

11. LUFTREINHALTUNG IN RHEINLAND-PFALZ – ENTWICKLUNG UND ERFOLGE BEI DER REDUZIERUNG DER IMMISSIONSBELASTUNGEN

Maßnahmen zur Verringerung der Schadstoffbelastung der Luft wurden in Rheinland-Pfalz bereits in den 1970er Jahren ergriffen, als im Jahr 1976 aufgrund der festgestellten Immissionsbelastungen die Regionen Ludwigshafen-Frankenthal und Mainz-Budenheim zu Belastungsgebieten erklärt wurden. Im Jahr 1980 wurde der Luftreinhalteplan für Ludwigshafen-Frankenthal veröffentlicht, im Jahr 1982 der für Mainz-Budenheim. Die Fortschreibung dieser Luftreinhaltepläne erfolgte in den Jahren 1989 bzw. 1993. Beide Fortschreibungen enthielten neben den Emissionskatastern und den Ergebnissen der Immissionsmessungen umfangreiche Untersuchungen zu den Auswirkungen der Luftbelastung. In den Kapiteln „Ursachenanalyse“ wurde der Zusammenhang zwischen den Emissionen und der festgestellten Immissionsbelastung ermittelt. Daraus resultierten die im Kapitel „Maßnahmenplan“ beschriebenen Maßnahmen zur Reduzierung der festgestellten Immissionsbelastung.

Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahmen waren die Gesetze und Verordnungen zur Luftreinhaltung

11.1 Gesetzliche Vorgaben zur Luftreinhaltung

Gesetzliche Vorgaben und Regelungen zur Luftreinhaltung gibt es seit den 1970er Jahren. Die wichtigsten sind in den Tabellen 11.1 bis 11.3 aufgeführt.

Tab. 11.1: Internationale Abkommen und Richtlinien zur Luftreinhaltung

| Maßnahme | Jahr | Ziel |
|--|------|--|
| Genfer Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (LRTAP = Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) | 1979 | Schutz für Mensch und Umwelt durch Begrenzung, Reduktion sowie Prävention von Luftverunreinigungen |
| Montreal-Protokoll | 1987 | Schutz der stratosphärischen Ozonschicht |

Mit der Verabschiedung der Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie, ABl. EG L 296 S. 55) hat die Europäische Gemeinschaft den Rahmen für die künftige Rechtsentwicklung im Bereich der Luftqualität geschaffen.

Einen wichtigen Beitrag zur Luftreinhaltung leisten die durch die Europäische Union festgelegten Euro-normen für Kfz-Abgase.

In Tabelle 11.2 sind die jeweils gültigen Abkommen und Richtlinien aufgeführt.

Tab. 11.2: Europäische Abkommen zur Luftreinhaltung im Rahmen der UN-ECE-Verhandlungen und Festlegung von Euronormen für Kfz-Abgase

| | | |
|--|------|--|
| Helsinki-Protokoll | 1985 | 1. und 2. Schwefel-Protokoll zur Reduzierung der Schwefelemissionen |
| Oslo-Protokoll | 1994 | |
| Sofia-Protokoll | 1988 | Rückführung der Stickstoffoxidemissionen |
| Genfer-Protokoll | 1991 | Rückführung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen |
| Aarhus-Protokoll | 1998 | Rückführung von Schwermetallen und persistenten organischen Verbindungen |
| Göteborg-Protokoll | 1999 | Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon |
| Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa | 2008 | Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität; EU-Limmissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Benzol, Partikel (PM10, PM2,5) und Blei sowie Ozon in der Luft |
| Richtlinie über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und PAK in der Luft | 2004 | Zielwerte in der Luft, die bis 2012 eingehalten werden sollen |
| Thematische Strategie zur Luftreinhaltung (CAFE = Clean Air For Europe) | 2005 | Verbesserter Schutz der menschlichen Gesundheit, Reduzierung der Versauerung und Eutrophierung |
| Richtlinie über nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC = National Emissions Ceilings) | 2002 | Festsetzen von nationalen Emissionshöchstgrenzen für die Mitgliedstaaten bei den Schadstoffen SO ₂ , NO _x , NH ₃ und VOC |
| VOC-Richtlinie (VOC = Volatile Organic Compounds) | 1999 | Begrenzung von Emissionen flüchtiger, organischer Verbindungen |
| Abfallverbrennungsrichtlinie | 2000 | Emissionsbegrenzung bei der Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen |
| Großfeuerungsanlagen-Richtlinie | 2001 | Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft |
| Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) | 2008 | Genehmigungspflicht für bestimmte industrielle und landwirtschaftliche Tätigkeiten mit einem hohen Verschmutzungspotential |
| Richtlinie über Industrieemissionen (IED-Richtlinie) | 2012 | Neufassung der IVU-Richtlinie; Verstärkte Berücksichtigung der „besten verfügbaren Technik“ (BVT) |
| EURO 1 Norm für Pkw | 1991 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 1992 / 1993 |
| EURO I Norm für Lkw | 1991 | Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1992 / 1993 |
| EURO II Norm für Lkw | 1991 | Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1995 / 1996 |
| EURO 2 Norm für Pkw | 1994 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 1996 / 1997 |
| EURO 3 Norm für Pkw | 1998 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2000 / 2001 |
| EURO 4 Norm für Pkw | 1998 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2005 / 2006 |
| EURO 5 Norm für Pkw | 2006 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2009 / 2010 |
| EURO 6 Norm für Pkw | 2012 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2014 / 2015 |
| EURO 6b Norm für Pkw | 2016 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2014 / 2015 |

| | | |
|---------------------------|------|--|
| EURO 6c Norm für Pkw | 2017 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2018 / 2019 |
| EURO 6d TEMP Norm für Pkw | 2017 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2017 / 2019 |
| EURO 6d Norm für Pkw | 2018 | Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2020 / 2021 |
| EURO I Norm für Lkw | 1991 | Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1992 / 1993 |
| EURO II Norm für Lkw | 1991 | Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1995 / 1996 |
| EURO III Norm für Lkw | 1999 | Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2000 |
| EURO IV Norm für Lkw | 1999 | Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2005 |
| EURO V Norm für Lkw | 1999 | Abgasgrenzwerte für Lkw (NO _x) ab 2008 |
| EURO VI Norm für Lkw | 2007 | Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2012 / 2013 |

Nationale Regelungen der Bundesregierung zur Luftreinhaltung gibt es seit dem Jahr 1974, nachdem das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BlmSchG) erlassen wurde.

Tab. 11.3: Nationale Regelungen zur Luftreinhaltung

| |
|--|
| Bundes-Immissionsschutzgesetz (Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, (BlmSchG) vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) |
| Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BlmSchV) vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S.38) /1. BlmSchV/ |
| Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen - 2. BlmSchV) vom 10. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2694) /2. BlmSchV/ |
| Zehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraft- und Brennstoffen - 10. BlmSchV) vom 8. Dezember 2010 (BGBl. I S.1849) /10. BlmSchV/ |
| Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen - 13. BlmSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1023) /13. BlmSchV/ |
| Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen – 17. BlmSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1044) /17. BlmSchV/ |
| Zwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin – 20. BlmSchV) vom 18. August 2014 (BGBl. I S. 1447) /20. BlmSchV/ |
| Einundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen – 21. BlmSchV) vom 18. August 2014 (BGBl. I S. 1453) /21. BlmSchV/ |
| Achtundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionsgrenzwerte bei Verbrennungsmotoren – 28. BlmSchV) vom 20. April 2004 (BGBl. I S. 614, 1423) /28. BlmSchV/ |

| |
|---|
| Einunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen – 31. BImSchV) vom 21. August 2001 (BGBl. I S. 2180) /31. BImSchV/ |
| Fünfunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung – 35. BImSchV) vom 10. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2218) /35. BImSchV/ |
| Sechsdreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Durchführung der Regelungen der Biokraftstoffquote – 36. BImSchV) vom 29. Januar 2007 (BGBl. I S. 60) /36. BImSchV/ |
| Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065) /39. BImSchV/ |
| Dreiundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über nationale Verpflichtungen zur Reduktion der Emissionen bestimmter Luftschadstoffe – 43. BImSchV) vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222) / 43. BImSchV |
| Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen – 44. BImSchV) vom 13. Juni 2019 (BGBl. I S. 804) /44. BImSchV/ |
| Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung - Biokraft-NachV) vom 30. September 2009 (BGBl. I S. 3182) /Biokraft-NachV/ |
| Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (BGBl. I Nr. 48 - 54 vom 14. September 2021 S. 1050-1192) /TA Luft 2021/ |

11.2 Messnetz zur Überwachung der Luftqualität in Rheinland-Pfalz

Um den gesetzlichen Anforderungen der Europäischen Union an die Luftqualität gerecht zu werden, überwacht das Landesamt für Umwelt (LfU) seit dem Jahr 1976 in Rheinland-Pfalz die Immissionsbelastung der Bevölkerung durch Luftschadstoffe.

Zur Luftüberwachung werden sowohl kontinuierlich arbeitende stationäre Messeinrichtungen als auch diskontinuierliche Messungen mit mobilen Stationen und Passivsammler eingesetzt.

Die großräumige Belastung wird landesweit mit Hilfe des Zentralen Immissionsmessnetzes (ZIMEN) ermittelt. Hierfür stehen derzeit 25 repräsentativ über Rheinland-Pfalz verteilte Messstationen zur Verfügung. Abbildung 11.1 auf der folgenden Seite zeigt die Standorte dieser Messstationen im Jahr 2020, in Tabelle 11.4 sind die Stationsnamen und die Standortcharakteristika zusammengestellt. Die Messungen werden durch zeitlich begrenzte Sondermessprogramme z. B. in der Nähe von Industrieanlagen oder an Verkehrsschwerpunkten ergänzt. Aus diesen, in der Regel diskontinuierlich durchgeführten Messungen können durch umfangreiche Laboruntersuchungen wichtige Informationen zur lokalen Schadstoffbelastung gewonnen werden.

Zusätzlich zu den Schadstoffkonzentrationswerten werden auch meteorologische Parameter wie Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Globalstrahlung, Luftdruck und Niederschlag erfasst, die für die Ausbreitung von Luftverunreinigungen maßgeblich sind. Damit können zusätzliche Aussagen über das Zusammenspiel von Wettereinflüssen und Schadstoffbelastung getroffen werden.

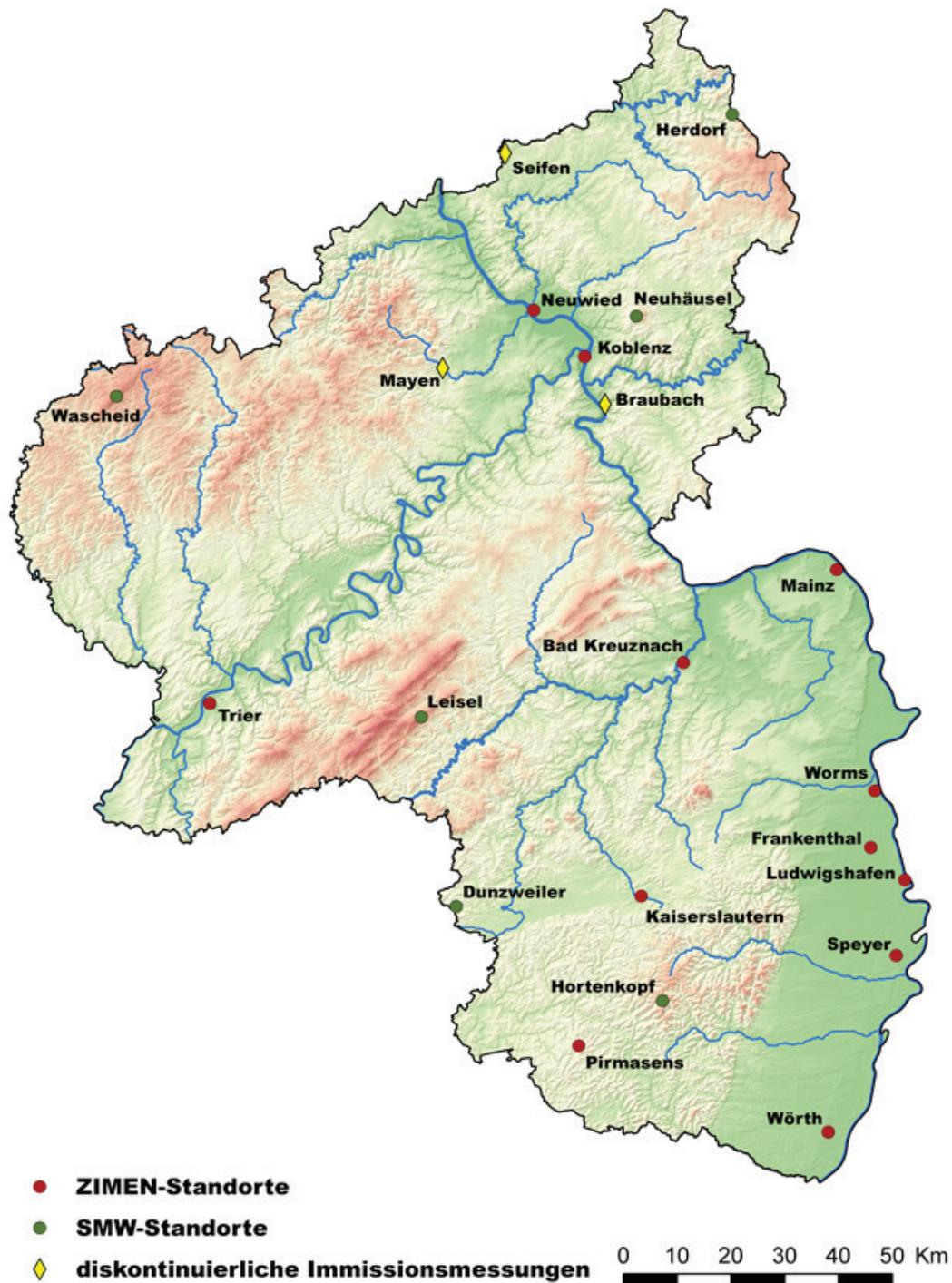


Abb. 11.1: Standorte der Messstationen des ZIMEN in Rheinland-Pfalz im Jahr 2020 (SMW: Waldmessstationen des Sondermessprogramms Wald)

Tab. 11.4 Namen, Standortcharakteristika und Komponenten der Messstationen des ZIMEN in Rheinland-Pfalz im Jahr 2020

| Stationsname | Standortcharakteristika | Komponenten |
|------------------------------------|--|---|
| Bad Kreuznach, Bosenheimer Str. | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , PM _{2,5} , O ₃ , Met. |
| Frankenthal, Europaring | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | NO ₂ , NO, Benzol |
| Kaiserslautern, Rathausplatz | Innenstadt, Wohngebiet | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , PM _{2,5} , O ₃ , Met. |
| Koblenz, Friedrich-Ebert-Ring | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM _{2,5} , C _n H _m , CH ₄ , O ₃ , Met. |
| Koblenz, Hohenfelder Str. | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | NO ₂ , NO, Benzol, PM ₁₀ , Ruß |
| Ludwigshafen, Oppau | Stadtrand, Industriegebiet | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , C _n H _m , CH ₄ , O ₃ , WR, WG |
| Ludwigshafen, Mundenheim | Stadtrand, Industriegebiet, Wohngebiet | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , C _n H _m , CH ₄ , Met. |
| Ludwigshafen, Heinigstraße | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | NO ₂ , NO, CO, Benzol, PM ₁₀ , Ruß |
| Mainz, Mombach | Stadtrand, Industriegebiet, Wohngebiet | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , C _n H _m , CH ₄ , O ₃ , Met. |
| Mainz, Zitadelle | Innenstadt, Wohngebiet | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , PM _{2,5} , C _n H _m , CH ₄ |
| Mainz, Parcusstraße | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | NO ₂ , NO, CO, Benzol, PM ₁₀ , PM _{2,5} , Ruß |
| Mainz, Rheinallee | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ |
| Neuwied, Hafenstraße | Stadtrand, Mischgebiet | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , O ₃ , Met. |
| Neuwied, Hermannstraße | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | NO ₂ , NO, Benzol, PM ₁₀ , PM _{2,5} , Ruß |
| Pirmasens, Innenstadt | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | NO ₂ , NO, Benzol, PM ₁₀ , Ruß, Met. |
| Trier, Ostallee | Innenstadt, Wohngebiet | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , Met. |
| Trier, Pfalzel | vorstädtisches Gebiet / Industrie | NO ₂ , NO, PM _{2,5} , Ruß |
| Wörth, Marktplatz | Stadtrand | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , C _n H _m , CH ₄ , O ₃ , Met. |
| Worms, Hagenstraße | Innenstadt, Wohngebiet, verkehrsnah | SO ₂ , NO ₂ , NO, CO, PM ₁₀ , O ₃ , Met. |

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| Hunsrück, Leisel | Waldmessstation, 650 Höhe über NN (m) | SO ₂ , NO ₂ , NO, PM10, O ₃ , Met. *) |
| Pfälzer Wald, Hortenkopf | Waldmessstation, 606 Höhe über NN (m) | SO ₂ , NO ₂ , NO, Benzol, PM10, PM2,5, C _n H _m , CH ₄ , O ₃ ,) |
| Westeifel, Wascheid | Waldmessstation, 680 Höhe über NN (m) | SO ₂ , NO ₂ , NO, PM10, O ₃ , Met. |
| Westerwald, Herdorf | Waldmessstation, 480 Höhe über NN (m) | SO ₂ , NO ₂ , NO, PM10, O ₃ , Met. *) |
| Westerwald, Neuhäusel | Waldmessstation, 540 Höhe über NN (m) | NO ₂ , NO, PM2,5, O ₃ , Met. |
| Westpfalz, Dunzweiler | Waldmessstation, 455 Höhe über NN (m) | SO ₂ , NO ₂ , NO, PM10, O ₃ , Met. |

Met. = Meteorologische Einflussgrößen:

Windrichtung (WR), Windgeschwindigkeit (WG) gemessen in 10 Meter Höhe, Lufttemperatur, Luftdruck auf NN red., relative Luftfeuchte, Globalstrahlung und Niederschlagsmenge gemessen in ca. 3,5 Meter Höhe

*) Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 20 m Höhe

11.3 Landesweite Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen

11.3.1 Entwicklung der Benzol-Immissionsituation in Rheinland-Pfalz

Benzol (C₆H₆) gehört der Klasse der aromatischen Kohlenwasserstoffe an und ist unter Standardbedingungen (20 °C, 1.013 hPa) eine klare, farblose, leicht flüchtige sowie leicht brennbare Flüssigkeit mit charakteristischem Geruch.

In hoher Konzentration kann Benzol zu Schädigungen der Leber, der Nieren und des Knochenmarkes führen. Gleichwohl ist der Umgang allgemein zu vermeiden, da der Stoff als krebserzeugend eingestuft wird.

Benzol wird Kraftstoffen beigemischt um deren Klopfestigkeit zu erhöhen. Durch Verdunstung beim Betankungsvorgang kam in der Vergangenheit jeder Tankkunde mit dieser Substanz in Kontakt. Besagtes Verdunstungsproblem wurde in den letzten Jahren durch die flächendeckende Einführung von Gasrückführungssystemen gelöst. Der Hauptanteil der Belastung geht jedoch auf den Straßenverkehr zurück. Benzol ist Bestandteil der Motorabgase.

Die Entwicklung der Benzolbelastung ist in Abbildung 11.2 dargestellt.

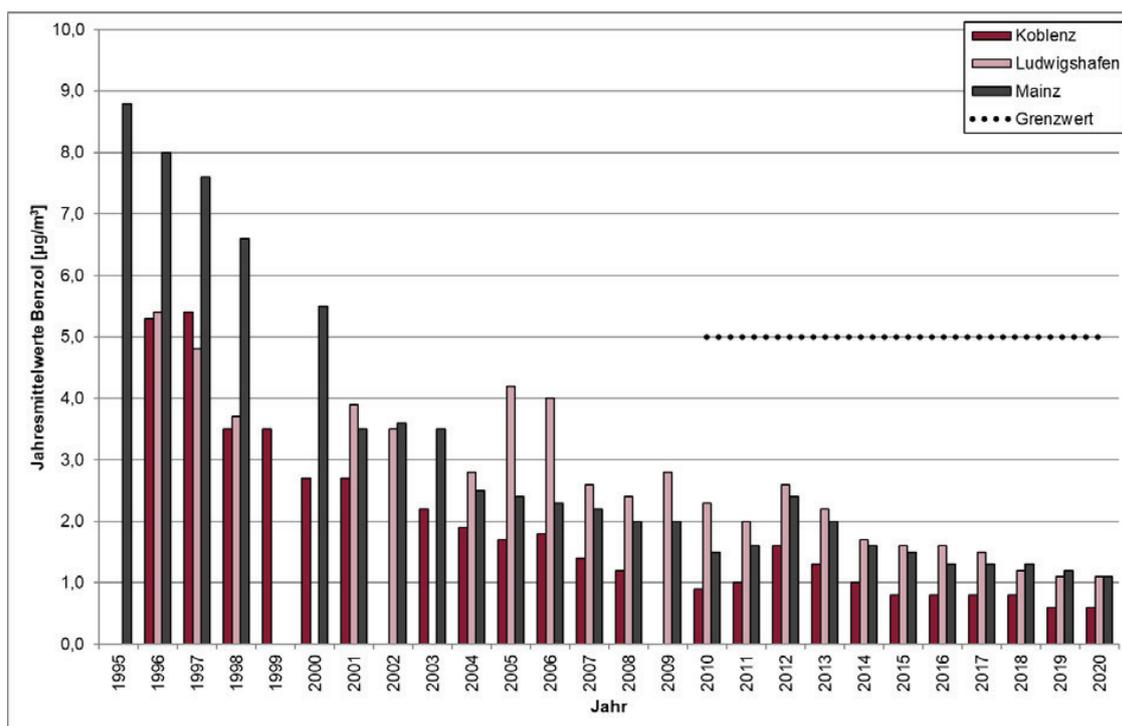


Abb.: 11.2: Entwicklung der Benzol-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz 1995 bis 2020

In Mainz hat der gemessene Jahresmittelwert für Benzol im Zeitraum von 1995 ($8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bis 2020 ($1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) stark abgenommen. Dieser Trend ist ebenso für Koblenz zu beobachten, wo die Benzolbelastung von $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1996) auf $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2020) zurückgegangen ist. Eine ähnliche Entwicklung hat seit der ersten Messung im Jahr 1996 ($5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in Ludwigshafen stattgefunden, dort wurden die aktuell niedrigen Werte um $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2020) allerdings erst nach einem zwischenzeitlichen Wiederanstieg in den Jahren 2005 und 2006 erreicht.

Gründe für die weitgehende Belastungsabnahme sind die Senkung des Benzolgehalts in Kraftstoffen sowie die Einführung von Gasrückführungssystemen an Tankstellen und Tanklagern, die den Austritt des leicht flüchtigen Benzols beim Lagern, Tanken und Umfüllen maßgeblich verringern.

Durch die genannten Maßnahmen im Verkehrs- und Kraftstoffbereich konnten die Jahresmittelwerte soweit gemindert werden, dass der seit 2010 geltende Grenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sicher eingehalten wird.

1.3.2 Entwicklung der Kohlenwasserstoff-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz

„Flüchtige Organische Verbindungen“ (VOC = Volatile Organic Compounds), also kohlenstoffhaltige Substanzen mit niedrigen Siedetemperaturen, gelangen in kaum überschaubarer Zahl und Zusammensetzung in die Atmosphäre. Um sie dennoch in ihrer Gesamtheit erfassen zu können, wird stellvertretend der Summenparameter „Kohlenwasserstoffe“ (CnHm) mit Hilfe geeigneter Messeinrichtungen ermittelt.

Kohlenwasserstoffe bilden den Hauptanteil der Flüchtigen Organischen Verbindungen und werden – vor allem durch ihre Funktion als Vorläufersubstanzen bei der Bildung von bodennahem Ozon – als umweltschädlich eingestuft. Da jedoch die Wirkpotentiale ihrer Einzelkomponenten zum Teil stark voneinander abweichen, existieren für die Substanzgruppe der Kohlenwasserstoffe keine vorgegebenen Grenz-, Richt- oder Zielwerte.

Kohlenwasserstoff-Emissionen entstehen hauptsächlich bei Lösemittelanwendungen und während unvollständig ablaufender Verbrennungsvorgänge, insbesondere in Kraftfahrzeugmotoren. Weitere Emissionsquellen sind chemische und petrochemische Produktionsanlagen sowie Tankstellen. Nicht zuletzt entstammen Kohlenwasserstoffe auch aus natürlichen Quellen wie Wäldern und Sümpfen.

Im Jahr 1994 wurde in Mainz für die Kohlenwasserstoff-Immissionen ein Jahresmittelwert von $148 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen (vgl. Abb. 11.3). Zu dieser Zeit verfügten Tankstellen und Tanklager noch nicht über Gasrückführungssysteme. Erst mit der Einführung dieser Emissionsminderungstechnik konnten die Jahresmittelwerte in Mainz auf $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 und damit auf ca. ein Drittel des Ursprungswertes gesenkt werden. Ähnliche Verläufe weisen die Entwicklungen für Koblenz und Ludwigshafen auf. Aufgrund der Bundesgartenschau 2011 (BUGA 2011) in Koblenz und den damit verbundenen Baumaßnahmen in den Jahren 2009 bis 2010 und dem verstärkten Besucherverkehr im Jahr 2011 und danach, sind die Immissionswerte in Koblenz bei verschiedenen Schadstoffen zwischenzeitlich angestiegen, sind im Jahr 2020 allerdings wieder auf $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gesunken.

An den Waldmessstandorten in Rheinland-Pfalz („ländlicher Hintergrund“) befanden sich die Jahresmittelwerte der Kohlenwasserstoff-Immissionen im gesamten Messzeitraum von 1994 bis 2020 auf einem niedrigen Niveau und pendelten um einen Wert von etwa $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Insgesamt ist durch die Einführung geeigneter Abgasminderungstechniken in allen Emissionssektoren zukünftig mit einem weiteren Rückgang der Konzentrationswerte von Kohlenwasserstoffen zu rechnen.

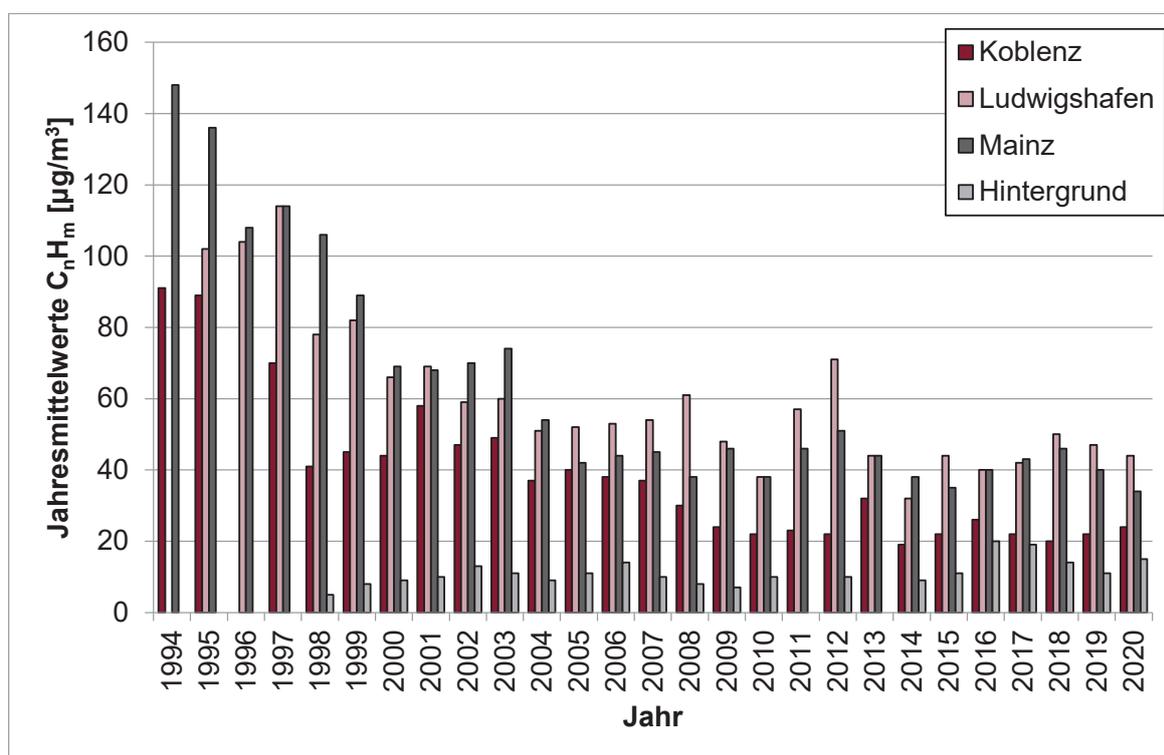


Abb.: 11.3: Entwicklung der Kohlenwasserstoff-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz 1994 bis 2020

11.3.3 Entwicklung der Schwefeldioxid-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz

Schwefeldioxid (SO₂) ist unter Standardbedingungen ein farbloses, leicht wasserlösliches, reizendes, stechend riechendes Gas. Aufgrund seiner guten Löslichkeit in Wasser gilt es als Hauptverursacher des „Sauren Regens“, der sowohl empfindliche Ökosysteme wie Wälder und Seen gefährden als auch Gebäude und Materialien angreifen kann.

Hohe Schwefeldioxid-Immissionswerte können zudem Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben und können Kopfschmerzen, Übelkeit und Benommenheit sowie in erhöhten Konzentrationen zu Atemwegserkrankungen führen. Schwefeldioxid natürlichen Ursprungs entsteht beispielsweise bei Vulkanausbrüchen. Anthropogene (vom Menschen verursachte) Emissionsquellen sind die Energieerzeugung, der Verkehrsbereich, Industrieprozesse, Gewerbe und private Haushalte. Die Entwicklung der Schwefeldioxidimmissionen in Rheinland-Pfalz seit dem Jahr 1985 ist in Abbildung 11.4 dargestellt.

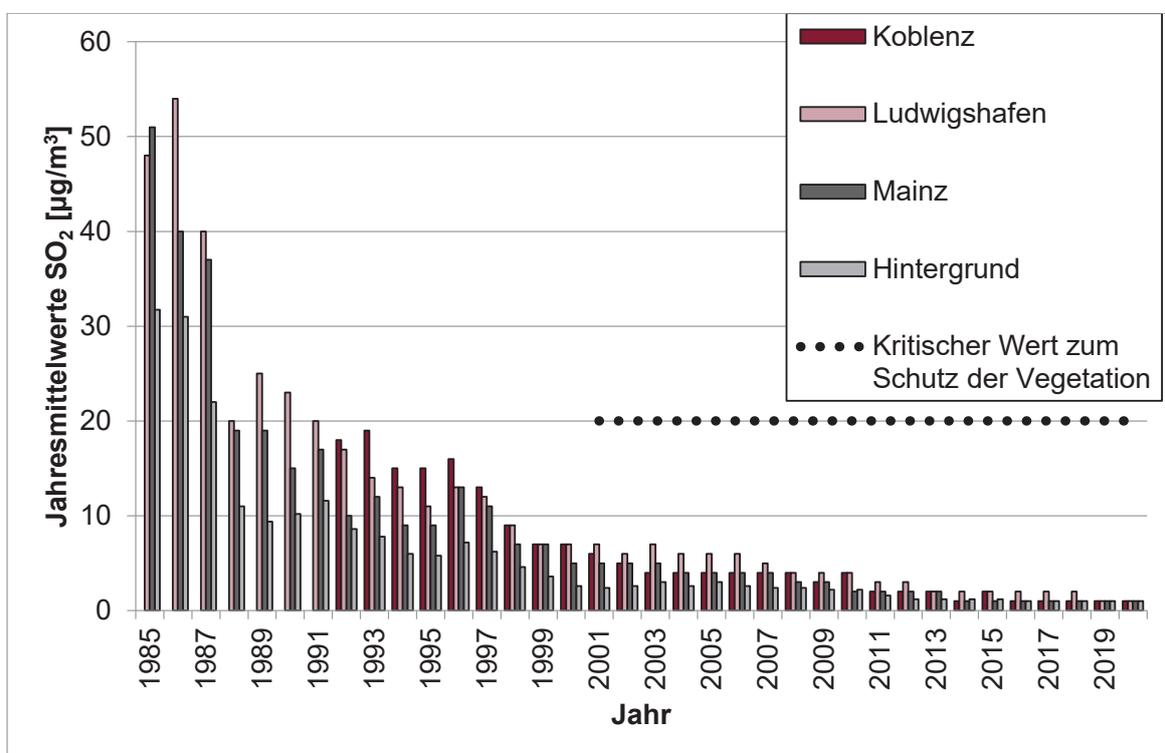


Abb.11.4: Entwicklung der Schwefeldioxid-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz 1985 bis 2020

Die Schwefeldioxid-Immissionen sind sowohl in den verkehrsbelasteten Städten, beispielsweise in Mainz von 51 µg/m³ im Jahr 1985 auf 1 µg/m³ im Jahr 2020, als auch in den Waldgebieten, durchschnittlich von 32 µg/m³ (1985) auf 1 µg/m³ (2020), stark zurückgegangen. Die Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Stunden- bzw. Tagesgrenzwerte) werden somit in Rheinland-Pfalz weit unterschritten, ebenso der Kritische Wert für den Schutz der Vegetation in Höhe von 20 µg/m³ (gemittelt für das Winterhalbjahr).

Hauptverantwortlich für den beobachteten Rückgang der Immissionswerte sind die stetig verbesserten Abgasreinigungsverfahren (Rauchgasentschwefelung) im Kraftwerksbereich, die Altanlagenanierung nach TA Luft sowie der Einsatz schwefelarmer bzw. -freier Kraft- und Brennstoffe im Kraftfahrzeug- und Hausbrandbereich.

Mittlerweile macht die Hochseeschifffahrt einen erheblichen Anteil an den weltweiten Schwefeldioxidemissionen aus. Da zukünftig auch die in der Hochseeschifffahrt eingesetzten Kraftstoffe geringere Schwefelgehalte haben werden, kann in den nächsten Jahren von einer weiteren Verringerung der Luftbelastung mit Schwefeldioxid ausgegangen werden.

11.3.4 Entwicklung der Stickstoffdioxid-Immissionsituation in Rheinland-Pfalz

„Stickstoffoxide“ (NO_x) ist ein Sammelbegriff für unterschiedliche gasförmige Verbindungen aus den Komponenten Stickstoff (N) und Sauerstoff (O), wobei oft vereinfachend nur die Summe der beiden wichtigsten Vertreter Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2) darunter verstanden wird.

Stickstoffmonoxid ist bei Raumtemperatur und Normaldruck ein farbloses, geruchloses Gas, schlecht wasserlöslich und reagiert mit Luftsauerstoff sehr schnell zu Stickstoffdioxid (NO_2), welches unter Standardbedingungen als rotbraunes, stechend chlorähnlich riechendes Gas vorliegt. Neben SO_2 gilt NO_2 durch seine gute Wasserlöslichkeit als Mitverursacher des „Sauren Regens“ und ist als Spurengas ebenfalls ein natürlicher Bestandteil der Erdatmosphäre.

Analog zu anderen Luftschadstoffen können Stickstoffoxide schädigend auf die Atemwege wirken. Erhöhte Empfindlichkeiten gegenüber Atemwegsinfektionen und chronischer Bronchitis als Folge längerer Einwirkung in höheren Konzentrationen lassen sich medizinisch nachweisen.

Anthropogenes Stickstoffdioxid stammt insbesondere aus Industrieanlagen, Kraft- und Fernheizwerken, Gebäudeheizungen sowie den Abgasen von Kraftfahrzeugen.

Zu Messbeginn in den 1980er Jahren lagen die städtischen NO_2 -Jahresmittelwerte auf einem hohen Konzentrationsniveau mit durchschnittlich $60\text{--}80\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vgl. Abb. 11.5), wobei in Mainz 1988 ein Spitzenwert von $108\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert wurde. Der ländliche Hintergrund pendelte im gleichen Zeitraum durchschnittlich zwischen 15 und $20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Infolge der stetigen Verringerung der industriellen Stickoxidemissionen und der Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs, insbesondere durch die Einführung der Katalysatortechnik (Drei-Wege-Kat. und SCR-Kat.) bei benzin- und dieselbetriebenen PKW, konnten die Jahresmittelwerte während der folgenden Dekade wirksam gesenkt werden, sodass bis zum Jahr 2000 die städtische Belastung im Mittel auf $40\text{--}60\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, diejenige der Waldstandorte auf $10\text{--}15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ abfiel.

Gleichwohl war in den besonders belasteten Stadtgebieten ab etwa 2000 eine Stagnation, zum Teil sogar eine gegenläufige Entwicklung zu verzeichnen. Von 2010 bis 2019 wurde der seit 2010 gültige Jahresmittelgrenzwert von $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ lokal überschritten.

Hauptursache hierfür war der steigende Anteil von Dieselfahrzeugen im Verkehrsbereich mit der Konsequenz erhöhter Stickoxidemissionen. An den Waldmessstationen wurde dagegen weiterhin ein Rückgang der NO_2 -Belastung auf aktuell etwa $5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 verzeichnet.

Erst mit der Einführung der Abgasnormen EURO 6d-TEMP und Euro-6d ab den Jahren 2019 bzw. 2021 bei den PKW mit Dieselmotoren und der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte im realen Fahrbetrieb durch die Verschärfung der Prüfvorgaben für die Zulassung, konnte ab dem Jahr 2020 der Grenzwert für den Jahresmittelwert der Stickstoffdioxid-Immissionskonzentration von $40\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ landesweit eingehalten werden.

Ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der innerstädtischen Immissionsbelastung durch Stickstoffdioxid war die Nachrüstung der Busse des ÖPNV mit Katalysatoren zur Entstickung der Abgase.

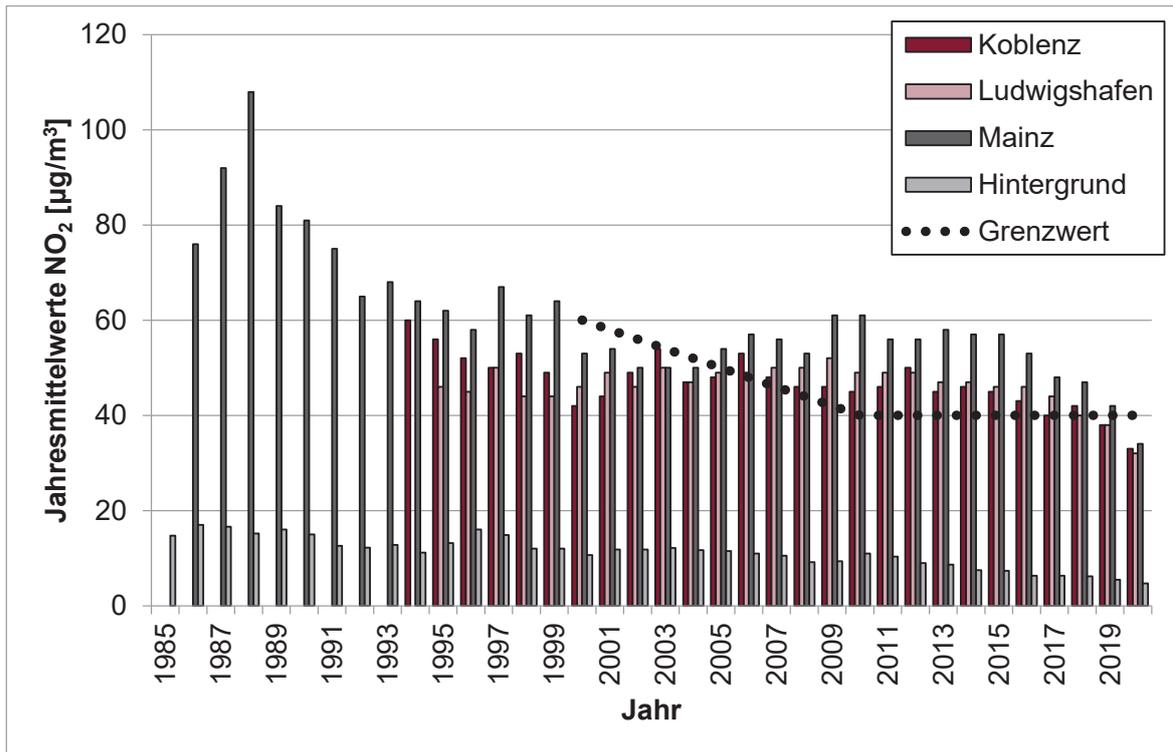


Abb. 11.5: Entwicklung der Stickstoffdioxid-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz 1985 bis 2020

11.3.5 Entwicklung der PM10-Feinstaub-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz

Als „Schwebstaub“ oder „Gesamtstaub“ (TSP = Total Suspended Particles) werden alle festen Partikel in der Luft bezeichnet, die aufgewirbelt für längere Zeit darin schweben können. Hierunter fallen Rauch, Ruß und Staub – letzterer weiterhin unterschieden in primären und sekundären Staub. Während primärer Staub direkt aus einer Quelle emittiert wird, z.B. bei Verbrennungsprozessen, entsteht sekundärer Staub durch komplexe chemische Reaktionen in der Atmosphäre. Unterteilt man den Gesamtstaub nach Partikelgrößen, so umfasst die Fraktion „Feinstaub“ (PM10 = Particulate Matter 10) alle Partikel, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner als 10 Mikrometer ist.

Feinstaub kann schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Die winzigen Partikel gelangen über die Atemwege in die Lunge und können zu akuten und chronischen Atemwegs- sowie zu Herz-Kreislaufkrankungen führen.

PM10 kann natürlichen Ursprungs (z.B. Pollen, Meersalz, Vulkanasche) oder anthropogener Herkunft sein. Wichtige vom Menschen verursachte Feinstaubquellen sind der Kraftfahrzeugverkehr, Gebäudeheizung, Schüttgüterumschlag, die Landwirtschaft und Industrieprozesse.

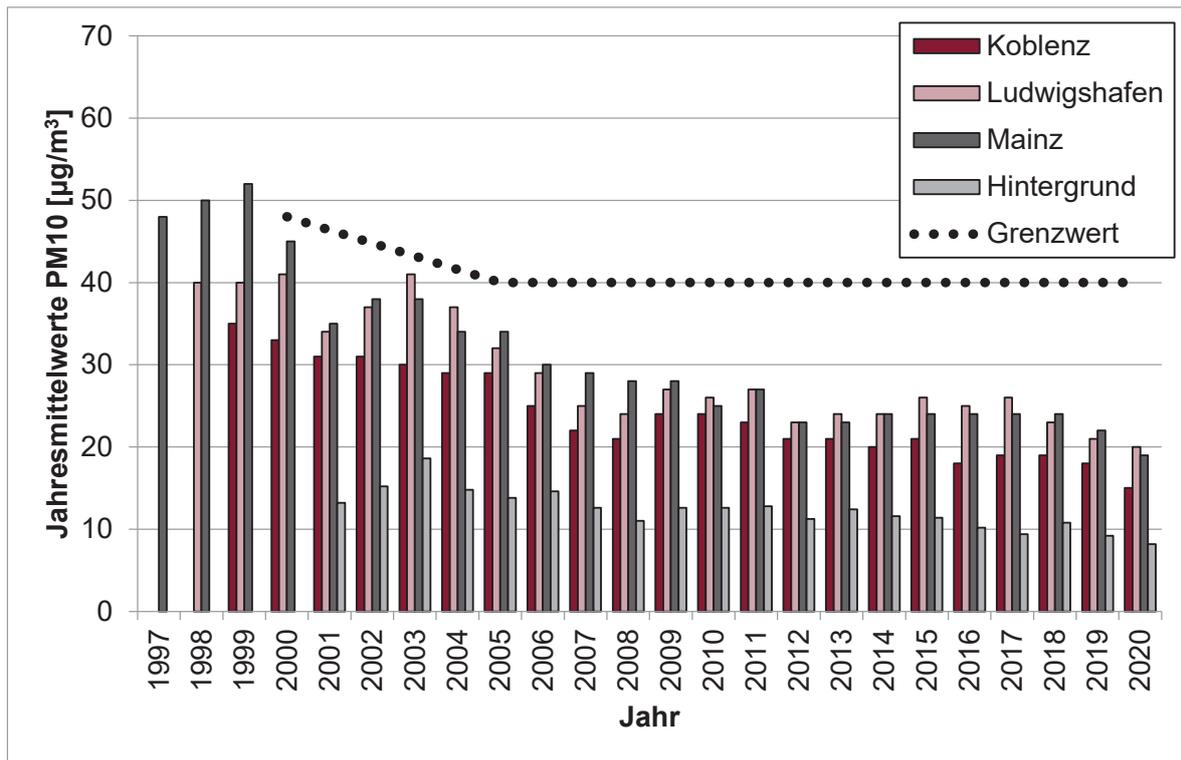


Abb. 11.6: Entwicklung der PM10-Feinstaub-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz 1997 bis 2020

Die in Abbildung 11.6 dargestellte Entwicklung der Jahresmittelwerte für PM10-Feinstaub zeigt eine deutliche Verringerung der Konzentrationen seit Messbeginn in den verkehrsbelasteten Bereichen. Wurden Ende der 1990er Jahre dort noch Jahresmittelwerte von 35 bis 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen, so liegen diese im Jahr 2020 nur noch bei 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei der gesetzliche Jahresgrenzwert für PM10 von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seit dem Jahr 2001 in Rheinland-Pfalz durchgehend sicher eingehalten wurde.

An den Waldmessstationen ist eine geringfügige Abnahme auf niedrigem Konzentrationsniveau zu erkennen. Die Jahresmittelwerte sanken hier seit der Jahrtausendwende von ursprünglich ca. 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ heute etwa 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Während kurzfristige Schwankungen zwischen einzelnen Jahren auf witterungsbedingte Einflüsse zurückzuführen sind, bleibt insgesamt eine kontinuierliche Verbesserung sowohl in den Städten als auch in den Waldgebieten zu beobachten.

Infolge des verstärkten Einsatzes von Partikelminderungssystemen im Industrie- und Verkehrsbereich, der Einführung der Abgasnorm EURO 6d (2019/2020) sowie der in Luftreinhalteplänen umgesetzten Minderungsmaßnahmen wird auch für die kommenden Jahre eine weitere Reduktion der PM10-Jahresmittelwerte erwartet.

11.3.6 Entwicklung der Ozon-Immissionssituation in Rheinland-Pfalz

Jahresmittelwerte

Ozon (O_3) ist ein in der Atmosphäre natürlich vorkommendes Spurengas.

Erhöhte Ozonkonzentrationen, die in bodennahen Luftschichten (Troposphäre) in den Sommermonaten beobachtet werden, können beim Menschen Reizung der Atemwege, Husten, Kopfschmerzen und eine Einschränkung der Lungenfunktion hervorrufen. Die gesundheitlichen Auswirkungen werden hauptsächlich durch die Aufenthaltsdauer, die Höhe der Ozonkonzentration und das Atemvolumen bestimmt.

Jedoch schützt Ozon in den höheren Luftschichten der Atmosphäre (Stratosphäre, „Ozonschicht“) Lebewesen vor ultravioletter Strahlung.

Ozon unterscheidet sich von den anderen Luftschadstoffen dadurch, dass es sich um einen Sekundärschadstoff handelt, der erst aus Vorläuferstoffen, wie Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen unter Einwirkung des Sonnenlichts gebildet wird. Die Vorläuferstoffe stammen hauptsächlich aus dem Verkehrssektor, der Anwendung von Lösemitteln sowie aus Industrieprozessen.

Die Entwicklung der Jahresmittelwerte von Ozon ist in Abbildung 11.7 dargestellt. Im ländlichen Hintergrund (Waldmessstationen) schwanken die Werte seit dem Jahr 1990 um etwa 60 bis 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In den Städten und an verkehrsnahen Standorten liegen die Ozonkonzentrationen niedriger und bewegen sich im Bereich von 40 bis 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

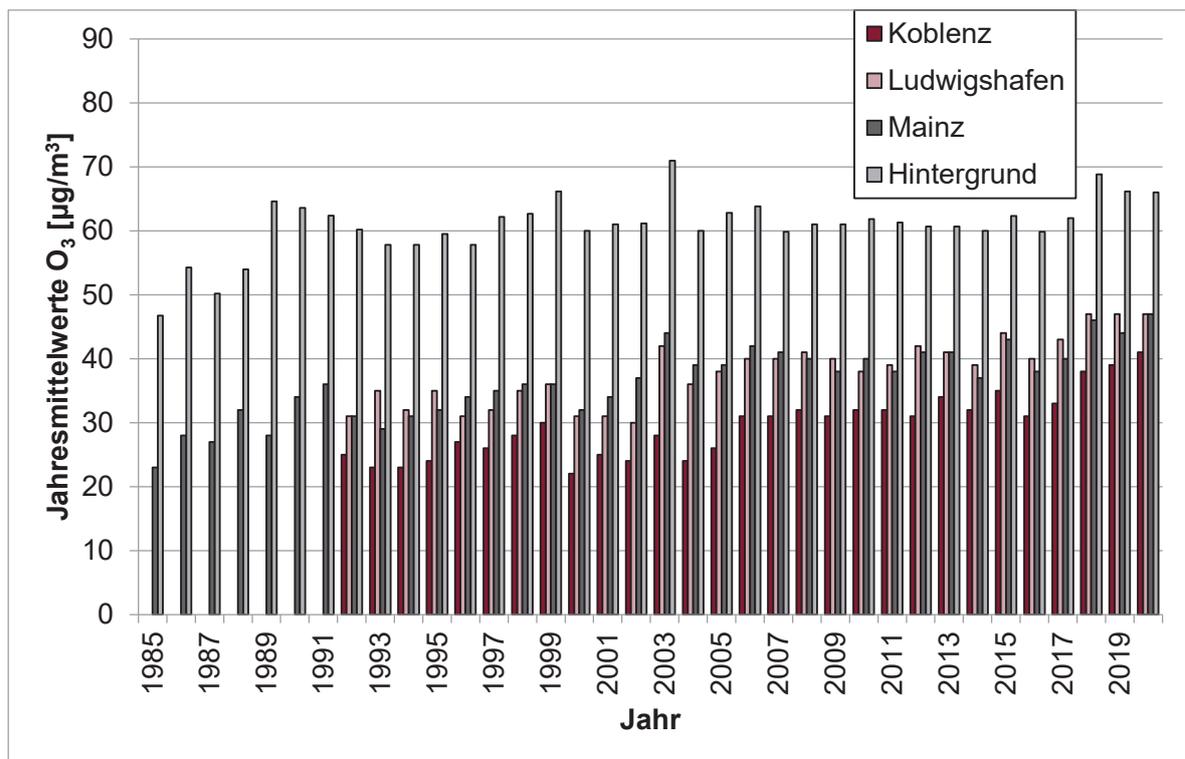


Abb. 11.7: Entwicklung der Ozon-Immissionssituation (Jahresmittelwerte) in Rheinland-Pfalz 1985 bis 2020

Informationsschwelle zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Rheinland-Pfalz

Da bei hohen Ozonkonzentrationen für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen ein erhöhtes gesundheitliches Risiko besteht, wurde vom Gesetzgeber ein Informationsschwellenwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-Stundenmittelwert) festgelegt, bei deren Überschreitung die Bevölkerung zu informieren ist. Die Überschreitungsfälle dieser Informationsschwelle sind in Abbildung 11.8 dargestellt.

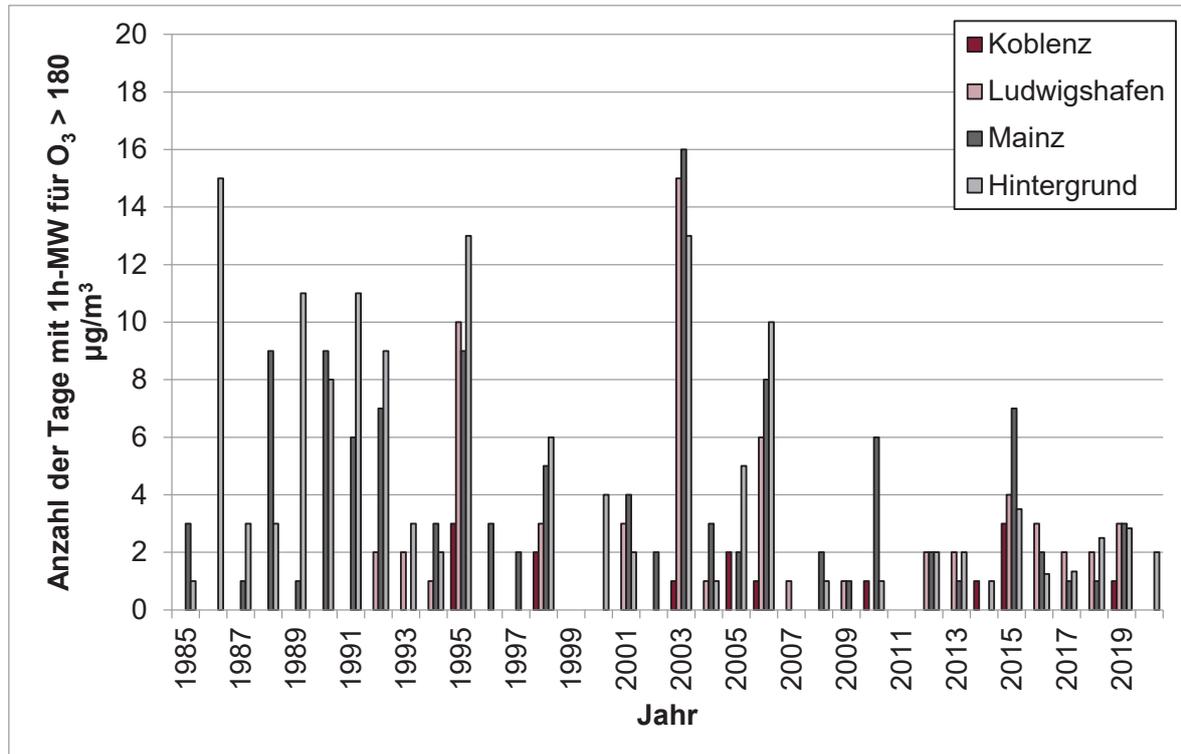


Abb. 11.8: Entwicklung der Ozon-Immissionssituation (Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in Rheinland-Pfalz 1985 bis 2020

Da die Ozonbildung direkt von hoher Globalstrahlung und hohen Temperaturen abhängt, kommen Überschreitungen der Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ insbesondere in heißen Sommern vor. Eine solche meteorologische Ausnahmesituation stellte das Jahr 2003 mit dem bislang wärmsten Sommer seit Beginn der Temperaturlaufzeichnung dar. Die Anzahl der heißen Tage (Maximaltemperatur über $30 \text{ }^\circ\text{C}$) lag um den Faktor drei- bis viermal höher als der langjährige Durchschnitt von etwa zehn Tagen. Deshalb wurden im Jahr 2003 an bis zu 27 Tagen Überschreitungen der Informationsschwelle festgestellt.

Zielwert zum Schutz der Vegetation (AOT-40) in Rheinland-Pfalz

Neben dem Informationsschwellenwert für Ozon von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gilt seit dem Jahr 2010 ein Zielwert zum Schutz der Vegetation, der so genannten AOT40-Wert (AOT40 = accumulated exposure over a threshold of 40 ppb (parts per billion)). Der AOT-40-Zielwert ist $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3) \cdot \text{h}$. Er wird in Mikrogramm mal Stunden pro Kubikmeter angegeben und setzt sich zusammen aus den aufsummierten Differenzen zwischen der Ozonkonzentrationen von mehr als $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und genau $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter

ausschließlicher Verwendung der 1-Stunden-Mittelwerte zwischen 8:00 und 20:00 Uhr mitteleuropäischer Zeit für den Zeitraum von Mai bis Juli, gemittelt über fünf Jahre.

Ozon kann über die Spaltöffnungen in das Blattinnere von Pflanzen gelangen und dort zu Störungen der Photosynthese, Zerstörung von Zellstrukturen, Bleichen von Zellgewebe, Hemmung des Pflanzenwachstums und zu Einbußen in Ertrag und Qualität führen.

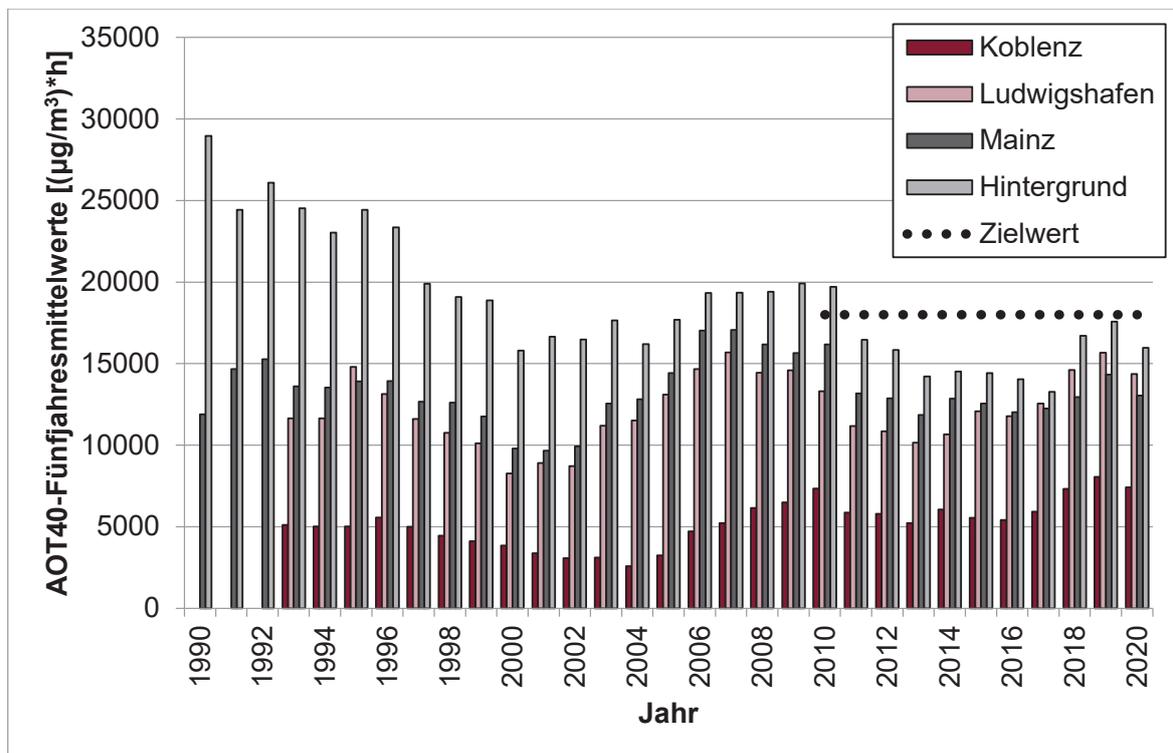


Abb. 11.9: Entwicklung der Ozon-Immissionssituation (AOT-40-Wert, Vegetationsschutz) in Rheinland-Pfalz 1990 bis 2020

Die in Abbildung 11.9 dargestellte Entwicklung der AOT40-Werte zeigt für Mainz und Ludwigshafen von 1990 (bzw. 1993) bis 2020 einen annähernd wellenförmigen Verlauf, wobei heute in etwa wieder das Konzentrationsniveau des ersten Messjahres erreicht ist. Die Entwicklung in Koblenz scheint dieser Bewegung zeitlich leicht versetzt zu folgen, allerdings auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Der ländliche Hintergrund zeigt teilweise einen ähnlichen Verlauf, hier ist jedoch von Messbeginn bis heute zudem eine starke Verringerung der Konzentrationen festzustellen. Der seit 2010 gültige Zielwert zum Schutz der Vegetation in Höhe von 18.000 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$ wird seit dem Jahr 2011 sowohl in den Städten als auch in den Waldgebieten unterschritten.

Weitere Maßnahmen zur Minderung der Ozonkonzentration

Um den Gesundheitsgefahren und den Vegetationsschäden des Ozons zukünftig vorbeugen zu können, muss der Ausstoß der Vorläuferstoffe im Verkehrsbereich, bei der Verwendung von Lösemitteln, bei Industrieprozessen, im Gewerbe und in privaten Haushalten weiter gesenkt werden. Die Bundesregierung hat hierzu ihr Nationales Programm zur Ozonminderung aus dem Jahr 2002 überprüft und

2007 fortgeschrieben. Im Programm werden mittel- und langfristig wirkende Maßnahmen beschrieben, die zukünftig zu einer weiteren Absenkung der Emissionen von Stickstoffoxiden (NO_x) und Kohlenwasserstoffen aus mobilen und stationären Quellen führen sollen. Auch die nationalen Pläne zur Umsetzung der NEC-Richtlinie (National Emission Ceilings Directive) weisen entsprechende Minderungsmaßnahmen und Reduktionsziele aus.

Literaturverzeichnis

BlmSchG

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BlmSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432).

1. BlmSchV

Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BlmSchV) vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S.38)

2. BlmSchV

Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen - 2. BlmSchV) vom 10. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2694)

10. BlmSchV

Zehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraft- und Brennstoffen - 10. BlmSchV) vom 8. Dezember 2010 (BGBl. I S.1849)

13. BlmSchV

Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I Seite 1021, 1023, 3754), geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 19. Dezember 2017 (BGBl. I Seite 4007).

17. BlmSchV

Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen – 17. BlmSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1044, 3754), geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 6. Juli 2021 (BGBl. I S. 2514).

20. BlmSchV

Zwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen oder Lagern von Ottokraftstoffen, Kraftstoffgemischen oder Rohbenzin – 20. BlmSchV) vom 18. August 2014 (BGBl. I S. 1447), geändert durch Artikel 11 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146).

21. BlmSchV

Einundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen – 21. BlmSchV) vom 18. August 2014 (BGBl. I S. 1453), geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146).

28. BImSchV

Achtundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Durchführung der unionsrechtlichen Verordnung über Emissionsgrenzwerte und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte - 28. BImSchV) vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3125).

31. BImSchV

Einunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen – 31. BImSchV) vom 21. August 2001 (BGBl. I S. 2180), zuletzt geändert durch Artikel 13 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146).

35. BImSchV

Fünfunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung – 35. BImSchV) vom 10. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2218)

36. BImSchV

Sechsendreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Durchführung der Regelungen der Biokraftstoffquote – 36. BImSchV) vom 29. Januar 2007 (BGBl. I S. 60), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 12. November 2021 (BGBl. I S. 4932).

39. BImSchV

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).

43. BImSchV

Dreiundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über nationale Verpflichtungen zur Reduktion der Emissionen bestimmter Luftschadstoffe – 43. BImSchV) vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222)

44. BImSchV

Vierundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen – 44. BImSchV) vom 13. Juni 2019 (BGBl. I S. 804), zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 1 der Verordnung vom 6. Juli 2021 (BGBl. I S. 2514) .

Biokraft-NachV

Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung - Biokraft-NachV) vom 30. September 2009 (BGBl. I S. 3182)

TA Luft 2021

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (BGBl. I Nr. 48 - 54 vom 14. September 2021 S. 1050-1192)