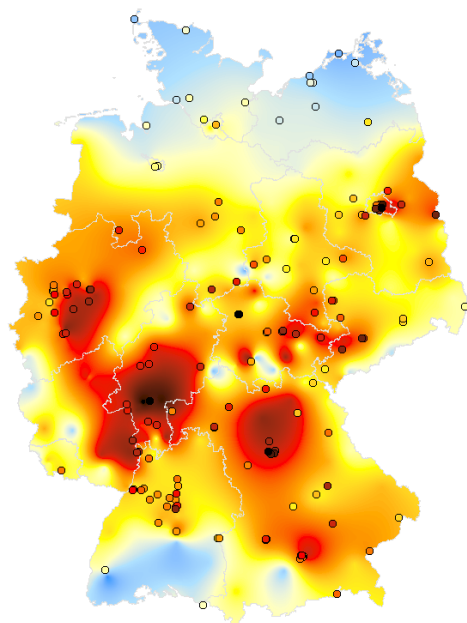


Abbildung 2

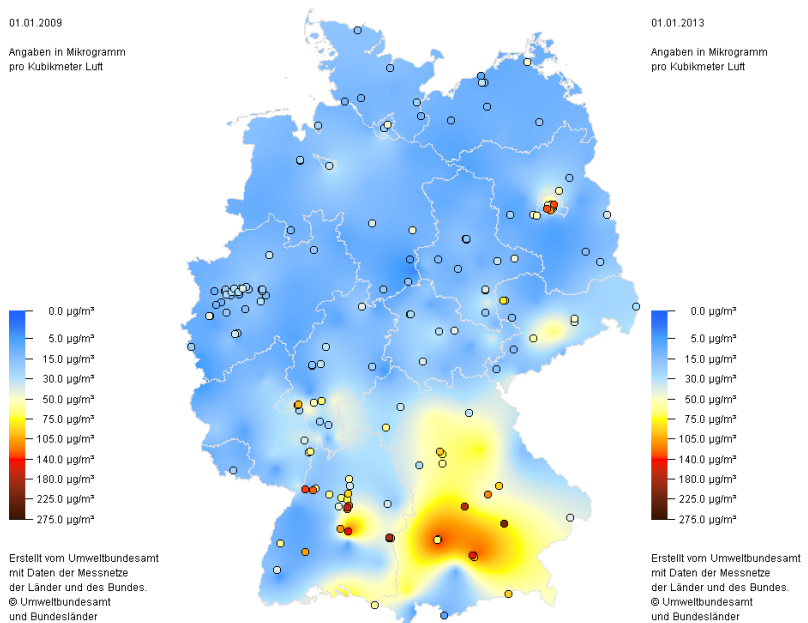
PM_{10} -Belastung am 1. Januar 2009 und 2013

Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration



Die vom Umweltbundesamt zusammengestellten Karten und Daten zur aktuellen Immissionsituation dienen der orientierenden Information der Bevölkerung. Auf Grund der weiträumigen Betrachtung ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig.

Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration



Die vom Umweltbundesamt zusammengestellten Karten und Daten zur aktuellen Immissionsituation dienen der orientierenden Information der Bevölkerung. Auf Grund der weiträumigen Betrachtung ist eine kleinräumige Interpretation nicht zulässig.

Die Animation unter dem Link <http://gis.uba.de/website/silvester/> zeigt die Entwicklung der PM_{10} -Luftbelastungssituation durch Silvesterfeuerwerk für die Jahreswechsel 2003/2004 bis 2015/2016. Sie veranschaulicht die sich stündlich ändernde Luftbelastung durch Feinstaub in den Neujahrnächten. Bitte beachten Sie, dass aufgrund der extrem hohen, einstündigen Spitzenwerte die Skalierung in den Deutschlandkarten für diesen speziellen Zweck gegenüber unserer Webpräsentation [aktueller Luftqualitätsdaten](#) abweicht.

Konsequenzen und Gesundheitsgefährdung

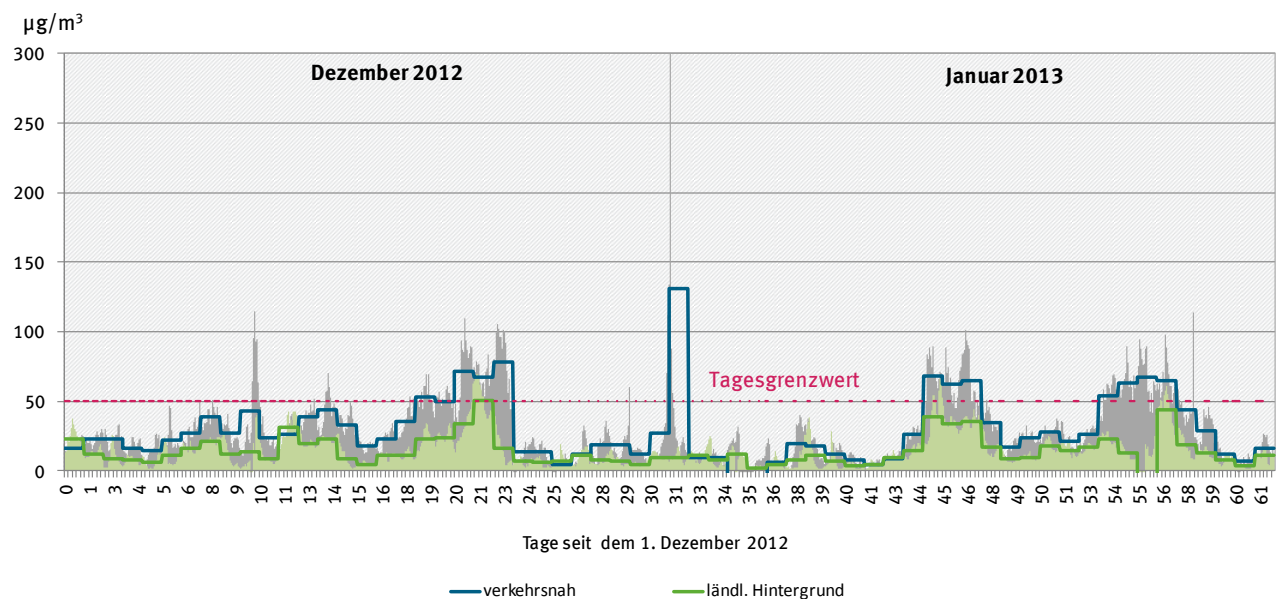
Um die Gesundheit der Menschen zu schützen, hat die EU-Kommission Grenzwerte für Feinstaub (und

weitere Schadstoffe) festgelegt. Diese gelten seit dem 01.01.2005 und sind in allen EU-Mitgliedstaaten verbindlich. Für PM_{10} gilt: Der Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ darf nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden.

Die an nur wenigen Stunden des Neujahrstages extrem hohen PM_{10} -Stundenwerte, führen häufig schon zu Tagesmittelwerten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Von den 35 zulässigen Überschreitungstagen ist damit bereits mit dem ersten Tag des neuen Jahres ein Überschreitungstag „verbraucht“. In Städten, wo auch sonst erhöhte Feinstaubkonzentrationen gemessen werden, führt diese Zusatzbelastung durch Silvesterfeuerwerk oft zu besonders deutlichen Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abbildung 3):

Abbildung 3

Beispielhafter Verlauf von PM_{10} -Tagesmittelwerten zum Jahreswechsel 2012/2013 (hell unterlegt: Stundenmittel)

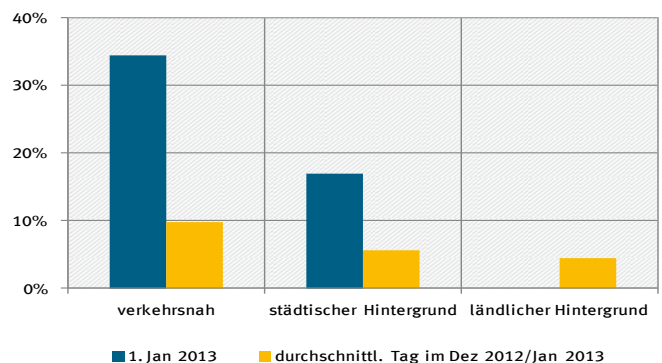


Deutschlandweit betrachtet sind in Städten somit am ersten Januar deutlich mehr Stationen von Überschreitungen des PM_{10} -Tagesgrenzwertes betroffen als an einem durchschnittlichen Tag in der winterlichen Jahreszeit (Abbildung 4).

PM_{10} kann beim Menschen in die Nasenhöhle und die Luftröhre eindringen, die kleineren Partikel $PM_{2,5}$ (Partikel mit maximalem Durchmesser von $2,5 \mu\text{m}$) bis in die kleinen Bronchien und Bronchiolen. Einige dieser sehr kleinen Partikel können sogar die Lungenbläschen erreichen und so auch in den Blutkreislauf gelangen. Für diese

Abbildung 4

Anteil von Messstationen mit Überschreitungen des Tagesgrenzwertes für PM_{10}

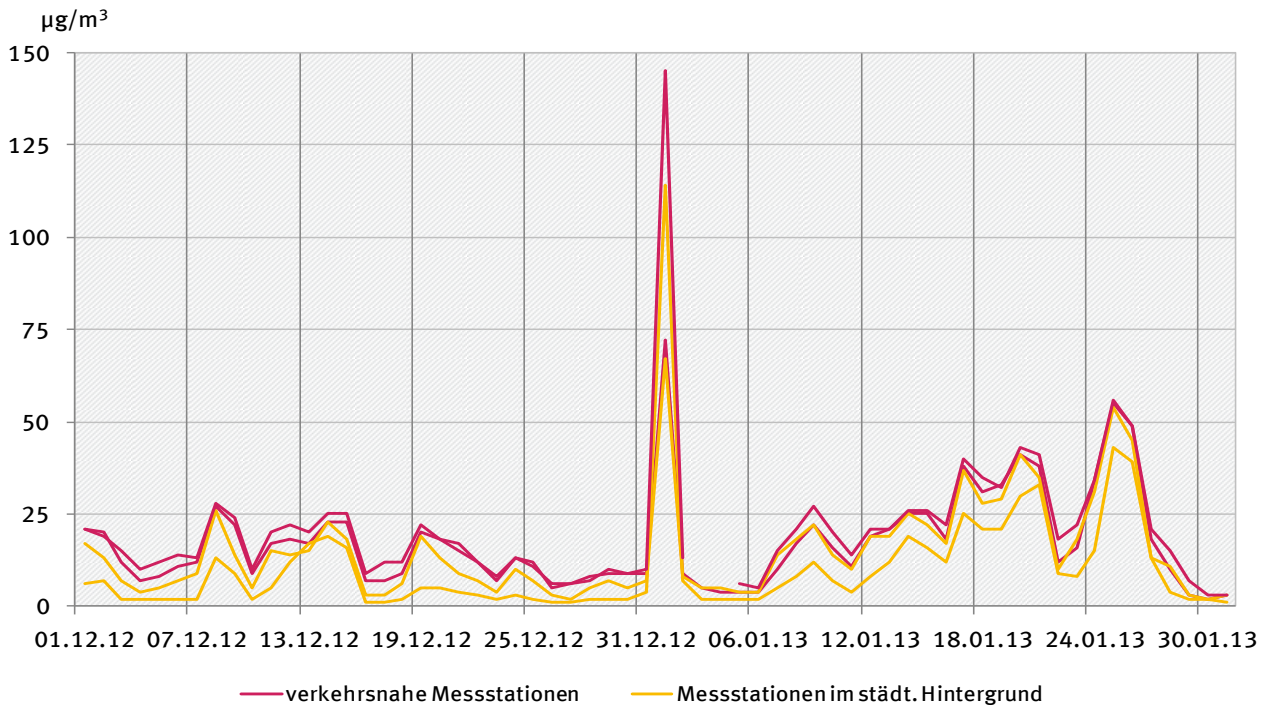


Partikel gilt ein Zielwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel, der in Deutschland nahezu flächendeckend eingehalten wird. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Tagesmittel nicht zu überschreiten. Wie am Beispiel von vier Münchner

Messstationen deutlich wird, kam es am Neujahrstag 2013 aufgrund des nächtlichen Feuerwerks zu deutlichen Überschreitungen dieses Tagesmittelwertes für $\text{PM}_{2,5}$:

Abbildung 5

$\text{PM}_{2,5}$ -Tagesmittelwerte an vier Münchner Messstationen



Das Einatmen von Feinstaub gefährdet die menschliche Gesundheit. Die Wirkungen reichen von vorübergehenden Beeinträchtigungen der Atemwege über einen erhöhten Medikamentenbedarf bei Asthmatikern bis zu vermehrten Krankenhausaufnahmen wegen Atemwegserkrankungen und Herz-Kreislauf-Problemen sowie einer Zunahme der Sterblichkeit. Es wird sogar vermutet, dass es für Feinstaub keine Schwelle gibt, unterhalb derer keine schädigende Wirkung mehr zu erwarten ist. Das bedeutet: Unerwünschte Wirkungen können zwar vermindert, jedoch nicht völlig verhindert werden. Auch wenn über die akuten Wirkungen einer kurzfristig hohen Feinstaubbelastung wesentlich weniger bekannt ist, als über langfristig erhöhte Konzentrationen in der Atemluft: Jegliche Reduzierung und Vermeidung von Feinstaubemissionen ist vom Gesichtspunkt der Gesundheitsvorsorge sinnvoll und empfehlenswert.

Ultrafeine Partikel: Eine Herausforderung für die gesundheitliche Bewertung

Bei Verbrennungsprozessen entstehen auch sehr kleine sogenannte ultrafeine Partikel.² Gerade durch Feuerwerke werden große Mengen dieser Partikel freigesetzt. Sie sind zwar auch im PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ enthalten, gleichzeitig sind sie im Vergleich zu den größeren Partikeln aber so leicht, dass sie buchstäblich kaum ins Gewicht fallen. Daher sind insbesondere hohe PM_{10} -Konzentrationen nicht zwangsläufig mit einer hohen Anzahl von ultrafeinen Partikeln verbunden. An Silvester erreichen aber beide Partikelkenngrößen Spitzenwerte. Gelangen diese kleinsten Feinstaubbestandteile in die Luft, werden auch sie eingeatmet und erreichen so die tiefen Bereiche der Lungen. Toxikologische Untersuchungen deuten darauf hin, dass durch inhalierte ultrafeine Partikel auftretende gesundheitliche Effekte mit Hilfe eines technisch ermittelten Wertes (lung deposited surface area = LDSA) erklärt werden können.

² Staubteilchen mit einem Durchmesser von weniger als $0,1 \mu\text{m}$

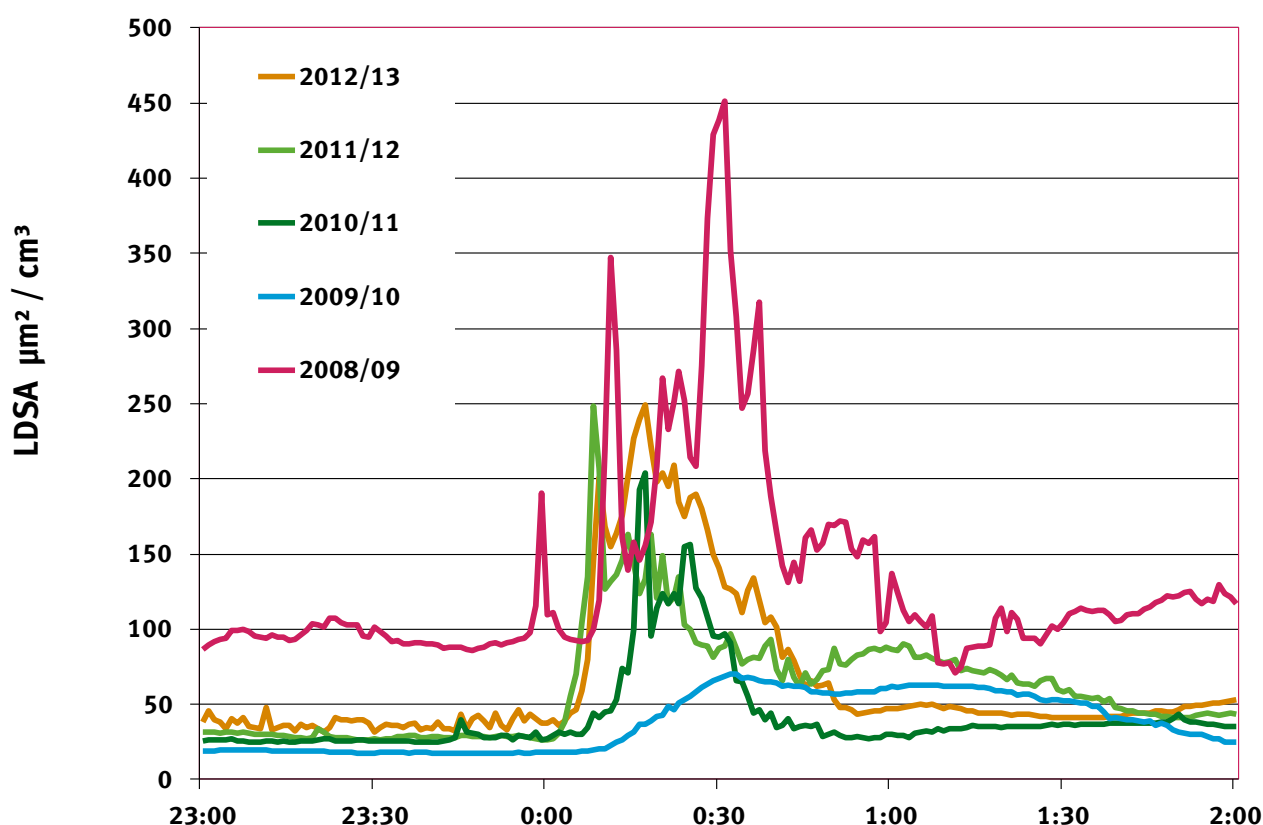
Über diese Hilfsgröße ist ein Vergleich verschiedener Ultrafeinstaubexpositionen für den Menschen möglich - ansatzweise auch eine gesundheitliche Bewertung dieser Belastung durch ultrafeine Partikel.

Für die ersten Neujahrstunden werden regelmäßig deutlich erhöhte LDSA-Belastungen gemessen, wie Abbildung 6 für eine ausgewählte Station des städ-

tischen Hintergrundes für die Jahre 2009 bis 2013 zeigt. Meteorologisch bedingt war die gesundheitliche Belastung in der Silvesternacht 2008/2009 analog zu den PM_{10} Werten besonders extrem. Höhere Werte traten an dieser Station das ganze restliche Jahr über nicht auf. Als Jahresdurchschnitt wurden $25 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ ermittelt.

Abbildung 6

LDSA-Minutenmittelwerte während der ersten Neujahrstunden am Stadtrand von Langen (Hessen)



Silvester ist besonders gefährlich fürs Ohr

Unser Ohr ist ein exzellentes, aber auch empfindliches Wahrnehmungsorgan. Wir können Geräusche präzise orten, feinste Unterschiede wahrnehmen und verstehen unseren Gegenüber selbst bei Lärm noch halbwegs gut. Unser Gehör ist ständig aktiv und liefert uns einen fortwährenden Informationsstrom über unsere Umwelt. Zu viel Schall kann jedoch bleibende Schäden hervorrufen, wie z.B. Verschlechterung des Hörvermögens bis hin zur Schwerhörigkeit sowie lästigen Ohrgeräuschen. Sowohl durch anhaltend hohe Dauerschallbelastung, als auch durch kurze sehr hohe Schallpegelspitzen können die Haarzellen

im Innenohr mit ihren feinen Härchen (Stereozilien) dauerhaft geschädigt werden. Bereits einmalige Ereignisse mit hoher Schallintensität, Knalle und Explosionen durch Spielzeugpistolen oder Feuerwerk, können unmittelbar zu dauerhaften Hörstörungen führen. Bei Spielzeugpistolen treten kurzzeitige Spitzenpegel von 160 Dezibel (dB(A)) auf, wenn sie unmittelbar am Ohr abgefeuert wurden. Ein Hörschaden ist die Folge. In Deutschland erleiden jährlich 8.000 Menschen zu Silvester Verletzungen des Innenohrs durch Feuerwerkskörper. Rund ein Drittel dieser Menschen behält bleibende Schäden, so eine Meldung im Deutschen Ärzteblatt im Jahre 2013³.

3 Dtsch. Ärzteblatt, 2013, 110, 1-2

Das dürfte eigentlich gar nicht sein, da die Lautstärke von Feuerwerkskörpern in Deutschland gesetzlich begrenzt wird. Im Sprengstoffgesetz finden sich dazu genaue Regelungen:

- Feuerwerkskörper der Klasse I dürfen von minderjährigen Personen benutzt werden, wobei eine Abgabeempfehlung von 12 Jahren eingehalten werden sollte oder die Verwendung unter Aufsicht einer erwachsenen Person stattfindet. Pyrotechnische Gegenstände der Klasse I dürfen nicht lauter als 120 dB(A), gemessen aus einem Meter Entfernung, sein.
- Knall-/Feuerwerkskörper der Klasse II dürfen nur von Personen benutzt werden, die 18 Jahre oder älter sind. Sie dürfen ohne eine anders lautende Ausnahmegenehmigung nur zu Silvester und Neujahr genutzt werden. Sie dürfen nicht lauter als 120 dB(A), gemessen in einer Entfernung von acht Metern, sein.

Für das Gehör ungefährlich sind Feuerwerkskörper nur dann, wenn der Sicherheitsabstand auch eingehalten wird: Für Feuerwerkskörper der Klasse I beträgt der Sicherheitsabstand mindestens einen Meter, für die der Klasse II mindestens acht Meter.

Da die Lautstärke eines Knallers mit abnehmender Entfernung deutlich ansteigt, steigt auch die Gefahr fürs Ohr, wenn der Sicherheitsabstand unterschritten wird. Die Schallenergie, die bei zwei Metern Abstand auf das Ohr trifft, ist rund zehnmal so hoch wie die bei der Einhaltung des Sicherheitsabstandes von acht Metern. Explodiert der Knaller nur einen Meter vom Ohr entfernt, ist die Schallenergie noch deutlich größer und das Gehör leidet. Wichtig beim Abbrennen des Feuerwerks ist deshalb, auf ausreichend Abstand zu den Knallkörpern zu achten und keine Knaller auf Personen zu werfen.

Unkalkulierbare Gefahren bringen Knallkörper mit sich, die nicht von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)⁴ zugelassen sind: Ihre Lautstärke kann so hoch sein, dass auch bei Einhaltung des Sicherheitsabstands Gehörschäden möglich sind. Manche dieser illegalen Knaller explodieren zudem zu schnell nach dem Anzünden, so dass schwerwiegende Verletzungen an Händen und Gesicht entstehen können.

Eine erfolgversprechende Therapie zur Heilung einer lärmverursachten Innenohrschwerhörigkeit gibt es bislang nicht. Ein chronischer Hörverlust ist irreversibel. Gehörschäden beeinträchtigen nicht nur die persönliche Entfaltung im Privatleben erheblich, sondern schränken auch die Möglichkeiten der Berufswahl drastisch ein.

Traditionen und Bräuche sind Teil unseres Lebens und sollen dies auch bleiben. Wir bitten Sie jedoch, einen Beitrag zur Verminderung der Feinstaubbelastung in der Silvesternacht zu leisten: Schränken Sie Ihr persönliches Feuerwerk ein oder verzichten Sie sogar ganz darauf. Gleichzeitig würden Sie so auch helfen, die Müllmenge von Verpackung und Umhüllung der Feuerwerkskörper und den Energieaufwand, der bei der Herstellung der Feuerwerkskörper erheblich ist, zu verringern.



Unter folgenden Links finden Sie außerdem:

- [unsere aktuellen Luftqualitätsdaten](#)
- [weiterführende Informationen zum Thema Weihnachten und Silvester](#)
- [Animation der PM₁₀-Konzentrationen in der Silvesternacht](#)

⁴ Feuerwerkskörper beider Klassen müssen von der BAM geprüft und zugelassen sein.



► **Diese Broschüre als Download**
www.uba.de

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt