



HINTERGRUND // NOVEMBER 2022

# Zum Jahreswechsel: Wenn die Luft „zum Schneiden“ ist

Für Mensch & Umwelt

Umwelt   
Bundesamt



**HINTERGRUND // NOVEMBER 2022**

**Zum Jahreswechsel:  
Wenn die Luft „zum Schneiden“ ist**



# Inhalt

<b>Was steckt in den Feuerwerkskörpern?</b> .....	<b>6</b>
<b>Die Umweltbelastung durch Feuerwerk</b> .....	<b>7</b>
Auswertungen des Umweltbundesamtes .....	8
Konsequenzen und Gesundheitsgefährdung .....	9
Ultrafeine Partikel: Belastung in den ersten Neujahrsstunden stark erhöht .....	11
<b>Silvester ist besonders gefährlich fürs Ohr</b> .....	<b>12</b>
<b>Höhenfeuerwerk vs. Silvesterfeuerwerk</b> .....	<b>13</b>
<b>Gibt es ökologisches Feuerwerk?</b> .....	<b>14</b>
<b>Viel Müll in der Silvesternacht</b> .....	<b>14</b>
<b>Unsere Bitte an Sie</b> .....	<b>14</b>

Das Feuerwerk um Mitternacht gehört für die meisten Menschen in Deutschland traditionell zum letzten Abend des Jahres. Ein Feuerwerk ist schön anzusehen. Es hat aber auch negative Seiten: Verbrennungen, Augenverletzungen und Hörschädigungen, Explosionsschäden und andere Sachschäden an Fahrzeugen und Gebäuden, der Eintrag von Plastik in die Umwelt, enorme Müllmengen, verängstigte Haustiere sowie ökologische Schäden und die Störung von Wildtieren. Das Silvesterfeuerwerk verursacht zudem immense Kosten für die Gemeinschaft. 100 bis 137 Millionen Euro<sup>1</sup> 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, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub><sup>2</sup>). Diese winzigen Staubteilchen sind nur Bruchteile von einem Millimeter groß und für das menschliche Auge nicht sichtbar. Feinstaub schadet der Gesundheit.



Staubfilter (dunkle Staubauflage auf dem linken Filter, rechts unbenutzter Filter), Foto Axel Eggert

### Was steckt in den Feuerwerkskörpern?

Je nach Typ bestehen Feuerwerkskörper zu 60–75 % aus Hüllen, Konstruktionsteilen und Verpackungen, für die Papier, Pappe, 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 das Knallen, das Pfeifen

und die Farben sorgen sogenannte Effektsätze. Strontium-, Kupfer- und Bariumverbindungen färben die Raketen rot, blau bzw. grün.

In der Europäischen Norm EN 15947-5:2015<sup>3</sup> sind Anforderungen an die Konstruktion und Funktion von Feuerwerkskörpern festgelegt. Sie schließt auch die Verwendung von verschiedenen Substanzen und Substanzgemischen aus, die zu einer Gefährdung führen würden. Dazu zählen zum Beispiel Hexachlorbenzol, Schwermetalle wie Arsen, Blei und Quecksilber, Pikrate und Mischungen aus Chloraten mit Metallen, Schwefel oder Sulfiden. Gemäß dieser Norm werden von benannten Stellen<sup>4</sup> in der Europäischen Union (EU) sogenannte EU-Baumusterprüfungen durchgeführt. Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)<sup>5</sup> ist eine dieser benannten Stellen und trägt für diese Zwecke die Kennnummer 0589. Nur nach bestandener Prüfung und nachgeschalteter positiver Bewertung des Qualitätssicherungssystems (QS-System) der Hersteller dürfen die Feuerwerkskörper mit dem CE-Kennzeichen für den gesamten Binnenmarkt der EU versehen werden. Je nach Grad der Gefährlichkeit werden in dieser Norm Kategorien von Feuerwerkskörpern definiert: Kategorie F1 (sehr geringe Gefahr) umfasst Ganzjahresfeuerwerk wie z. B. Tischfeuerwerk, Knallerbsen und Wunderkerzen. Feuerwerkskörper der Kategorie F1 dürfen in Deutschland während des ganzen Jahres an Personen abgegeben werden, die das 12. Lebensjahr vollendet haben und sind teilweise auch für den Gebrauch in Innenräumen geeignet. Zur Kategorie F2 (geringe Gefahr) gehört das typische Silvesterfeuerwerk wie z. B. Raketen, Batterien und Knallkörper, die zeitlich begrenzt (konkret am 31.12. und am 1.1.<sup>6</sup>) von erwachsenen Personen über 18 Jahren und ausschließlich im Freien abgefeuert werden dürfen.

Je nach Kategorie ist die in Feuerwerkskörpern zugelassene Explosivstoffmasse verschieden und nach oben begrenzt. So dürfen z. B. Knallkörper der Kategorie F2 maximal 6 Gramm Schwarzpulver und Fontänen der Kategorie F2 maximal 250 Gramm an pyrotechnischem Satz enthalten. Durch das Anzünden der Feuerwerkskörper verbrennen das Schwarzpulver und die pyrotechnischen Effektsätze. Konstruktionsteile

1 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/284913/umfrage/umsatz-der-deutschen-pyrotechnischen-industrie/>  
2 PM<sub>10</sub> – Staubteilchen mit einem Durchmesser von weniger als 10 µm (10 µm sind 10 Millionstel Meter) bzw. 2,5 µm

3 <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-15947-5/235033731>  
4 [https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm?fuseaction=directive.notifiedbody&dir\\_id=153041](https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/index.cfm?fuseaction=directive.notifiedbody&dir_id=153041)  
5 <https://www.bam.de/Navigation/DE/Home/home.html>  
6 § 23 der Ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz

und Hüllen verbrennen bei korrekter Zündung nicht. Für die Ermittlung der durch Feuerwerkskörper freigesetzten Feinstaubmenge ist daher die eingesetzte Menge pyrotechnischer Sätze relevant.

Professionelle Feuerwerke, die bei Veranstaltungen und Festen von ausgebildeten Pyrotechnikern abgefeuert werden, zählen zur Kategorie F4 (große Gefahr). Auch diese Feuerwerkskörper werden einer Konformitätsbewertung – die in der Regel aus der EU-Baumusterprüfung und der Bewertung des QS-Systems besteht – durch benannte Stellen wie der BAM unterzogen. Nach positiver Bewertung ist seitens des Herstellers die CE-Kennzeichnung anzubringen. Die Prüfung und Bewertung erfolgt dabei nach der Normenreihe DIN EN 16261 (2012). Für diese Feuerwerke gibt es keine formelle Begrenzung der Nettoexplosivstoffmasse, jedoch typabhängige Anforderungen an die Konstruktion und Funktion. Bei Großfeuerwerkskörpern, bei denen Knall-, Explosions- und/oder Pfeifeffekte Teil ihrer Funktion sind, muss der Schalldruckpegel in einem zuvor festgelegten Abstand vom Abschussort gemessen werden.

## Die Umweltbelastung durch Feuerwerk

Jährlich<sup>7</sup> werden rund 2.050 Tonnen Feinstaub (PM<sub>10</sub>) durch das Abbrennen von Feuerwerkskörpern freigesetzt, der größte Teil davon – rund 75 Prozent – in der Silvesternacht. Diese Menge entspricht knapp einem Prozent der insgesamt in Deutschland freigesetzten Feinstaubmenge pro Jahr. Die errechneten Emissionen beruhen auf den statistisch gemeldeten Import- und Exportmengen der in Deutschland zugelassenen Feuerwerkskörper und experimentell ermittelten Emissionsfaktoren. Die Verwendung experimentell ermittelter Emissionsfaktoren stellt eine Änderung gegenüber dem bisher im UBA verwendeten Berechnungsverfahren dar. Bisher errechnete das UBA mit den konservativen Emissionsfaktoren nach dem EMEP-Guidebook<sup>8</sup> unter der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) Berichterstattung Emissionen in Höhe von rund 4.200 Tonnen Feinstaub pro Jahr aus dem Abbrand von Feuerwerkskörpern. Warum hat das UBA seine Berechnungsmethode umgestellt? Der Verband der pyrotechnischen Industrie (VPI) hat von einem

## Die PM<sub>10</sub>-Emissionen werden im UBA wie folgt ermittelt:

Emissionen =  
Einsatzmenge × NEM-Anteil × Emissionsfaktor  
(NEM = Nettoexplosivmasse)

Einsatzmenge =  
Import – Export + Produktion im Inland – nicht  
ausgelieferte Menge – Retourenmenge + Retouren-  
menge des Vorjahres

Emissionsfaktor (EF) 2019:  
EF Silvester = 286,2 g PM<sub>10</sub>/kg NEM  
EF unterjährig = 253,0 g PM<sub>10</sub>/kg NEM

Datenquelle der Einsatzmengen und des Emissions-  
faktors:

- ▶ Destatis Außenhandelsstatistik Meldenummer:  
WA36041000 Feuerwerkskörper
- ▶ VPI – Verband der pyrotechnischen Industrie

unabhängigen Prüfinstitut Emissionsmessungen beim Abbrand von Feuerwerk durchführen lassen<sup>9</sup>. Aus diesen können grundsätzlich Emissionsfaktoren abgeleitet werden. Der VPI hat dem UBA die Ergebnisse der experimentellen Studie vorgestellt. Mit den vom VPI zur Verfügung gestellten differenzierten Absatzzahlen – die dem UBA so bisher nicht vorlagen – zu unterjährigem und Silvester-Feuerwerk und den experimentell ermittelten Emissionsfaktoren fallen die errechneten Emissionen geringer aus als bisher. Die mit der Studie und in der Diskussion zwischen VPI und UBA entwickelte Vorgehensweise zur Ermittlung der Feinstaubemissionen aus Feuerwerk ist valide und fachlich korrekt. Für die formelle Berichterstattung des UBA im Jahr 2021 wurden erstmals die nach der neuen Methode ermittelten Emissionen verwendet. Der VPI hat seine Studienergebnisse in einem wissenschaftlichen Journal publiziert (Keller and Schragen, 2021)<sup>10</sup>.

<sup>7</sup> Durchschnitt über 10 Jahre vor jeglichen Coronabeschränkungen, coronabedingter Rückgang um 87% im Jahr 2020

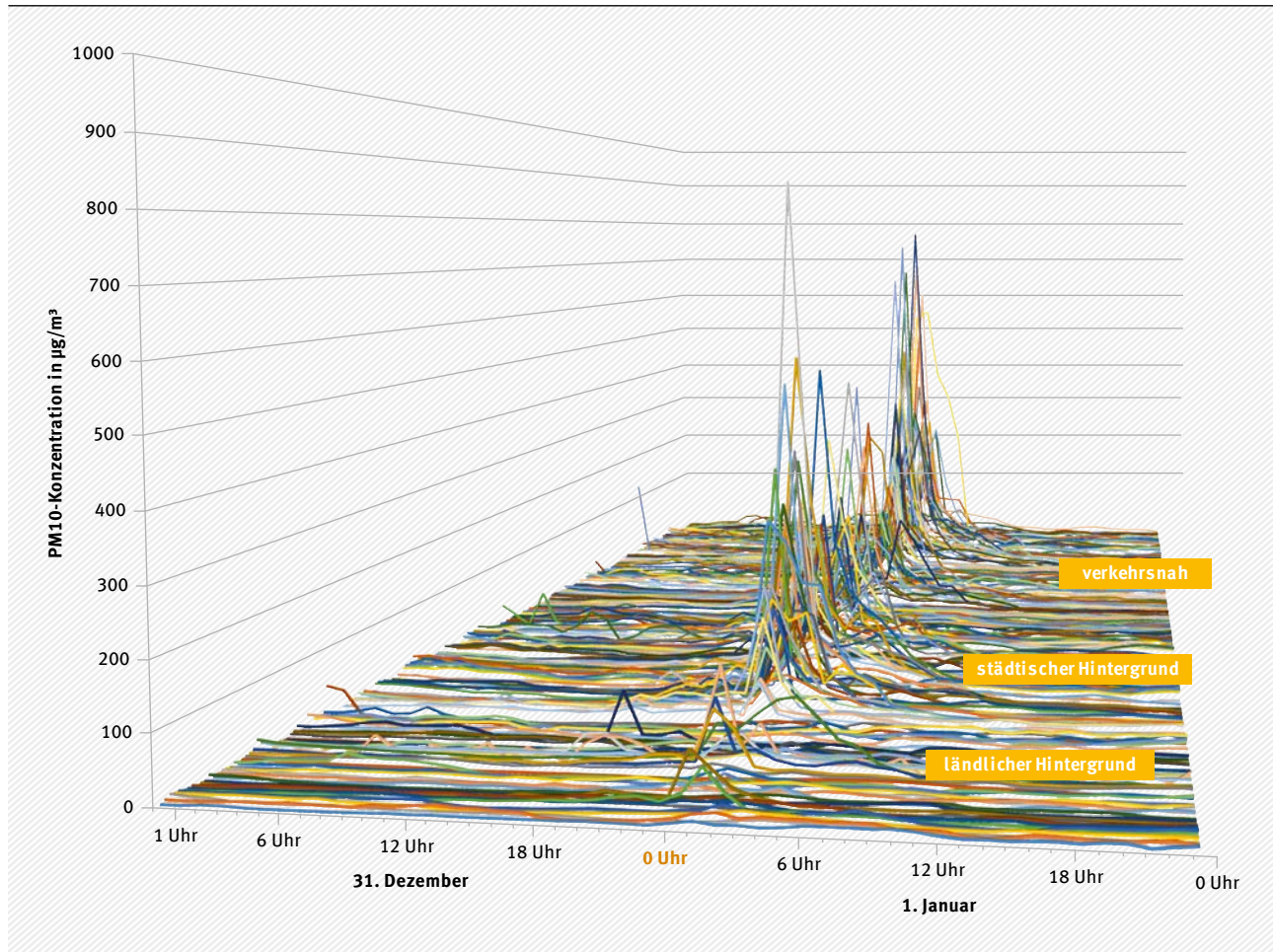
<sup>8</sup> European Monitoring and Evaluation Programme <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

<sup>9</sup> [https://www.feuerwerk-vpi.de/presse/artikel?tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=194&cHash=3b2ef6408cd204e1149a459ae90ea32c](https://www.feuerwerk-vpi.de/presse/artikel?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=194&cHash=3b2ef6408cd204e1149a459ae90ea32c)

<sup>10</sup> Keller, F. and Schragen C., Determination of Particulate Matter Emission Factors of Common Pyrotechnic Articles, Propellants Explos. Pyrotech. 2021, 46, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/prep.202000292>.

Abbildung 1

**Beispielhafte stündliche PM<sub>10</sub>-Konzentrationsverläufe 2018/2019 an allen deutschlandweiten Messstationen**



Kohlendioxid(CO<sub>2</sub>)-Emissionen aus Feuerwerkskörpern sind nach Schätzungen des Umweltbundesamtes von geringer Bedeutung. Mit einem Emissionsfaktor von 0,156 t fossiles CO<sub>2</sub>/t NEM (NEM = Nettoexplosivmasse) ergeben sich Emissionen von rund 1.150 t CO<sub>2</sub>. Dies ist ein Anteil von 0,00013 % an den jährlichen deutschen Treibhausgasemissionen.

**Auswertungen des Umweltbundesamtes**

Auswertungen der Daten aus den Messnetzen der Länder und des Umweltbundesamtes zeigen (siehe 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. PM<sub>10</sub>-Stundenwerte um 1.000 Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter Luft (µg/m<sup>3</sup>) sind in der ersten Stunde des neuen Jahres in Großstädten keine Ausnahme. Zum Vergleich: Im Jahr 2018 betrug die mittlere PM<sub>10</sub>-Konzentration der städtischen Messstationen in Deutschland circa 18 µg/m<sup>3</sup>.

Im ländlichen Bereich erreichen die PM<sub>10</sub>-Stundenwerte keine derartigen Spitzen, das Silvesterfeuerwerk ist aber dennoch in den Verläufen deutlich erkennbar. Sobald der Feinstaub in der Luft mit dem Wind aus den Städten hinaus transportiert wird, kann auch dort die PM<sub>10</sub>-Konzentration ansteigen.

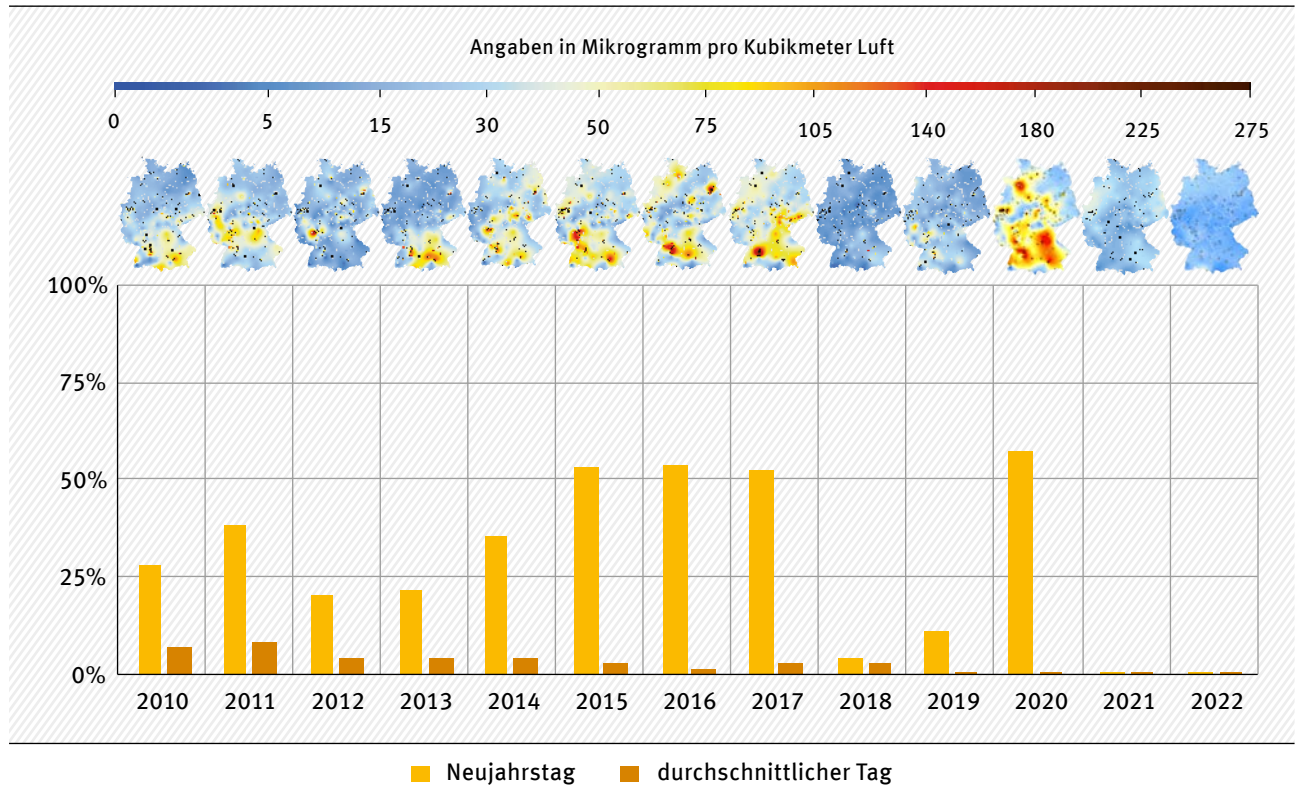
Wie schnell die Feinstaubbelastung nach dem Silvesterfeuerwerk abklingt, hängt vor allem von den Wetterverhältnissen ab. Kräftiger Wind hilft, die Schadstoffe rasch zu verteilen. Bei windschwachen Wettersituationen mit eingeschränktem vertikalen Luftaustausch verbleiben die Schadstoffe jedoch über viele Stunden in der Luft und reichern sich in den unteren Atmosphärenschichten an. Die Bedeutung der meteorologischen Verhältnisse für die Belastungssituation während des Neujahrstages ist in den Karten in Abbildung 2 ersichtlich.



Abbildung 2

**PM<sub>10</sub>-Tagesmittel**

**Konzentrationen am Neujahrstag (Karte) 2010 - 2022 und Anteil aller Stationen mit Tageswerten > 50 µg/m<sup>3</sup>**



Die Animation unter dem Link <http://gis.uba.de/website/silvester/> zeigt die Entwicklung der PM<sub>10</sub>-Luftbelastungssituation durch Silvesterfeuerwerk für die Jahreswechsel 2003/2004 bis 2021/2022. Sie veranschaulicht die sich stündlich ändernde Luftbelastung durch Feinstaub in den Neujahrsnächten. 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. Die Feinstaub-Grenzwerte gelten seit dem 01.01.2005 und sind in allen EU-Mitgliedstaaten verbindlich. Für PM<sub>10</sub> gilt: Der Tagesmittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> darf nicht öfter als 35 mal im Jahr überschritten werden.

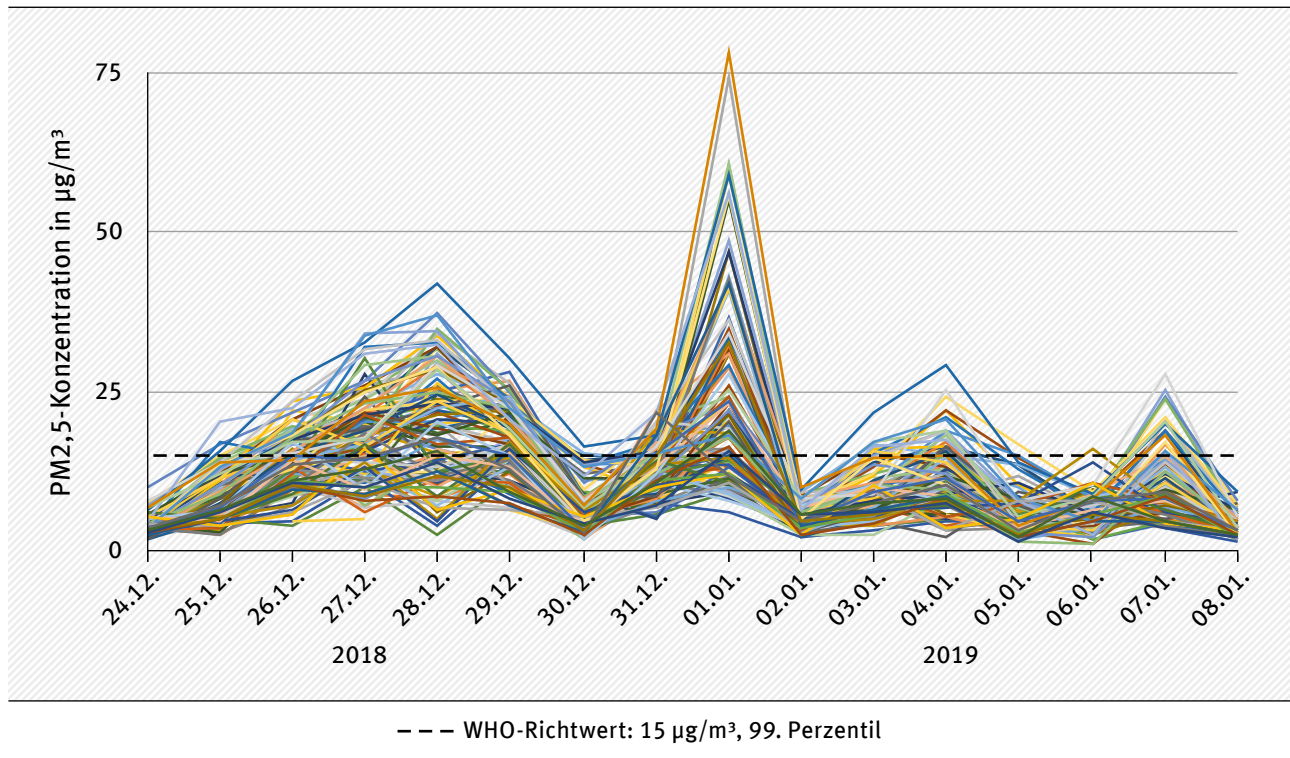
Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) nennt in ihrer 2021 veröffentlichten Neuauflage der Luftgüteleitlinien einen noch niedrigeren Tagesmittelwert von 45 µg/m<sup>3</sup> (99. Perzentil), der nicht überschritten werden soll<sup>11</sup>.

Die an nur wenigen Stunden des Neujahrstages extrem hohen PM<sub>10</sub>-Stundenwerte führen häufig schon zu Tagesmittelwerten über 45 µg/m<sup>3</sup> bzw. 50 µg/m<sup>3</sup>. 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 die Zusatzbelastung durch Silvesterfeuerwerk oft zu besonders deutlichen Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> (s. Karten in Abbildung 2).

11 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>

Abbildung 3

**PM<sub>2,5</sub>-Tagesmittelwerte an städtischen Messstationen**  
 jede Kurve: Verlauf an einer städtischen Station



Deutschlandweit betrachtet sind in Städten somit am ersten Januar deutlich mehr Stationen von Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-Tagesgrenzwertes betroffen als an einem durchschnittlichen Tag im restlichen Jahr.

Eine Ausnahme bildet hier der Neujahrstag 2018, an dem mit regnerischem, windigem Wetter für die Schadstoffverdünnung sehr günstige Bedingungen herrschten.

Als Resultat der außergewöhnlich niedrigen freigesetzten PM<sub>10</sub>-Mengen aufgrund der Corona-Maßnahmen war die PM<sub>10</sub>-Belastung an den Neujahrstagen 2021 und 2022 signifikant niedriger als sonst, entsprach in etwa einem durchschnittlichen Tag des Jahres.

Partikel mit maximalem Durchmesser von bis zu 10 µm (PM<sub>10</sub>) können beim Menschen in die Nasenhöhle, die Luftröhre und die Bronchien eindringen. Die kleineren Partikel PM<sub>2,5</sub> (Partikel mit maximalem Durchmesser von bis zu 2,5 µm) gelangen bis in die kleinen Bronchien und Bronchiolen. Ein zahlenmäßig sehr hoher Anteil dieser sehr kleinen Partikel kann sogar die Lungenbläschen erreichen und so auch in den Blutkreislauf gelangen. Für diese Partikel (PM<sub>2,5</sub>) gilt ein Grenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel, der

in Deutschland flächendeckend eingehalten wird. Für Silvester sind solche Jahresmittel-Grenzwerte nicht wirklich relevant. Hier kommt es eher auf die kurzfristige Belastung an, welche ebenfalls gesundheitsrelevant sein kann: Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt, Tagesmittelwerte von 15 µg/m<sup>3</sup> (99. Perzentil) nicht zu überschreiten. Wie aus Abbildung 3 deutlich wird, kam es am beispielhaften Neujahrstag 2019 aufgrund des nächtlichen Feuerwerks an zahlreichen Messstationen zu deutlichen Überschreitungen dieses Wertes für PM<sub>2,5</sub>.

Das Einatmen von Feinstaub gefährdet die menschliche Gesundheit – und zwar bei kurzfristig hoher wie auch bei langfristig erhöhter Belastung. 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. Dazu kommt, dass angenommen werden kann, dass die Feinstaubbelastung in der Silvesternacht besonders gesundheitsschädlich ist. Dies hat zwei Gründe. Erstens besteht die Luftbelastung zu einem Zeitpunkt, zu dem niedrige Außentemperaturen verbunden mit einer niedrigen Luftfeuchtigkeit im Außen- und Innenbereich auftreten. Die Kombination dieser Faktoren trägt dazu bei, dass Reizungen, Asthmaanfälle und Atemwegsinfektionen wahrscheinlicher werden. Zweitens können die durch Feuerwerk entstehenden Verbrennungsprodukte giftige und die Atemwege reizende Stoffe (z. B. Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid) sowie diverse (teilweise polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und metallhaltige) Feinstäube enthalten. Je nach Produktart, Verwendung und Witterung können diese Verbrennungsprodukte in sehr unterschiedlichen Konzentrationen auftreten. Die an den Messstationen erhobenen Konzentrationen gasförmiger Luftschadstoffe, insbesondere Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) und Ozon ( $\text{O}_3$ ), zeigen allerdings keine signifikanten Auffälligkeiten durch den Abbrand von Feuerwerk. Auch wenn über die akuten Wirkungen einer kurzfristig hohen Feinstaubbelastung wie zu Silvester 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: Belastung in den ersten Neujahrstunden stark erhöht**

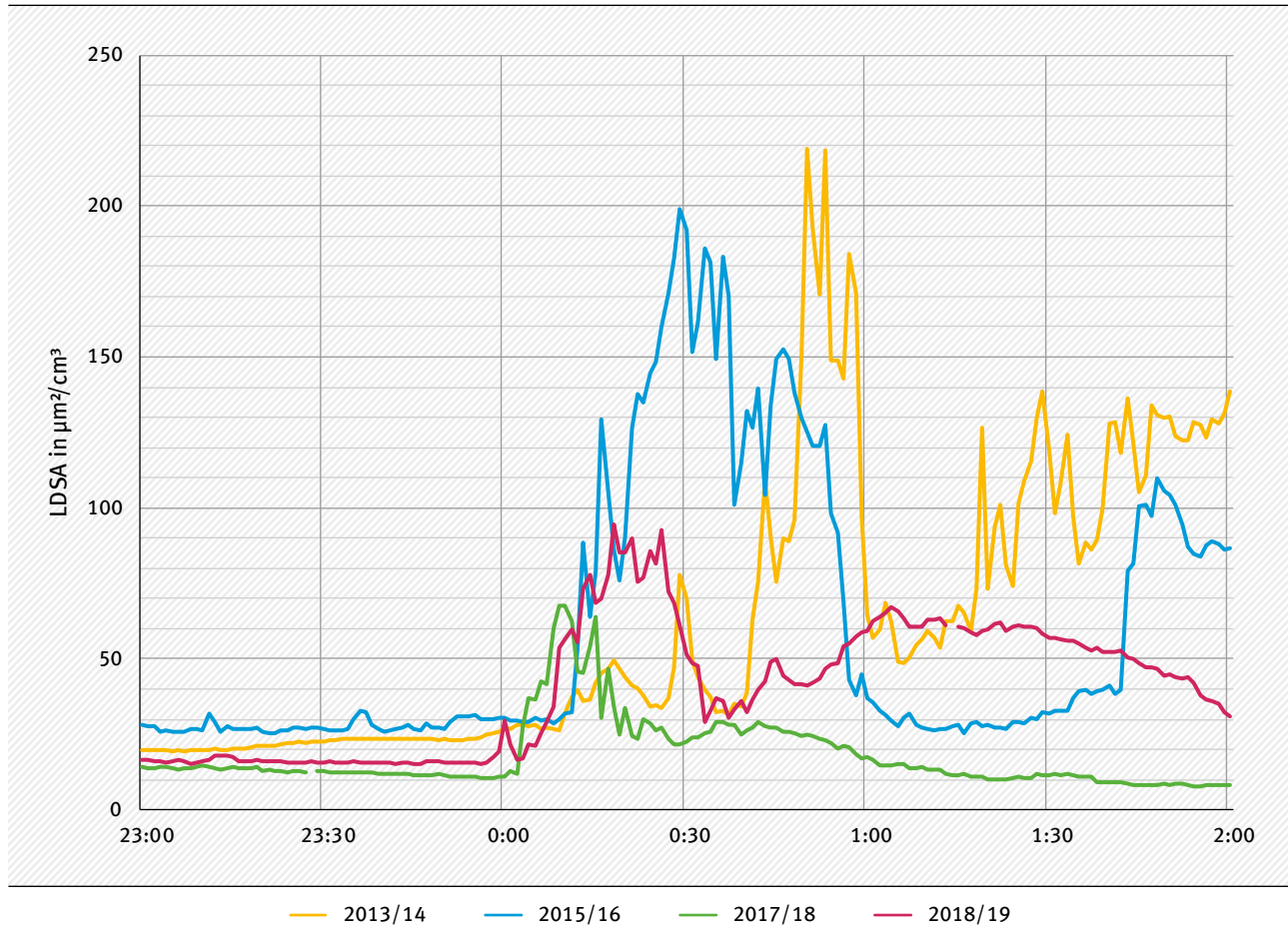
Bei Verbrennungsprozessen entstehen auch sehr kleine, sogenannte ultrafeine Partikel<sup>12</sup>. Gerade durch Feuerwerke werden große Mengen dieser kleinsten Partikel freigesetzt. Sie sind zwar auch im  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$  enthalten, gleichzeitig sind sie im Vergleich zu den größeren Partikeln aber so leicht, dass sie buchstäblich kaum ins Gewicht fallen und üblicherweise kaum gemessen und berichtet werden.

Hohe  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen sind nicht zwangsläufig mit einer hohen Anzahl von ultrafeinen Partikeln verbunden. An Silvester erreichen aber alle Partikelkenngrößen Spitzenwerte. Gelangen diese kleinsten Feinstaubbestandteile in die Luft, werden auch sie eingeatmet und erreichen so die tiefen Bereiche der Lungen.

<sup>12</sup> Staubteilchen mit einem Durchmesser von weniger als  $0,1 \mu\text{m}$

Abbildung 4

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



Toxikologische Untersuchungen deuten darauf hin, dass durch inhalede ultrafeine Partikel auftretende gesundheitliche Effekte durch deren Ablagerung auf der Lungenoberfläche erklärt werden können<sup>13</sup>.

In den ersten Neujahrsstunden werden auch regelmäßig deutlich erhöhte Belastungen mit ultrafeinen Partikeln gemessen, wie die schnell ansteigenden Minutenwerte der lungendeponierbaren Partikeloberfläche (LDSA) für eine Station des städtischen Hintergrundes am Stadtrand von Langen (Hessen) für die Jahreswechsel von 2013 bis 2019 zeigen (Abbildung 4). In den Stunden nach Mitternacht ergeben sich damit meist die höchsten Stundenmittelwerte des gesamten folgenden Jahres. Neben der Ausgestaltung des Feuerwerks an den einzelnen Jahreswechseln

spielen für den Verlauf der Belastung vor allem die Ausbreitungsbedingungen vor Ort (z. B. Windrichtung und -geschwindigkeit) eine wichtige Rolle.

**Silvester ist besonders gefährlich fürs Ohr**

Unser Ohr ist ein exzellentes, aber auch empfindliches Wahrnehmungsorgan. Schon geringe Schädigungen und Beeinträchtigungen werden von vielen von uns als äußerst belastend empfunden. Wir können Geräusche normalerweise präzise orten, feinste Unterschiede wahrnehmen und verstehen unser 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, von einer Verschlechterung des Hörvermögens bis hin zur Schwerhörigkeit sowie lästigen Ohrgeräuschen. Sowohl durch anhaltend hohe Dauerschallbelastung als auch durch einzelne laute Schallereignisse können die Haarzellen im Innenohr mit ihren feinen Härchen

<sup>13</sup> Birmili, W., Süring, K., Becker, K., Gerwig, H., Schwirn, K., Löschau, G., Plaß, D., Tobollik, M.: Ultrafeine Partikel in der Umgebungsluft – aktueller Wissensstand. UMID (Umwelt und Mensch – Informationsdienst). Nr. 2, S. 57–65, 2018. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/publikationen/uba\\_birmili.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/publikationen/uba_birmili.pdf)

(Stereozilien) dauerhaft geschädigt werden. Bereits einmalige Ereignisse mit hoher Schallintensität, Knalle und Explosionen durch Spielzeugpistolen oder Feuerwerk, können unmittelbar zu dauerhaften Gehörschäden führen.

In Deutschland erleiden jährlich zirka 8.000 Menschen zu Silvester Schädigungen des Innenohrs durch Feuerwerkskörper. Viele dieser Menschen behalten bleibende Schäden.

Das dürfte eigentlich gar nicht sein, da die Lautstärke von Feuerwerkskörpern europaweit gesetzlich auf einen Schallpegel<sup>14</sup> von 120 dB(AI) am Sicherheitsabstand begrenzt ist. Die für die private Nutzung konformitätsbewerteten Feuerwerkskörper der Kategorie F2 (Silvesterfeuerwerk) dürfen diese Grenze, gemessen in einem Sicherheitsabstand von acht Metern, nicht überschreiten. Für das Gehör ungefährlich sind Feuerwerkskörper nur dann, wenn dieser Sicherheitsabstand eingehalten wird.

Da die Lautstärke eines Knalls mit abnehmender Entfernung deutlich ansteigt, steigt auch die Gefahr fürs Ohr, wenn der Sicherheitsabstand unterschritten wird. Der Schallpegel, der in einem Meter Abstand auf das Ohr trifft, ist um 18 dB höher als der Pegel bei der Einhaltung des Sicherheitsabstandes von acht Metern. 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 konformitätsbewertet sind. Erkennbar sind diese an der fehlenden CE-Kennzeichnung: Ihre Lautstärke kann so hoch sein, dass auch bei Einhaltung des Sicherheitsabstands Gehörschäden möglich sind. Manche dieser illegalen Feuerwerkskörper explodieren zudem zu schnell nach dem Anzünden, so dass schwerwiegende Verletzungen an Händen und Gesicht entstehen können.

Eine Therapie zur Heilung einer lärmverursachten Innenohrschwerhörigkeit gibt es bislang nicht. Ein chronischer Hörverlust kann nicht rückgängig gemacht werden. Gehörschäden beeinträchtigen

nicht nur das Privatleben erheblich, sondern schränken auch die Möglichkeiten der Berufswahl oder viele Tätigkeiten im Berufsleben drastisch ein.

Tipps für ein sicheres Silvesterfeuerwerk finden Sie auch auf den Webseiten der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) unter <https://www.bam.de/Navigation/DE/Aktuelles/Silvester/silvester.html>

### Höhenfeuerwerk vs. Silvesterfeuerwerk

Silvesterfeuerwerke werden von vielen Menschen an vielen Orten in Deutschland nahezu zeitgleich abgefeuert. Das bedeutet, in kurzer Zeit wird eine große Menge Feinstaub in die Luft freigesetzt. Der überwiegende Teil der vom Feuerwerk verursachten rund 2.050 Tonnen Feinstaub gelangt in der Silvesternacht in die Luft. Das führt zu dem sprunghaften Anstieg der Feinstaubkonzentration in der Luft, der nahezu deutschlandweit – mit Ausnahme abgelegener ländlicher Bereiche – in den Messdaten der Luftqualitäts-Messstationen zu erkennen ist. Herrscht in der Silvesternacht dazu noch eine austauscharme Wetterlage – wie es im Winter oft der Fall ist – kann der Feinstaub auch über längere Zeit in der Luft verbleiben.

Im Gegensatz dazu sind Höhenfeuerwerke der Kategorie F4, die häufig den Abschluss von Veranstaltungen bilden, lokal auf eine Stadt und zeitlich auf meist nur wenige Minuten begrenzt. Die dabei freigesetzte Feinstaubmenge ist insgesamt betrachtet nur ein Bruchteil derer zu Silvester. Zudem kommen Feuerwerkskörper zum Einsatz, die in größeren Höhen als Silvesterraketen explodieren. In der Regel werden auch keine bodennahen Knallkörper verwendet. Das bedeutet, der Feinstaub wird nicht bodennah sondern in größeren Höhen freigesetzt und kann sich dort mit dem Wind rasch verteilen. An Feinstaub-Messstationen in der Nähe ist der Einfluss solcher Höhenfeuerwerke nicht oder nur geringfügig in den bodennahen Feinstaubkonzentrationen erkennbar.

14 A-bewerteter Impuls-Schalldruckpegel

## Gibt es ökologisches Feuerwerk?

Die Antwort lautet: Aktuell nicht. Das Abbrennen von Feuerwerkskörpern setzt Feinstaub frei, wie viele andere Verbrennungsprozesse. Erst durch das Verbrennen der in Feuerwerkskörpern enthaltenen pyrotechnischen Sätze werden die gewünschten Licht- und Knall-Effekte erzielt. Auch die Umhüllungen aus Pappe und Kunststoff werden für diese Effekte benötigt. Die in der Film- und Theaterbranche bereits eingesetzte vermeintlich „rauchfreie“ Pyrotechnik hält nicht, was der Name versprechen könnte. Bei diesen Gegenständen ist lediglich der sichtbare Rauch reduziert. Die freigesetzten Partikel sind jedoch noch kleiner als bei einem klassischen Feuerwerk und dadurch für die Gesundheit noch schädlicher. Feinstaubfreie Alternativen zum Feuerwerk sind druckgasbetriebene Konfettikanonen oder auch Lasershows.

## Viel Müll in der Silvesternacht

Viele Menschen lassen es in der Silvesternacht krachen und hinterlassen dabei tonnenweise Müll wie Böllerreste, Verpackungen, Flaschen und Scherben auf den Straßen und Gehwegen. Der Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU) meldete am 20.12.2018<sup>15</sup>: „Allein in den fünf größten deutschen Städten (Berlin, Hamburg, München, Köln, Frankfurt am Main) entfernen die kommunalen Abfallentsorger am Neujahrstag rund 191 Tonnen Silvesterabfall. Am 1. Januar sind in diesen Städten über 1.100 Mitarbeiter für die Neujahrsreinigung im Einsatz, um Straßen und Gehwege von dem Abfall zu befreien.“ Die in den Resten der Feuerwerkskörper enthaltenen Chemikalien können durch Regen- und Schmelzwasser weggespült werden und so in den Boden und in Gewässer gelangen. Eine richtige und zeitnahe Entsorgung ist daher wichtig und sollte durch jeden, der Feuerwerk abbrennt, erfolgen. Der VKU gibt für die richtige Entsorgung des Silvestermülls folgende Hinweise: „Abgebrannte Feuerwerkskörper,

Mehrschussbatterien und Böller müssen im Restmüll entsorgt werden. Auch Papprohren, die in Feuerwerkskörpern verarbeitet wurden oder gezündete Mehrschussbatterien aus Pappe gehören zwingend in die graue Tonne.“ Keinesfalls sollten sie in den Papier- oder gar in den Biomüll gegeben werden, weil sie giftige Reststoffe und teils auch Plastikbestandteile enthalten.

## Unsere Bitte an Sie

Traditionen und Bräuche sind Teil unseres Lebens und sollen dies auch bleiben. Wir bitten Sie jedoch, einen Beitrag zur Verminderung der Feinstaubbelastung und des Lärms in der Silvesternacht zu leisten: Schränken Sie Ihr persönliches Feuerwerk ein oder verzichten bestenfalls 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. Auch viele Haus- und Wildtiere würden es Ihnen danken.

Unter folgenden Links finden Sie außerdem:

- ▶ unsere aktuellen Luftqualitätsdaten (<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftdaten/>)
- ▶ Animation der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen in der Silvesternacht (<http://gis.uba.de/website/silvester/>)
- ▶ Weitere Informationen zum Thema Lärmwirkungen (<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkungen>)
- ▶ Weiterführende Informationen zur UBA-App Luftqualität (<https://www.umweltbundesamt.de/app-luftqualitaet>)

<sup>15</sup> [https://www.vku.de/presse/pressemitteilungen/feuerwerk-zu-silvester-rund-191-tonnen-silvesterabfall-faellt-am-neujahrstag-allein-in-den-fuenf-groessten-staedten-an/?sword\\_list\[\]=Silvester&no\\_cache=1](https://www.vku.de/presse/pressemitteilungen/feuerwerk-zu-silvester-rund-191-tonnen-silvesterabfall-faellt-am-neujahrstag-allein-in-den-fuenf-groessten-staedten-an/?sword_list[]=Silvester&no_cache=1)





► **Unsere Broschüren als Download**  
Kurzlink: [bit.ly/2dowYYI](https://bit.ly/2dowYYI)

 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)  
 [www.youtube.com/user/umweltbundesamt](https://www.youtube.com/user/umweltbundesamt)  
 [www.instagram.com/umweltbundesamt/](https://www.instagram.com/umweltbundesamt/)