

umwelt.nrw

#umweltdatennrw

6. UMWELTZUSTANDSBERICHT
Nordrhein-Westfalen 2020 bis 2024

ZUM TITELBILD

Blick von Westen über die Lippe, Renaturierungsbereich Paderborn-Sande. Im Vordergrund ist eine Sohlgleite zu sehen, die die Durchgängigkeit für Fische und andere Wasserorganismen gewährleistet, im Hintergrund der Lippesee mit Stand Anfang Dezember 2024. Die Maßnahme wurde im Auftrag der Bezirksregierung Detmold in den Jahren 2020 bis 2021 umgesetzt.

6. UMWELTZUSTANDSBERICHT

Nordrhein-Westfalen 2020 bis 2024

VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren,

Wenn wir heute in den Himmel über dem Ruhrgebiet schauen, dann erscheinen Berichte über Smog-Belastungen und Smog-Alarme mehr als Nachrichten aus einer anderen Welt. Doch dem ist leider nicht so. Von den 1960er Jahren bis weit in die 1980er Jahre war die Luft in diesem dicht besiedelten Raum an der Ruhr vor allem durch den intensiven Betrieb von Industrieanlagen, Hüttenwerken, den Verkehr und die weit verbreitete Nutzung von Kohleöfen in den Haushalten stark belastet. In den 1970er Jahren lag dabei die Schwefeldioxidkonzentration teils bei über 1.000 Mikrogramm pro Kubikmeter – ein drastischer Wert, der weit über dem heutigen EU-Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 125 Mikrogramm pro Kubikmeter als Tagesmittelwert lag. Auch die Feinstaubbelastung (PM₁₀) erreichte bis zu 600 Mikrogramm pro Kubikmeter, während der heutige Grenzwert für den Tagesmittelwert (mit 35 zulässigen Überschreitungen pro Jahr) bei 50 Mikrogramm liegt. Die gesundheitlichen Folgen der regelmäßig wiederkehrenden Smog-Belastungen waren dramatisch: Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislauf-Probleme und eine erhöhte Sterblichkeit. Aber auch wirtschaftlich und gesellschaftlich wurde die schlechte Luftqualität im Ruhrgebiet zunehmend als massive Belastung wahrgenommen: Als Nordrhein-Westfalen 1985 erstmalig die höchste Alarmstufe des Smog-Alarms in Deutschland ausrief, mussten nicht nur Betriebe ihre Produktion drosseln oder ganz einstellen. Teilweise wurden Schulen geschlossen, Autos und LKWs durften nur noch eingeschränkt fahren. Ökologisch prägten Begriffe wie „Saurer Regen“ und „Waldsterben“ eine ganze Generation.

Die Ausrufung der höchsten Smog-Stufe vor 40 Jahren wurde zum Wendepunkt: Durch die Einführung strenger Umweltgesetze, Investitionen in saubere Technologien und ein umfassendes Monitoring haben wir die Verschmutzung der Luft und der Gewässer erheblich vermindert. Dies war ein Kraftakt, der nicht nur mutige politische Entscheidungen, sondern auch die Unterstützung von Unternehmen und der Bevölkerung erforderte. Und sich zum Vorteil aller entwickelte.



Heute sind Schwefeldioxid und sogar die Feinstaubbelastungen auf ein Niveau gesenkt, dass in Nordrhein-Westfalen an keiner der Messstationen mehr die derzeit gültigen Grenzwerte überschritten werden. Auch bei Stickstoffdioxid konnten die Belastungen deutlich vermindert werden. Im Jahr 2024 wurde eine vollständige Grenzwerteinhaltung erreicht. Diesen positiven Trend belegen auch die aktuellen Zahlen aus dem neuen Umweltzustandsbericht Nordrhein-Westfalen 2024, den Sie jetzt in den Händen halten. Dieser Erfolg zeigt, dass engagierter Umweltschutz nicht nur möglich, sondern auch notwendig ist, um die Lebensqualität für uns und künftige Generationen zu erhalten und zu sichern. Weitere Anstrengungen sind jedoch erforderlich, da ab 2030 deutlich ambitioniertere Grenzwerte für die Luftqualität gelten.

Der neue Bericht gibt Antworten auf die zentrale Frage, wie es um unsere Umwelt bestellt ist. Er bündelt die zentralen Erkenntnisse aus vielfältigen Mess- und Monitoringprogrammen sowie Forschungsarbeiten rund um unsere Umwelt in Nordrhein-Westfalen und wird nach dem Umweltinformationsgesetz Nordrhein-Westfalen regelmäßig im Abstand von bis zu vier Jahren vorgelegt.

Die Ergebnisse der 6. Auflage zeigen, dass es für eine Entwarnung insgesamt deutlich zu früh ist. Mehr noch: Die ökologischen Belastungen sind in vielen Bereichen Nordrhein-Westfalens in einem kritischen Bereich, manche Planetare Belastungsgrenze ist sogar schon deutlich überschritten.

Ja, es gibt in einzelnen Handlungsfeldern deutliche Verbesserungen, wie etwa bei der Luftqualität, den Treibhausgasemissionen oder den Belastungen von bestimmten Lebensmitteln, wie etwa der Dioxin- oder PCB-Belastung von Rohmilch. Bei einigen anderen Indikatoren und Kennziffern ließ sich keine signifikante Verbesserung in den letzten zehn Jahren feststellen, etwa bei den Abfallmengen der privaten Haushalte oder dem ökologischen Zustand unserer Gewässer.

Auf der anderen Seite zeigt der Bericht aber auch, dass es zu deutlichen Verschlechterungen gekommen ist und wir uns deshalb neuen ökologischen Herausforderungen stellen müssen. Gerade die Folgen des Klimawandels und der Biodiversitätskrise werden in Nordrhein-Westfalen immer sichtbarer, hinterlassen ihre Spuren immer deutlicher und beeinträchtigen auch die Art und Weise, wie wir leben, arbeiten und zusammenleben.

Extremwetterereignisse wie Dürren, Stürme und Überschwemmungen haben in den vergangenen Jahren zugenommen. Nicht zuletzt die dramatische Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 hat gezeigt, welche Folgen die Klimakrise mit sich bringen kann. Veränderungen wie etwa die steigende Zahl der Hitzetage pro Jahr bedrohen nicht nur uns Menschen und unsere Infrastruktur, sondern auch unsere Wälder und landwirtschaftlichen Flächen. Besonders besorgniserregend ist der Zustand unserer Wälder, die unter den extremen Trockenjahren der letzten Zeit stark gelitten haben. Viele Bäume sind geschwächt, ein Großteil der Fichtenbestände ist durch den Borkenkäfer abgestorben und das Risiko für Waldbrände erhöht sich deutlich.

Durch die globale Erwärmung steigt auch die Jahresmitteltemperatur in Nordrhein-Westfalen an und sorgt dafür, dass sich etwa der Beginn der Apfelblüte, der den Beginn des sogenannten Vollfrühlings markiert, durchschnittlich vom 124. Tag des Jahres in der 30-Jahres-Zeitspanne 1951 bis 1980 um 12 Tage auf den 112. Tag des Jahres im Zeitraum 1994 bis 2023 nach vorne verschoben hat – mit all seinen Folgen für den Gemüse- und Obstanbau in der Landwirtschaft und die Nahrungsversorgung in der Tierwelt.

Die Klimakrise, eine anhaltend intensive Flächennutzung, der fortschreitende Flächenverbrauch sowie der Verlust und die Zerschneidung naturnaher Lebensräume haben auch Folgen für den weitergehenden Verlust der biologischen Vielfalt in Nordrhein-Westfalen. Ein deutliches Indiz dafür ist der negative Trend bei der Artenvielfalt und Landschaftsqualität Nordrhein-Westfalens über alle vier Hauptlebensraumtypen hinweg.

Dass ein aktiver Naturschutz aber wirkt, zeigen Erfolgsgeschichten bei ehemals ausgestorbenen und stark gefährdeten Tierarten wie dem Uhu, dem Lachs, dem Biber oder dem Wanderfalken. Es kehren auch viele Tiere auf natürliche Weise zurück, weil sich die Lebensräume qualitativ verbessert haben. Dazu gehören zum Beispiel die Weißstörche, die Anfang der 1990er Jahre in Nordrhein-Westfalen so gut wie ausgestorben waren und von denen im Jahr 2022 landesweit wieder 705 Brutpaare nachgewiesen werden konnten, oder der Otter, der selbstständig den Weg zurück ins Münsterland gefunden hat. Trotzdem gibt es keinen Grund zur Entwarnung: Besorgniserregend ist mittlerweile, dass auch typische Arten der Feldflur und früher

ungefährdete „Allerweltsarten“ in den Roten Listen zu finden sind. So gelten Feldsperlinge nach wie vor als gefährdet und der früher häufige Schmetterling Kleiner Fuchs wird heute bereits in manchen Regionen auf der Vorwarnliste geführt. Viele Tier- und Pflanzenarten, besonders in landwirtschaftlich genutzten Gebieten, sind bedroht.

Bei beiden großen ökologischen Herausforderungen des Jahrhunderts, dem Klimawandel und der Biodiversitätskrise, brauchen wir genauso ein ambitioniertes und mutiges Vorgehen wie vor Jahrzehnten bei dem Kampf gegen die Luftverschmutzung. Daher werden wir die Biodiversitätsstrategie Nordrhein-Westfalen bis 2026 fortschreiben und in einem breiten Beteiligungsprozess bereits ab Herbst 2025 gemeinsam diskutieren. Beim Klimaschutz setzen wir nicht nur auf den Ausbau der Erneuerbaren Energien, sondern auch mit Maßnahmenpaketen auf die Transformation hin zu einer nachhaltigen und resilienten Wirtschaft.

Gerade die Transformation Nordrhein-Westfalens zur ersten klimaneutralen Industrieregion Europas eröffnet für den Umwelt- und Naturschutz große Chancen. Denn in einer modernen und auf die Zukunft ausgerichteten Wirtschaft gehören Klimaschutz, der Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen, gute Arbeitsplätze und soziale Sicherheit untrennbar zusammen. Einer der wichtigsten Bausteine dafür ist die Transformation unserer Produktions- und Wirtschaftsweise. Wir wollen mit grünen Technologien nicht nur schwarze Zahlen schreiben, sondern unsere Wirtschaft gerade in Zeiten neuer geopolitischer Herausforderungen und Rohstoffknappheit zukunftssicher und unabhängiger machen. Daher investiert die Landesregierung seit Jahren in Förderprojekte, um die Umweltwirtschaft und die Kreislaufwirtschaft in Nordrhein-Westfalen auszubauen. Und die Erfolge zeigen uns, dass wir damit auf dem richtigen Weg sind: Allein der ökologische Nutzen der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft bezogen auf das Jahr 2023 beläuft sich auf rund 29 Milliarden Euro, davon allein rund 19,6 Milliarden Euro durch die Vermeidung von Umweltschäden und Naturzerstörung.

Der Schutz unserer Umwelt ist daher keine Frage von gestern oder morgen – er ist eine Aufgabe für heute. Lassen Sie uns gemeinsam daran arbeiten, die natürlichen Lebensgrundlagen zu erhalten und dadurch eine lebenswerte Zukunft zu sichern. Der Umweltzustandsbericht Nordrhein-Westfalen 2024 liefert dafür die Datengrundlage.

Ihr

Oliver Krischer
Minister für Umwelt, Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Boxenverzeichnis	10
Zur Methodik	11
Vielschichtige und große Herausforderungen – kein Grund, den Kopf in den Sand zu stecken	12
Anthropozän – das menschengemachte Zeitalter	12
Nachhaltigkeit und Artikel 20a Grundgesetz	13
Der ökologische Fußabdruck und der Erdüberlastungstag	13
Das Konzept der planetaren Grenzen	16
Was jetzt zu tun ist – für eine klimaverträgliche, ressourcenleichte Gesellschaft	18
Mehr in Synergiepotenzialen denken – Klimaschutzmaßnahmen anders motivieren	20
Eine Einordnung zum Schluss	21
KLIMA, ENERGIE, EFFIZIENZ IN NORDRHEIN-WESTFALEN	22
Klimawandel, Folgen und Anpassung	24
Die Planetare Grenze für den Klimawandel ist überschritten	25
Steigende Jahresmitteltemperaturen – beobachtet und projiziert	26
Temperaturkentage und Niederschlagssummen	26
Verfrühte Frühlinge und Starkregenereignisse	31
Aktivitäten zur Klimaanpassung	31
Klimaschutz und Energie	32
Treibhausgasemissionen – rückläufige Entwicklung und Ziele	33
Sinkender Primärenergie- und konstanter Endenergieverbrauch	36
Steigerungen bei Windenergie und Photovoltaik	38
Stagnierende Kraft-Wärme-Kopplung	40
Frischer klimapolitischer Wind sowie Energie- und Wärmewende	40
Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft	43
Verbrauchsentwicklung und Effizienzsteigerungen bei Rohstoffen	44
Höhere Energieproduktivität	46
Synthetische Chemikalien, Plastikmüll & Co: Überladung mit neuartigen Stoffen	47
3 Tonnen Abfälle pro Kopf und Jahr	49
Kreisläufe für Materialien, Produkte und Abfälle schließen	51
UMWELT UND GESUNDHEIT IN NORDRHEIN-WESTFALEN	52
Luft, Lärm, elektromagnetische Felder	54
Rückläufige Feinstaub- und Stickstoffdioxidbelastungen	55
Gesundheitsrisiko Umgebungslärm	60
Die dunkle Seite des Lichts: Lichtverschmutzung	62
Elektromagnetische Felder und Mobilfunk	63

Umweltbelastungen und Lebensmittel	64
Dioxine und dioxinähnliche PCB-Gehalte in Nahrungsmitteln	65
Radioaktivität in Lebensmitteln und in der Umwelt	66
Pestizidrückstände in Lebensmitteln	67
Human-Biomonitoring zur Belastung mit Konservierungsmitteln, Pestiziden und Weichmachern	68

BODEN UND WASSER IN NORDRHEIN-WESTFALEN **70**

Boden- und Flächenschutz, Altlasten	72
Böden erfüllen wichtige natürliche Funktionen	73
Übertretene Planetare Grenze „Veränderung der Landnutzung“	73
Tagtäglicher Flächenverbrauch und Bodenversiegelung	73
Altlasten und Flächenrecycling	75
Schwermetalleintrag sowie die Ewigkeitschemikalien PFAS	76
Wasserwirtschaft	78
Wasser und Planetare Grenze „Veränderung in Süßwassersystemen“	79
Der Zustand unserer Fließgewässer und des Grundwassers	79
Planetare Grenze „Veränderung in biogeochemischen Kreisläufen“ – Phosphor- und Stickstoffkreislauf	83
Belastungen durch Mikroschadstoffe, Antibiotika und vieles mehr	86
Von der Grundwasserverfügbarkeit bis zum Hochwasserschutz	88

NATUR, LÄNDLICHE RÄUME IN NORDRHEIN-WESTFALEN **90**

Natureerbe und Naturschutz	92
Im oberen Hochrisikobereich: Planetare Grenze „Veränderung in der Integrität der Biosphäre“	93
Weniger wird mehr? Neue Rote Listen, Artenvielfalt und Landschaftsqualität	94
Zurückkehrende Arten und Neobiota	97
Arten-Areal-Beziehung und unzerschnittene verkehrsarme Räume	98
Entwicklung und Zustand von Gebieten mit und ohne Schutzstatus	99
Neue Weichenstellungen zur Wiederherstellung der Natur	103
Wald und Forstwirtschaft	104
Umwandlungen, Multifunktionalität und Ökosystemleistungen des Waldes	105
Einträge von Nähr- und Schadstoffen in Waldgebiete	106
Besorgniserregender ökologischer Zustand des Waldes	106
Klimaangepasste Wiederbewaldung und Waldentwicklung	108
Landwirtschaft	110
Zwischen Umweltauforderungen und Ernährungssicherheit	111
Entwicklung des Stickstoffüberschusses in der Landwirtschaft	111
Öko-Regelungen in der Gemeinsamen Agrarpolitik	113
Agrarumweltmaßnahmen und ökologischer Landbau	114

ANHANG **115**

Glossar und Abkürzungsverzeichnis	116
Impressum	119

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ESSAY

Abbildung 01	Die 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen	14
Abbildung 02	Gewichtetes 3-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit	15
Abbildung 03	Ökologischer Fußabdruck Deutschlands, hochgerechnet auf die Weltbevölkerung	16
Abbildung 04	Planetare Grenzen und ihre Überschreitungen nach Richardson et al. 2023	17
Abbildung 05	Räumliche Verteilung von Klima-Kippelementen auf der Welt	19

KLIMA, ENERGIE, EFFIZIENZ

Abbildung 06	Umweltindikator Warming Stripes und globale Kohlendioxidkonzentration	27
Abbildung 07	Beobachtete und projizierte mittlere NRW-Jahreslufttemperatur 1881 bis 2100	27
Abbildung 08	Umweltindikator Heiße Tage und Eistage	29
Abbildung 09	Umweltindikator Durchschnittliche Jahresniederschlagssumme	29
Abbildung 10	Umweltindikator Apfelblüte – Beginn des Vollfrühlings	30
Abbildung 11	Niederschlagsextreme – Starkregenereignisse der „Dauerstufe 60 Minuten“	30
Abbildung 12	Umweltindikator Treibhausgasemissionen	34
Abbildung 13	Treibhausgasemissionen in der Europäischen Union im Jahr 2022	34
Abbildung 14	Umweltindikator Primär- und Endenergieverbrauch	38
Abbildung 15	Umweltindikator Erneuerbare Energien	39
Abbildung 16	Umweltindikator Kraft-Wärme-Kopplung bei der Nettostromerzeugung	40
Abbildung 17	Umweltindikator Rohstoffproduktivität und Inländischer Materialverbrauch in Rohstoffäquivalenten	45
Abbildung 18	Umweltindikator Endenergieproduktivität	47
Abbildung 19	In Nordrhein-Westfalen erzeugte und entsorgte Abfälle im Jahr 2022	49
Abbildung 20	In Nordrhein-Westfalen entsorgte gefährliche Abfälle 2010 bis 2023 nach regionaler Herkunft	50
Abbildung 21	Umweltindikator Haushaltsabfälle	50

UMWELT UND GESUNDHEIT

Abbildung 22	Umweltindikator Feinstaubemissionen	56
Abbildung 23	Umweltindikator Feinstaubkonzentrationen im städtischen Hintergrund	56
Abbildung 24	Umweltindikator Stickstoffoxidemissionen	57
Abbildung 25	Umweltindikator Stickstoffdioxidkonzentration im städtischen Hintergrund	57
Abbildung 26	Umweltindikator Ozonkonzentration im städtischen Hintergrund	58
Abbildung 27	Umweltindikator Lärmbelastung	61
Abbildung 28	Dioxine und dioxinähnliche PCB in Rohmilch aus Nordrhein-Westfalen	65
Abbildung 29	Radioaktive Cäsium-137-Belastungen in Milch- und Rindfleischproben in NRW	66
Abbildung 30	Weichmacher-Metaboliten-Konzentrationen in Kinderurin	69

BODEN UND WASSER

Abbildung 31	Umweltindikator Flächenverbrauch	74
Abbildung 32	Umweltindikator Schwermetalleintrag an ländlichen Stationen	77
Abbildung 33	Den Bodenschutzbehörden gemeldete PFAS-Fallzahlen und Ursachen in Nordrhein-Westfalen	77
Abbildung 34	Grad der Veränderung der Gewässerstruktur oberirdischer Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen	82
Abbildung 35	Umweltindikator Ökologischer Zustand/ökologisches Potenzial oberirdischer Fließgewässer	82
Abbildung 36	Umweltindikator Phosphor in Fließgewässern	84
Abbildung 37	Umweltindikator Nitratkonzentration im Grundwasser	85
Abbildung 38	Hochwasser-Ganglinie am Pegel Bliesheim an der Erft zur Zeit der Flutkatastrophe 2021	89

NATUR, LÄNDLICHE RÄUME

Abbildung 39	Gewichts- beziehungsweise Biomasseanteile verschiedener Säugetiergruppen auf der Erde	93
Abbildung 40	Umweltindikator Gefährdete Arten	95
Abbildung 41	Umweltindikator Artenvielfalt und Landschaftsqualität	96
Abbildung 42	Zerschneidung der Landschaft und unzerschnittene verkehrsarme Räume in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2021	98
Abbildung 43	Umweltindikator Naturschutzflächen	99
Abbildung 44	Erhaltungszustand der FFH-Lebensraumtypen und -Arten für Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019	102
Abbildung 45	Umweltindikator Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert	102
Abbildung 46	Umweltindikator Stickstoff- und Säureeintrag in Waldgebiete	107
Abbildung 47	Umweltindikator Waldzustand – Kronenverlichtung aller Baumarten	109
Abbildung 48	Umweltindikator Laub- und Nadelbaumanteil	109
Abbildung 49	Umweltindikator Stickstoffüberschuss der landwirtschaftlich genutzten Fläche	112
Abbildung 50	Umweltindikator Ökologische Landwirtschaft	114

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 01	Beobachtete und für 3 Szenarien projizierte mittlere Jahreslufttemperatur für Klimanormalperioden	28
Tabelle 02	Empfehlungen für Luftschadstoffe der WHO, derzeit und ab 2030 geltende Grenz- bzw. Zielwerte der EU	59
Tabelle 03	Empfohlene Leitlinien für Umgebungslärm und geltende Richt-, Grenz- und Auslösewerte	62

BOXENVERZEICHNIS

Box
X

KLIMA, ENERGIE, EFFIZIENZ

Box 1	Treibhauseffekt einfach erklärt	25
Box 2	Klimaatlas Nordrhein-Westfalen und Fachbericht 157	28
Box 3	Leitentscheidung Braunkohle 2023	33
Box 4	Europäischer und nationaler Emissionshandel	35
Box 5	Dekarbonisierung der Mobilität	36
Box 6	Umweltwirtschaft als Baustein der Klimaneutralität	37
Box 7	Rekordwerte bei den Genehmigungen von Windenergieanlagen	41
Box 8	Energieatlas Nordrhein-Westfalen	42
Box 9	Natürlicher Klimaschutz	42
Box 10	Rebound-Effekt	44
Box 11	Ökologischer Rucksack	46
Box 12	Mikroplastik, synthetische endokrine Disruptoren, persistente organische Schadstoffe	48
Box 13	Phosphorrückgewinnung	51

UMWELT UND GESUNDHEIT

Box 14	Gesundheits- und umweltverträglichere Nahmobilität	55
Box 15	Quecksilber, eine hochgiftige Last für Mensch und Umwelt	59
Box 16	60 Dezibel – zweifach so laut wie 50 Dezibel	60
Box 17	Masterplan Umwelt und Gesundheit	63
Box 18	Messnetz für die natürliche Strahlenbelastung und den Ereignisfall	67
Box 19	Pestizidreport-Ergebnisse am Beispiel von Erdbeeren	68

BODEN UND WASSER

Box 20	Umdenken beim Thema Moor	75
Box 21	Ewigkeitslasten und Monitoring für den Grubenwasseranstieg	80
Box 22	Erfolgreicher Umbau der Emscher	81
Box 23	Phosphorkreislauf	83
Box 24	Stickstoffkreislauf	83
Box 25	Land fördert Ausbau der 4. Reinigungsstufe	87
Box 26	10-Punkte-Arbeitsplan „Hochwasserschutz in Zeiten des Klimawandels“	88

NATUR, LÄNDLICHE RÄUME

Box 27	Biodiversitätsstrategie Nordrhein-Westfalen	97
Box 28	Fauna-Flora-Habitat- und Vogelschutzgebiete ergeben das EU-weite Natura 2000-Netzwerk	100
Box 29	Rekordbeteiligung beim Vertragsnaturschutz	101
Box 30	Der Wald spielt eine Schlüsselrolle beim Klimaschutz	105
Box 31	Hans Carl von Carlowitz und das Prinzip der Nachhaltigkeit	108
Box 32	Nordrhein-Westfalens Landwirtschaft in Zahlen	111
Box 33	Digitalisierung: Neue Möglichkeiten zur Minderung der Umwelteinflüsse der Landwirtschaft	113

ZUR METHODIK

Dieser 6. Umweltzustandsbericht erscheint auf Grundlage des Umweltinformationsgesetzes Nordrhein-Westfalen, das die EU-Umweltinformationsrichtlinie (2003/4/EG) sowie das deutsche Umweltinformationsgesetz umsetzt. Er enthält Informationen über die Umweltqualität und vorhandene Umweltbelastungen. Rückgrat des Berichtes sind die Mess- und Monitoringprogramme www.umwelt2024.nrw.de/001 sowie das Umweltindikatorenset des Landes www.umweltindikatoren.nrw.de. Das Umweltindikatorenset entspricht zum Großteil dem von der Umweltministerkonferenz gebilligten Set und ist in die Berichterstattung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit sowie der Länderinitiative Kernindikatoren www.liki.nrw.de eingebunden. Auch stellt dieses Set einen Gutteil der Indikatoren für die Nachhaltigkeitsstrategie Nordrhein-Westfalens www.nachhaltigkeitsindikatoren.nrw.de.

Umweltindikatoren sind Kenngrößen, die Sachverhalte, Zustände oder Änderungen repräsentativ abbilden. In der Regel werden sie mit Zielen der Landesregierung oder gesetzlichen Vorgaben verknüpft und mit einem Trendanalysetool geprüft, das bundesweit zum Einsatz kommt. Die Trendanalysen prüfen auf lineare Entwicklungen über die letzten 10 Jahre beziehungsweise bei manchen Indikatoren mit Klimabezug über den Gesamtzeitraum der beobachteten Jahre. Bei den Trendangaben bilden nach oben gerichtete Pfeile einen steigenden Trend, gelbe Tilde-Zeichen keinen Trend beziehungsweise eine

Stagnation und nach unten gerichtete Pfeile fallende Trends ab. Grüne Pfeile stehen für eine positive, rote Pfeile für eine negative Bewertung. Ein Strich wird bezüglich der Trendanalyse dargestellt, wenn keine Signifikanz oder nicht mindestens 7 Werte oder ein Datenbruch vorliegen.

Viele der im Bericht behandelten Daten werden nach einheitlichen Standards an den Bund und die Europäische Union gemeldet. So berichtet Nordrhein-Westfalen zum Beispiel jährlich die Nitratdaten von 115 Grundwassermessstellen über das Umweltbundesamt an die Europäische Umweltagentur EUA. Aus diesem EUA-Nitratmessnetz werden für die Berichterstattung gemäß EU-Nitratrichtlinie (91/676/EWG) nur solche Grundwassermessstellen genutzt, die einem landwirtschaftlichen Landnutzungseinfluss unterliegen (60 Messstellen). Neben solchen repräsentativen Datenerhebungen gibt es auch solche mit anderen Auflösungen, Methodiken und/oder Beobachtungsintervallen, die zu differenzierteren Ergebnissen kommen. Darauf kann dieser Bericht aber nicht in Gänze eingehen. Beispielfähig sei auf die alle 6 Jahre erfolgende Bewertung des chemischen und mengenmäßigen Zustandes der Grundwasserkörper verwiesen: Die 3. Bestandsaufnahme fand hierzulande auf Basis der 2013 bis 2018 jährlich untersuchten rund 1.500 Wasserrahmenrichtlinien-Messstellen statt. Nitrat ist hier ein Parameter unter vielen gewesen.

PROFESSOR DR.-ING. MANFRED FISCHEDICK

VIELSCHICHTIGE UND GROSSE HERAUSFORDERUNGEN – KEIN GRUND, DEN KOPF IN DEN SAND ZU STECKEN



Manfred Fishedick ist seit dem Jahr 2008 Professor an der Schumpeter School of Business and Economics der Bergischen Universität Wuppertal und seit 2020 Präsident sowie wissenschaftlicher Geschäftsführer des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie. Er studierte Verfahrenstechnik, promovierte im Bereich Energietechnik und setzt sich vor allem mit komplexen Transformationsprozessen auseinander. Manfred Fishedick ist Mitglied zahlreicher wissenschaftlicher Organisationen und Beiräte (unter anderem koordinierender Leitautor beim Weltklimabeirat IPCC) sowie Autor verschiedener Bücher und Fachartikel. Zudem ist er Berater der Europäischen Union, der Bundesregierung und verschiedener Landesregierungen.

ANTHROPOZÄN – DAS MENSCHEN- GEMACHTE ZEITALTER

Wir leben in einer geologischen Epoche, die durch einen signifikanten, in vielerlei Hinsicht auch bereits bestimmten Einfluss des Menschen auf die Erde gekennzeichnet ist. Der Mensch greift mittlerweile so stark in die natürlichen Prozesse der Erde ein, dass man von einem neuen, menschengemachten (anthropogenen) Zeitalter sprechen kann, dem „Anthropozän“.

Aber wissen wir eigentlich, was wir tun und in welchem sensiblen und schützenswertes Gebilde wir massiv und zum Teil unumkehrbar eingreifen? Die Erde – der blaue Planet – ist ein wunderbarer, einzigartiger Planet. Sie ist unsere Heimat, verbunden mit einer uns schützenden Atmosphäre, und im Gegensatz zu anderen Planeten hat sie Wasser, was das Entstehen von Leben erst möglich machte. Sie ist aber trotz ihrer mehr als 12.700 Kilometer

Durchmesser auch ein verletzlicher Planet, mit dem man sorgsam umgehen muss.

Das rasante Artensterben, der fortschreitende Klimawandel, großflächige Entwaldungen, plastikvermüllte Weltmeere, zahllose gewalttätige Konflikte und Kriege und vieles mehr machen ihr zu schaffen. Inzwischen haben wir Menschen uns zum bestimmenden Faktor der biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse auf der Erde entwickelt. Das ist umso erstaunlicher, als der Mensch erst vor 300.000 Jahren in Afrika entstanden ist und sich die ersten Hochkulturen vor gerade erst einmal 6.000 Jahren entwickelt haben, erdgeschichtlich extrem kurze Zeiträume. Trotzdem ist der Einfluss des Menschen gewaltig und unser Wirken heute hat aller Voraussicht nach nicht nur spürbare Auswirkungen auf die jetzigen Lebensbedingungen, sondern für mehrere hunderttausend Jahre. Es wird daher Zeit, umzudenken und unsere Erde und damit letztlich uns besser zu schützen.

NACHHALTIGKEIT UND ARTIKEL 20A GRUNDGESETZ

Seit der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro gilt die Nachhaltigkeit zum Schutz der Lebensgrundlagen als globales Leitprinzip. Es hat seinen Ursprung vor über 300 Jahren in der Forstwirtschaft |→ [Box 31](#) und beschreibt das Prinzip, nach dem pro Jahr immer nur so viel Holz geschlagen werden darf, wie nachwächst. Später wurde es auf den Umgang mit allen Ressourcen ausgeweitet. Mit der Verabschiedung der 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals, SDGs) im September 2015 in New York kamen auch soziale und wirtschaftliche Ziele hinzu, einschließlich menschlicher Grundbedürfnisse (zum Beispiel keine Armut, kein Hunger) |→ [Abbildung 01](#).

Eine allgemeingültige Definition von Nachhaltigkeit gibt es bis heute nicht. Als zentraler Grundsatz der Nachhaltigkeit kann die Regenerationsfähigkeit gesehen werden beziehungsweise die Vorgabe, dass ein System dauerhaft nur ein bestimmtes Maß an Ressourcenverbrauch aushalten kann, ohne Schaden zu nehmen. Anders ausgedrückt: Die Bedürfnisse der Menschen in der Gegenwart sind so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten künftiger Generationen nicht eingeschränkt werden. Dieses Grundprinzip spiegelt auch Artikel 20a des Grundgesetzes wider. Er legt fest, dass der Staat in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung zu schützen hat. Artikel 20a kam in die Schlagzeilen, als das Bundesverfassungsgericht im Jahr 2021 auf Beschwerde von 25 jungen Menschen entschied: Klimaschutz ist ein Menschenrecht; Klimaschutz muss vom Gesetzgeber so gestaltet sein, dass auch Kinder und Nachgeborene ihre freiheitlichen Grundrechte in der Zukunft ausüben können. Das bis dahin gültige, erst 2 Jahre alte nationale Klimaschutzgesetz hatte nach Lesart des Gerichtes die Reduktionslasten in unzulässiger Weise auf die Zukunft verschoben. Das Urteil blieb nicht ohne Wirkung, denn der Bundestag novellierte das Klimaschutzgesetz nur wenige Wochen nach der Urteilsverkündung und formulierte ambitioniertere Zielwerte.

Ein weiteres wegweisendes Urteil ist am 9. April 2024 vom Europäischen Gerichtshof für Menschenrechte gefällt worden. Dieser hat geurteilt, dass es ein Menschenrecht auf Klimaschutz gibt und dass Staaten verpflichtet sind, dieses Recht zu schützen. Daraus lässt sich eine staatliche Verpflichtung auf ausreichend Klimaschutz ableiten. Aufgrund der durchdringenden Wirkung der Verfassung gibt es in vielen Bundesländern, auch in Nordrhein-Westfalen, eine Diskussion darüber, Nachhaltigkeit als Staatsziel in der Landesverfassung zu formulieren.

Ein besonders anschauliches Modell für Leitlinien nachhaltigen Handelns ist das gewichtete 3-Säulen-Modell |→ [Abbildung 02](#). Es betont den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen, ohne die es eine dauerhafte ökonomische, kulturelle und soziale Stabilität nicht geben kann, und steht für ein „starkes“ Nachhaltigkeitsverständnis.

DER ÖKOLOGISCHE FUSSABDRUCK UND DER ERDÜBERLASTUNGSTAG

Der Mensch lebt jedoch überwiegend nicht nachhaltig – zumindest in den meisten Weltregionen. Nach der letzten Erhebung des Ökologischen Fußabdrucks (ecological footprint) verbrauchte die Menschheit etwa das 1,8-fache der Ressourcen, die sich binnen 365 Tagen regenerieren können |→ www.footprintnetwork.org. Würden alle Menschen weltweit den in Deutschland üblichen Lebensstil führen, bräuchte es sogar etwa 2,8 Erden, um eine vollständige Regenerationsfähigkeit sicherzustellen |→ [Abbildung 03](#). Eine Studie des Global Footprint Network aus dem Jahr 2016 bezifferte den Ökologischen Fußabdruck pro Kopf für uns in Nordrhein-Westfalen sogar noch ein wenig höher als den nationalen Mittelwert. Das ist insofern nicht verwunderlich, als zu diesem Zeitpunkt Förderung und Verbrennung von Braun- und Steinkohle im Land noch ein gegenüber heute sehr hohes Niveau hatten.

Der Ökologische Fußabdruck gibt an, wie viele Hektar Acker- und Weideland, Wald, produktive Gewässer und bebauten Land nötig sind, um die verbrauchten Ressourcen zu erneuern und die entstandenen Abfallprodukte abzubauen. Letzteres schließt vor allem das durch unsere Wirtschaftsweise entstehende Kohlendioxid (CO₂) ein. Kritiker des Ökologischen Fußabdrucks monieren, dass andere Abfälle, gefährliche Substanzen und nicht erneuerbare Ressourcen nicht beachtet werden. Zudem verweisen sie auf die primär quantitative Sichtweise, die qualitative Aspekte außer Acht lässt. So verbraucht monokulturelle Landwirtschaft weniger Fläche, woraus ein kleinerer Fußabdruck resultiert. Sie führt aber zu negativen Wirkungen in Bezug auf die Biodiversität.

Ein anderer mit dem Ökologischen Fußabdruck verknüpfter Begriff beschreibt das Verhalten von uns Menschen fast noch anschaulicher: der sogenannte Erdüberlastungstag, der im Jahr 2024 in Deutschland auf den 2. Mai fiel. Ab diesem Tag hat Deutschland so viele natürliche Ressourcen verbraucht, wie dem Land bezogen auf die globale Biokapazität rechnerisch für das ganze Jahr zur Verfügung stehen. Dieser „Earth Overshoot Day“ beschreibt den Zeitpunkt, an dem so viele natürliche Ressourcen – beispielsweise Holz, Pflanzen und Nahrungsmittel –, verbraucht worden sind, wie innerhalb eines Jahres nachwachsen können. In die Rechnung geht zudem ein, wie viel CO₂ innerhalb eines

Abbildung 01 Die 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen



Im Jahr 2015 verabschiedeten die Mitglieder der Vereinten Nationen die Agenda 2030. Sie setzt sich 17 Nachhaltigkeitsziele mit insgesamt 169 Zielvorgaben für eine soziale, ökonomische und ökologische Entwicklung. Diese Nachhaltigkeitsziele sollen bis zum Jahr 2030 von allen Ländern, das heißt Ländern des Nordens und Südens gleichermaßen, erreicht werden. Durch die SDGs soll die Welt gerechter, gesünder, friedlicher und sozialer werden. Vorangestellt wurden den SDGs in einer Präambel 5 Kernbotschaften mit den Überschriften Menschen, Planet, Wohlstand, Frieden, Partnerschaft.

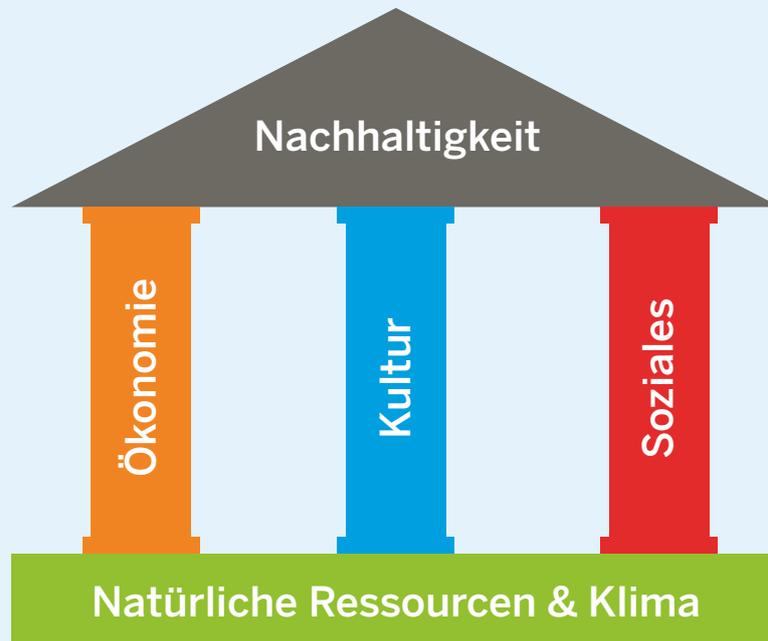
Jahres in den Wäldern und Ozeanen gebunden werden kann. Anders ausgedrückt: In dem Zeitraum vom 2. Mai bis zum Jahresende leben wir in Deutschland gewissermaßen auf Pump und überstrapazieren Ressourcen auch außerhalb des Landes.

Während der Erdüberlastungstag für Deutschland auf Anfang Mai datiert, ähnlich wie für Frankreich, liegt er für Katar und für Luxemburg bereits bei Mitte Februar, für die Vereinigten Staaten von Amerika und für Kanada bei Mitte März, für China datiert er auf Anfang Juni. Für Marokko ist die Überlastungsgrenze dagegen erst Ende November und für Indonesien Anfang Dezember erreicht. Für Indien ist der Ressourcenverbrauch nach wie vor im Durchschnitt so gering, dass die dem Land rechnerisch jährlich zustehende

Biokapazität im Jahresverlauf noch nicht überschritten wird. Weltweit ist der Erdüberlastungstag im Jahr 2023 am 2. August erreicht worden. Zum Vergleich: Vor 20 Jahren lag er noch im Bereich von Mitte September.

Mit der Ausweisung des Erdüberlastungstages soll die Begrenztheit und die Endlichkeit der natürlichen Ressourcen der Erde ins Bewusstsein der Menschen gerückt werden. Die aktuellen Zahlen zeigen: Ein Umdenken ist mehr denn je erforderlich, und zwar global, insbesondere aber auch auf der nationalen Ebene. Denn Deutschland liegt mit seinem Pro-Kopf-Ressourcenverbrauch und seinen CO₂-Emissionen im obersten Viertel aller Länder und trägt damit wesentlich zur weltweiten Übernutzung der Ressourcen bei. Um das Datum des Erdüberlastungstages nach

Abbildung 02 Gewichtetes 3-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit



Das gewichtete 3-Säulen-Modell veranschaulicht, dass Ökonomie, Kultur und Soziales von natürlichen Ressourcen abhängen. Es steht für eine „starke“ Nachhaltigkeit. Die Ökologie steht für den Naturhaushalt, also für die Gesamtheit der Wechselwirkungen zwischen allen Bestandteilen der Umwelt und der Natur. Sie sind unterteilt in abiotische Schutzgüter wie zum Beispiel den Boden, die Luft und das Klima sowie biotische Schutzgüter wie den Menschen, die Pflanzen und die Tiere.

hinten zu verschieben, müssen wir unseren Ökologischen Fußabdruck verringern. Dazu kann jede und jeder einen Beitrag leisten. Gründe für den in Deutschland frühen Zeitpunkt sind unter anderem der weiterhin viel zu hohe Material- und Energieverbrauch, der hohe CO₂-Ausstoß, der übermäßige Fleischkonsum und der damit einhergehende Bedarf an Futtermitteln, die zu großen Teilen importiert werden müssen. Hintergrund ist aber auch unser zumindest in Teilen verschwenderische Lebensstil, der zum Beispiel durch die hohen Lebensmittelabfälle gekennzeichnet ist.

Eine Verringerung des Ökologischen Fußabdrucks ließe sich beispielsweise erreichen, indem wir weniger Fleisch konsumieren, weniger Lebensmittel wegwerfen, Energie einsparen, Ökostrom nutzen, nachhaltiger reisen, natürliche Baustoffe wie Holz verwenden und auf öffentliche Verkehrsmittel umsteigen. Wichtig ist vor allem aber, sukzessive in geschlossenen Stoffkreisläufen zu denken und eine Kreislaufwirtschaft zu etablieren. Diese fängt bei einem adäquaten Produktdesign an, erfordert eine Intensivierung der Nutzung der Produkte (beispielsweise durch langlebige, modulare und reparaturfähige Produkte sowie Sharing-Konzepte), schließt Wiederverwendung und Umnutzung ebenso ein wie am Ende der Nutzungskette das mechanische und chemische Recycling.

Dass Einspareffekte möglich sind, hat die Energiepreiskrise im Zuge des Angriffskriegs Russlands auf die Ukraine gezeigt. Im Jahr 2022 ist der Erdgasverbrauch in allen Sektoren (auch in den Haushalten) um mehr als 15 % gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Dazu beigetragen hat nicht nur der vergleichsweise milde Winter, sondern insbesondere energiesparendes Verhalten der Energieverbraucherinnen und -verbraucher. Die Durchschnittstemperatur leicht zu senken, auf das Heizen wenig gebrauchter Räume vollständig zu verzichten sowie mit weniger Wasser zu duschen, ist flächendeckend in den Haushalten zur Anwendung gekommen. Leider haben sich diese Verhaltensänderungen nicht zuletzt aufgrund der wieder gesunkenen Energieträgerpreise nicht verstetigt. Entsprechend ist der spezifische Heizenergiebedarf im Jahr 2023 wieder angestiegen. Dies zeigt, wie schwierig es ist, Routinen wirklich zu ändern. Und darum geht es letztlich: Wir brauchen eine dauerhafte Umstellung unseres energieverschwendenden Verhaltens – im Bereich der Wärmeversorgung, aber genauso im Bereich der Mobilität. Das Verändern von Routinen muss aber auch möglich gemacht werden. Für die Umstellung auf nachhaltige Routinen benötigen wir anders ausgedrückt adäquate rechtliche, ökonomische und politische Rahmenbedingungen, die nachhaltiges Verhalten grundsätzlich (idealerweise) zur einfachsten aller Optionen machen.

Abbildung 03 Ökologischer Fußabdruck Deutschlands, hochgerechnet auf die Weltbevölkerung

Die letzte Erhebung (Data Package 2025 für die Jahre bis 2024) ergab pro Kopf der Weltbevölkerung einen Ökologischen Fußabdruck von rund 2,6 sogenannten globalen Hektar und eine Biokapazität von etwa 1,5 globalen Hektar. Demnach verbrauchte die Menschheit im Jahr 2024 das etwa 1,8-fache der ökologischen Ressourcen, die sich binnen 365 Tagen regenerieren können. Würden alle Menschen weltweit und dauerhaft den in Deutschland üblichen Lebensstil führen mit einem Ökologischen Fußabdruck von rund 4,2 globalen Hektar pro Kopf, bräuchte es gar die Ressourcen von rund 3 Erden.

DAS KONZEPT DER PLANETAREN GRENZEN

Auch das im Jahr 2009 eingeführte Konzept der Planetaren Grenzen (planetary boundaries), auf das unter anderem auch die nordrhein-westfälische Nachhaltigkeitsstrategie Bezug nimmt, macht deutlich, dass wir heute über unsere Verhältnisse leben. Die aktuellen Daten zeigen, dass in 6 von 9 Bereichen eine Überschreitung der Planetaren Grenzen, das heißt eine Überbelastung, bereits festzustellen ist | www.umwelt2024.nrw.de/002 | [Abbildung 04](#). Die zentralen Problemfelder, in denen wir uns im Bereich zunehmenden Risikos oder gar im Hochrisikobereich befinden, lauten wie folgt:

- Veränderung in der Integrität der Biosphäre (ehemals als Biodiversitätsverlust bezeichnet) | [Seite 92](#),
- Klimawandel | [Seite 24](#),
- Überladung mit neuartigen Stoffen (synthetische Chemikalien und Stoffe wie Mikroplastik, Pestizide, sogenannte endokrine Disruptoren, die in das körpereigene Hormonsystem eingreifen, organische Schadstoffe wie die unter dem Kürzel PCB bekannten Polychlorierten Biphenyle sowie Dioxine, radioaktive Abfälle und vieles mehr) | [Seite 47](#),
- Veränderung in biogeochemischen Kreisläufen (vor allem der zu hohe Phosphor- und Stickstoffeintrag in die Böden und Gewässer) | [Seite 83](#),
- Veränderung in Süßwassersystemen | [Seite 79](#),
- Veränderung der Landnutzung | [Seite 73](#).

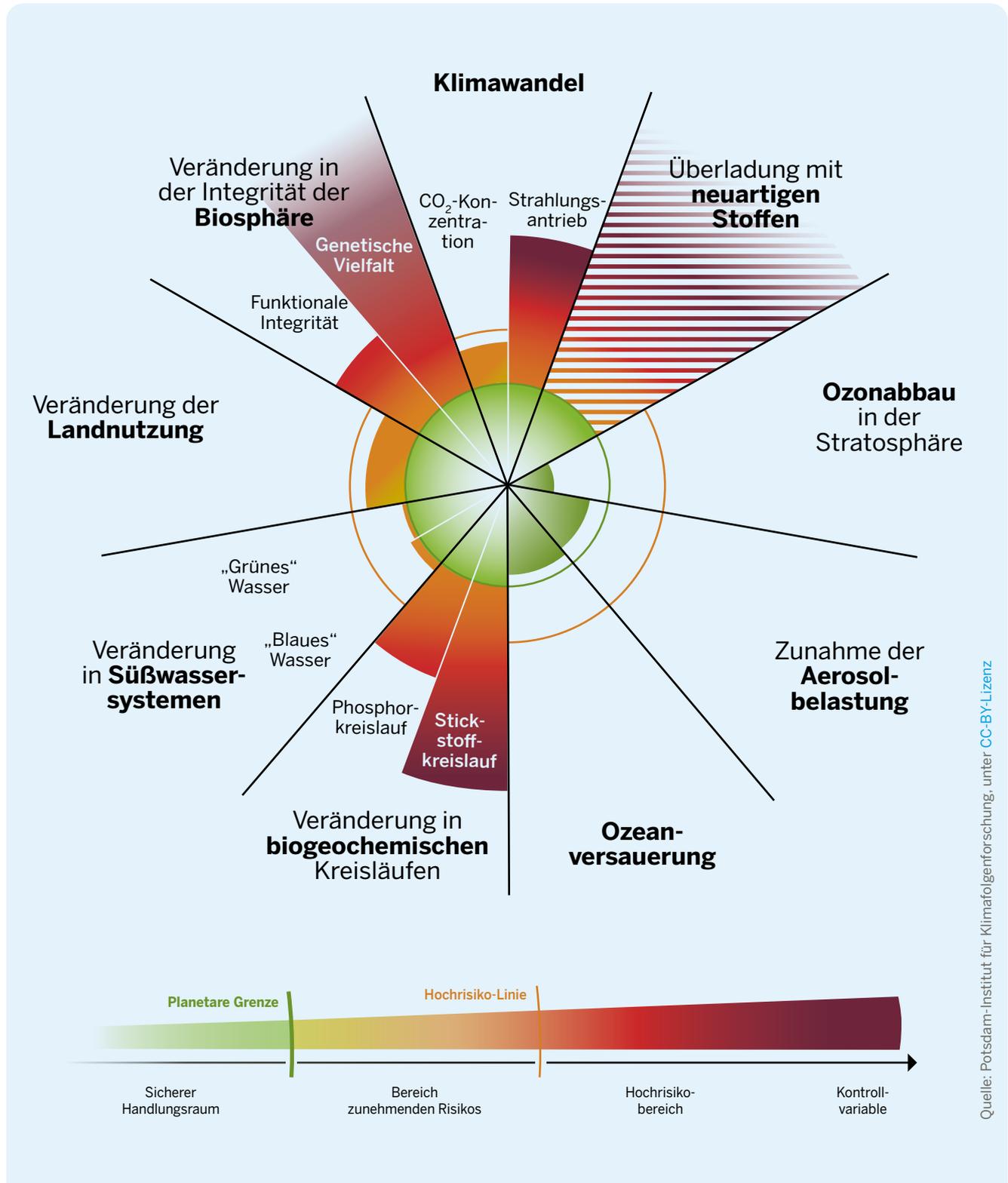
Innerhalb der Planetaren Grenzen befinden sich dagegen diese 3 Bereiche:

- Ozonabbau in der Stratosphäre (wo es tatsächlich eine Erholung der Ozonschicht gegeben hat dank des Montreal-Protokolls und des schrittweisen Ausstiegs aus der Produktion und Verwendung einiger ozonabbauenden Substanzen),
- die Zunahme der Aerosolbelastung (allerdings mit zum Teil drastischen Überschreitungen auf lokaler Ebene) | [Seite 55](#) | [Seite 76](#) sowie die
- Ozeanversauerung (jedoch mit zunehmender Annäherung an die Grenze).

Auch mit Blick auf die Planetaren Grenzen lässt sich daher deutlich feststellen, dass wir über unsere Verhältnisse leben. Die hinter dem Konzept stehenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler formulierten es so: „that Earth is now well outside of the safe operating space for humanity“ (dass sich die Erde jetzt weit außerhalb des sicheren Handlungsraums für die Menschheit befindet).

Hinzu kommt, dass wir heute schon auf der Erde Veränderungen ausgelöst haben, die zu sich selbst verstärkenden Effekte führen oder zumindest nicht rückholbar sind. Nach aktuellem Forschungsstand ist in verschiedenen Bereichen ein schleichendes oder sogar abruptes Kippen des zuvor stabilen Systems zu befürchten. Kippmomente könnten zu Kettenreaktionen und zu verheerenden, unwiederbringlichen Folgen führen. Das großmaßstäbliche Abtauen der borealen Permafrostböden, der Verlust von Grönland- und

Abbildung 04 Planetare Grenzen und ihre Überschreitungen nach Richardson et al. 2023



Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, unter CC-BY-Lizenz

Nach dem im Jahr 2023 aktualisierten Konzept agiert die Menschheit bereits in 6 Sektoren jenseits des sicheren Handlungsraums: Übertreten sind die Planetaren Grenzen für die Veränderung der Integrität der Biosphäre, den Klimawandel, die Überladung mit neuartigen Stoffen, die Veränderung in biogeochemischen Kreisläufen, die Veränderung in Süßwassersystemen und die Veränderung der Landnutzung. Bezüglich des Ozonabbaus in der Stratosphäre, der Zunahme der Aerosolbelastung und der Ozeanversauerung befinden wir uns derzeit im sicheren Handlungsraum. Die Kreissektoren stellen den Zustand hinsichtlich Planetarer Grenzen und Risikobereiche dar. Auslaufende Farbe steht für einen Unsicherheitsbereich, Schraffierung für eine bisher nicht realisierte Quantifizierung im Risikobereich.

Antarktis-Eisschildern, der Kollaps oder das Versiegen von Strömungssystemen wie der subpolaren Zirkulation in der Labrador- und Irmingersee und der atlantischen Umwälz-zirkulation (der für das milde Klima in Nordeuropa verantwortliche Golfstrom ist ein Teil davon), das Absterben von Ökosystemen wie borealer Nadelwälder, der Korallenriffe in den niederen Breiten sowie des Amazonas-Regenwalds sind Beispiele dafür [↪ Abbildung 05](#).

Das Konzept, das ursprünglich auf 9 rein physikalische, chemische und ökologische Grenzen fokussierte, ist von einem Teil der Autorinnen und Autoren mittlerweile um soziale Gesichtspunkte und Gerechtigkeitsfragen erweitert worden. Aus den Planetaren Grenzen haben sie „sichere und gerechte Erdsystemgrenzen“ („safe and just Earth system boundaries“ [↪ www.umwelt2024.nrw.de/003](https://www.umwelt2024.nrw.de/003)) entwickelt. In der Konsequenz verschärft dieser Ansatz den Handlungsdruck noch einmal und kann zu engeren Grenzen führen. Besonders deutlich wird dies am Klimaschutzziel. Gelingt es die Veränderung der Weltmitteltemperatur auf 1,5 Grad Celsius (°C) zu begrenzen, dann ist zwar ein Niveau erreicht, das für große Bevölkerungsteile der Welt die schlimmsten Auswirkungen des Klimawandels vermeiden ließe. Gerade für die ärmeren Länder, die kaum zum Klimawandel beitragen, sind aber auch dann noch schwerwiegende Schäden durch Wetterextreme, zunehmende Nahrungsmittel- und Wasserknappheit zu erwarten, die zum Verlust an Menschenleben führen können. In der Konsequenz heißt das für die Forschenden, dass eine sichere und gerechte Klimagrenze eher bei 1,0 als bei 1,5 °C liegen sollte.

WAS JETZT ZU TUN IST – FÜR EINE KLIMAVERTRÄGLICHE, RESSOURCENLEICHTE GESELLSCHAFT

Die Herausforderungen sind beschrieben. Bleibt die Frage offen, was jetzt zu tun ist und wo jetzt Schwerpunkte gesetzt werden sollen. Der Club of Rome, der 1973, also schon vor gut 50 Jahren, mit dem berühmten Buch „Die Grenzen des Wachstums“ auf die Begrenztheit der Erdsourcen hingewiesen hat, beschreibt in seinem neuesten Buch „Earth for All“¹ 5 zentrale Bereiche, in denen große Veränderungen notwendig sind, um den gesellschaftlichen Kollaps abzuwenden und um schnell zu einer umfassenden systemischen Transformation hin zu einem gerechteren, resilienteren Wirtschaftssystem zu kommen: Armut, (Einkommens-) Ungleichheit, Empowerment der Frauen, Ernährungswende und Energiewende.

Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie identifiziert 6 maßgebliche Transformationsbereiche, für die klare Ziele benannt werden und Indikatoren bereit bereitgestellt, um den gemachten Fortschritt zu messen: Menschliches Wohlbefinden und Fähigkeiten, soziale Gerechtigkeit; Energie- und Klimaschutz voranbringen; Kreislaufwirtschaft erreichen; Nachhaltiges Bauen und Verkehrswende stärken; Wandel zu nachhaltigen Agrar- und Ernährungssystemen; Einsatz für eine schadstofffreie Umwelt. Für jeden dieser Bereiche sind Transformationsteams eingerichtet worden, die zentrale Impulse setzen sollen. Aufgrund der Notwendigkeit, für eine nachhaltige Entwicklung nicht nur national, sondern auch international die Kräfte zu bündeln, ist noch ein siebtes Transformationsteam zum Thema „Internationale Verantwortung und Zusammenarbeit als Hebel für die Transformation“ eingerichtet worden.

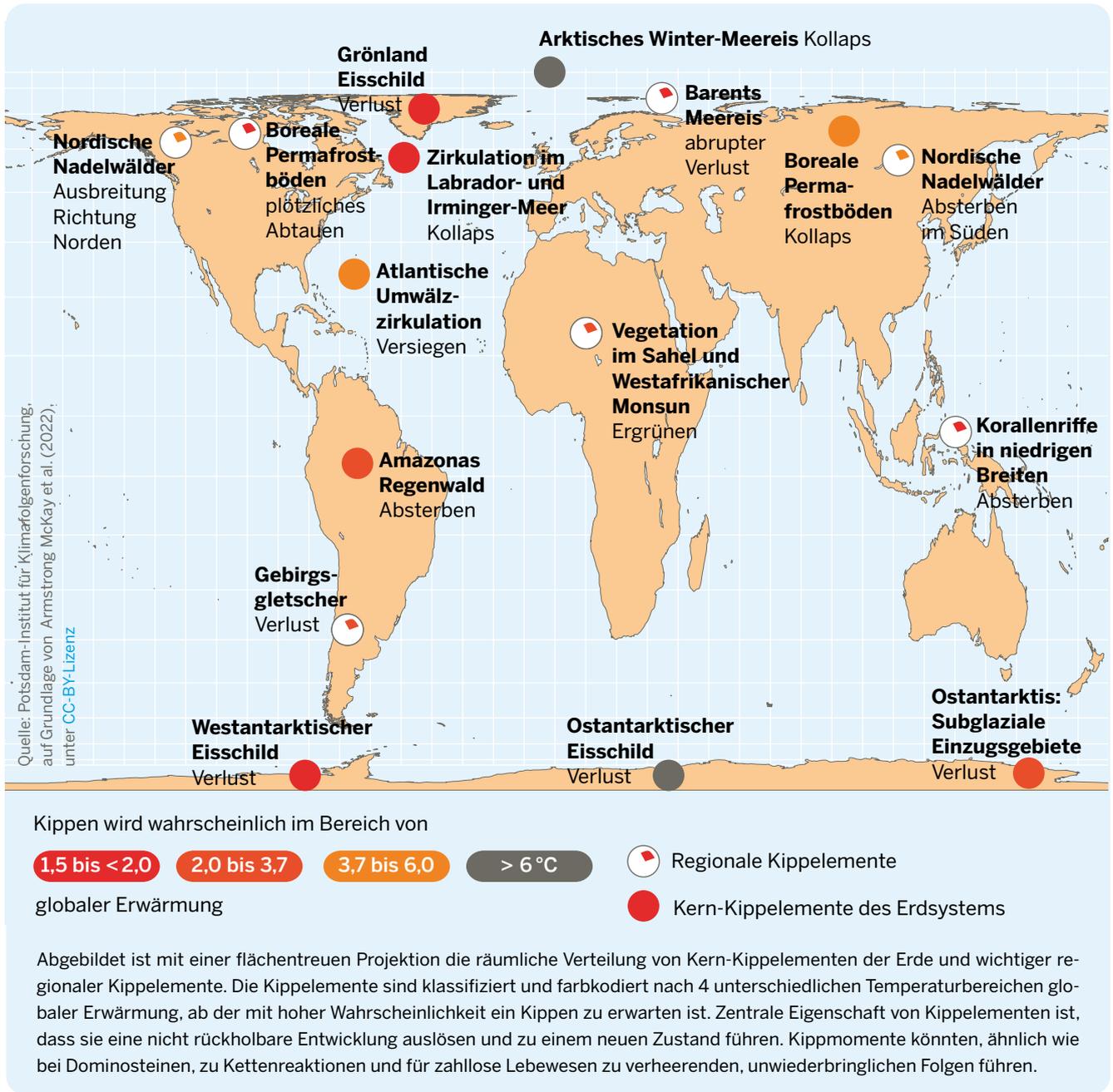
In Nordrhein-Westfalen wird gerade daran gearbeitet, für das Land angepasste Transformationsbereiche zu benennen. Im Kontext der Weiterentwicklung der Landesnachhaltigkeitsstrategie [↪ https://nachhaltigkeit.nrw.de](https://nachhaltigkeit.nrw.de) wird zudem ein umfassendes Ziel- und Indikatorenset entwickelt. Ganz entscheidend ist aber die Formulierung eines klaren übergeordneten Ziels: Im Koalitionsvertrag 2022 bis 2027 haben die Regierungsparteien festgeschrieben, „die erste klimaneutrale Industrieregion Europas werden zu wollen“. Das ist die Messlatte.

In vielen Bereichen wissen wir nicht zuletzt aufgrund wissenschaftlicher Studien ganz genau, was zu tun ist. Dies gilt insbesondere für den Klimaschutz. Die im Jahr 2021 veröffentlichten 5 großen Studien zu Deutschlands Transformation zur Treibhausgasneutralität zeigen den Weg bis zum Jahr 2045 klar auf. Bezüglich der zentralen Strategieelemente für den Klimaschutz in den Sektoren und der Intensität und Geschwindigkeit, mit der diese auszuschöpfen sind, kommen diese „Big 5“ erstaunlicherweise zu kaum voneinander abweichenden Ergebnissen. Und das, obwohl sie von unterschiedlichen Annahmen ausgehen, auf unterschiedlichen Energie- und Klimamodellen basieren und durch unterschiedliche Akteure in Auftrag gegeben worden sind (unter anderem neutrale Stiftungen, Bundeswirtschaftsministerium, Bundesverband der Industrie). Auf diese Zukunftsbeschreibungen, die auf bekannte Technologien, Strategien und Instrumente setzen, lässt sich aufbauen. Wir dürfen im Gegensatz dazu nicht Gefahr laufen, Zukunftsszenarien auf wackeligen Füßen aufzubauen und zum Beispiel auf Wundertechnologien wie die Kernfusion zu hoffen oder auf Zukünfte, die die Potenziale natürlicher CO₂-Senken deutlich überschätzen.

Machen wir uns nichts vor, wir sind längst noch nicht da, wo wir sein wollen. Es besteht noch eine erhebliche Klimaschutzlücke und der Weg vom Wissen zum Handeln ist offensichtlich lang. Ein Zahlenbeispiel: Wir haben in

¹ Club of Rome (2022): Earth for All. Ein Survivalguide für unseren Planeten. Oekom Verlag, München, 256 S.

Abbildung 05 Räumliche Verteilung von Klima-Kippelementen auf der Welt



Deutschland die Treibhausgasemissionen in den Jahren 1990 bis 2023 um etwa 46 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 reduzieren können – in 33 Jahren. Bis 2030 wollen wir sie um 65 % reduziert haben und bis 2045 wollen wir Treibhausgasneutralität erreicht haben – so steht es im Bundes-Klimaschutzgesetz. Einfaches Kopfrechnen zeigt, dass die Ziele nur erreichbar sind, wenn in den restlichen 7 respektive 22 Jahren die durchschnittliche jährliche Minderungsrate drastisch (!) erhöht wird.

Dies wird nur zu erreichen sein, wenn es gelingt, in sehr weiten Kreisen der Gesellschaft die Akzeptanz für die Umsetzung von Klimaschutz zu erhöhen und für Teilhabe

zu motivieren. Doch wie gelingt das in einer Zeit, in der Klimaschutz und Nachhaltigkeit auf der gesellschaftlichen Prioritätenliste deutlich nach unten gerutscht sind und wir zunehmend von einer polarisierten Gesellschaft sprechen müssen? Zentrale Elemente dafür sind Partizipation und Teilhabechancen aller am notwendigen Transformationsprozess – und vor allem seine sozialverträgliche Gestaltung und Gerechtigkeit. Wissenschaftliche Untersuchungen über die Akzeptanz von Maßnahmen legen nahe, dass sie dann mitgetragen werden, wenn Prozess und angestrebtes Ergebnis als gerecht empfunden werden. Nicht zu vergessen sind dabei auch die bestehenden Systemungerechtigkeiten in der Ausgangslage. Um an unser gemeinsames

Ziel, die Erhaltung unserer planetaren Lebensgrundlage, zu kommen, braucht es daher vermeintliche Umwege über Synergieeffekte.

Im Kontext der aktuellen Gemengelage muss man sich in jedem Fall mehr Gedanken machen als bisher, wie man uns Menschen für die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen aktiviert. In Zeiten, in denen Klimaschutz nicht mehr allein als Motivation trägt, braucht es möglicherweise Umwege, um ans Ziel zu kommen, und das Überzeugen durch Synergieeffekte. Nicht zuletzt braucht es Umsetzungsstrategien, die von vornherein die soziale Flankierung mitdenken und auf Chancen und Ermöglichung statt auf Überforderung setzen. Nur so werden wir die notwendige Unterstützung für die erforderlichen Transformationsprozesse bekommen.

MEHR IN SYNERGIEPOTENZIALEN DENKEN – KLIMASCHUTZMASSNAHMEN ANDERS MOTIVIEREN

Offensichtlich braucht es für die Akzeptanz von Maßnahmen durch große Teile der Gesellschaft neue Narrative. Für die Aktivierung großer Teile der Gesellschaft sind neben dem Klimaschutz und dem damit untrennbar verbundenen Biodiversitätsschutz andere Faktoren und Überzeugungskräfte notwendig, um sie für eine beschleunigte Umsetzung von Maßnahmen und auch Verhaltensänderungen zu motivieren. Synergieeffekte zu identifizieren und kommunikativ stärker in den Mittelpunkt zu stellen, kommt daher zukünftig eine große Bedeutung zu. Klima- und Biodiversitätsschutz können so gewissermaßen „huckepack“ genommen werden. Weniger Fleischverzehr ist schon aus Gesundheitsgründen sinnvoll, reduziert nebenbei den Treibhausgasausstoß und hilft auch an anderer Stelle, Beiträge zum Einhalten der Planetaren Grenzen zu erreichen. Weniger Autos in den Innenstädten, mehr Radfahren und Zufußgehen trägt ebenfalls zum Gesundheitsschutz bei, erhöht die Lebens- und Wohnqualität und ist schonender für das Klima. Ein verstärkter Einsatz von heimischen Erneuerbaren Energien, nachwachsenden Rohstoffen und Kreislaufwirtschaftstechnologien führt nicht nur zu mehr Ressourceneffizienz und zu einer Verringerung der geopolitischen Risiken durch vermiedene Importe, sondern schafft aufgrund des häufig dezentralen Charakters auch neue, sichere Arbeitsplätze. Mehr Stadtgrün mit begrünten Fassaden und Dächern, Gärten und Parks senkt nicht nur die Luftschadstoffbelastung und die Temperaturen in Hitzeinseln, sondern schafft auch Lebensräume für Flora und Fauna und macht Siedlungen lebenswerter. Mehr Öko-design-Produkte sind nicht nur umweltverträglicher und weniger schadstoffbelastet, obendrein schonen sie wegen ihrer Langlebigkeit und Reparaturfähigkeit den Geldbeutel.

Wir dürfen aber auch die andere Seite nicht vergessen – Klimawandel führt zu erheblichen gesundheitlichen Belastungen. Wir lernen jetzt erst so richtig, worauf wir uns einstellen müssen: gesundheitliche Folgen durch Hitzestress oder zunehmende ultraviolette (UV-) Strahlung, physische Schäden durch Wetterextreme wie Stürme und Überflutungen, indirekte Effekte durch eine klimawandelbedingte Zunahme an Allergien und regionales Auftreten von neuen, bisher in unseren Breiten unbekanntem Krankheitserregern bis hin zu psychischen Krankheitsbildern wie Klimaangst. Klimaschutz- und Klimaanpassungspolitik ist daher auch Gesundheitspolitik.

Wir werden trotz aller technischen Lösungen nicht umhinkommen, uns klimaverträglicher zu verhalten. Dabei steckt der Teufel meist im Detail. Beim Fleischverzehr kommt es beispielsweise nicht nur auf die Menge an, sondern auch auf die Art. Rindfleisch hat zum Beispiel pro Kilogramm gerechnet eine um etwa den Faktor 10 höhere Klimawirkung als Geflügelfleisch. Ursächlich dafür sind die Emissionen in der Verarbeitungskette, vor allem aber der Methan ausstoß der Rinder (alle Wiederkäuer stoßen während des Verdauungsprozesses das hochwirksame Treibhausgas Methan aus). Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen FAO schätzt den Anteil der Viehwirtschaft an den Treibhausgasen auf 14,5 % ab, das heißt auf rund ein Siebtel. Hinzu kommt ein nicht unbedeutlicher Flächenverbrauch für den Anbau der Futtermittel, gerade für Rinder. Heute werden rund 40 % des global verfügbaren Ackerlands zum Anbau von Futtermitteln genutzt.

Auch an anderer Stelle steckt der Teufel im Detail, gerade wenn man eine breitere Nachhaltigkeitsperspektive einnimmt. So sind so weit wie möglich Zielkonflikte und Problemverlagerungen (problem shifting) zu vermeiden. Dies gilt zum Beispiel für den Verbrauch an kritischen Ressourcen aus fernen Ländern wie Bauxit, Eisenerz, Kobalt, Mangan, Nickel, Palladium, Platin oder Kupfer sowie Seltene Erdelemente wie Neodym oder Praseodym für die Herstellung zentraler Klimaschutztechnologien wie Generatoren für die Windenergie, Batterien, Elektrolyseure für die Wasserstoffherstellung oder Photovoltaikanlagen. Entsprechend sind hier früh Maßnahmen zu ergreifen wie der Aufbau von Recyclingstrukturen, eine Diversifizierung der Lieferketten und Forschungsanstrengungen für Materialsubstitutionen.

Mit Blick auf die Vielschichtigkeit der Ziele hat die Europäische Union (EU) im Rahmen der EU-Taxonomie als Forderung formuliert, dass wirtschaftliches Handeln entlang der zentralen Umweltbereiche keinen Schaden anrichten soll, „do no significant harm“ nennt sie das.

EINE EINORDNUNG ZUM SCHLUSS

Ohne Zweifel haben wir es mit großen und vielschichtigen Herausforderungen zu tun, wir können aber noch reagieren. (Zukunfts-)Angst ist sicher ein schlechter Ratgeber und Nichtstun und den Kopf in den Sand stecken ist keine Alternative. Denn wir sind in vielen Bereichen heute technologisch besser aufgestellt, um die Herausforderung positiv anzugehen, als zuvor. Wer hätte vor 5 oder 10 Jahren gedacht, dass im Jahr 2023 mehr als die Hälfte des Stroms in Deutschland aus Erneuerbaren Energien kommt und die Qualität der Stromversorgung weiterhin Weltspitze ist? Wer hätte zu diesem Zeitpunkt gedacht, dass weltweit der Startschuss für den Einstieg in eine Wasserstoffwirtschaft gegeben worden ist und konkrete Projekte in vielen Ländern in die Umsetzung gehen? Es sind diese positiven Bilder, die transformatives Handeln motivieren, während gezielte Desinformationspolitiken, wie wir sie heute vielfach leider erleben, Angst machen und Umsetzungsanstrengungen konterkarieren. Diesbezüglich kommt den Medien eine große Aufgabe zu.

Ja, eine nachhaltige Entwicklung wird es nicht umsonst geben. Es wird dabei vor allem darauf ankommen, ausreichend Kapital für den anstehenden Transformationsprozess zur Verfügung zu stellen, und das nicht nur in Deutschland, sondern weltweit. Gerade in den weniger entwickelten Regionen der Welt, die mit hohen Zinssätzen zu kämpfen haben, wird dies nicht ohne Unterstützung der Industrieländer gehen, die auch aufgrund ihrer historischen Entwicklung in der Verantwortung stehen. Hinzu kommen muss eine konsequente Förderpolitik der internationalen Finanzinstitutionen wie der Weltbank.

In der gesellschaftlichen Diskussion darüber, ob die notwendigen Transformationsprozesse zu schaffen sind, braucht es mehr Klarheit und ein besseres Erklären. Denn höhere Investitionen, die mit der Transformation verbunden sind, sind nicht gleichzusetzen mit höheren Kosten. Höhere Investitionen führen im Energiebereich beispielsweise zur Einsparung von Kosten für die Beschaffung von fossilen Energieträgern und zu einer Verringerung der geopolitischen Abhängigkeiten. Zudem kommt es darauf an, den Referenzpfad richtig zu benennen. Eine Welt, in der keine Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden, verharrt nicht, wie in vielen Diskussionen fälschlicherweise angenommen wird, im Status quo. Das Ergebnis würde vielmehr eine Welt mit massiven Klimaveränderungen sein, die infolgedessen mit Auseinandersetzungen und Konflikten, mit Schadensregulierungen für die Auswirkungen von Wetterextremen und mit Investitionen in noch dringendere Anpassungsmaßnahmen zu kämpfen hätte. Das würde vermutlich viel teurer zu stehen kommen als mit einem auf Klimaschutz ausgerichteten Transformationspfad.

Perspektivisch müssen wir aber noch weitergehen, nicht zuletzt, weil wir zu lange mit dem konsequenten Handeln gewartet haben. Es kommt heute längst nicht mehr „nur“ darauf an, weniger Schäden zu verursachen (zum Beispiel durch weniger Treibhausgasemissionen), sondern es geht längst auch um den Einstieg in einen Reparaturbetrieb, in eine Form des regenerativen Wirtschaftens. Das hilft, die Regenerationskräfte der Erde zu stärken.

Für die Gestaltung des Transformationsprozesses hin zu einer nachhaltigen Entwicklung gibt es keine Blaupause und auch keine Strategie, die für alle Regionen gleichermaßen geeignet ist. Notwendig ist eine hinreichende räumliche Disaggregation, da jede Region, jede Stadt, jedes Quartier, jede Straße ihre Besonderheiten hat. Dabei ist speziell ein Blick auf die besonders verletzlichen Räume notwendig und die dort wohnenden Menschen, bei denen sich soziale und ökologische Herausforderungen überlagern.

Es geht schließlich darum, Kräfte zu bündeln und in die richtige Richtung zu lenken. In dem Buch „Triggerpunkte. Konsens und Konflikt in der Gegenwartsgesellschaft“² stellen der Soziologe Steffen Mau und seine beiden Mitautoren auf der Basis einer umfangreichen Studie fest, dass es heute bestimmte Themen gibt, die dafür sorgen, dass aus einer anfänglich harmlosen Debatte ein hitzig geführter Konflikt wird. Sie nennen diese Themen „Triggerpunkte“ und unterscheiden 4 zentrale Auslöser, die aus ihrer Sicht hohes Eskalationspotenzial haben: Ungleichbehandlungen, Normalitätsverstöße, Entgrenzungsbefürchtungen und Verhaltenszumutungen. Ziel muss sein, durch eine ganzheitliche Politikgestaltung und durch umsichtige Kommunikation der Transformationsziele diese Triggerpunkte zu vermeiden. Ganz im Gegenteil sollten eher positive Triggerpunkte gesetzt werden, die das Potenzial für ein hohes Aktivierungsmaß haben.

Noch scheint es Handlungsmöglichkeiten zu geben. Steffen Mau und Ko-Autoren kommen in ihrem Buch zu dem Schluss, dass wir es im Bereich Klimaschutz noch mit einem „Konflikt im Werden“ zu tun haben. Durch gute Kommunikation und Politikgestaltung sei die Debatte noch formbar. Entscheidend dafür sei aber, dass es gelingt, Klimaschutzpolitik als gerecht zu rahmen und als Politik, die positiv zum Wohlbefinden der Menschen beiträgt und es dauerhaft sichert.

Packen wir es in diesem Sinne gemeinsam an! Die Welt wird es uns danken!

2 Mau, S., Lux, T., Westheuser, L. (2023): Triggerpunkte. Konsens und Konflikt in der Gegenwartsgesellschaft. Suhrkamp Verlag, Berlin, 540 S.

Klima, Energie, Effizienz in Nordrhein-Westfalen



CO₂ Warming Stripes²⁰²⁴

11,3 °C wärmstes Jahr
424,5 ppm höchste CO₂-Konzentration
 seit Beobachtungsbeginn 1881
 Trends ↗

**Apfelblüte –
 Beginn des Vollfrühlings**

12 Tage früher im Jahr
 1994 bis 2023 gegenüber 1951 bis 1980
 Trend ↘

Treibhausgasemissionen²⁰²³
 ca. **188 Mio. t CO₂-Äquivalente**
 ca. **10,3 t/Kopf und Jahr**
 Trend ↘

Primär- und Endenergieverbrauch²⁰²²
3.261 Petajoule Trend ↘
1.859 Petajoule Trend ↘

CO₂

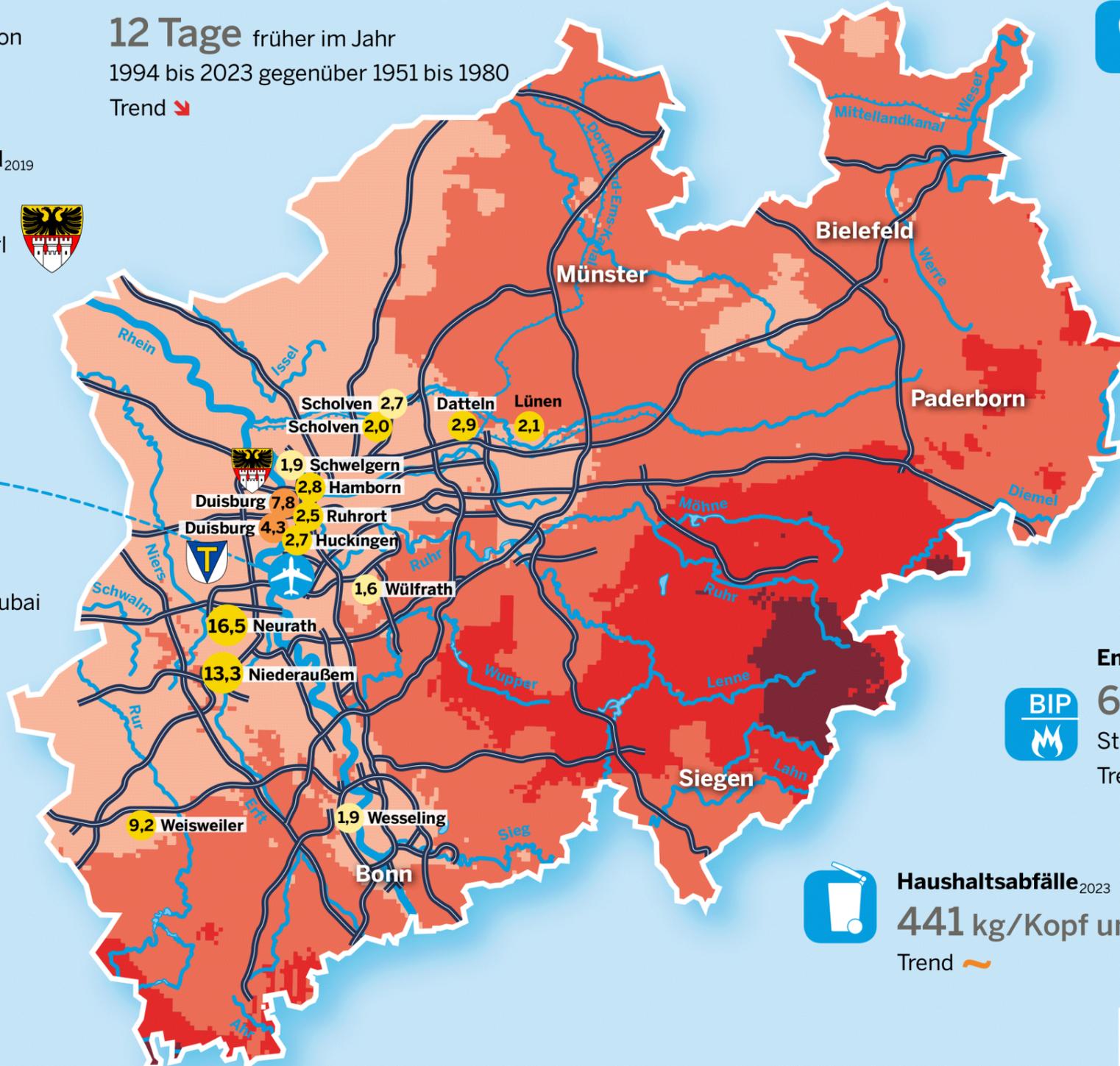
Landeshitzerekord²⁰¹⁹
41,2 °C
 in Duisburg-Baerl
 und Tönisvorst



**CO₂-Emissionen
 Hin- und Rückflug¹**
 Düsseldorf nach Phuket/Thailand über Dubai
 ca. **3,6 t/Person**

**Rekordwerte bei Genehmigungen
 von Windenergieanlagen²⁰²⁴**
732 neue Anlagen mit
4.396 Megawatt Leistung

**Inländischer
 Materialverbrauch in
 Rohstoffäquivalenten²⁰²¹**
15,7 t/Kopf und Jahr
 Trend ↗



Endenergieproduktivität²⁰²²
BIP 64 %
 Steigerung gegenüber Basisjahr 1991
 Trend ↗

Top 15 der CO₂-Emittenten²⁰²³²
 Emissionen in Mio. t

- bis 10 10 bis 20 **9** Kraftwerke
- bis 10 **2** Hüttenwerke
- bis 10 **4** Erdölraffinerien, Kalkwerk, Kokerei

Abnahme Schneedeckentage pro Jahr³
 (Tage mit einer Schneedecke ≥ 1 cm)
 1991 bis 2020 gegenüber 1951 bis 1980

- 27 bis 21
- > 21 bis 15
- > 15 bis 9
- > 9 bis 3

Haushaltsabfälle²⁰²³
441 kg/Kopf und Jahr
 Trend ↘

Abfälle insgesamt²⁰²²
 ca. **3.030 kg/Person und Jahr**





KLIMAWANDEL, FOLGEN UND ANPASSUNG

Eine Fassadenbegrünung in Moers am Niederrhein mit insgesamt rund 56.000 Pflanzen als ein Beispiel, die Klimaerwärmung in den Städten zu kompensieren



DIE PLANETARE GRENZE FÜR DEN KLIMAWANDEL IST ÜBERSCHRITTEN

In dem Papier „Was wir heute übers Klima wissen. Basisfakten zum Klimawandel, die in der Wissenschaft unumstritten sind“ fassen führende Forschungseinrichtungen und Organisationen die Erkenntnisse zum Klimawandel in 20 Worten zusammen: „1. Er ist real. 2. Wir sind die Ursache. 3. Er ist gefährlich. 4. Die Fachleute sind sich einig. 5. Wir können noch etwas tun“ | www.umwelt2024.nrw.de/004.

Jedenfalls hat sich nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft die Atmosphäre nahe der Erdoberfläche in einem Ausmaß erwärmt, wie es zumindest in den letzten 2 Jahrtausenden beispiellos ist. Ebenso ist im Synthesebericht „Climate Change 2023“ des Weltklimarats IPCC nachzulesen, dass menschliche Aktivitäten die globale Erwärmung verursacht haben, vor allem durch die Emission von Treibhausgasen. Dadurch lag die globale Oberflächentemperatur der Erde im 10-Jahres-Zeitraum 2011 bis 2020 um 1,1 °C höher als im Zeitraum 1850 bis 1900. Als Ergebnis sehen wir schmelzende Eisschilde und steigende Meeresspiegel, sich verändernde Luft- und Meeresströmungen, brennende Wälder und sterbende Korallen, Winde mit Orkanstärke und Überschwemmungen, große Hitze und lange Dürreperioden. Weitere Folgen können zerstörte Lebensgrundlagen und Migrationsbewegungen bis hin zu Konflikten und Kriegen sein. Als Hauptursache für den gegenwärtigen Klimawandel gelten die historischen und aktuellen Treibhausgasemissionen nicht natürlichen Ursprungs: vor allem durch das Verbrennen von fossilen Energieträgern | [Abbildung 12](#), den Landnutzungswandel | [Seite 73](#), nicht nachhaltige Lebensstile sowie Konsum- und Produktionsmuster. Sie erhöhen sukzessive die Treibhausgaskonzentration in der Erdatmosphäre und verstärken den Treibhauseffekt | [Box 01](#).

Nach dem Konzept der Planetaren Grenzen | [Seite 16](#), das von einem internationalen Wissenschaftsteam um den Resilienzforscher Johan Rockström entwickelt wurde und diesen Bericht wie einen roten Faden durchzieht, ist die Planetare Grenze für den sicheren Handlungsraum bezüglich Klimawandel bereits überschritten. Das Konzept unterteilt den Sektor in 2 Bereiche: den der Konzentration des wichtigsten Treibhausgases in der Atmosphäre, des Kohlendioxids (CO₂), und den des globalen Strahlungsantriebs, eines Maßes für die Änderung der Energiebilanz durch die Änderung der Wärmestrahlung auf die Erde. Für diese Bereiche sind Kontrollvariablen als sichere Grenzwerte definiert worden:

Die Planetare Grenze für die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ist festgelegt auf 350 Millionstel (englisch: parts per million, ppm). In vorindustrieller Zeit lag die CO₂-Konzentration bei 280 ppm, im Jahr 2024 betrug sie

TREIBHAUSEFFEKT EINFACH ERKLÄRT

**Box
01**

Vereinfacht formuliert trifft das Sonnenlicht als kurzwellige Strahlung auf die Erdoberfläche. Diese wird dadurch erwärmt und gibt langwellige Wärmestrahlung ab. Ein Großteil davon wird von Treibhausgasen und Wolken absorbiert und in alle Richtungen abgestrahlt. Der zur Erde weisende Teil dieser Strahlung erwärmt die unteren Luftschichten und die Erdoberfläche und macht den Treibhauseffekt aus. Treibhausgase bestehen aus Spurengasen und Partikeln, die sich unterschiedlich lange in der Atmosphäre aufhalten. Die wichtigsten Treibhausgase sind Wasserdampf, CO₂, Methan und Lachgas.

Der Treibhauseffekt ermöglicht erst das Leben auf der Erde. Ohne Treibhausgase natürlichen Ursprungs und den Treibhauseffekt als Bestandteil des globalen Kohlenstoffkreislaufs läge die Oberflächentemperatur der Erde durchschnittlich etwa 32 °C niedriger bei etwa -18 °C. Vermehrte Spurengase und Partikel durch menschengemachte Treibhausgasemissionen in die Atmosphäre, insbesondere durch das Verbrennen fossiler Energieträger und den Landnutzungswandel, führen jedoch zu einer unerwünschten Verstärkung des Treibhauseffekts und zu einer globalen Erderwärmung – dem heutigen Klimawandel.

424,6 ppm | [Abbildung 06](#). Insofern agiert die Welt nach dem Konzept der Planetaren Grenzen im Bereich eines zunehmenden Risikos | [Abbildung 04](#). Das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung versuchte im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr im Jahr 2021, Nordrhein-Westfalens Druck auf den sicheren Handlungsraum für den Klimawandel beziehungsweise seinen Anteil an der Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels zu beziffern | www.umwelt2024.nrw.de/005. Mittels Zahlen des Weltklimarats IPCC und des Ansatzes der globalen Gleichverteilung pro Kopf errechnete es ein Restbudget zur Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels von maximal 37,5 Tonnen CO₂ für jeden Menschen auf der Welt ab Januar 2021. Entsprechend kalkulierte es als Anteil Nordrhein-Westfalens an der Erreichung des 1,5-Grad-Ziels einen CO₂-Ausstoß von maximal 673 Megatonnen CO₂. Dieses Budget dürfte bereits Mitte 2024 ausgeschöpft worden sein. Weiter ermittelte das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, dass Nordrhein-Westfalen seinen Anteil an der Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels um das 2-fache überschreitet. Das wurde festgemacht an

dem hochgerechneten CO₂-Restbudget für das Land und linearen CO₂-Emissionsreduktionen, die bis zur Erreichung einer eigentlich erforderlichen CO₂-Neutralität für das Land im Jahr 2028 3-mal stärker hätten ausfallen müssen als nach dem seinerzeitigen 10-Jahres-Trend.

Die Planetare Grenze für den globalen Strahlungsantrieb wurde auf 1,0 Watt pro Quadratmeter veranschlagt. Im vorindustriellen Zeitalter lag sie bei 0 Watt pro Quadratmeter. Wir befinden uns mit derzeit etwa 2,9 Watt pro Quadratmeter weit jenseits des sicheren Handlungsraums im Hochrisikobereich [|> Abbildung 04](#).

Mit anhaltend hohen Treibhausgasemissionen nicht natürlichen Ursprungs und einer steigenden Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre nähern wir uns immer mehr Kippunkte im Erdsystem [|> Seite 16 |> Abbildung 05](#), also einem möglichen Kippen von einem stabilen System in einen anderen Zustand. Bei einem „weiter wie bisher“ drohen gar eine „Heißzeit“ oder ein „Verwüstungsanthropozän“ mit ernststen Folgen für das Leben auf der Erde. Diese Kippunkte scheinen immer mehr in Sichtweite zu kommen. Laut einer Veröffentlichung in „BioScience“ im Oktober 2024 zeigen 25 von 35 wichtigen Vitalparametern der Erde nie dagewesene Extremwerte, Beispiele: Weltweit nahm der Kohle-, Mineralöl- und Erdgasverbrauch im Jahr 2023 erneut zu, so dass die energiebezogenen Treibhausgasemissionen nun erstmalig die Klimawirkung von mehr als 40 Milliarden Tonnen CO₂ haben. Der Bestand an wiederkäuenden Rindern, Schafen und Ziegen, die Methan als das zweitwichtigste Treibhausgas ausstoßen, war nie höher als 2023. Der Waldverlust stieg von 228 Quadratkilometern im Jahr 2022 auf 283 Quadratkilometer in 2023. Die Weltmeere hatten noch nie so viel Wärme gespeichert und waren noch nie so sauer wie im Jahr 2023.

STEIGENDE JAHRESMITTEL-TEMPERATUREN – BEOBACHTET UND PROJIZIERT

Zweifellos zeigen sich die Auswirkungen des globalen Klimawandels seit geraumer Zeit auch in Nordrhein-Westfalen, zum Beispiel durch erhöhte Gesundheitsrisiken durch Hitzebelastung, durch Ernteaufschläge, Niedrigwasserrekorde, vermehrte Extremwetterereignisse und massive Waldschäden [|> Seite 106](#). Gegenüber der durchschnittlichen Jahresmitteltemperatur der ersten beobachteten Klimanormalperiode Nordrhein-Westfalens (Jahre 1881 bis 1910 mit 8,4 °C) ist die durchschnittliche Jahresmitteltemperatur der 30-Jahres-Zeitspanne 1995 bis 2024 um 1,7 °C auf 10,1 °C gestiegen. Der neueste Rekord der Jahresmitteltemperatur wurde im Jahr 2024 mit 11,3 °C erreicht [|> Abbildung 06 |> Abbildung 07](#).

Der Deutsche Wetterdienst ermittelte anhand von repräsentativen Projektionspfaden (englisch: representative concentration pathway, RCP) des Weltklimarats Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen. Demnach ist hierzulande ein weiterer Temperaturanstieg als nahezu sicher anzunehmen: Nach den Projektionen für das „Weiter-wie-bisher-Szenario“ RCP 8.5 mit einem sehr hohen Strahlungsantrieb ist für den 30-Jahres-Zeitraum 2031 bis 2060 ein Temperaturanstieg auf etwa 10,6 bis 11,4 °C und für 2071 bis 2100 ein Temperaturanstieg auf etwa 12,1 bis 13,7 °C im Jahresdurchschnitt zu befürchten [|> Abbildung 07 |> Tabelle 01](#). (Die Temperaturbereiche wurden mittels Perzentilen angegeben, mit dem 15., 50., und 85. Perzentil sind die mittleren 70 % der Ergebnisse der einzelnen Klimaprojektionen abgedeckt.) Nach dem moderateren „Stabilisierungsszenario“ RCP 4.5 ist unter anderem für die Zeitspanne 2071 bis 2100 mit einem Temperaturanstieg auf etwa 10,6 bis 12,0 °C im Jahresdurchschnitt zu rechnen. Dagegen lässt das weitgehend mit dem Klimaschutzabkommen von Paris konforme Szenario RCP 2.6 mit einer sehr ambitionierten Treibhausgasausstoßreduktion unter anderem auf eine mittlere Jahreslufttemperatur von etwa 10,1 bis 10,8 °C für die letzten 3 Dekaden des 21. Jahrhunderts hoffen. Jedoch lässt sich das Szenario RCP 2.6 kaum noch erreichen. Laut EU-Copernicus Climate Change Service war 2024 mit 15,1 °C weltweit das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen. Erstmals lag die globale Jahresdurchschnittstemperatur um 1,6 °C höher als im Schnitt der Jahre 1850 bis 1900.

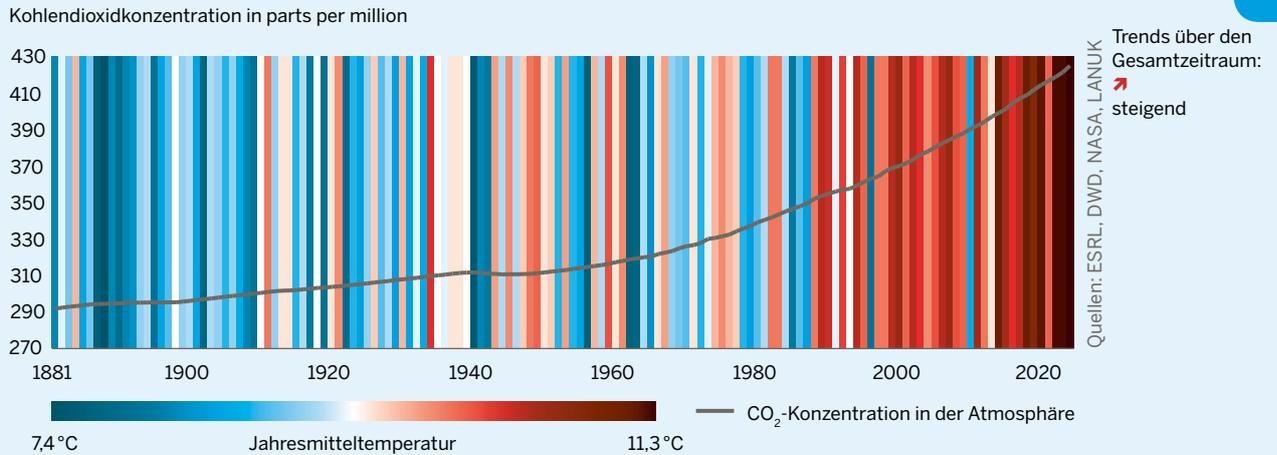
TEMPERATURKENNTAGE UND NIEDERSCHLAGSSUMMEN

Klimaveränderungen können über Temperaturkenntage veranschaulicht werden: Dies sind Tage, die durch das Über- oder Unterschreiten von bestimmten Tageshöchst- oder Tagestiefsttemperaturen gekennzeichnet sind. Ihre jeweilige Anzahl gibt Auskunft über Jahre mit sehr warmen oder kalten Witterungsphasen und ist neben vielen anderen Indikatoren im Klimaatlas [|> Box 02](#) abgebildet: Hierzulande hat sich die Anzahl der Heißen Tage (Tageshöchsttemperatur erreicht mindestens 30 °C) im 30-Jahres-Zeitraum 1995 bis 2024 mit durchschnittlich 8 Tagen pro Jahr gegenüber dem Zeitraum 1891 bis 1920 verdoppelt. Dagegen lag die Anzahl der Eistage (Tageshöchsttemperatur liegt unter 0 °C) mit durchschnittlich 11 Tagen pro Jahr in der Zeitspanne 1995 bis 2024 um mehr als ein Drittel niedriger als im Zeitraum 1891 bis 1920 [|> Abbildung 08](#).

Auch bezüglich Temperaturkenntagen hat der Deutsche Wetterdienst Werte für Nordrhein-Westfalen projiziert: Nach dem „Weiter-wie-bisher-Szenario“ RCP 8.5 ist im 30-Jahres-Zeitraum 2031 bis 2060 mit voraussichtlich 9 bis 14 und zwischen 2071 bis 2100 mit etwa 16 bis



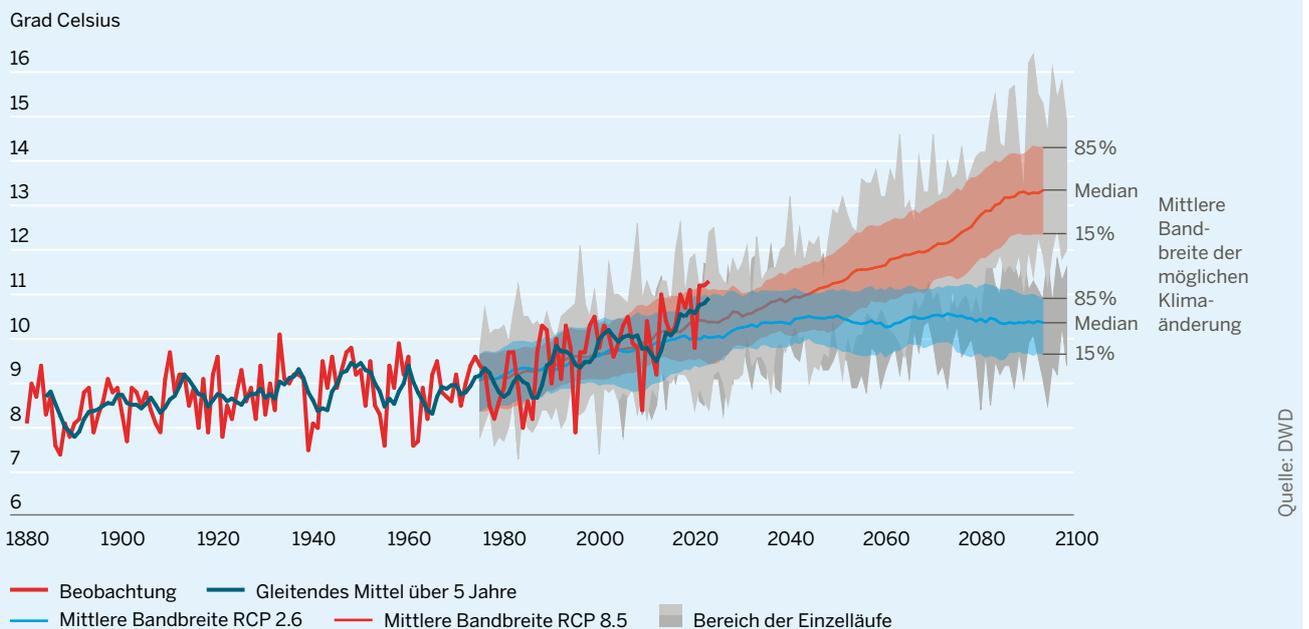
Abbildung 06 Umweltindikator Warming Stripes und globale Kohlendioxidkonzentration



Abgebildet sind die Jahresmitteltemperaturen Nordrhein-Westfalens seit Beobachtungsbeginn 1881 nach Hawkins mit einer bipolaren sequenziellen Farbskala (Wertebereich 7,4 °C für das kälteste Jahr 1888 bis 11,3 °C für das wärmste Jahr 2024). Hinterlegt ist die für den Treibhauseffekt wesentliche CO₂-Konzentration der globalen Atmosphäre, um den Zusammenhang von Temperatur und CO₂-Konzentration zu verdeutlichen (sie wurde bestimmt aus antarktischen Eisbohrkernen beziehungsweise gemessen auf Mauna Loa). Im Jahr 2024 betrug sie 424,6 ppm. Die Trends zu den Jahresmitteltemperaturen und CO₂-Konzentrationen sind signifikant steigend. Die Klimakonvention der Vereinten Nationen sieht vor, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen und Anstrengungen für eine Begrenzung auf 1,5 °C zu unternehmen.

www.umwelt2024.nrw.de/006

Abbildung 07 Beobachtete und projizierte mittlere NRW-Jahreslufttemperatur 1881 bis 2100



Im 30-Jahres-Zeitraum 1881 bis 1910 lag die Jahresmitteltemperatur Nordrhein-Westfalens bei 8,4 °C. Im Zeitraum 1995 bis 2024 lag sie mit 10,1 °C um 1,7 °C höher. Für den gesamten Messzeitraum von 1881 bis 2023 beträgt der Mittelwert 9,1 °C. Eine Trendberechnung ergab einen signifikanten Anstieg der Jahresmitteltemperatur. Nach 21 projizierten Einzelläufen des „Weiter-wie-bisher-Szenarios“ RCP 8.5 ist für den 30-Jahres-Zeitraum 2071 bis 2100 mit einer mittleren Jahreslufttemperatur von etwa 12,1 bis 13,7 °C zu rechnen. 11 Einzelläufe des weitgehend mit dem Übereinkommen von Paris konformen „Klimaschutzszenarios“ RCP 2.6 lassen dagegen auf eine mittlere Jahreslufttemperatur von etwa 10,1 bis 10,8 °C für die letzten 3 Dekaden des 21. Jahrhunderts schließen.

Tabelle 01 Beobachtete und für 3 Szenarien projizierte mittlere Jahreslufttemperatur für Klimanormalperioden

1881 bis 1910	1961 bis 1990	1971 bis 2000	1991 bis 2020		2031 bis 2060			2071 bis 2100		
Beobachtung				Perzentil	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
				15	10,0 °C	10,0 °C	10,6 °C	10,1 °C	10,6 °C	12,1 °C
8,4 °C	9,0 °C	9,3 °C	10,0 °C	50	10,4 °C	10,6 °C	11,1 °C	10,3 °C	11,3 °C	12,9 °C
				85	10,8 °C	11,2 °C	11,4 °C	10,8 °C	12,0 °C	13,7 °C

schlimmstenfalls 28 Heißen Tagen pro Jahr zu rechnen. Für die Zeitspanne 2031 bis 2060 werden 4 bis 9 und für 2071 bis 2100 nur noch 1 bis 5 Eistage pro Jahr angenommen. Ungleich erträglich erscheinen die Projektionen des „Klimaschutzszenarios“ RCP 2.6: Danach sind für 2031 bis 2060 etwa 7 bis 11 und für 2071 bis 2100 etwa 8 bis 12 Heiße Tage pro Jahr zu erwarten. An Eistagen sind für 2031 bis 2060 etwa 8 bis 11 und für die letzten 3 Dekaden des 21. Jahrhunderts etwa 6 bis 10 Tage pro Jahr zu erwarten. Wohlgedenkt, diese wissenschaftlich fundierten Blicke in die Zukunft enden im Jahr 2100. Danach könnte es für die nachfolgenden Generationen noch weitaus schlimmer kommen.

Steigende Lufttemperaturen begünstigen die Verdunstung und beeinflussen über den Wasserdampfgehalt der Luft den Wasserkreislauf sowie die Niederschlagsverhältnisse. Die Schwankungen der mittleren Niederschlags-

menge über die Jahre sind deutlich ausgeprägter als die der Lufttemperatur. So wechseln sich seit Beobachtungsbeginn Jahrzehnte mit überdurchschnittlich hohen und niedrigen Jahresniederschlagssummen ab. Die Aufzeichnungen seit 1881 ergeben aber eine statistisch signifikante Zunahme der mittleren jährlichen Niederschlagssumme in Nordrhein-Westfalen: Während die mittlere jährliche Niederschlagssumme in dem 30-Jahres-Zeitraum 1881 bis 1910 bei 808 Millimetern lag (das entspricht 808 Litern pro Quadratmeter), bezifferte sie sich für den Zeitraum 1995 bis 2024 auf durchschnittlich 872 Millimeter Niederschlag pro Jahr |→ **Abbildung 09**. Auch die saisonalen Niederschlagssummen für den Frühling, den Herbst und den Winter stiegen im 30-Jahres-Zeitraum 1995 bis 2024 deutlich gegenüber denen von 1881 bis 1910 – mit Ausnahme der Jahreszeit Sommer, für die eine um 9 Millimeter geringere Niederschlagssumme zu beobachten ist.

KLIMAAATLAS NORDRHEIN-WESTFALEN UND FACHBERICHT 157

Mit dem Klimaatlas stellt das Landesamt für Natur, Umwelt und Klima seit Ende 2022 gebündelte Informationen zur Klimathematik im Netz zur Verfügung |→ www.klimaatlas.nrw.de. Die Palette reicht von Karten für Laien und Profis über ein Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring mit einem umfangreichen Indikatorenset zu 5 Clustern (Klima, Umwelt, Mensch, Planung und Bau, Wirtschaft) bis zu einer Beratung für Kommunen zu Fragen rund um die Konzeption, Umsetzung und Förderung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Flankierend erschien der Fachbericht „Klimaentwicklung und Klimaprojektionen in Nordrhein-Westfalen“ |→ www.umwelt2024.nrw.de/007, der auf 76 Seiten die wissenschaftlichen Daten und Hintergründe für die Akteurinnen und Akteure der Klimaanpassung sowie alle Interessierten thematisiert.

Box 02



Durch die Flutkatastrophe 2021 überflutete Bundesstraße 265 bei Erftstadt



Abbildung 08 Umweltindikator Heiße Tage und Eistage

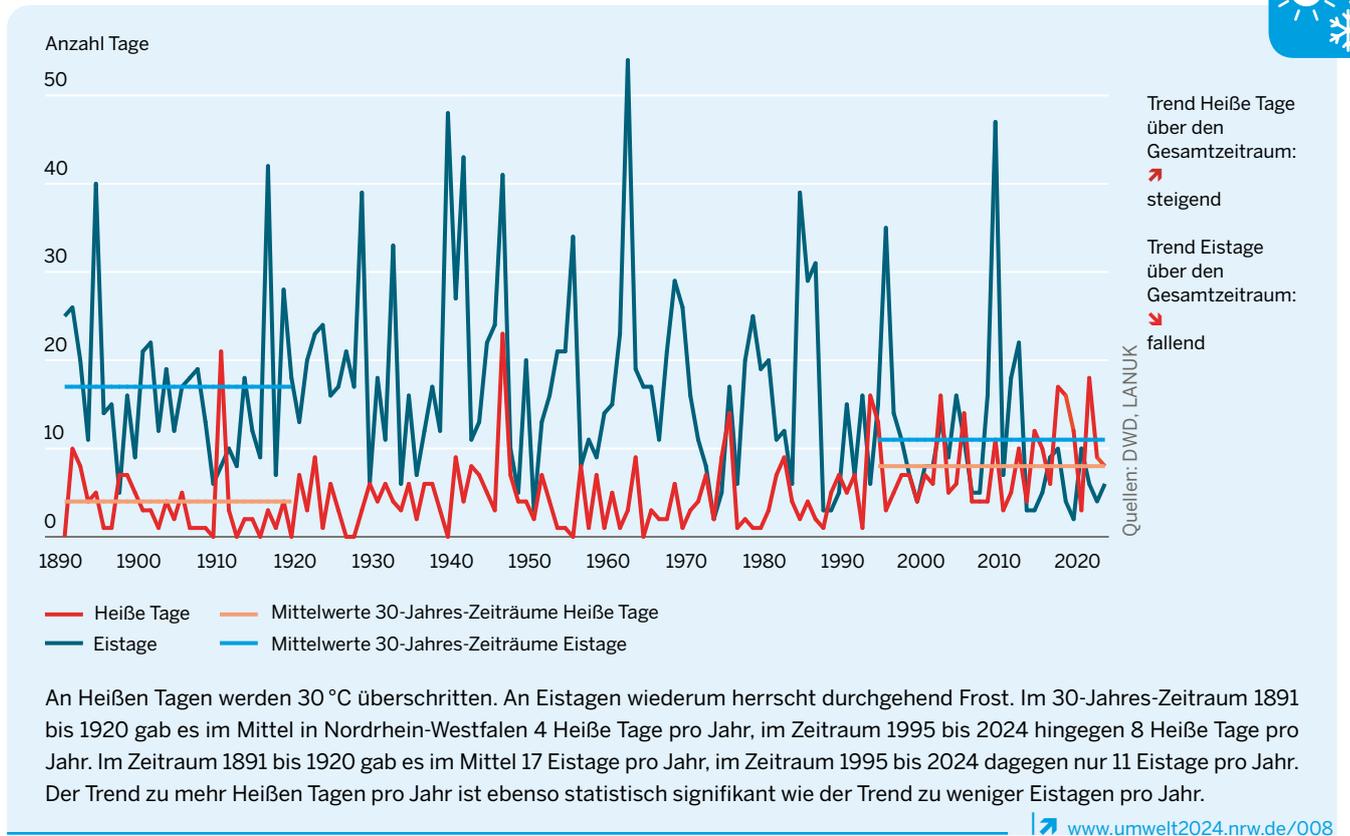


Abbildung 09 Umweltindikator Durchschnittliche Jahresniederschlagssumme

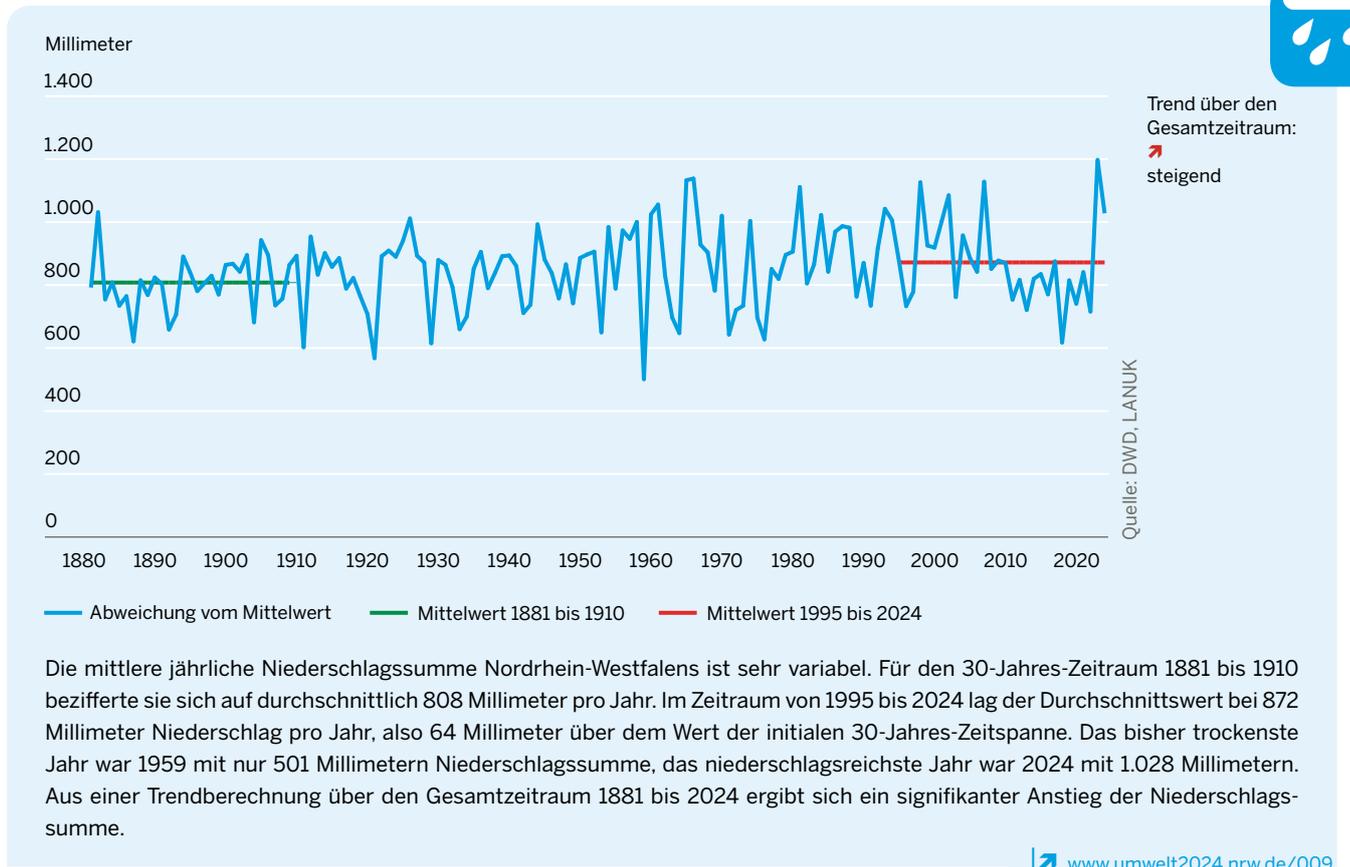




Abbildung 10 Umweltindikator Apfelblüte – Beginn des Vollfrühlings

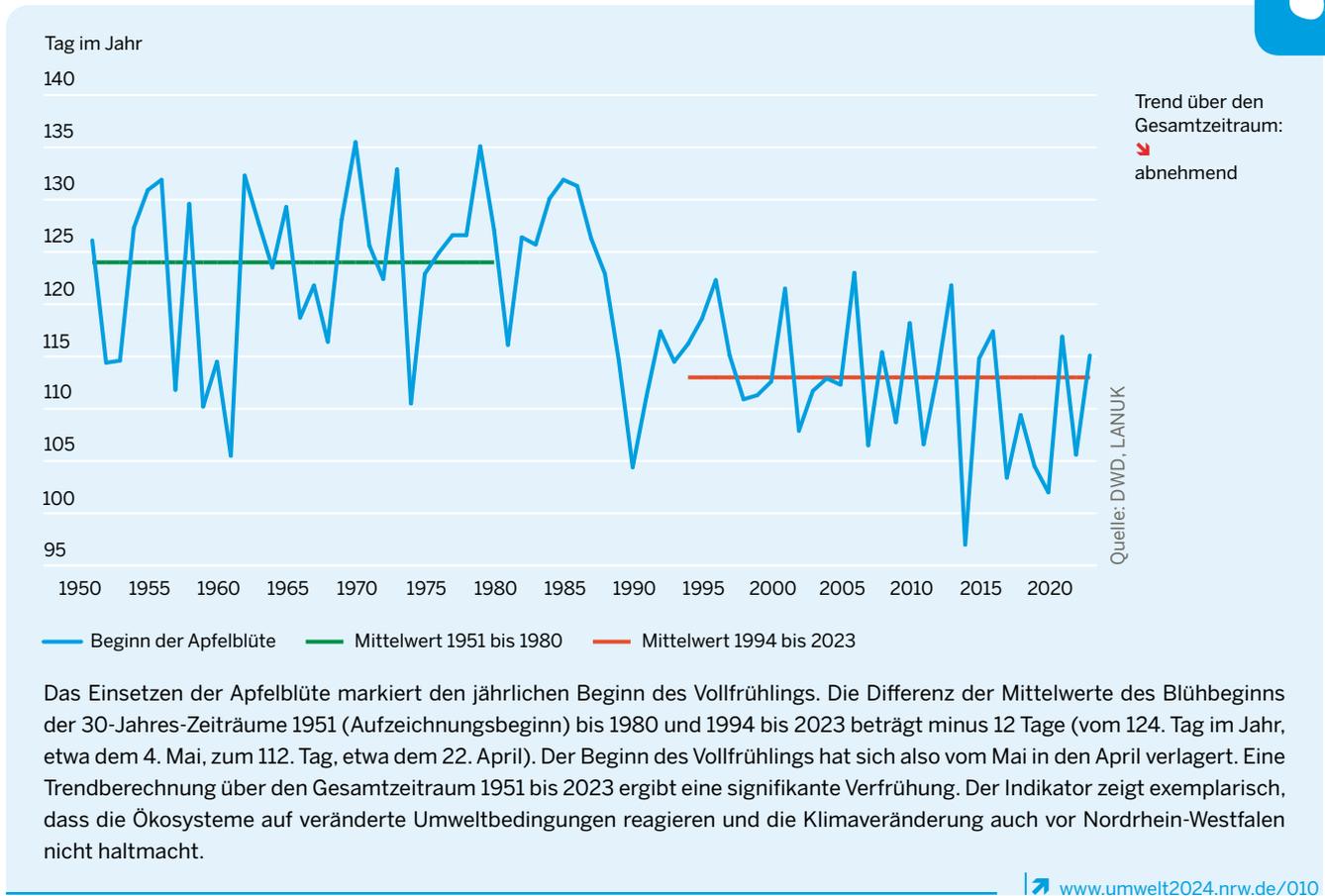
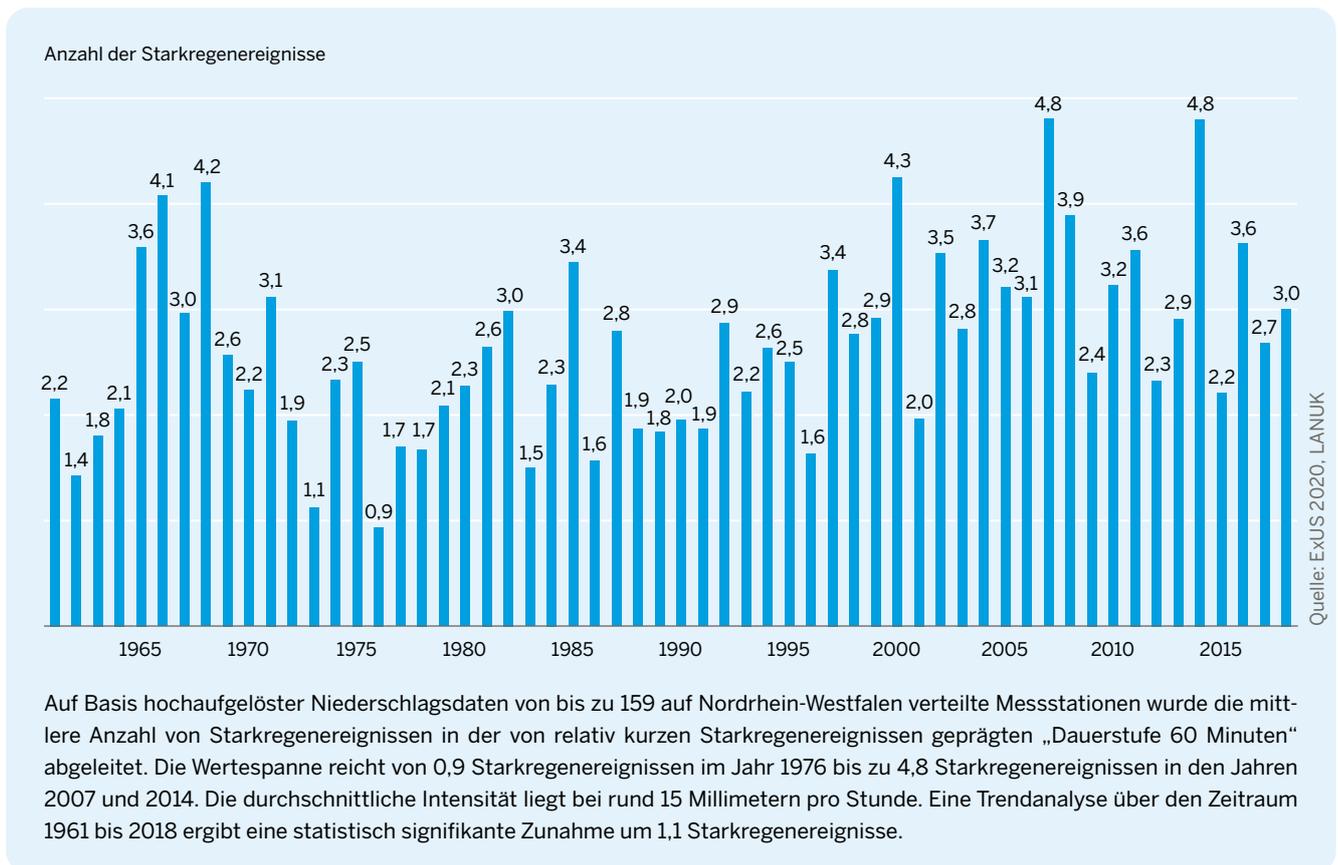


Abbildung 11 Niederschlagsextreme – Starkregenereignisse der „Dauerstufe 60 Minuten“





VERFRÜHTE FRÜHLINGE UND STARKREGENEREIGNISSE

Die Phänologie befasst sich mit jährlich wiederkehrenden Entwicklungserscheinungen in der Natur. Zur Phänologie liegen lange Zeitreihen vor, die natürlich in enger Beziehung zur Witterung und zum Klima stehen, so dass sie oft zur Analyse von Klimaveränderungen herangezogen werden: In Nordrhein-Westfalen hat sich der Beginn der Apfelblüte, der den Beginn des sogenannten Vollfrühlings markiert, durchschnittlich vom 124. Tag des Jahres in der 30-Jahres-Zeitspanne 1951 bis 1980 um 12 Tage auf den 112. Tag des Jahres im Zeitraum 1994 bis 2023 nach vorne verschoben |→ [Abbildung 10](#). Ein früher eintretender Vollfrühling steht beispielsweise für ein höheres, im Obst- und Gemüsebau gefürchtetes Spätfrostisiko, ein sich änderndes Rückkehrverhalten von Zugvögeln und teils gravierende Folgen für die Nahrungsbeziehungen in der Natur.

Nordrhein-Westfalen liegt in einer Westwindzone, die geprägt ist von wechselnder Witterung und gemäßigten Temperaturen. Durch den Klimawandel ändern sich die dafür verantwortlichen Rahmenbedingungen. Dies begünstigt extreme Wettersituationen mit außergewöhnlichen Niederschlagsmengen, starken Stürmen, langen Dürreperioden und Hitzephasen: So dürften die Flutkatastrophe im Juli 2021, eine der größten Naturkatastrophen der deutschen Geschichte mit 49 Todesopfern allein in Nordrhein-Westfalen, und die Hitze- und Dürresommer 2018, 2019 und 2022 mit Rekordtemperaturen von bis zu 41,2 °C in Duisburg-Baerl und Tönisvorst noch in Erinnerung sein; ebenso das Menschenleben und Milliarden Schäden fordernde Orkantief Friederike im Jahr 2018 und das Pfingstmontag-Unwetter Ela im Jahr 2014 mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 142 Stundenkilometern – um ein paar der jüngsten Extremwetterereignisse in unseren Breiten zu nennen.

Unwetter hat es schon immer gegeben. Nach dem 6. Sachstandsbericht des Weltklimarats IPCC werden aber mit jedem künftigen Erwärmungsniveau klimabedingte Risiken wie vermehrte extreme Wetterereignisse steigen. Dies scheinen auch extremwertstatistische Untersuchungen von Starkregen in Nordrhein-Westfalen zu bestätigen: Anhand von Niederschlagsaufzeichnungen für eine Zeitreihe von 1961 bis 2018 wurde eine signifikant steigende Häufigkeit von Starkregenereignissen belegt |→ [Abbildung 11](#). Für den relativ kurzen Zeitraum 2001 bis 2023 konnten jedoch für Starkregenereignisse der „Dauerstufe eine Stunde“ mit mehr als 25 Millimetern Niederschlag und der „Dauerstufe 6 Stunden“ mit mehr als 35 Millimetern Niederschlag keine statistisch signifikanten Trends festgestellt werden |→ [www.umwelt2024.nrw.de/011](#), für Starkregenereignisse der „Dauerstufe 24 Stunden“ mit mehr als 50 Millimeter Niederschlag ergab eine Trendanalyse sogar einen fallenden Trend.

AKTIVITÄTEN ZUR KLIMAAANPASSUNG

Klimaanpassung ist eine Querschnittsaufgabe. Der Bund setzt mit der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ einen Rahmen, der im Austausch mit den Ländern fortgeschrieben wird |→ [www.umwelt2024.nrw.de/012](#). Neben der Landesregierung sind die Bezirksregierungen, Kommunen, Unternehmen, Verbände, Forschung und Lehre sowie Bürgerinnen und Bürger gefragt, die Anpassung an den Klimawandel zu realisieren. Die Landesregierung unterstützt mit Sensibilisierungsmaßnahmen, gibt Handlungsimpulse mit Informations- und Beratungsangeboten und stellt die Weichen für die Planung.

Nordrhein-Westfalen verpflichtete sich mit dem bundesweit ersten Klimaanpassungsgesetz im Jahr 2021 |→ [www.umwelt2024.nrw.de/013](#) dazu, negative Folgen des Klimawandels zu begrenzen, drohende Schäden zu verringern, die Klimaresilienz zu erhöhen und Beiträge zu den internationalen und nationalen Anstrengungen bei der Klimaanpassung zu leisten. Zentrales Instrument ist dabei die Klimaanpassungsstrategie, welche die Maßnahmen zur Erreichung der Klimaanpassungsziele konkretisiert. Die „Landesstrategie 2024 bis 2029“ mit 16 Handlungsfeldern für 4 Cluster (Mensch, Umwelt, Planung und Bau, Wirtschaft) und insgesamt 110 Maßnahmen wurde im Oktober 2024 veröffentlicht |→ [www.umwelt2024.nrw.de/014](#).

Darüber hinaus setzte das Land verschiedene Förderprogramme auf, um die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen auf kommunaler und regionaler Ebene voranzutreiben |→ [www.umwelt2024.nrw.de/015](#). Die Mittel dienen zum Beispiel Maßnahmen zur Entsiegelung und Begrünung sowie zur Verfolgung des Schwammstadtprinzips oder Maßnahmen der Verschattung. Mit solchen Angeboten wird Kommunen in ihren Bemühungen geholfen, die Hitzebelastung für die Bevölkerung bei Hitzetagen oder Tropennächten zu reduzieren und Schäden durch Starkregen vorzubeugen. Auch leistet die „Kommunalberatung Klimafolgenanpassung NRW“ konkrete Hilfestellung durch Förderberatung und Information. Neuerdings ist sie beim Landesamt für Natur, Umwelt und Klima angesiedelt und mit dem dort bestehenden Datenangebot zu Klimaveränderungen, Klimafolgen und weiteren Fachinformationen verzahnt worden |→ [www.umwelt2024.nrw.de/016](#). Nicht zuletzt ergänzt das Netzwerk „Klimaanpassung & Unternehmen.NRW“ das Beratungsangebot und schafft mit seinem Fokus auf Unternehmen eine Anlaufstelle für die Privatwirtschaft bei Fragen der Klimaanpassung |→ [www.umwelt2024.nrw.de/017](#).

KLIMASCHUTZ UND ENERGIE



Wind- und Solarpark in der Klimakommune Saerbeck im Münsterland



TREIBHAUSGASEMISSIONEN – RÜCKLÄUFIGE ENTWICKLUNG UND ZIELE

Im Übereinkommen von Paris 2015 wurde das völkerrechtlich verbindliche Ziel definiert, „den Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur deutlich unter 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, da erkannt wurde, dass dies die Risiken und Auswirkungen der Klimaänderungen erheblich verringern würde“. Nordrhein-Westfalen will seinen Beitrag zur Erreichung dieser Ziele leisten, die erste klimaneutrale Industrieregion Europas [I→ Box 06](#) werden und insbesondere bei der Energie- und Wärmewende vorangehen [I↗ www.umwelt2024.nrw.de/018](http://www.umwelt2024.nrw.de/018). Ziel ist, das Land bis spätestens 2045 klimaneutral zu machen

und die Energieversorgung unabhängig von fossilen Energieträgern aufzustellen. Zentral wird dabei der Einsatz von Erneuerbaren Energien im Energiesektor und in der Wärmeversorgung sowie die Produktion von Wasserstoff mit einer entsprechenden Infrastruktur.

Treibhausgase behindern die Abstrahlung von Wärme ins Weltall und bewirken mit dem Treibhauseffekt die Erwärmung der Atmosphäre [I→ Box 01](#). Die wichtigsten Treibhausgase sind CO₂, Methan und Lachgas. Weil sich ihre Wirkung auf den Treibhauseffekt stark unterscheidet – das Treibhauspotenzial von Methan ist 28-fach und von Lachgas 265-fach höher als das von CO₂ –, gibt man Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten an. CO₂ sowie ein Teil der Lachgasemissionen entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle [I→ Box 03](#), Erdöl und Erdgas. Methan stammt vorwiegend aus der Landwirtschaft, welche auch den größten Teil der Lachgasemissionen verursacht.

LEITENTSCHEIDUNG BRAUNKOHLE 2023

Im Oktober 2022 verständigte sich das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen zusammen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und dem Energieversorgungskonzern RWE AG auf die Eckpunkte für einen vorgezogenen Braunkohleausstieg 2030 im Rheinischen Braunkohlerevier. Um die raumbezogenen Aspekte der Eckpunkteverständigung in Leitlinien für die nachfolgenden Planungs- und Fachverfahren in der Region umzusetzen und weiter zu konkretisieren, hat die Landesplanung eine neue Leitentscheidung vorbereitet. Mit dem nochmals um 8 Jahre vorgezogenen Ausstieg aus der Braunkohleverstromung wird das Ende des Tagebaus Garzweiler deutlich vorgezogen und nur noch die Hälfte des ursprünglich vorgesehenen Abbaufeldes im Tagebau Garzweiler II in Anspruch genommen.

Damit ist Nordrhein-Westfalen Vorreiter für mehr Klimaschutz und spart etwa 280 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen ein [I↗ www.umwelt2024.nrw.de/019](http://www.umwelt2024.nrw.de/019).

Zudem können 5 ehemals von Umsiedlung bedrohte Ortschaften erhalten und zu „Orten der Zukunft“ entwickelt werden. Neben wasserwirtschaftlichen Vorgaben zur Gestaltung von naturnahen, vielfältig nutzbaren Seen sowie einer sicheren Versorgung der Region mit Trink-, Öko-, Ausgleichs- und Ersatzwasser wird mit der Leitentscheidung ein Rahmen für eine nachhaltige Rekultivierung der Landflächen vorgegeben. Dabei sollen vor allem die kommunalen Interessen berücksichtigt, eine zukunftsfähige Landwirtschaft ermöglicht, ein Ökosystemverbund vorgesehen und der Erneuerbare-Energien-Ausbau forciert werden.



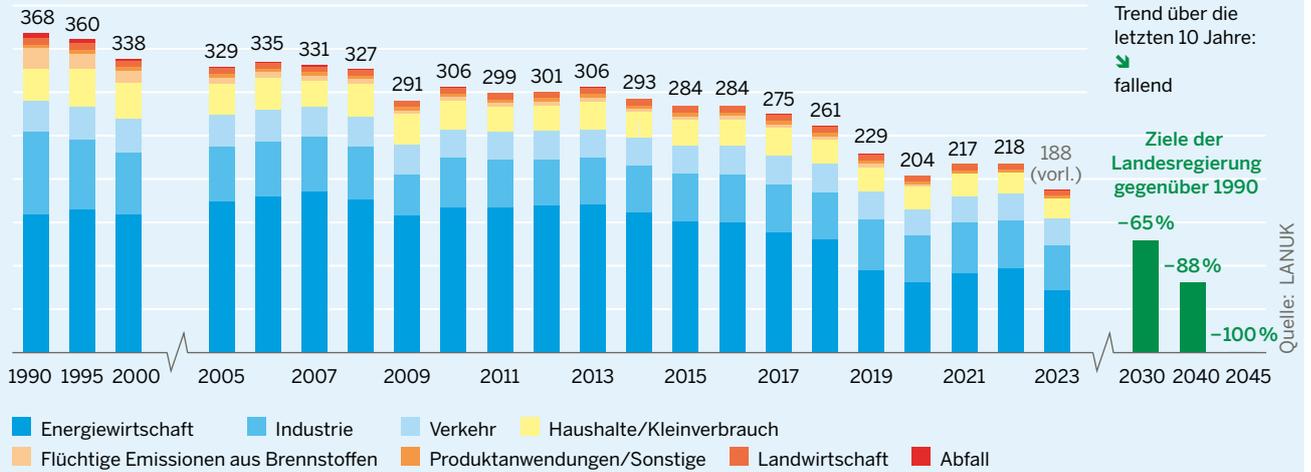
Schaufelradbagger im Braunkohletagebau Inden im nordrheinischen Kreis Düren

Box
03



Abbildung 12 Umweltindikator Treibhausgasemissionen

Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente

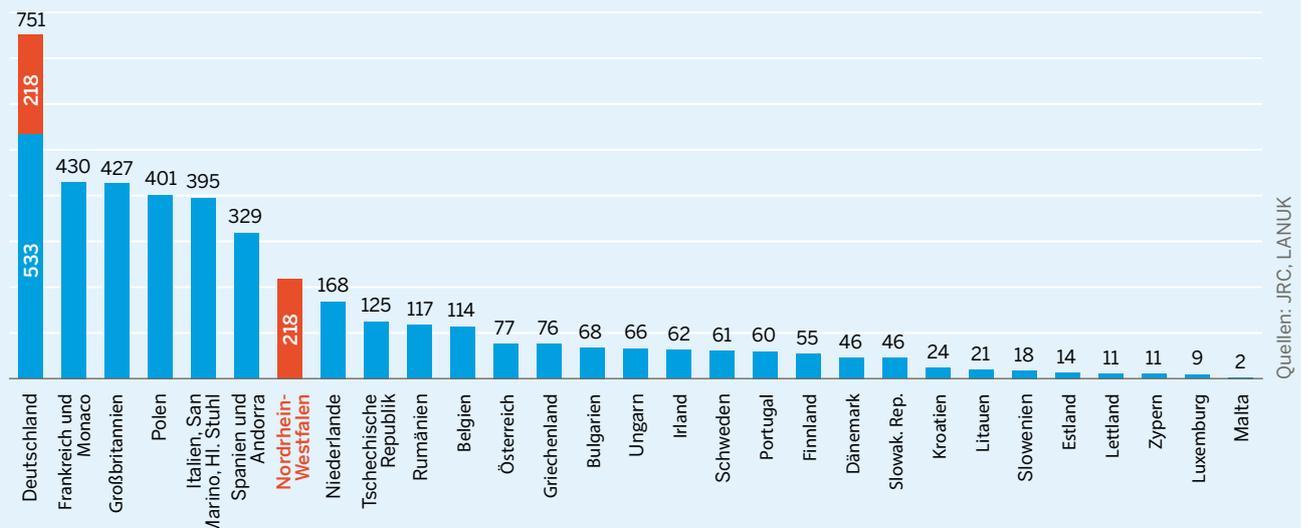


Im Jahr 2022 wurden in Nordrhein-Westfalen 218,0 Millionen Tonnen Treibhausgase ausgestoßen (12,0 Tonnen pro Kopf). Die Emissionsentwicklung ist durch die Ukraine-Krise, damit verbundene höhere Energiepreise und den vermehrten Einsatz fossiler Energieträger, insbesondere Kohle, geprägt. Der vorläufige Wert für 2023 liegt mit 187,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten deutlich darunter. Gründe sind unter anderem Emissionsminderungen in den Sektoren Energiewirtschaft und Industrie durch den geringeren Einsatz fossiler Energieträger, Produktionsrückgänge und gestiegene Energiepreise. Im Klimaschutzgesetz Nordrhein-Westfalen sind 3 Ziele fixiert: Im Vergleich zu 1990 soll die Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030 mindestens 65 % und bis 2040 mindestens 88 % betragen. Bis 2045 soll eine bilanzielle Treibhausgasneutralität erreicht sein.

www.umwelt2024.nrw.de/020

Abbildung 13 Treibhausgasemissionen in der Europäischen Union im Jahr 2022

Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente



Die 27 EU-Staaten stießen zusammen als weltweit viertgrößter Emittent im Jahr 2022 rund 3.554 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente aus (7,9 Tonnen pro Kopf, Quellenbilanz). Deutschland hatte daran einen Anteil von rund 21 % und war mit rund 750 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten (9,0 Tonnen pro Kopf) ihr größter Emittent. Wird Nordrhein-Westfalen in die Reihe dieser Staaten einsortiert, steht es mit 218 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten (12,0 Tonnen pro Kopf) an sechster Stelle. Weltweit wurden 2022 etwa 53.787 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente ausgestoßen (6,7 Tonnen pro Kopf). China war der größte Emittent mit etwa 15.685 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten (11,1 Tonnen pro Kopf), gefolgt von den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) mit etwa 6.017 Millionen Tonnen (18,1 Tonnen pro Kopf) und Indien mit etwa 3.943 Millionen Tonnen (2,8 Tonnen pro Kopf).



Nordrhein-Westfalen unterhält ein Treibhausgasemissionsinventar [I→ www.umwelt2024.nrw.de/021](http://www.umwelt2024.nrw.de/021) gemäß den Spezifikationen des Weltklimarates IPCC. Es bilanziert den menschengemachten Ausstoß von CO₂, Methan, Lachgas und weiteren klimarelevanten Gasen aus technischen Anwendungen nach Sektoren. Im Jahr 2022 wurden in Nordrhein-Westfalen insgesamt 218,0 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente emittiert (12,0 Tonnen pro Kopf). Die Emissionen lagen somit 40,7 % unter dem Niveau des Referenzjahrs 1990 [I→ Abbildung 12](#). 44,5 % der Treibhausgasemissionen entfielen auf die Energiewirtschaft, verursacht vor allem durch die Braun- und Steinkohle- sowie Gasverstromung. Weitere bedeutende Sektoren waren die Industrie mit einem Anteil von 24,8 %, der Verkehr mit 14,6 % und Haushalte/Kleinverbrauch mit 11,0 %. Die Landwirtschaft verursachte 3,0 % der Gesamtemissionen, Produktanwendungen wie Kältegas von Klimaanlage 1,5 %. Flüchtige Emissionen aus Brennstoffen, zum Beispiel aus der Mineralöl- und Gaswirtschaft, machten 0,4 % aus, der Abfall hatte einen Anteil von 0,3 %.

Der Rückgang der Treibhausgasemissionen ist über die letzten 10 Jahre statistisch signifikant. Mit Ausnahme der stagnierenden Sektoren Industrie, Verkehr, Produktanwendungen und Abfall zeigten alle Sektoren rückläufige Trends. Die Reduktionen in der Zeitspanne 2013 bis 2019 hingen unter anderem mit einer milden Witterung, der geringeren Auslastung von Kohlekraftwerken und der Abschaltung von Kraftwerksblöcken zur Verstromung fossiler Brennstoffe zusammen – obgleich auch neue Gaskraftwerke in Betrieb gingen. Im Jahr 2020 setzte sich ein deutlicher

Emissionsrückgang fort. Ursächlich waren trotz der Inbetriebnahme des Steinkohlekraftwerks Datteln 4 eine sinkende Verstromung von Braun- und Steinkohle sowie die hereinbrechende COVID-19-Pandemie. 2021 stieg dagegen der Treibhausgasausstoß um knapp 8 % gegenüber dem Vorjahr. Erklären lässt sich das mit einer erhöhten Braun- und Steinkohleverstromung wegen einer witterungsbedingt niedrigen Stromeinspeisung aus Windkraftanlagen sowie einer spürbaren wirtschaftlichen Erholung. Im Jahr 2022 wurden der Energieverbrauch und -mix und damit der Treibhausgasausstoß stark geprägt durch die Folgen des Überfalls Russlands auf die Ukraine. Damit verbunden waren der Stopp russischer Gaslieferungen nach Deutschland, Energiepreiserhöhungen sowie Vorbereitungen zur Bekämpfung einer drohenden Energiekrise. Einhergehend mit einem kriegsbedingt niedrigeren Wirtschaftswachstum und geringeren Emissionen in den Sektoren Industrie sowie Haushalte/Kleinverbrauch stieg der Einsatz von Stein- und Braunkohle für Strom und Wärme als Ersatz für Erdgas.

Für überregionale Vergleiche ist der Treibhausgasausstoß für 2022 in [I→ Abbildung 13](#) visualisiert: Das in die 27 EU-Staaten eingereihte Nordrhein-Westfalen belegt mit seinen Treibhausgasemissionen den siebten Rang.

Für 2023 beträgt der vorläufige Gesamtwert der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen 187,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (etwa 10,3 Tonnen pro Kopf). Damit zeichnet sich eine kräftige Emissionsreduktion von rund 30,6 Millionen Tonnen oder 14 % gegenüber 2022 und ein Minus von etwa 49 % gegenüber dem Referenzjahr

EUROPÄISCHER UND NATIONALER EMISSIONSHANDEL

Große treibhausgasemittierende Anlagen aus den Sektoren Energiewirtschaft und Industrie, 460 an der Zahl in Nordrhein-Westfalen, müssen sich am Europäischen Emissionshandel (EU-ETS) beteiligen, dem zentralen Klimaschutzinstrument der EU [I→ www.umwelt2024.nrw.de/022](http://www.umwelt2024.nrw.de/022). Jeder Emittent, der unter den EU-ETS fällt, muss Emissionszertifikate erwerben. Das Angebot an Zertifikaten wird fortlaufend gesenkt, was tendenziell deren Verteuerung bewirken soll. Höhere Zertifikatspreise schaffen Anreize, die Emissionen schneller zu reduzieren. Allerdings bekommen europäische Unternehmen zur Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit EU-ETS-Zertifikate größtenteils kostenlos, ihre Stromkosten werden partiell erstattet. Zukünftig werden diese Instrumente des Carbon-Leakage-Schutzes durch einen CO₂-Grenzausgleichsmechanismus ersetzt.

Mit einer ähnlichen Logik unterliegen seit 2021 auch die Emissionen aus dem Einsatz von Brennstoffen – vor allem aus den Sektoren Gebäude und Verkehr – dem nationalen Emissionshandel (nEHS): Wenn ein Fahrzeug Benzin oder Diesel nutzt oder für die Heizung Erdgas oder Heizöl verbrannt werden, müssen für die Emissionen Zertifikate vorhanden sein. Ab 2024 unterliegen Emissionen aus der Abfallverbrennung ebenfalls dem nEHS. Die nEHS-Zertifikate müssen von den Unternehmen erworben werden, die diese Brennstoffe verkaufen. Allerdings geben diese die mit den nEHS verbundenen Kosten in der Regel an die Verbraucherinnen und Verbraucher weiter. Ähnlich wie beim EU-ETS gibt es auch beim nEHS die Möglichkeit eines finanziellen Ausgleichs als Härtefallregelung.

DEKARBONISIERUNG DER MOBILITÄT

Mit rund 31,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten im Jahr 2022 verursachte der Verkehr den drittgrößten Anteil der Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen |→ [Abbildung 12](#). Obendrein ist der Verkehr



Doppelauspuff eines älteren PKW mit Dieselmotor und hoher Feinstaubbelastung

für einen erheblichen Teil des Endenergieverbrauchs sowie andere Belastungen wie Stickstoffdioxidemissionen und Verkehrslärm verantwortlich |→ [Seite 54](#). Gleichzeitig ist der Verkehrssektor eine wesentliche Grundlage für gesellschaftliche Teilhabe und wirtschaftlichen Erfolg. Deshalb sind eine energie- und ressourceneffiziente Mobilität und Logistik (Schiene, Straße, Wasser, Luft) erklärtes Ziel der Politik. Erreicht werden soll das durch die Finanzierung des öffentlichen Personennahverkehrs, die Förderung des Rad-, Fuß- und Schienenverkehrs, eine integrierte Stadt- und Verkehrsplanung sowie eine breite Anwendung elektrischer Fahrzeuge, verbunden mit einem Ausbau der Lade- und Wasserstoffinfrastruktur. Auch die neue Energie- und Wärmestrategie des Landes thematisiert die Mobilitätswende |→ [Seite 42](#), um die Treibhausgasemissionen zu senken.

Box
05

1990 ab. Besonders stark im Vergleich zum Vorjahr nahmen die Emissionen aus der Energiewirtschaft mit rund 25 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten oder 26 % ab auf rund 72 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Auch der Ausstoß im Sektor Industrie sank um rund 6 % oder 3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente auf etwa 51 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Wesentliche Einsparungen wurden auch im Sektor Haushalte/Kleinverbraucher erbracht mit einer Emissionsminderung von rund 7 % oder knapp 2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Die Gründe sind vielfältig: Generell dürfte die steigende CO₂-Bepreisung über den Emissionshandel |→ [Box 04](#) als wichtiger Hebel zur Erreichung der gesetzlichen Klimaziele wirken. Ebenso werden die negativen Auswirkungen der Ukraine-Krise, Energiepreissteigerungen und eine gegenüber dem Jahr 2022 um 1,0 % gesunkene Wirtschaftsleistung zu weniger Treibhausgasemissionen beigetragen haben. De facto sind die Emissionsminderungen beim Sektor Energie durch einen rückläufigen Einsatz von Braun- und Steinkohle sowie Erdgas zu erklären. Dazu kam ein Stromimportüberschuss aus dem Ausland, ein geringerer Bedarf an Fernwärme durch die milde Witterung, der Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie ein erhöhtes Wind- und Wasserdargebot. Die Abnahme der Emissionen in der Industrie korreliert mit dem Rückgang des Produktionsindex in diesem Sektor und die Haushalte/Kleinverbraucher heizten weniger wegen eines milden Winters. Dagegen nahmen die Treibhausgasemissionen im Bereich des Flugverkehrs nach den vorläufigen Zahlen für das Jahr 2023 gegenüber 2022 um knapp 8 % zu, verbunden mit Steigerungen bei den Passagierzahlen und dem Frachtaufkommen |→ [Box 05](#).

SINKENDER PRIMÄRENERGIE- UND KONSTANTER ENDENERGIE-VERBRAUCH

Primär- und Endenergieverbräuche korrelieren mit den Treibhausgasemissionen und sind Größen für den Umgang mit Ressourcen und Energieeinsparungen. |→ [Abbildung 14](#) stellt den Verbrauch an Primärenergie dem an Endenergie gegenüber: Zur Darstellung des Primärenergieverbrauchs werden unter Berücksichtigung der Erneuerbaren Energien die Beiträge aller Energieträger vor ihrer Umwandlung in direkt nutzbare Sekundärenergie wie etwa Strom, Benzin und Heizöl addiert. Der Primärenergieverbrauch in Nordrhein-Westfalen liegt auf einem hohen Niveau. Dies ist nicht zuletzt einer Wirtschaftsstruktur mit energieintensiven Industrien und einem hohen Verkehrsaufkommen geschuldet. Den größten Anteil am Primärenergieverbrauch hatten Mineralöle und Mineralölprodukte mit zuletzt 1.308 Petajoule. Der Endenergieverbrauch gibt Auskunft über die Energiemenge, die nach Umwandlung der Primärenergieträger in Sekundärenergie und dem Transport in Form von Strom, Wärme, Brenn- oder Kraftstoffen verbraucht wird. Die Tatsache, dass der hiesige Primärenergieverbrauch sinkt bei einem zugleich konstant hohen Endenergieverbrauch, ist dem Umstand geschuldet, dass die vermehrt eingesetzten Erneuerbaren Energien einen höheren Wirkungsgrad aufweisen als fossile Energieträger, bei deren Umwandlung viel Abwärme verloren geht.



UMWELTWIRTSCHAFT ALS BAUSTEIN DER KLIMANEUTRALITÄT

Die Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen hat sich in den letzten Jahren zu einer Schlüsselbranche entwickelt, die nicht nur ökonomisch, sondern auch ökologisch beeindruckende Erfolge vorweisen kann. Laut dem Umweltwirtschaftsbericht 2024 www.umwelt2024.nrw.de/023 arbeiten mittlerweile rund 600.000 Menschen in diesem Sektor, was 6,2 % aller Erwerbstätigen in Nordrhein-Westfalen entspricht – und damit mehr als in Metallindustrie und Maschinenbau zusammen. Damit ist die Umweltwirtschaft ein wichtiger Baustein der Klimaneutralität des Landes.

Die Umweltwirtschaft umfasst Unternehmen, die umweltfreundliche, klimaschonende und ressourceneffiziente Verfahren, Produkte und Dienstleistungen anbieten. Dazu gehören Bereiche wie umweltfreundliche Energiewandlung, Energieeffizienz, Materialien und Ressourcenwirtschaft, umweltfreundliche Mobilität, Wasserwirtschaft, Minderungs- und Schutztechnologien, nachhaltige Holz- und Forstwirtschaft sowie umweltfreundliche Landwirtschaft.

Ein herausragender Aspekt der Umweltwirtschaft in NRW ist neben den ökonomischen Wachstumszahlen vor allem ihr ökologischer Nutzen. Durch die Vermeidung von Umweltschäden und die Schaffung ökologischer Werte wie den Erhalt der Biodiversität wird eine sogenannte „ökologische Dividende“ von rund 28,9 Milliarden Euro erzielt. Zudem trägt die Branche maßgeblich zum Klimaschutz bei, indem sie Produkte und Leistungen bereitstellt, die jährlich etwa 63 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente einsparen –

sowohl innerhalb Nordrhein-Westfalens als auch darüber hinaus.

Auch in wirtschaftlicher Hinsicht zeigt die Umweltwirtschaft eine positive Entwicklung. Zwischen 2020 und 2023 stieg die jährliche Bruttowertschöpfung um 9,2 Milliarden Euro und die Zahl der Erwerbstätigen erhöhte sich jährlich um 21.600 Personen. Dieses Wachstum unterstreicht die Krisenfestigkeit der Branche, die sowohl während der Corona-Pandemie als auch in den darauffolgenden multiplen Krisen zur Stabilisierung der Volkswirtschaft beigetragen hat.

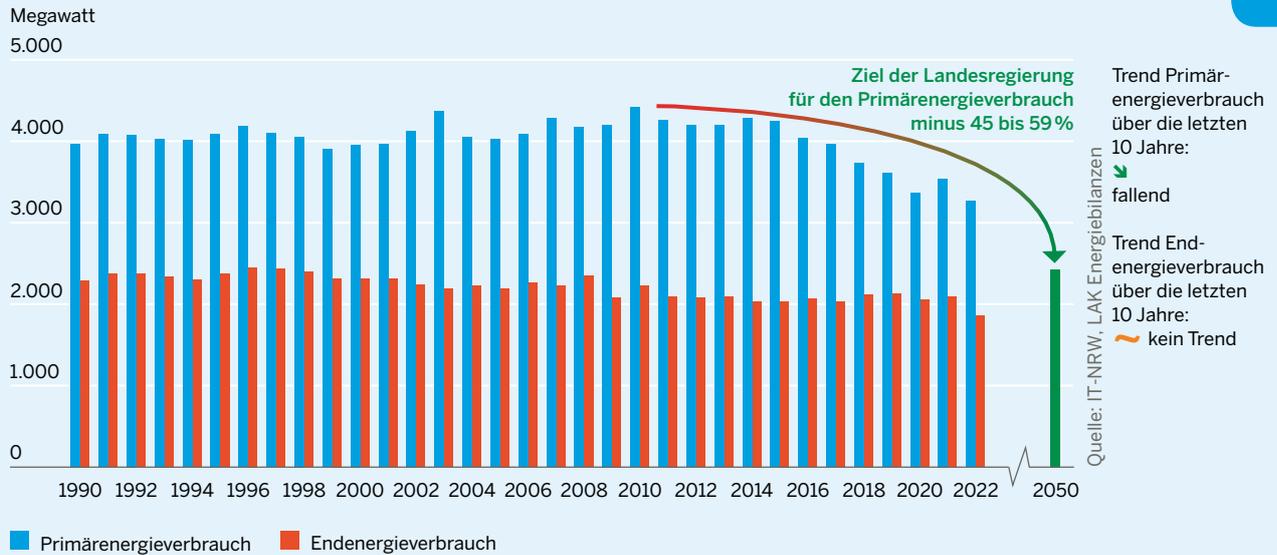
Die Innovationskraft der Umweltwirtschaft ist ein weiterer Erfolgsfaktor. Im globalen Vergleich zählt Nordrhein-Westfalen nach den USA und Japan zu den führenden Regionen bei Umweltwirtschaftspatenten. Ein besonderer Innovationsschwerpunkt liegt dabei auf dem Recycling von Batterien sowie von Windenergie- und Photovoltaikanlagen.

Um diese positive Entwicklung weiter zu fördern, unterstützt das Land Nordrhein-Westfalen die Branche gezielt mit verschiedenen Förderprogrammen. Beispielsweise bietet „GreenEconomy.IN.NRW“ www.umwelt2024.nrw.de/024 Forschenden den Rahmen, um neue Innovationen zu entwickeln. Das Programm „GrüneGründungen.NRW“ www.umwelt2024.nrw.de/025 hilft dabei, aus Erfindungen marktfähige Produkte zu machen, und mit dem Kompetenznetzwerk „Umweltwirtschaft.NRW“ werden Unternehmerinnen und Unternehmer vernetzt, um den Wissens- und Technologietransfer zu beschleunigen.



Das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft.NRW lädt seit 2019 jährlich zum SUMMIT Umweltwirtschaft.NRW nach Düsseldorf ein

Abbildung 14 Umweltindikator Primär- und Endenergieverbrauch



Der Primärenergieverbrauch in Nordrhein-Westfalen verzeichnete in den letzten 10 Jahren einen fallenden Trend. Im Jahr 2022 fiel er auf 3.261 Petajoule. Den größten Anteil hatten die Mineralöle und Mineralölprodukte (40 %), im Wesentlichen gefolgt von Gasen (23 %), Braunkohle (17 %), Steinkohle (13 %) und Erneuerbaren Energien (7 %). Nach Umwandlung der Primärenergieträger und dem Transport stagnierte der Endenergieverbrauch zuletzt bei 1.859 Petajoule. Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie Nordrhein-Westfalens ist es, den Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2050 um 45 bis 59 % gegenüber dem Bezugsjahr 2010 zu senken.

www.umwelt2024.nrw.de/026

STEIGERUNGEN BEI WINDENERGIE UND PHOTOVOLTAIK

Erneuerbare Energien wie Windenergie, Bioenergie, Sonnenenergie und Wasserkraft basieren auf natürlichen Prozessen. Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern stehen sie quasi unerschöpflich zur Verfügung. Die Erneuerbaren Energien sind der entscheidende Faktor für die Dekarbonisierung der Energiewirtschaft. Ein Kernziel der nordrhein-westfälischen Klimaschutzpolitik ist daher der konsequente Ausbau der Erneuerbaren Energien. Nach der anerkannten Methode des Länderarbeitskreises Energiebilanzen lag der Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Nordrhein-Westfalen bei 18,4 % im Jahr 2022 | [Abbildung 15](#) | [Box 08](#).

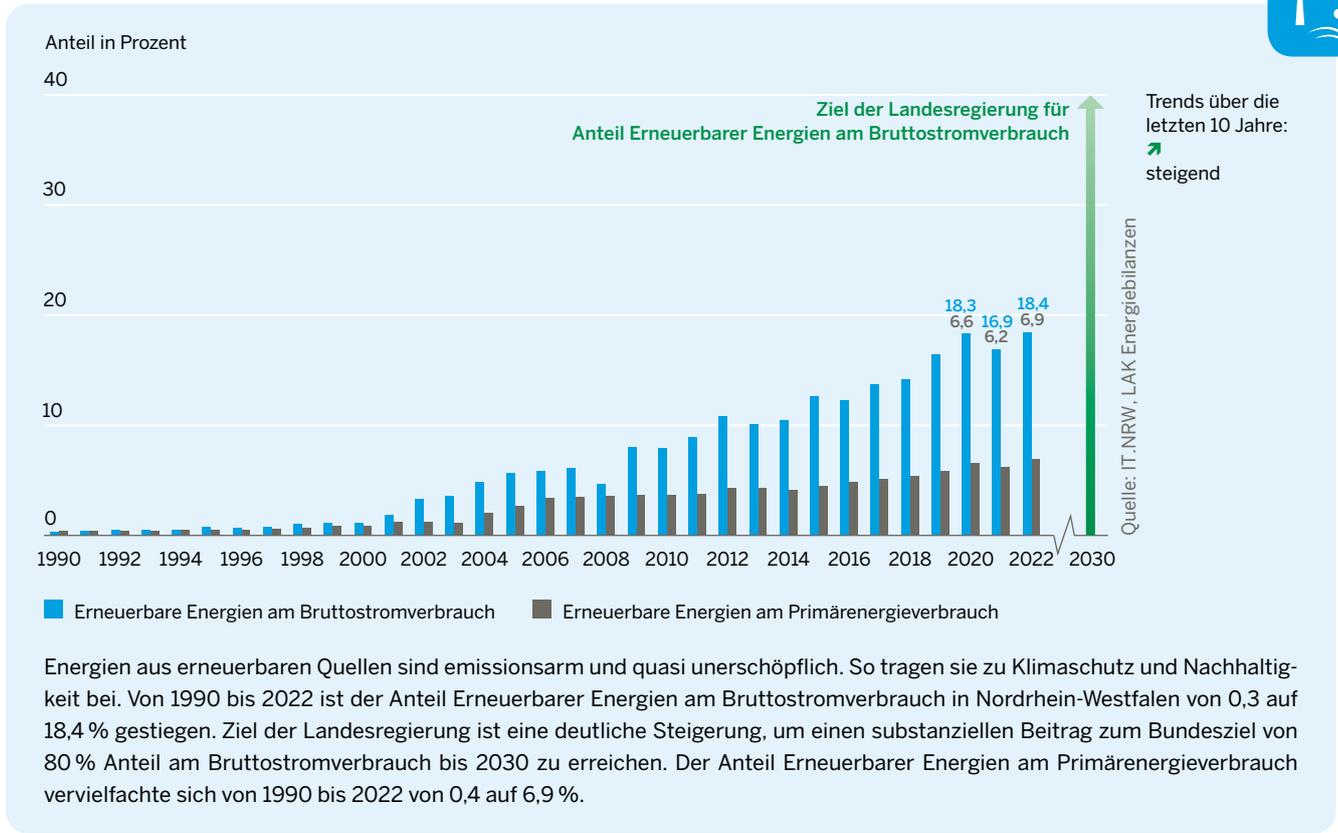
Im Jahr 2023 ist der Ausbau der Erneuerbaren Energien in Nordrhein-Westfalen mit rund 211.000 neuen Photovoltaikanlagen mit einer installierten Leistung von rund 2.100 Megawatt Peak und 123 neuen Windenergieanlagen mit einer Leistung von 526 Megawatt weiter vorangeschritten. Im Jahr 2024 gab es sogar Rekordwerte bei den Genehmigungen von Windenergieanlagen | [Box 07](#). In der neuen Energie- und Wärmestrategie des Landes | [Seite 42](#) ist unter anderem das Ziel formuliert, die installierte Leistung von Photovoltaikanlagen in Nordrhein-Westfalen von 9,8 Gigawatt (Stand Ende 2023) auf mindestens 21 Giga-

watt bis Ende 2030 zu erhöhen. Unter Berücksichtigung von aktuellen Potenzialanalysen strebt die Landesregierung bis zum Jahr 2045 eine installierte Leistung von 50 bis 65 Gigawatt an. Der Schwerpunkt des Ausbaus der Photovoltaik soll auf Gebäuden und versiegelten Flächen liegen. Im Bereich der Windenergie geht die Landesregierung mit der durch den Bund zu erwartenden Unterstützung ebenfalls ambitioniert voran. Die Ende 2023 installierte Leistung von 7,2 Gigawatt soll bis zum Jahr 2030 auf einen Korridor von mindestens 13 bis 15 Gigawatt gesteigert werden. Unter Berücksichtigung der Flächenkulisse und weiterer Faktoren wird ein langfristiger Zubau auf mindestens 18 bis zu 23 Gigawatt bis zum Jahr 2045 angestrebt. Obwohl Nordrhein-Westfalen über keine Küste verfügt, soll auch das Potenzial der Offshore-Windenergie erschlossen werden. Vorgesehen sind 9 direkte Offshore-Netzanbindungssysteme mit einer Übertragungsleistung von insgesamt 18 Gigawatt ab den 2030er Jahren. Offshore-Windenergie kann mit hohen Volllaststunden perspektivisch dazu beitragen, den Strombedarf an Verbrauchszentren mit hoher Industriedichte zu decken. Ebenso sollen Biomasse und Wasserkraft weiter eine wichtige Rolle spielen. Vor allem die Potenziale durch die Abfall- und Reststoffverwertung sind noch nicht ausgereizt. Zudem sind Bioenergieanlagen aufgrund ihrer flexiblen Fahrweise eine Ergänzung im Rahmen der nationalen Kraftwerksstrategie. Dafür sollen der Anlagenbestand erhalten und optimiert



Abbildung 15 Umweltindikator Erneuerbare Energien

Teilindikator Anteile am Bruttostromverbrauch und am Primärenergieverbrauch



Teilindikator Kapazitätsentwicklung der Windenergie onshore und der Photovoltaik

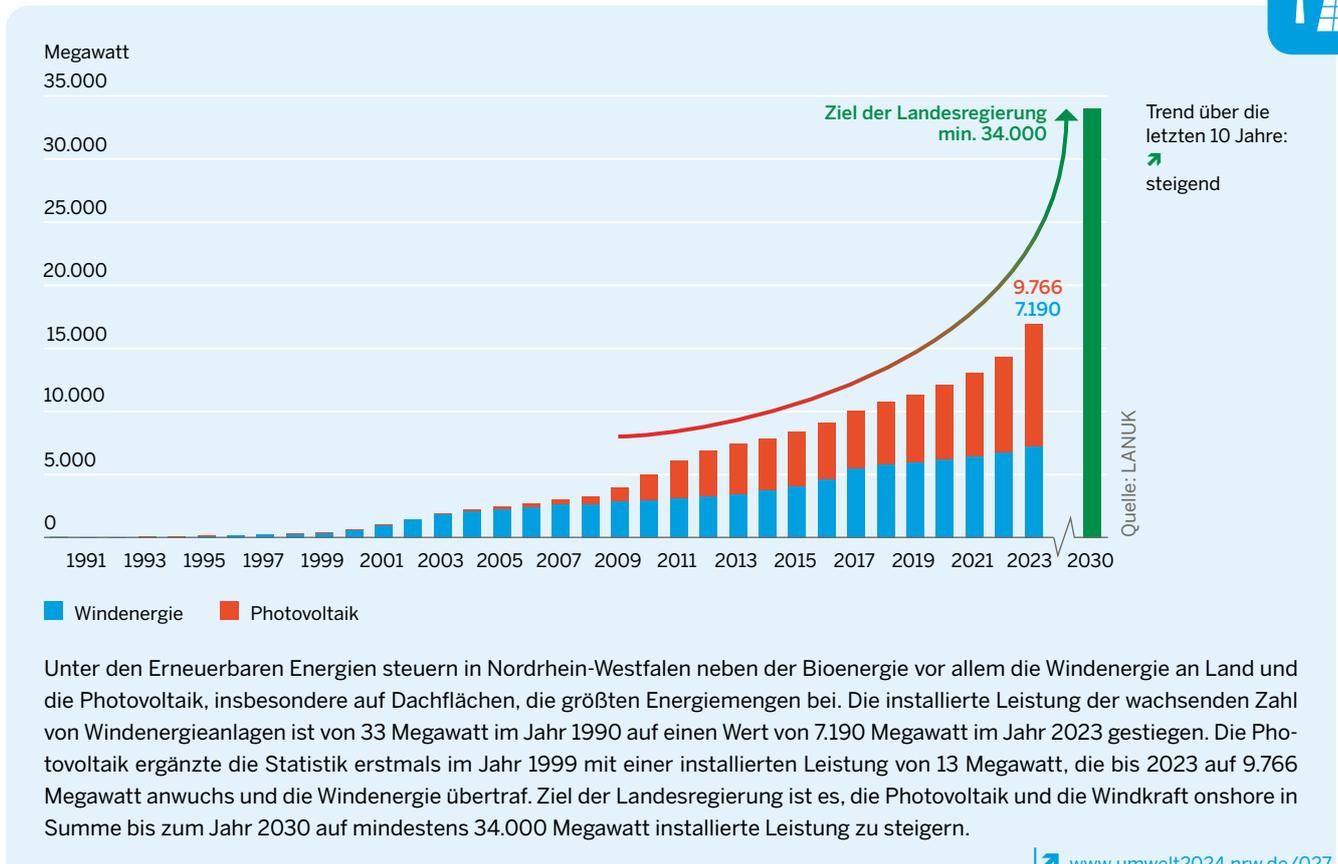
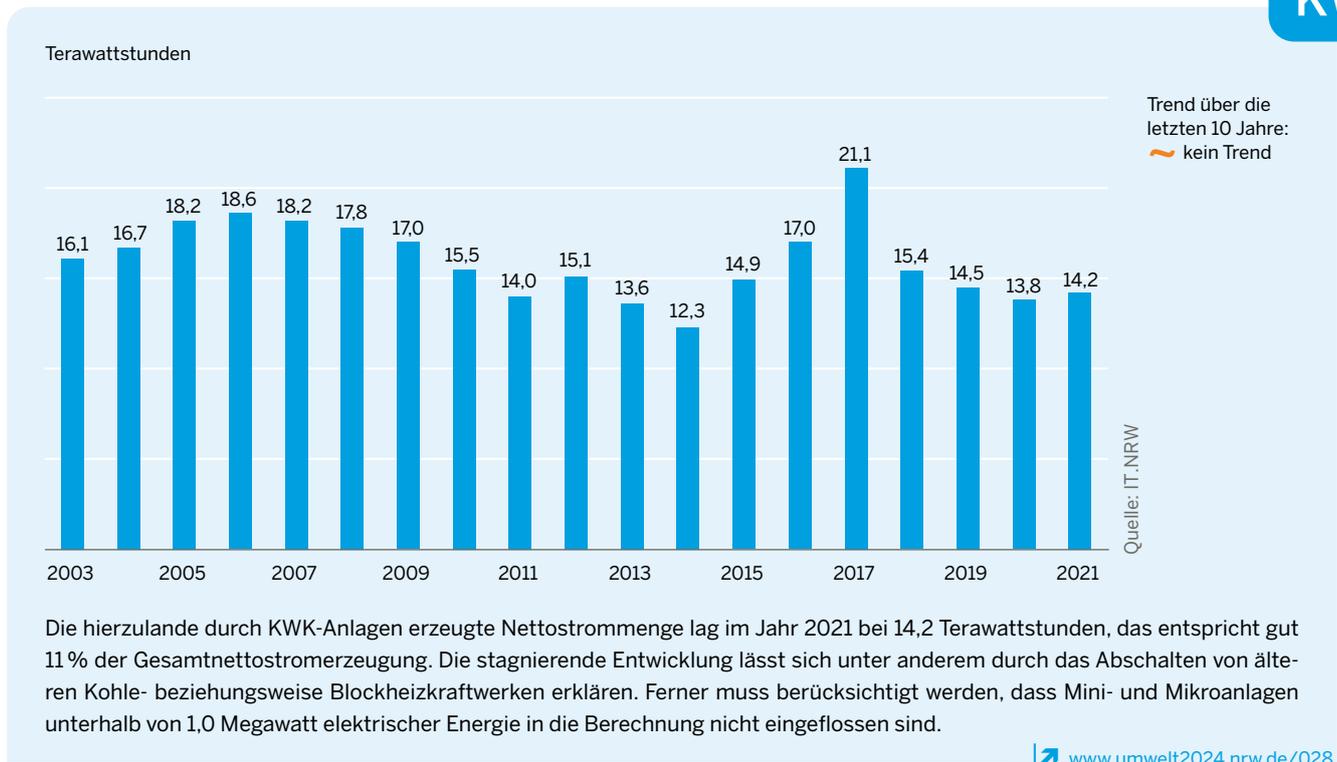


Abbildung 16 Umweltindikator Kraft-Wärme-Kopplung bei der Nettostromerzeugung



sowie die noch bestehenden Ausbaupotenziale erschlossen werden. Angestrebt ist der Ausbau der Biomasseenergie von aktuell rund 1,3 Gigawatt auf 1,5 bis zu 1,8 Gigawatt bis 2030.

STAGNIERENDE KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

Anfangs stand bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) die Steigerung der Effizienz konventioneller Wärmekraftwerke im Vordergrund, da KWK-Anlagen die Erzeugung elektrischer Energie mit der Erzeugung von Fern- und Heizwärme sowie im industriellen Kontext mit Prozesswärme verbinden. Mit der KWK lässt sich der Gesamtnutzungsgrad auf bis zu 90 % der eingesetzten Primärenergie steigern. Dabei können Einsparungen bei Rohstoffen und CO₂-Emissionen von über 35 % realisiert werden. Die Anlagengrößen sind sehr unterschiedlich und reichen von Heizkraftwerken der öffentlichen Versorgung über Blockheizkraftwerke für Häuserblöcke bis zu Mikro-KWK für die Versorgung von Ein- oder Mehrfamilienhäusern. Die KWK funktioniert mit fast jedem Brennstoff, es können Holz, Biogas und fossile Energieträger zum Einsatz kommen. Die hierzulande durch KWK-Anlagen erzeugte Nettostrommenge lag im Jahr 2021 bei 14,2 Terawattstunden, Tendenz stagnierend [↳ Abbildung 16](#). Erklärbar ist das durch das Abschalten von Kohle- beziehungsweise Blockheizkraftwerken und die aktuellen Rahmenbedingungen auf Bundesebene.

Nordrhein-Westfalen setzt sich auf Bundesebene für eine Weiterentwicklung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes ein, damit weitere Anreize für den notwendigen Zubau an gesicherter Stromerzeugungsleistung gesetzt werden können. Über die Informationskampagne KWK.NRW www.kwk-fuer-nrw.de werden Beratungen für Unternehmen, Kommunen und private Endkunden angeboten, KWK-Projekte bei der Konzeption und Finanzierung unterstützt und vieles mehr.

FRISCHER KLIMAPOLITISCHER WIND SOWIE ENERGIE- UND WÄRMEWENDE

Klimaschutz, zu dem auch der natürliche Klimaschutz zählt [↳ Box 09](#), ist eine zentrale Zukunftsaufgabe staatlicher Daseinsvorsorge. Nordrhein-Westfalen setzte sich im Jahr 2013 mit einem Klimaschutzgesetz verbindliche Treibhausgasemissionsziele. Da die seinerzeit gesetzten Minderungsziele für Treibhausgasemissionen nicht dem Pariser Klimaschutzabkommen von 2015 genügten, wurde 2021 eine Gesetzesnovelle verabschiedet www.umwelt2024.nrw.de/029. Kern ist nun die Verpflichtung, im Jahr 2045 treibhausgasneutral zu wirtschaften. Auf dem Weg dahin sollen die Emissionen bis 2030 im Vergleich zu 1990 um 65 % und bis 2040 um 88 % sinken.

Mit der ebenfalls im Juli 2021 verabschiedeten Neufassung des EU-Klimaschutzgesetzes besteht die Verpflichtung, bis



REKORDWERTE BEI DEN GENEHMIGUNGEN VON WINDENERGIEANLAGEN

Nordrhein-Westfalen hat in den letzten Jahren deutliche Fortschritte beim Ausbau der Windenergie erzielt und erreichte 2024 neue Rekordwerte bei den Genehmigungen auch im bundesweiten Vergleich. Diese Entwicklung ist maßgeblich auf die Maßnahmen des Umweltministeriums zurückzuführen, die darauf abzielen, Genehmigungsverfahren zu beschleunigen und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteursgruppen zu stärken.

Um den Ausbau der Windenergie voranzutreiben, hat die Landesregierung im Oktober 2022 die interministerielle Task Force „Ausbaubeschleunigung Windenergie NRW“ ins Leben gerufen. Diese setzt sich aus dem Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie, dem Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung, dem Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr, dem Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz sowie der Staatskanzlei zusammen. Durch diese ressortübergreifende Zusammenarbeit sollen Hemmnisse identifiziert und abgebaut werden, um den Ausbau der Windenergie zielgerichtet zu unterstützen.

Ein wichtiger Schritt zur Beschleunigung des Windenergieausbaus war die Unterzeichnung einer Absichtserklärung zwischen dem Umweltministerium, den kommunalen Spitzenverbänden und den fünf Bezirksregierungen im Februar 2023. Diese Vereinbarung zielt darauf ab, die Zusammenarbeit von Kommunen, Bezirksregierungen und Land zu intensivieren und hierüber die Genehmigungsverfahren für Windenergieanlagen zu beschleunigen.

Die ergriffenen Maßnahmen zeigen bereits deutliche Erfolge: So wurden 2024 in Nordrhein-Westfalen 732 neue Windräder mit einer Leistung von 4.396

Megawatt genehmigt. Dies sind etwa ein Drittel aller Genehmigungen deutschlandweit und mehr als doppelt so viel wie im Vorjahr. Diese Entwicklung spiegelt sich auch im Zubau wider: Im Jahr 2024 wurden in Nordrhein-Westfalen 166 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 756 Megawatt installiert www.umwelt2024.nrw.de/030. Dies sind so viele wie in keinem anderen Bundesland.

Mit diesen Maßnahmen unterstreicht das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr sein Engagement für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Energiepolitik. Der beschleunigte Ausbau der Windenergie trägt nicht nur zur Erreichung der Klimaschutzziele bei, sondern sichert auch die Energieversorgung des Landes.



Montage eines Windkraftwerks im Windpark Ahlen, Münsterland

2050 klimaneutral zu werden. Als Zwischenziel wurde das Emissionsreduktionsziel für 2030 auf mindestens 55 % im Vergleich zu 1990 angehoben. Im Februar 2024 veröffentlichte die EU-Kommission einen Vorschlag für ein weiteres Minderungszwischenziel für das Jahr 2040, das in der neu angelaufenen EU-Legislatur auszuhandeln ist: eine Netto-reduktion der Treibhausgasemissionen um 90 % gegenüber 1990.

Nicht zuletzt weil der Sektor Verkehr sein Emissionsziel nicht einhalten konnte – dessen Anteil an den Treibhaus-

gasemissionen in Deutschland steigerte sich von rund 13 % im Jahr 1990 auf 20 % in 2023 –, wurde das Bundes-Klimaschutzgesetz 2024 novelliert. Seine Kernziele sind identisch mit denen des Klimaschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen. Ferner wird die Einhaltung der deutschen Klimaziele künftig anhand einer sektorübergreifenden, mehrjährigen Gesamtrechnung überprüft.

Neben Nordrhein-Westfalens Klimaschutzgesetz, das erneut novelliert werden soll, und den Klimaschutzpaketen www.umwelt2024.nrw.de/031 ist unter anderem die kürzlich

von der Landesregierung beschlossene Energie- und Wärmestrategie www.umwelt2024.nrw.de/032 ein wichtiges Element der Klimaschutzpolitik. Sie nennt rund 100 Maßnahmen; zentral sind die folgenden:

- Einsatz für Strompreisentlastungen auf Bundesebene für energieintensive Unternehmen, Mittelstand und Privatpersonen,
- Ausbau der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität durch beschleunigte kommunale Prozesse und Förderangebote,
- Erschließungs- und Hochlaufstrategien für erneuerbare Wärmequellen, etwa im Bereich Geothermie,
- Unterstützung der Ausbaudynamik Erneuerbarer Energien durch Ausweitung der Flächenkulisse,
- bessere Rahmenbedingungen zum Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft und von Elektrolyseuren,
- Prüfung von Beschleunigungsoptionen bei Genehmigungsverfahren für Energieinfrastrukturen.

Als operativer Arm der Landesregierung bündelt die Landesgesellschaft für Energie und Klimaschutz „NRW. Energy4Climate“ sektorübergreifend Aktivitäten im Bereich Klimaschutz und Energiewende www.energy4climate.nrw [↗ Seite 46](#).

ENERGIEATLAS NORDRHEIN-WESTFALEN

Box
08

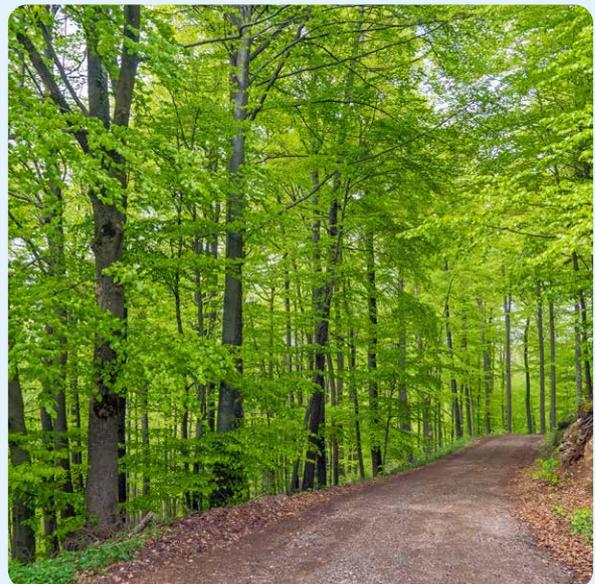
Unter www.energieatlas.nrw.de werden Informationen zur Energiewende zur Verfügung gestellt: das Solarkataster zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen, die Karte Strom und Bestand mit Angaben zu stromerzeugenden Anlagen, das Wärmekataster mit Planungsdaten für die Wärmewende, die Karte Rheinisches Revier mit Angaben zu Strom-, Wärme- und Leitungsnetzen, die Planungskarte Wind, mit der Standorte für Windenergieanlagen geplant werden können, die Transparenzplattform, die unter das Bürgerenergiegesetz fallende Standorte von Windenergieanlagen abbildet, und die Potenzialkarte Biomasse. Außerdem finden sich unter „Monitoring“ zahlreiche Grafiken und Energiedaten sowie unter den Rubriken Werkzeuge und Service hilfreiche Tools sowie Downloadmöglichkeiten.

Box
09

NATÜRLICHER KLIMASCHUTZ

Intakte Ökosysteme schützen das Klima auf natürliche Weise. Wälder [↗ Box 30](#), Böden [↗ Seite 72](#), Moore [↗ Box 20](#), Gewässer sowie naturnahe Grünflächen in der Stadt und auf dem Land binden CO₂ aus der Atmosphäre und speichern es langfristig. Sie wirken zudem als Puffer gegen Klimafolgen, indem sie Hochwasser aufnehmen und bei Hitze für Abkühlung sorgen. Und schließlich erhalten sie unsere Lebensgrundlagen, bieten Lebensräume für Fauna und Flora und speichern Trinkwasser. Natürlicher Klimaschutz umfasst Maßnahmen zum Schutz, zur Stärkung und zur Wiederherstellung von Ökosystemen wie die Wiedervernässung von Mooren oder die Wiederherstellung naturnaher Wälder. Mit dem Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz www.umwelt2024.nrw.de/033 will die Bundesregierung den Zustand der Ökosysteme in Deutschland verbessern und ihre Widerstandsfähigkeit und Klimaschutzleistung stärken. Das Kompetenzzentrum Natürlicher Klimaschutz www.umwelt2024.nrw.de/034 ist dafür die zentrale Anlaufstelle und berät zum Beispiel Kommunen und Verbände. Zur Umsetzung des Aktionsprogramms

in Nordrhein-Westfalen wird im Jahr 2025 ein Regionalbüro beim Landesamt für Natur, Umwelt und Klima eingerichtet.



Buchenwald im Nationalpark Eifel

RESSOURCENEFFIZIENZ UND KREISLAUFWIRT- SCHAFT



Reihe von Recyclingbehältern für Glas und Papier
vor einem Stadthaus in Düsseldorf

VERBRAUCHSENTWICKLUNG UND EFFIZIENZSTEIGERUNGEN BEI ROHSTOFFEN

Der schonende Umgang mit Ressourcen wie biotischen und abiotischen Rohstoffen, aber auch Böden [↪ Seite 72](#) und Wasser [↪ Seite 78](#) ist ein Gradmesser für die Nachhaltigkeit [↪ Seite 13](#). Denn die Gewinnung und Verarbeitung von teils kritischen Rohstoffen ziehen erhebliche Umweltbelastungen und Klimafolgen nach sich. So werden laut Global Resource Panel etwa 55 % der globalen Treibhausgasemissionen durch die Extraktion und Verarbeitung von Rohstoffen erzeugt. Daher ist es geboten, Maßnahmen für eine umfassende Kreislaufwirtschaft zu verbessern und letztlich den Verbrauch von Rohstoffen und Energie zu senken.

Nordrhein-Westfalen verfügt über zahlreiche mineralische und fossile Rohstoffe wie Kies, Sand und Naturstein sowie Braun- und Steinkohle. Zugleich ist es in die Stoffströme der Weltwirtschaft eingebunden und stark angewiesen auf den Import von Metallen und anderen Rohstoffen, die insbesondere für die Umweltwirtschaft [↪ Box 06](#) von hoher Bedeutung sind [↪ www.umwelt2024.nrw.de/035](#), von fossilen Rohstoffen, aber auch auf den Import von ressourcenintensiven Vorprodukten – zum Beispiel aus der Halbleiter- und Chip-Produktion.

Wie effizient mit Rohstoffen umgegangen wird, kann am Verlauf der Rohstoffproduktivität abgelesen werden. Sie wird gebildet aus dem Verhältnis Bruttoinlandsprodukt (dem Maß für die wirtschaftliche Leistung) zum Rohstoffverbrauch, gemessen als Direkter Materialeinsatz (englisch Direct Material Input, DMI). Der DMI misst zum einen die direkte Entnahme und Verwertung von biotischen und abiotischen Rohstoffen innerhalb Nordrhein-Westfalens, zu der die Gewinnung von pflanzlichen und tierischen Produkten aus Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und Jagd ebenso zählt wie die von Bodenschätzen im heimischen Bergbau. Hinzugerechnet werden Importe von Rohstoffen und Gütern aus dem Ausland sowie deren Empfang aus anderen Bundesländern. [↪ Abbildung 17](#) zeigt, dass die Rohstoffproduktivität zwischen den Jahren 1994 und 2022 um rund 44 % zugenommen hat. Die Verringerung des absoluten Ressourcenverbrauchs, gemessen als DMI, erfolgte jedoch in diesem Zeitraum in geringerem Maße, nämlich um rund 11 %. Erklärungen für dieses Auseinanderdriften von Effizienzgewinnen einerseits und Rückgängen im Ressourcenverbrauch andererseits bieten Rebound-Effekte [↪ Box 10](#). Sie können dazu führen, dass Effizienzsteigerungen aufgrund von marktwirtschaftlichen, sozialen und psychologischen Effekten teils auch höhere Ressourcenverbräuche nach sich ziehen.

REBOUND-EFFEKT

**Box
10**

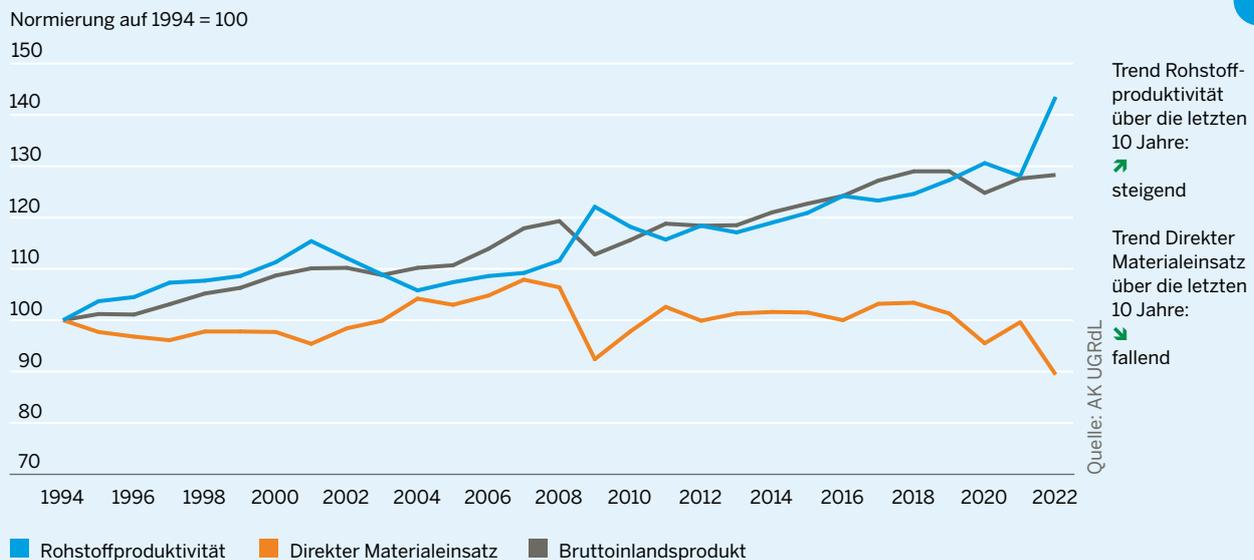
Effizienzsteigerungen können großen Nutzen bringen. Häufig zeigen sie aber durch den Rebound-Effekt nicht die erhofften Ressourcenersparnisse. Der Begriff Rebound (englisch „Rückprall“) steht für den Konsum von Ressourcen, der durch Effizienzsteigerungen ermöglicht wird und Effizienzgewinne zunichtemacht. Beim direkten Rebound-Effekt steigt der Konsum bei den Produkten, die Effizienzsteigerungen erfuhr. Paradebeispiele dafür gibt es in der Automobilbranche und bei digitaler Technik: So nutzt man Effizienzsteigerungen in der Motorentechnologie meist dazu, um bei gleichem Verbrauch pro Fahrzeugkilometer leistungsstärkere, schnellere und schwerere Autos herzustellen. Mittlerweile bilden die großen, schweren SUV (Sport Utility Vehicles) das weltweit anteilsstärkste Segment bei Neuwagen. Auch führte eine effizientere Datenübertragung zu mehr Online-Diensten, Hardware und Datenverkehr. Der indirekte Rebound-Effekt steht dafür, dass mit dem eingesparten Geld durch effizientere Güter oder Dienstleistungen andere Produkte oder Dienstleistungen verstärkt eingekauft werden. Für einen zusätzlichen Urlaub eingesetzte Heizkostensparnisse durch eine bessere Wärmedämmung wären ein Beispiel dafür.

Besonders interessant für hiesigen Ressourcenkonsum ist der Indikator des Inländischen Materialverbrauchs in Rohstoffäquivalenten (englisch Raw Material Consumption, RMC). Dieser rechnet zu dem Direkten Materialeinsatz, den der DMI abbildet, die sogenannten ökologischen Rucksäcke [↪ Box 11](#) der nach Nordrhein-Westfalen eingeführten Güter hinzu. Abgezogen werden die Ressourcenverbräuche für die Produktion der aus Nordrhein-Westfalen eingeführten Güter inklusive ihrer ökologischen Rucksäcke. Somit werden ausschließlich die hierzulande für Konsum und Investitionen anfallenden Ressourcenverbräuche unter Beachtung von ökologischen Rucksäcken abgebildet. Der untere Teilindikator in [↪ Abbildung 17](#) zeigt, dass im Jahr 2021 in Nordrhein-Westfalen der RMC, auch Rohstoff-Fußabdruck genannt, pro Kopf bei 15,7 Tonnen lag. Zum Vergleich: Der globale Mittelwert lag laut dem Weltressourcenrat (IRP) im Jahr 2020 bei 12,2 Tonnen pro Kopf. Der Weltressourcenrat schätzt, dass ein Primärrohstoffbedarf von 6 bis 8 Tonnen pro Kopf und Jahr einen nachhaltigen Wert darstellt. Zugleich weist der Weltressourcenrat darauf hin, dass sich der globale Ressourcenverbrauch



Abbildung 17 Umweltindikator Rohstoffproduktivität und Inländischer Materialverbrauch in Rohstoffäquivalenten

Teilindikator Rohstoffproduktivität des Direkten Materialeinsatzes DMI

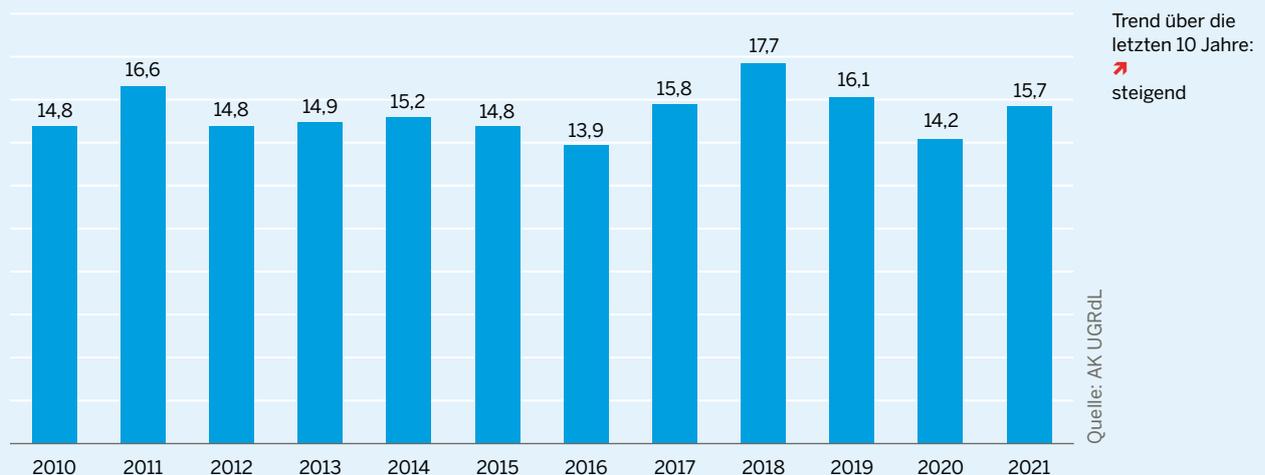


Abgebildet ist die Entwicklung der Rohstoffproduktivität (das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt zum Direkten Materialeinsatz DMI), das Bruttoinlandsprodukt und der DMI, normiert auf das Jahr 1994. Die Rohstoffproduktivität nahm seit 1994 um 43,5% zu. Dagegen ging der DMI, also die direkte Entnahme und Verwertung von Material für ökonomische Aktivitäten, verhalten um 10,6% zurück auf zuletzt 89,4. Eine relative Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch ist insofern zu erkennen. Die steigende Rohstoffproduktivität vor allem auf das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts zurückzuführen. Besondere Ausschläge zeigten sich anlässlich der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/2009, des Beginns der Corona-Pandemie 2020 und des beginnenden Ukraine-Krieges 2022, verbunden mit Einbrüchen beim Rohstoffverbrauch.

Teilindikator Inländischer Materialverbrauch in Rohstoffäquivalenten RMC



Rohstoffäquivalente in Tonnen pro Kopf



Der Inländische Materialverbrauch in Rohstoffäquivalenten RMC berücksichtigt neben dem oben genannten DMI die Ressourcenverbräuche, die bei der Rohstoffextraktion und -verarbeitung sowie der Produktion von Gütern außerhalb der Landesgrenzen entstehen (ökologische Rucksäcke) – abzüglich der Ressourcenverbräuche für die Produktion der aus Nordrhein-Westfalen ausgeführten Güter samt ihrer ökologischen Rucksäcke. Der RMC lag bei einem steigenden Trend über die letzten 10 Jahre im Jahr 2021 mit 15,7 Tonnen Rohstoffäquivalente pro Kopf über dem bundesweiten Wert von 14,4 Tonnen pro Kopf. Grund dürfte die von Bergbau und materialintensiver Industrie geprägte Wirtschaftsstruktur Nordrhein-Westfalens sein. Die Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie nennt die Erreichung von jährlich 6 bis 8 Tonnen RMC pro Kopf und Jahr als Orientierung bis 2045.

Box
11

ÖKOLOGISCHER RUCKSACK

Mit ökologischen Rucksäcken werden die Ressourcenverbräuche bezeichnet, die bei der Rohstoffextraktion und -verarbeitung sowie der Produktion von Gütern außerhalb Deutschlands verwendet werden. Dabei zeigt sich, dass die Ressourcenverbräuche für die Herstellung einzelner Produkte um ein Vielfaches höher sind, als es deren Eigengewicht vermuten lässt. Untersuchungen haben ergeben, dass beispielsweise der ökologische Rucksack eines Mittelklasse-Autos etwa 15 Tonnen beträgt, der eines Goldrings circa 2,7 Tonnen und der eines Smartphones mehr als 110 Kilogramm. Die Berechnung der ökologischen Rucksäcke erfolgt über sogenannte Rohstoffäquivalente in Tonnen. Das heißt, dass alle Güter mit den Rohstoffverbräuchen abgebildet werden, die für ihre Produktion über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg benötigt wurden.

zwischen 1970 und 2024 mehr als verdreifacht hat. Somit wird deutlich, dass der durchschnittliche Pro-Kopf-Ressourcenverbrauch hierzulande deutlich abnehmen sollte, um den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung sowie einer zirkulär geführten Wirtschaft näherzukommen. In den SDGs ist dieses Ziel insbesondere in Ziel 12 Nachhaltiger Konsum und Produktion festgeschrieben [↗ Abbildung 01](#).

Ein ressourcenschonendes Wirtschaften in Unternehmen unterstützt das Land unter anderem mit der Effizienz-Agentur NRW (EFA) [↗ www.efa.nrw](http://www.efa.nrw). Im Mittelpunkt ihres Handelns steht die Gestaltung von zirkulären und nachhaltigen Produkten, Prozessen und Geschäftsmodellen. Die EFA setzt ihre Instrumente und Methoden passgenau ein – egal ob Unternehmen schon viele Schritte gegangen sind oder sich gerade erst auf den Weg machen, nachhaltiger zu werden. Jährlich werden so durch etwa 250 Projekte circa 30.000 Tonnen Material, 150.000 Megawattstunden Energie und 45.000 Tonnen CO₂ eingespart und ungefähr 180 Millionen Euro an Investitionen in Ressourceneffizienzmaßnahmen ausgelöst. Auch bietet die EFA das kostenfreie Tool ecocockpit zur Treibhausgasbilanzierung sowie Workshops zur CIRCO-Methode an.

Auf kommunaler Ebene ermöglicht das „Ökologische Projekt für integrierte Umwelttechnik“ (Ökoprofit) [↗ www.umwelt2024.nrw.de/037](http://www.umwelt2024.nrw.de/037) den teilnehmenden Unternehmen den Einstieg in ein betriebliches Umweltmanagement. Im Jahr 2023 wurde Ökoprofit von der EU als Vorstufe zum bekann-

teren Umweltmanagementsystem EMAS anerkannt. Über 2.600 Unternehmen haben an Rhein und Ruhr seit dem Jahr 2000 erfolgreich ein ÖKOPROFIT-Projekt abgeschlossen. Durchschnittlich spart so jedes Unternehmen rund 40.000 Euro Betriebskosten pro Jahr ein.

HÖHERE ENERGIEPRODUKTIVITÄT

Die Endenergieproduktivität gilt als ein Maßstab für die Effizienz im Umgang mit Energieressourcen. Als Quotient aus Bruttoinlandsprodukt und Endenergieverbrauch zeigt sie, welche Werte an Waren und Dienstleistungen im Verhältnis zur verbrauchten Endenergie erwirtschaftet wurden. Hierzulande konnte die Endenergieproduktivität gegenüber dem Jahr 1991 um rund 64 % gesteigert werden [↗ Abbildung 18](#). Ziel der Landesregierung ist es, die Endenergieproduktivität bis 2050 Jahr für Jahr um 1,5 bis 1,8 % zu erhöhen.

Für dieses Ziel unterstützt neben der EFA auch die Landesgesellschaft für Energie und Klimaschutz „NRW.Energy4Climate“ Unternehmen und Kommunen bei Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung [↗ www.energy4climate.nrw](http://www.energy4climate.nrw). Dabei bietet sie ein breites Spektrum an Unterstützungsformaten. Informationsangebote wie zum Beispiel Schulungen und Workshops, Veranstaltungen, Initialberatungen und Informationen über Förderangebote, Beteiligungs- und Netzwerkformate sowie Online-Tools. So unterstützt Energy4Climate zum Beispiel bei der Etablierung von systematischem Energiemanagement, bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in Gebäuden und bei der Digitalisierung der Energiewirtschaft.

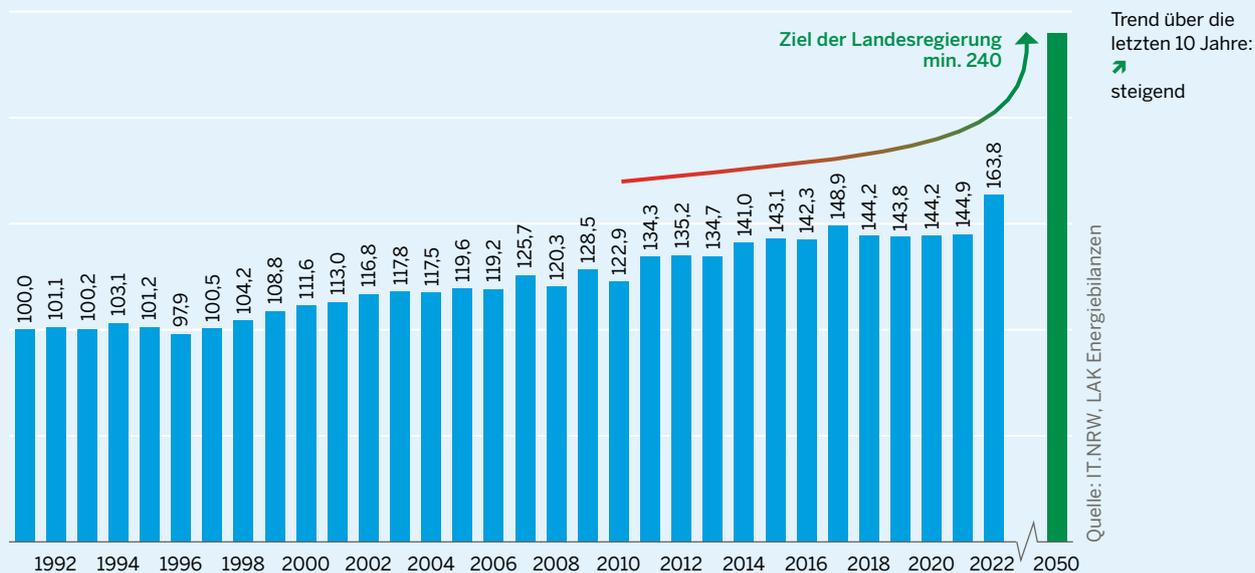
Etwa ein Drittel des gesamten deutschen Endenergieverbrauchs fließt in die Beheizung von Gebäuden und die Trinkwarmwasserbereitung. Ein Großteil dessen entfällt dabei auf die zu Wohnzwecken genutzten Bestandsimmobilien. Zum Erreichen der Klimaziele ist eine Reduktion des Wärmebedarfs und die Umstellung der Wärmeerzeugung auf Erneuerbare Energien notwendig. Im Rahmen der Bundesförderprogramme zur energetischen Gebäudemodernisierung wurden von 2020 bis 2022 in Nordrhein-Westfalen für knapp 500.000 Wohneinheiten Fördermittel beantragt, die einem Investitionsvolumen von circa 20 Milliarden Euro entsprechen und eine Reduktion der CO₂-Emissionen von gut 1,7 Millionen Tonnen pro Jahr bewirken. Auch bei Nichtwohngebäuden besteht ein hoher Modernisierungsbedarf. Durch Bundesförderprogramme wurden von 2020 bis 2022 in Nordrhein-Westfalen mehr als 2.500 Förderanträge für Nichtwohngebäude mit einer Nettogrundfläche von fast 7,5 Millionen Quadratmetern bewilligt. Die so angestoßenen energetischen Modernisierungen entsprechen einem Investitionsvolumen von mehr als 12 Milliarden Euro und einer CO₂-Emissionsreduktion von mehr als 116.000 Tonnen pro Jahr.



Abbildung 18 Umweltindikator Endenergieproduktivität



Normierung auf 1991=100



Die Endenergieproduktivität ist ein Maß für die Effizienz der Energieverwendung. Sie bildet das Verhältnis von erwirtschaftetem Bruttoinlandsprodukt zu der Energie, die nach Umwandlung der Primärenergieträger und dem Transport in Form von Strom, Wärme, Brenn- oder Kraftstoffen verbraucht wird. Der Wert 100 steht für das im Jahr 1991 erreichte Niveau. Im Jahr 2022 lag die hiesige Energieproduktivität bei dem bisherigen Bestwert von 163,8, also rund 64 % höher als zu Beginn der Zeitreihe. Der Trend ist über die letzten 10 Jahre steigend. Ziel der Landesregierung ist es, die Endenergieproduktivität bis zum Jahr 2050 um 1,5 bis 1,8 % pro Jahr zu steigern – also zumindest den Wert 240 zu erreichen.

www.umwelt2024.nrw.de/038

SYNTHETISCHE CHEMIKALIEN, PLASTIKMÜLL & CO: ÜBERLADUNG MIT NEUARTIGEN STOFFEN

In unserer von Konsum geprägten Zeit nimmt nicht nur die Menge abgelagerten Mülls weltweit zu. Auch wächst der globale Chemie- und Kunststoffmarkt, in dem Deutschland nach China und den USA der drittgrößte Player ist, nach wie vor dynamisch. Hunderttausende synthetische Chemikalien und Substanzen werden heutzutage produziert. Allein im Zeitraum 1950 bis 2015 wurden auf dem Globus mehr als 8 Milliarden Tonnen Kunststoff hergestellt, meist aus Erdöl und Erdgas. Dazu kommen jährlich etwa 400 Millionen Tonnen Kunststoffe hinzu, Tendenz steigend. Nur etwa 10 % des jemals hergestellten Plastiks wurde recycelt. Nach wissenschaftlichen Studien soll die Recyclingquote von Plastikverpackungen, die den Großteil der Kunststoffproduktion ausmachen, weltweit bei etwa 14 % liegen. Etwa 40 % landen auf Mülldeponien und etwa 14 % in Verbrennungsanlagen. Das restliche Drittel gelangt in die Umwelt.

Nach dem Konzept der Planetaren Grenzen [Seite 16](#) sind neuartige, menschengemachte Einträge wie synthetische

Chemikalien und Substanzen (Mikroplastik, endokrine Disruptoren, persistente organische Schadstoffe [Box 12](#)), künstliche radioaktive Stoffe wie Atommüll, aber auch genetisch veränderte Organismen und andere Eingriffe in die Evolutionsprozesse unter der Überschrift „Überladung mit neuartigen Stoffen“ subsumiert. Weltweit gesehen ist ein Teil dieser neuartigen Stoffe keiner Sicherheitsuntersuchung unterzogen worden. Selbst in der relativ streng reglementierten EU, einem kleinen Teil des „chemischen Universums“, sind nach Person et al. (2022) in „Environmental Science & Technology“ etwa 10.000 der 12.000 chemischen Nicht-Zwischenprodukte, die nach der Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe REACH geführt und seit mindestens 10 Jahren im Einsatz sind, noch nicht bewertet worden. Zu vielen dieser Stoffe ist über die potenziellen Auswirkungen auf die Erdsystemprozesse wenig bekannt. Das gilt erst recht für Mischungstoxizitäten, die kombinierte Wirkung mehrerer chemischer Stoffe. Die Welt ist wiederholt von den Folgen des Einsatzes neuartiger Stoffe negativ überrascht worden: zum Beispiel durch die schädliche Wirkung des Insektizids DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan) auf Mensch und Tier oder von FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffen) auf die vor ultravioletter Strahlung schützende Ozonschicht.

Box
12

MIKROPLASTIK, SYNTHETISCHE ENDOKRINE DISRUPTOREN, PERSISTENTE ORGANISCHE SCHADSTOFFE

Als Mikroplastik werden Kunststoffpartikel bezeichnet, die kleiner als 5 Millimeter sind. Man unterscheidet primäres Mikroplastik, das unter anderem durch das Waschen von synthetischen Materialien, den Abrieb von Reifen (allein in Deutschland etwa 150.000 Tonnen pro Jahr) und Kosmetika freigesetzt wird, und sekundäres Mikroplastik, das durch Verwitterung und Fragmentierung entsteht, vor allem durch unsachgemäß entsorgten Kunststoff wie Verpackungsmaterial, das in Gewässer gelangt. Da Mikroplastik nicht oder nur sehr langsam abgebaut wird, kommt es zu Umweltbelastungen und Veränderungen in der Ökologie. Auch wenn sich viele Studien mit der Exposition, der Aufnahme und dem Verbleib von Mikroplastik in Organismen beschäftigten, sind noch viele Fragen ungeklärt. Fest steht aber, dass Mikroplastik in fast allen menschlichen Organen und Geweben nachweisbar ist.

Endokrine Disruptoren sind Substanzen, die, nachdem sie in den Körper von Lebewesen gelangen, durch Einwirkung auf das Hormonsystem die Gesundheit schädigen können. Dazu zählen auch bestimmte PFAS-Chemikalien (per- und polyfluorierte Alkylverbindungen) [|> Seite 76](#). Endokrine Disruptoren kommen nicht selten in Produkten wie Verpackungsmaterial, Spielzeug, Elektronikartikeln, Baustoffen, Textilien, Arzneimitteln und Kosmetika, in Löse- und Schmiermitteln sowie in Pestiziden vor. Die medizinische Fachgesellschaft Endocrine Society sieht es als erwiesen an, dass endokrine Disruptoren beim Menschen zur Entstehung von Krebs, Unfruchtbarkeit, Diabetes, Herz-, Blutgefäß- und Schilddrüsen-

erkrankungen sowie neurologischen Erkrankungen beitragen können.

Persistente organische Schadstoffe sind besonders langlebige chemische Verbindungen. Sie verschmutzen – wenn sie unsachgemäß in die Umwelt gelangen – Luft, Boden und Wasser, gelangen selbst in entlegene Gegenden wie Antarktis und Himalaja und können über die Nahrungskette in den menschlichen Körper gelangen. Bekannte Vertreter sind neben Pestiziden wie DDT Industriechemikalien wie Polychlorierte Biphenyle (PCB) sowie bei Verbrennungsprozessen entstehende Dioxine, Furane und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe [|> Seite 64](#). Auch sie können zum Beispiel an einem erhöhten Krebsrisiko, neurologischen Erkrankungen, Fortpflanzungsstörungen, Geburtsfehlern und Beeinträchtigungen des Immunsystems mitwirken.



Etikett auf einem Kleidungsstück, das beim Waschen Mikroplastik freisetzt

Die Planetare Grenze für die Überladung mit neuartigen Stoffen gilt als überschritten [|> Abbildung 04](#). Als Kontrollvariable für diese Planetare Grenze ist für synthetische Chemikalien, die ohne eine angemessene Sicherheitsprüfung in die Umwelt gelangen, ein Wert von 0 % festgelegt und von einem internationalen Wissenschaftsteam um Katherine Richardson in „Science Advances“ vorgestellt worden. Für Mitautor Johan Rockström, Erstautor bei der Vorstellung der Planetaren Grenzen und Co-Präsident des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung, gehört die Überladung mit neuartigen Stoffen zusammen mit der Veränderung in der Integrität der Biosphäre und dem Klimawandel zu den 3 wichtigsten Themen für die Zukunft der Menschheit.

Studien zu Nordrhein-Westfalens Beitrag an der Überladung mit neuartigen Stoffen gibt es noch nicht. Ein Anteil an der Überladung dürfte aber gewiss sein, nicht nur wegen der genannten Argumente und der Tatsache, dass das Land mit rund 1.900 Unternehmen, 200.000 Beschäftigten und 50 Milliarden Euro Branchenumsatz jährlich der bedeutendste Chemiestandort Deutschlands und Kunststoffregion Nummer 1 in Europa ist. Es ist zugleich ein hochindustrialisierter Standort mit kerntechnischen Anlagen [|> Seite 52](#) [|> Seite 66](#) und giftigen Ewigkeitslasten [|> Box 21](#), hier entstehen laufend gefährliche Abfälle [|> Abbildung 20](#), persistente organische Schadstoffe, Reifenabrieb von 12,6 Millionen gemeldeten Kraftfahrzeugen und vieles mehr. Daher ist es sehr wichtig, dass alle entsprechenden



Akteure weiter daran arbeiten, dass Gefahren und Risiken für Mensch und Umwelt durch emittierte Stoffe minimiert werden.

3 TONNEN ABFÄLLE PRO KOPF UND JAHR

Im Jahr 2022 wurden insgesamt rund 55,0 Millionen Tonnen der in Nordrhein-Westfalen erzeugten Abfälle an hier ansässige Abfallentsorgungsanlagen angeliefert (→ [Abbildung 19](#)). Das entspricht 3.030 Kilogramm Abfall pro Kopf in dem Jahr. Dabei handelte es sich überwiegend um Abfälle, die bei Bau- und Abbruchmaßnahmen, Umweltschutzmaßnahmen sowie Produktionsprozessen anfielen. Siedlungsabfälle – überwiegend Abfälle aus privaten Haushalten und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle – hatten einen Anteil von 16 %. Abfälle, die innerbetrieblich oder außerhalb von Abfallentsorgungsanlagen verwertet wurden oder deren Entsorgung außerhalb des Landes erfolgte, sind in den 55,0 Millionen Tonnen nicht enthalten. Zuverlässige Aussagen zu der Recyclingquote für die hier erzeugten 55,0 Millionen Tonnen Abfälle können nicht gemacht werden.

Im Jahr 2023 entstanden in Nordrhein-Westfalen 6,2 Millionen Tonnen gefährliche Abfälle. 5,1 Millionen Tonnen wurden davon im Land selbst entsorgt. Zusammen mit gefährlichen Abfällen aus anderen Bundesländern und Staaten

belief sich die hier entsorgte Menge an gefährlichen Abfällen auf 7,3 Millionen Tonnen (→ [Abbildung 20](#)). Bei den in Nordrhein-Westfalen erzeugten gefährlichen Abfällen hatten solche aus Produktionsprozessen und Dienstleistungen sowie die gefährlichen Abfälle aus Bau- und Abbruchmaßnahmen und Altlastensanierungen einen Anteil von je 35 % (jeweils rund 2,2 Millionen Tonnen) am Gesamtaufkommen. Weitere 30 % (rund 1,8 Millionen Tonnen) entfielen auf gefährliche Abfälle aus Umweltschutzmaßnahmen (zum Beispiel Filterstäube aus Abfallverbrennungsanlagen oder giftige Schlämme aus der Abwasserbehandlung). In den EU-Rechtsvorschriften werden gefährliche Abfälle als Müll definiert, der eine oder mehrere gefährliche Eigenschaften aufweist und ätzend, explosiv, fruchtbarkeitsbeeinträchtigend, infektiös, krebserregend, mutagen oder toxisch ist. Nicht erfasst wird in dieser Kategorie der toxische, hunderttausende Jahre strahlende Atommüll, wie er in Jülich und Ahaus (→ www.umwelt2024.nrw.de/039) (→ [Seite 52](#)) bis zur in weite Ferne gerückten Fertigstellung eines deutschen Endlagers zwischengelagert wird.

In Nordrhein-Westfalen fielen 2023 rund 8,0 Millionen Tonnen Haushaltsabfälle an, die von der öffentlichen Müllabfuhr und den dualen Systemen abgeholt wurden (441 Kilogramm pro Kopf) (→ [Abbildung 21](#)). Davon hatte der Hausmüll einen Anteil von 39 %, gefolgt von den Bio- und Grünabfällen mit 25 %, Papier, Pappe und Kartonagen mit etwa 12 % und dem Sperrmüll mit etwa 8 %. Leichtverpackungen

Abbildung 19 In Nordrhein-Westfalen erzeugte und entsorgte Abfälle im Jahr 2022

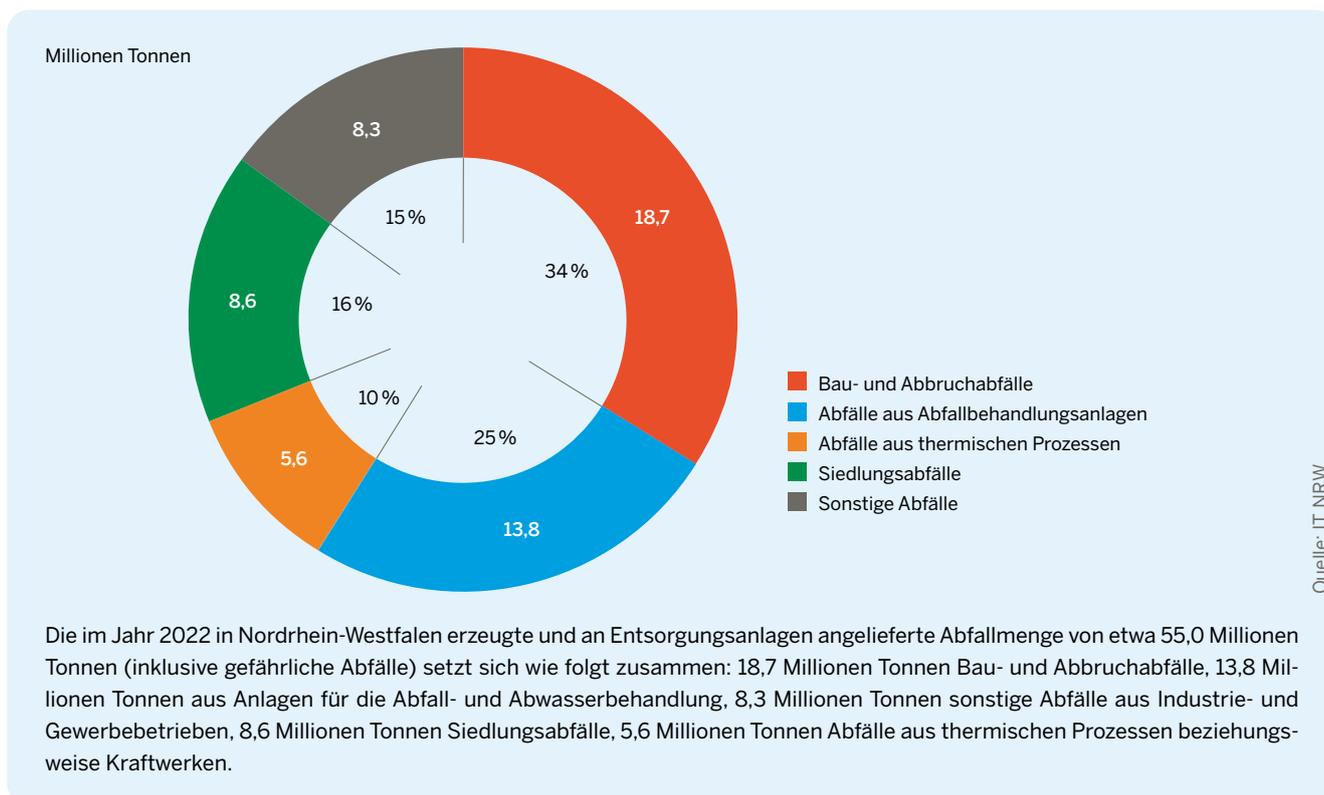


Abbildung 20 In Nordrhein-Westfalen entsorgte gefährliche Abfälle 2010 bis 2023 nach regionaler Herkunft

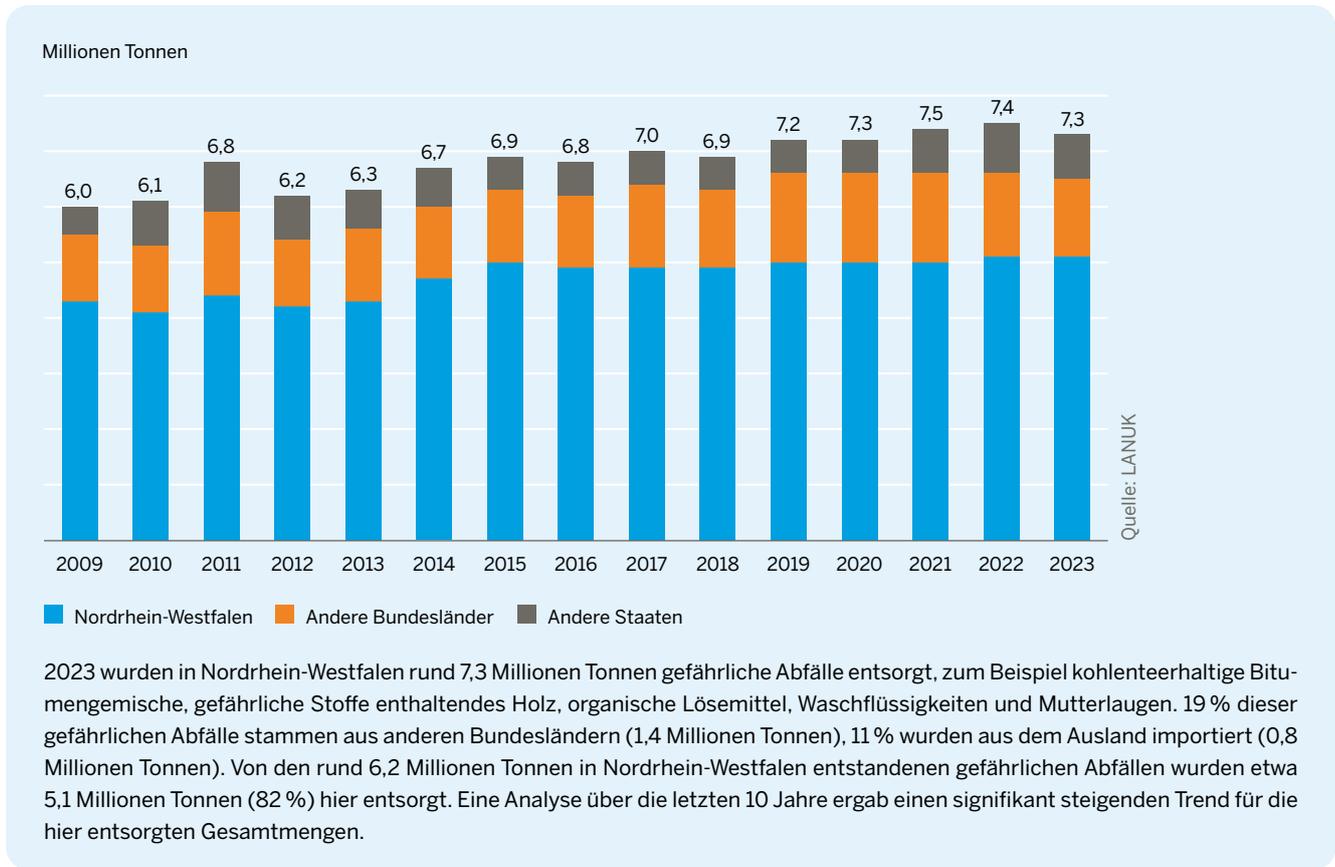
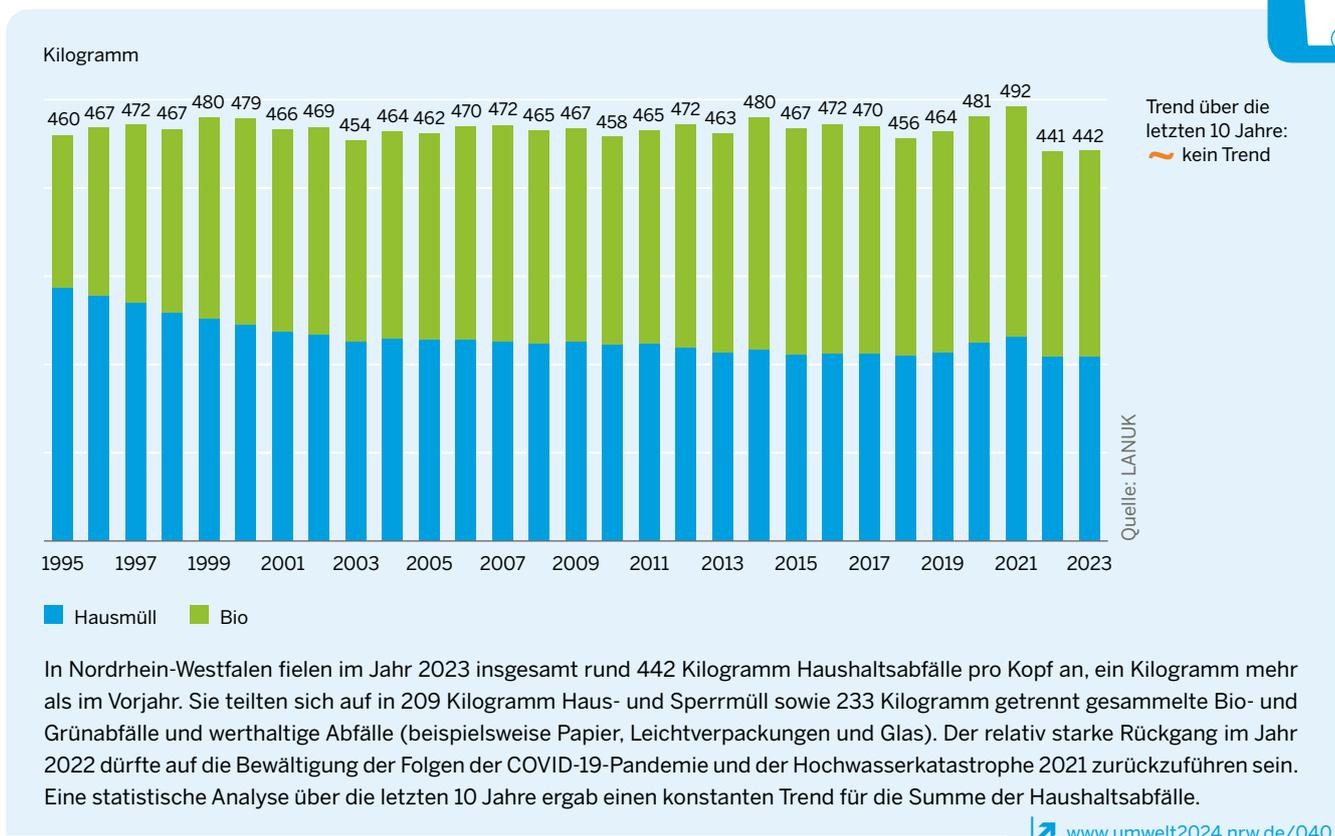


Abbildung 21 Umweltindikator Haushaltsabfälle





(Kunststoffe, Verbundstoffe, Aluminium, Weißblech, gesammelt in gelben Abfallbehältern oder Säcken) lagen bei 7 %, Glas bei gut 4 % und sonstige werthaltige Abfälle wie Holz und Metall bei 4 %. Schadstoffhaltige Abfälle aus getrennter Sammlung wie Batterien und Arzneimittel machten 0,2 % aus.

KREISLÄUFE FÜR MATERIALIEN, PRODUKTE UND ABFÄLLE SCHLIESSEN

Eine umfassende Kreislaufwirtschaft zahlt auf die Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsziele ein und verringert Abfallmengen und Umweltverschmutzung. Sie dient dem Schutz von Mensch und Umwelt und reduziert die Ressourceninanspruchnahme durch kluges Produktdesign, effiziente Produktion, Rohstoffrückgewinnung |→ Box 13, längere Produktnutzung und mehr Sekundärrohstoffeinsatz. Durch zukunftsorientierte zirkuläre Geschäftsmodelle werden die Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz der Wirtschaft gestärkt und Rohstoffabhängigkeiten reduziert. Um die Potenziale zu verwirklichen, braucht es ein planvolles Vorgehen, wie es die EU unter anderem mit dem Green Deal vorgezeichnet hat. Sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene werden Kreislaufwirtschaftsstrategien erarbeitet, die daran anknüpfen. Dabei ist es wichtig, branchen- beziehungsweise stoffstromspezifisch vorzugehen; Beispiele:

Die EU-Kommission erkannte die Problematik der Kunststoffabfälle und veröffentlichte im Jahr 2018 eine Plastikstrategie. Zudem verabschiedete der Rat der EU die Einwegplastikrichtlinie, die in nationales Recht umgesetzt wurde. Damit ist man für Kunststoffe auf dem Weg, die lineare Wirtschaftsweise in eine Kreislaufwirtschaft abzuändern.

Im Jahr 2020 wurde die EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit vorgelegt. Zugleich wurde angekündigt, dass die 2007 in Kraft getretene Europäische Chemikalienverordnung REACH überarbeitet werden soll. Ihre Revision wurde mehrfach verschoben und soll nun im Jahr 2025 als Bestandteil eines „Pakets für die chemische Industrie“ vorgeschlagen werden.

Die 2024 in Kraft getretene EU-Ökodesign-Verordnung verfolgt das Ziel, nachhaltige Produkte im EU-Binnenmarkt zur Norm zu machen. Dafür werden durch noch zu erarbeitende produktspezifische Vorgaben künftig fast alle in den EU-Binnenmarkt gebrachten Produkte weitreichende „Ökodesign-Anforderungen“ erfüllen müssen. Dazu gehören die Haltbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Nachrüstbarkeit und Reparierbarkeit von Produkten, deren CO₂-Fußabdruck und vieles mehr. Informationen darüber sollen in digitalen Produktpässen zugänglich gemacht werden. Die neue

EU-Batterieverordnung greift diese Ansätze bereits auf. Sie enthält unter anderem Anforderungen zur Haltbarkeit, zur Leistungsfähigkeit und zum Rezyklatgehalt von Batterien.

Die 2022 vorgeschlagene EU-Verpackungsverordnung strebt die Verringerung des Verpackungsabfallaufkommens, die bessere Wiederverwendbarkeit von Verpackungen und deren Recyclingfähigkeit an. In Deutschland ist bei PET-Pfandflaschen eine Kreislaufwirtschaft insofern Realität, als diese überwiegend sortenrein gesammelt und zur Produktion neuer Flaschen verwendet werden. Viele Verpackungen bestehen aber noch aus einem Komposit, was das Recyceln deutlich erschwert oder gar unmöglich macht.

Nicht zuletzt fördert das Land mit dem Transferhub „Digitalisierung & Circular Economy“ |→ www.umwelt2024.nrw.de/041 und dem Förderaufruf „Circular Economy – Circular Cities. NRW“ |→ www.umwelt2024.nrw.de/042 Lösungen und Vorhaben zur Wiederverwendung von Materialien, ressourcenschonenden Geschäftsmodellen und vieles mehr mit insgesamt 26 Millionen Euro.

PHOSPHORRÜCKGEWINNUNG

Box
13

Die Reserven des für Pflanzen und die Düngemittelproduktion essenziellen Rohstoffs Phosphor |→ Seite 83 sind begrenzt und werden knapper. Phosphor fällt in großer Menge bei der Abwasserreinigung in Kläranlagen an. Um ihn aus Klärschlamm oder Klärschlammverbrennungssasche zurückzugewinnen, wurden diverse Verfahren entwickelt |→ www.umwelt2024.nrw.de/043. Ab dem Jahr 2029 sind die Betreiber von Kläranlagen mit einer Kapazität von mehr als 100.000 Einwohnerwerten gesetzlich dazu verpflichtet, Phosphor aus dem Klärschlamm zurückzugewinnen. Ab 2032 gilt das auch für Kläranlagen mit einer Kapazität von mehr als 50.000 Einwohnerwerten. Somit wird die Entsorgung von Klärschlamm durch die Mitverbrennung in Kohlekraft- und Zementwerken sowie Abfallverbrennungsanlagen künftig nicht mehr möglich sein. Daher bildeten sich Initiativen, um neue Mono-Klärschlammverbrennungsanlagen zur Phosphorrückgewinnung zu errichten. Im Jahr 2024 wurde in Bottrop eine erste großtechnische Demonstrationsanlage in Betrieb genommen. Erst wenn Erfahrungen mit solchen Anlagen vorliegen, kann die Errichtung von großtechnischen Phosphorrückgewinnungsanlagen erfolgen.

Umwelt und Gesundheit in Nordrhein-Westfalen



Bevölkerungsdichte²⁰²⁴
18,2 Mio. Einwohner
34.110 km² Landesfläche
533 Einwohner/km²



Stickstoffdioxidkonzentration im städtischen Hintergrund²⁰²⁴

14 µg/m³ Trend ↘
Jahresmittelwert

Feinstaubkonzentration im städtischen Hintergrund²⁰²⁴

Jahresmittelwerte

13 µg/m³ PM₁₀
9 µg/m³ PM_{2,5} Trends ↘



NO_x

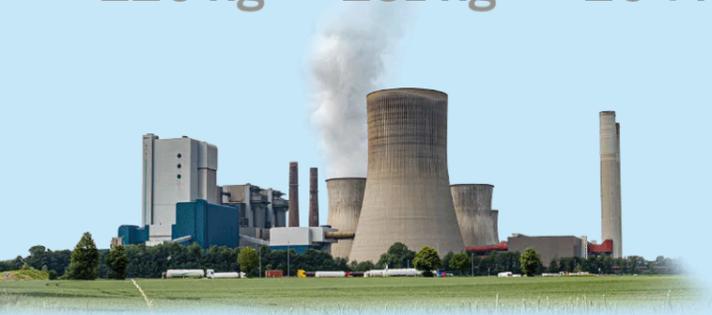
Stickstoffoxidemissionen²⁰²⁰

209.000 t
Trend ↘

Top 3 der Quecksilberemittenten²⁰²³

Braunkohlekraftwerke

Neurath	Niederaußem	Weisweiler
226 kg	231 kg	204 kg



Ozonkonzentration im städtischen Hintergrund²⁰²³

1 Stundenmittelwert mit mehr als 180 µg/m³ Luft
Trend ↗



Lärmbelastung²⁰²²

„Night“ > 55 dB(A)
2,3 Mio. Betroffene

„Day, Evening, Night“ > 65 dB(A)
1,9 Mio. Betroffene



Bestand an Kraftfahrzeugen²⁰²⁴

12,6 Mio.

Davon rd. 650.800 Hybrid- und 306.100 Elektro-PKW

Kommunen mit Luftreinhalteplänen⁴

Ca. **20.500** betriebliche Anlagen²⁰²³ die nach Immissionsschutzrecht zu überwachen sind

Kerntechnische Anlagen²⁰²⁵

- 1 Urananreicherung
- 2 Zwischenlagerung
- 5 Stillgelegt / im Rückbau / im sicheren Einschluss

Auswahl wichtiger Flughäfen⁶

6

LUFT, LÄRM, ELEKTROMAGNETISCHE FELDER



Mithilfe des Schallschutz-Monitoring-Systems werden alle Veranstaltungen auf der Rennstrecke Bilster Berg im Kreis Höxter zuverlässig überwacht, so dass der Lärmpegel immer im vorgeschriebenen Rahmen bleibt



RÜCKLÄUFIGE FEINSTAUB- UND STICKSTOFFDIOXIDBELASTUNGEN

Unsere Gesundheit [I→ Box 14](#) [I→ Box 17](#) wird durch die Luftqualität beeinflusst, beispielsweise durch das Einatmen von Schadstoffen wie Feinstaub, Stickstoffoxiden und Ozon, von persistenten organischen Schadstoffen wie Dioxinen und Polychlorierten Biphenylen (PCB) sowie von Schwermetallen [I→ www.umwelt2024.nrw.de/044](http://www.umwelt2024.nrw.de/044) [I→ Seite 76](#). Daher sind die Erfassung, Beurteilung und Verbesserung der Luftqualität zentrale Aufgaben des Umweltressorts [I→ www.umwelt2024.nrw.de/045](http://www.umwelt2024.nrw.de/045). Nach Angaben der Europäischen Umweltagentur ist die Luftverschmutzung in der EU nach wie vor das größte Umweltrisiko für die Gesundheit der Menschen und deren Lebenszeit.

Feinstaub (Aerosole) besteht aus einem komplexen Gemisch fester und flüssiger, luftgetragener Partikel, das unter anderem durch Verbrennungsprozesse in die Atemluft gelangt. Hauptquellen des menschengemachten Feinstaubes sind in unseren Breiten der Straßenverkehr durch Abgase, Bremsen- und Reifenabrieb [I→ Box 12](#), Industrieemissionen und die Holzfeuerung. Zudem tragen die Landwirtschaft durch direkte Emissionen und partikelbildendes Ammoniak aus Gülle und Mist zur Feinstaubbelastung bei. Feinstaubpartikel mit einem Durchmesser kleiner 10 Mikrometer (PM_{10} , PM steht für particulate matter) gelangen durch Nase und Mund in die Lunge. Partikel kleiner 2,5 Mikrometer ($PM_{2,5}$), eine Teilmenge von PM_{10} , können bis in die Hauptbronchien oder Lungenbläschen transportiert werden. Den Partikeln können gesundheitsgefährdende Stoffe anhaften wie zum Beispiel Schwermetalle oder krebserzeugende polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Mögliche gesund-

heitliche Auswirkungen sind Entzündungen, Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Darüber hinaus gibt es Hinweise für ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko. Ein Schwellenwert für Feinstaub, bei dessen Unterschreitung keine gesundheitlichen Effekte mehr auftreten, konnte bisher nicht ermittelt werden.

Aerosole wirken sich nicht nur auf die Gesundheit aus, sondern auch auf das Klima und die Ökosysteme. Die Planetary Belastungsgrenze [I→ Seite 16](#) für den Aerosolgehalt in der Atmosphäre ist global gesehen noch nicht überschritten worden. Wie es sich für einen auf Nordrhein-Westfalen herunterskalierten Anteil an dieser Grenze verhält, ist noch nicht Gegenstand einer Studie gewesen. Fakt ist aber, dass die Feinstaubwerte in Nordrhein-Westfalen stetig zurückgegangen sind. Das ist primär der Sanierung von Industrieanlagen und den mit den Umweltzonen [I→ www.umwelt2024.nrw.de/046](http://www.umwelt2024.nrw.de/046) eingeführten Partikelfiltern bei Dieselfahrzeugen zu verdanken [I→ Abbildung 22](#) [I→ Abbildung 23](#).

Stickstoffoxide (NO_x) entstehen bei Verbrennungsprozessen, zum Beispiel in Industrieanlagen, Kraftwerken und Motoren. Die Emissionen aus Schornsteinen werden weit verteilt und tragen zur Hintergrundbelastung bei. Die Abgase des Straßenverkehrs wirken dagegen auch unmittelbar auf Anwohnerinnen und Anwohner ein [I→ Abbildung 24](#). Eine Gesundheitsgefahr geht vor allem von Stickstoffdioxid (NO_2) aus. Es reizt das Schleimhautgewebe im gesamten Atemtrakt und kann durch dabei auftretende Entzündungen die Wirkung anderer Luftschadstoffe verstärken. Erhöhte NO_2 -Konzentrationen sind mit Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verbunden. Zudem ist Stickstoffdioxid ein wesentlicher Bestandteil

GESUNDHEITS- UND UMWELTVERTRÄGLICHERE NAHMOBILITÄT

Radfahren und Zufußgehen sind gesunde, umwelt- und klimafreundliche sowie preisgünstige Fortbewegungsarten. Umso wichtiger ist es, beste Rahmenbedingungen für Fahrradfahrer und Fußgänger zu schaffen. Bereits im Jahr 2022 trat das Fahrrad- und Nahmobilitätsgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen in Kraft. Damit hat erstmals ein Flächenland die Förderung des Radverkehrs in einem Gesetz verankert und den Rad- und Fußverkehr mit dem motorisierten Individualverkehr auf eine Stufe gestellt. Der begleitende Aktionsplan [I→ www.umwelt2024.nrw.de/047](http://www.umwelt2024.nrw.de/047) bietet zahlreiche Angebote und Anreize – vor allem für die Kommunen –, um dies zu flankieren. Die Landesregierung hat sich das Ziel gesetzt, den Anteil des Radverkehrs am Verkehrsaufkommen auf 25 % zu erhöhen (2017

lag er bei 11 %). Bis zum Jahr 2027 sollen 1.000 Kilometer neue Radwege gebaut, Wirtschaftswege für den Radverkehr ertüchtigt und die 7 Radschnellwegprojekte vorangetrieben werden. Das Land stellt entsprechende Mittel für die Nahmobilität [I→ www.umwelt2024.nrw.de/048](http://www.umwelt2024.nrw.de/048) zur Verfügung. Grundlegend geändert hat sich das Potenzial von Fahrrädern im Alltag mit den immer beliebteren Pedelecs. Längere und bergige Strecken sowie viele Anfahrten zum Arbeitsplatz sind damit einfach zu bewältigen. Das Pendeln zwischen Wohn- und Arbeitsort zu Fuß, mit dem klassischen Fahrrad, dem Pedelec und/oder dem öffentlichen Nahverkehr anstelle von Kraftfahrzeugen steht für deutlich weniger Schadstoffausstoß, Treibhausgasemissionen und Verkehrslärm.

Box
14

Abbildung 22 Umweltindikator Feinstaubemissionen

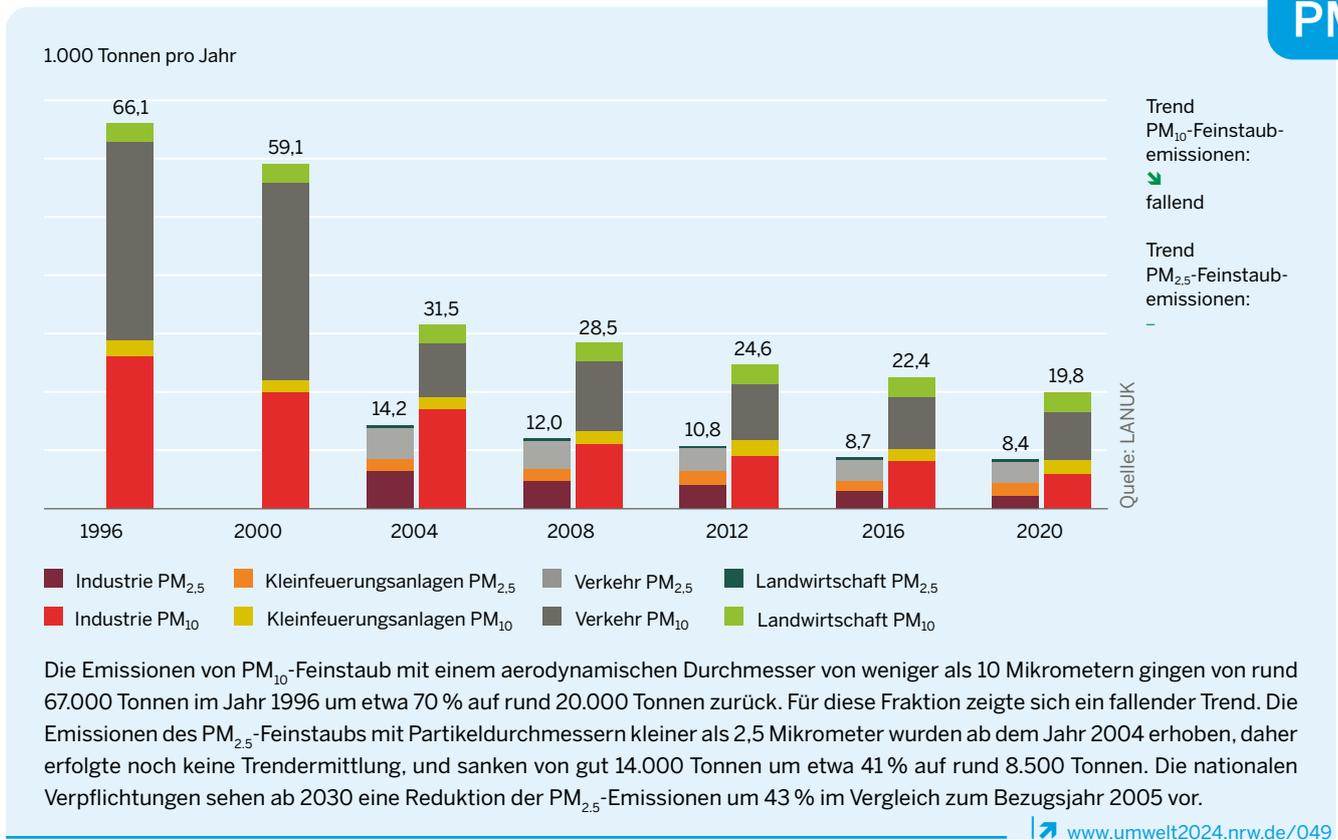


Abbildung 23 Umweltindikator Feinstaubkonzentrationen im städtischen Hintergrund

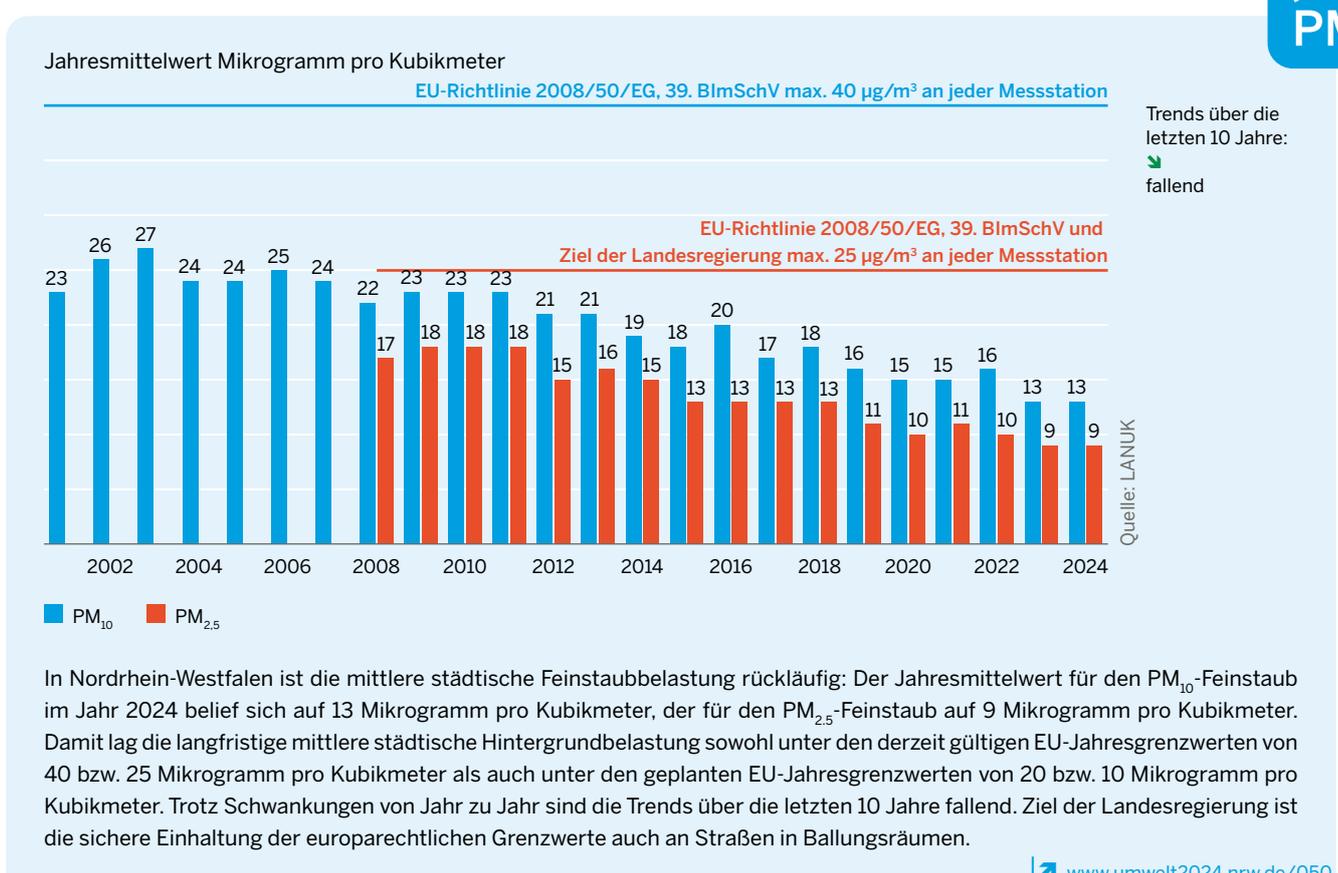
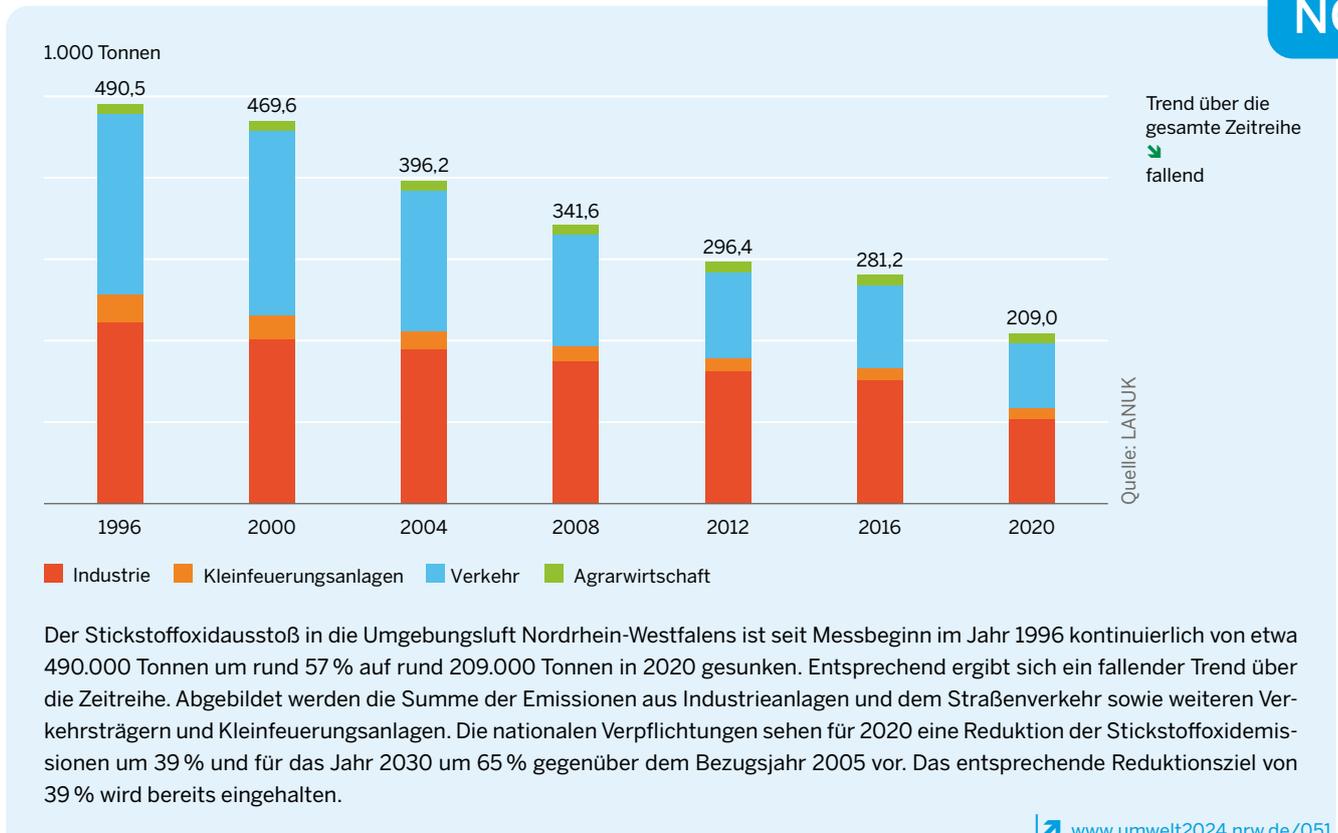


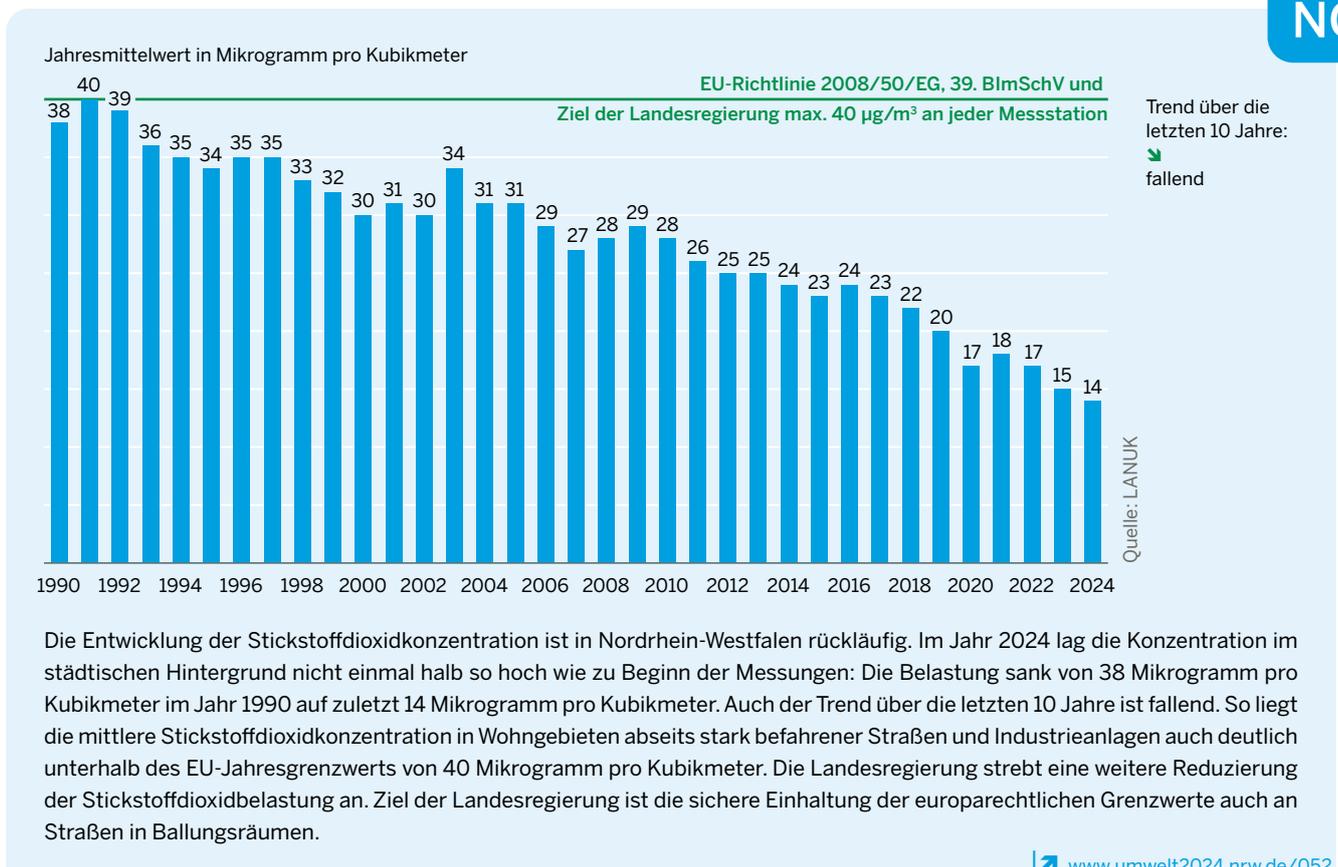


Abbildung 24 Umweltindikator Stickstoffoxidemissionen



Der Stickstoffoxidausstoß in die Umgebungsluft Nordrhein-Westfalens ist seit Messbeginn im Jahr 1996 kontinuierlich von etwa 490.000 Tonnen um rund 57 % auf rund 209.000 Tonnen in 2020 gesunken. Entsprechend ergibt sich ein fallender Trend über die Zeitreihe. Abgebildet werden die Summe der Emissionen aus Industrieanlagen und dem Straßenverkehr sowie weiteren Verkehrsträgern und Kleinfeuerungsanlagen. Die nationalen Verpflichtungen sehen für 2020 eine Reduktion der Stickstoffoxidemissionen um 39 % und für das Jahr 2030 um 65 % gegenüber dem Bezugsjahr 2005 vor. Das entsprechende Reduktionsziel von 39 % wird bereits eingehalten.

Abbildung 25 Umweltindikator Stickstoffdioxidkonzentration im städtischen Hintergrund



Die Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentration ist in Nordrhein-Westfalen rückläufig. Im Jahr 2024 lag die Konzentration im städtischen Hintergrund nicht einmal halb so hoch wie zu Beginn der Messungen: Die Belastung sank von 38 Mikrogramm pro Kubikmeter im Jahr 1990 auf zuletzt 14 Mikrogramm pro Kubikmeter. Auch der Trend über die letzten 10 Jahre ist fallend. So liegt die mittlere Stickstoffdioxidkonzentration in Wohngebieten abseits stark befahrener Straßen und Industrieanlagen auch deutlich unterhalb des EU-Jahresgrenzwerts von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter. Die Landesregierung strebt eine weitere Reduzierung der Stickstoffdioxidbelastung an. Ziel der Landesregierung ist die sichere Einhaltung der europarechtlichen Grenzwerte auch an Straßen in Ballungsräumen.

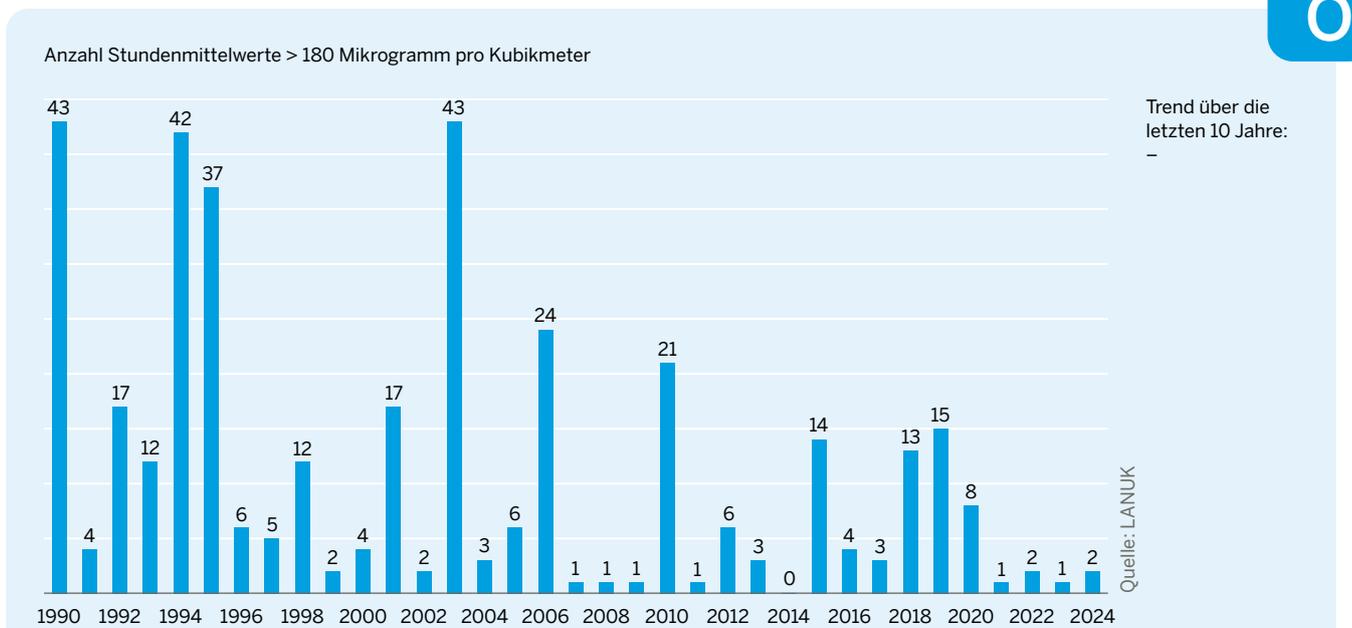
bei der atmosphärischen Bildung von bodennahem Ozon und Feinstaub. Für Stickstoffdioxid konnte bisher kein Schwellenwert ermittelt werden, bei dessen Unterschreitung keine gesundheitlichen Effekte mehr auftreten können. Hauptverursacher von Stickstoffdioxidbelastungen in den Städten sind Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, insbesondere mit Dieselmotoren. Von den 12,5 Millionen in Nordrhein-Westfalen zugelassenen Kraftfahrzeugen sind 2,9 Millionen dieselmotortrieben (Stand Januar 2023). Ferner können Binnenschiffe insbesondere in Rheinanliegerstädten einen relevanten Beitrag zu den lokalen Stickstoffoxidemissionen leisten. Der messbare Einfluss ist meist stark auf die Flussnähe beschränkt, beispielsweise auf die Uferpromenaden.

Abseits stark befahrener Straßen im städtischen Hintergrund sank die NO₂-Konzentration stetig → [Abbildung 25](#). Im Jahr 2024 konnte der Grenzwert für den Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter erstmals wieder ausnahmslos an allen Probenahmestellen eingehalten werden, auch an der Messstelle in der Nähe der Bundesautobahn 40 in Essen. Da in den Jahren zuvor in deutschen Ballungsräumen der Jahresmittelgrenzwert von 40 Mikrogramm Stickstoffdioxid pro Kubikmeter Luft vielfach überschritten wurde, verurteilte der Europäische Gerichtshof die Bundesrepublik Deutschland

im Jahr 2021 auch mit Blick auf Nordrhein-Westfalen. Die EU-Kommission forderte die Bundesregierung auf, wirksame Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung der Luftqualitätsgrenzwerte zu ergreifen. Daher berichtet die Bundesregierung der EU-Kommission vierteljährlich über den Verlauf und die getroffenen Maßnahmen an den für das Urteil relevanten Überschreitungsstellen. Dies betrifft auch die erwähnte Messstelle in Essen. 2023 wurde der Luftreinhalteplan für Essen fortgeschrieben, um die Grenzwertüberschreitung schnellstmöglich zu beenden.

Bodennahes Ozon (O₃) wird nicht direkt emittiert. Es bildet sich vielmehr bei intensiver Sonneneinstrahlung durch photochemische Prozesse aus Sauerstoff, Vorläuferschadstoffen wie den genannten Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen, unter anderem freigesetzt durch die Verwendung von Lösemitteln und die Verbrennung von Kraftstoffen. Ozon kann bei Menschen eine verminderte Lungenfunktion, entzündliche Reaktionen der Atemwege und Atemwegsbeschwerden verursachen. Empfindliche oder vorgeschädigte Personen wie Asthmatiker sind dafür besonders anfällig. Sie sollten bei hohen Ozonwerten körperliche Anstrengungen vermeiden. Ab einem Stundenmittelwert von 180 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft wird die Öffentlichkeit über die Medien informiert.

Abbildung 26 Umweltindikator Ozonkonzentration im städtischen Hintergrund



Abgebildet ist die jährliche, über mehrere Messstationen gemittelte Stundenanzahl, zu der die bodennahe Ozonkonzentration dem Schwellenwert von 180 Mikrogramm pro Kubikmeter entsprach oder diesen überschritt. Die Zeitreihe ist von so deutlichen Schwankungen geprägt, dass eine Trendberechnung nicht sinnvoll ist. Im Jahr 2024 wurden in Nordrhein-Westfalen im Mittel der betrachteten Messstationen 2 Stundenmittelwerte über dem Schwellenwert gezählt. Insbesondere durch reduzierte Emissionen von Vorläufersubstanzen wie Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen soll eine weitere Minderung der Ozonbelastung erreicht werden.





QUECKSILBER, EINE HOCHGIFTIGE LAST FÜR MENSCH UND UMWELT

Hierzulande gelangt Quecksilber vor allem durch die Kohleverstromung in die Atmosphäre und so auch in die Umwelt. Auch bei Prozessen in der Chemie-, Schwer- und Zementindustrie sowie bei der Abfall- und Abwasserbehandlung wird dieses Schwermetall freigesetzt. Sich in Boden und Wasser ablagerndes Quecksilber wird durch Mikroorganismen in organisches Methylquecksilber umgewandelt. So kann es über die Nahrungskette in Lebensmittel gelangen. Besonders Meeresfrüchte und Raubfische wie Thunfisch oder Aal gelten als belastet. Methylquecksilber ist fettlöslich und hochtoxisch. Es kann die Blut-Hirn- und die Plazentaschranke überwinden und das Gehirn und das zentrale Nervensystem schädigen. Föten und Kleinkinder sind besonders gefährdet www.umwelt2024.nrw.de/054. Deutschland ist einer der größten Quecksilberemittenten Europas mit 6,7 Tonnen im Jahr 2021. Nordrhein-Westfalens Anteil lag bei schätzungsweise einem Drittel. Die mit Abstand größten Emittenten an Rhein und Ruhr waren 2022 die Braunkohlekraftwerke Neurath mit 330, Niederaußem mit 308 und Weisweiler mit 275 Kilogramm. Ihr Ausstoß wird voraussichtlich durch den vorzeitigen Ausstieg aus der Braunkohleverstromung bis 2030 wegfallen.



Braunkohlekraftwerk Neurath, Block F und G aus südlicher Richtung

Die Ozonkonzentration im städtischen Hintergrund schwankte witterungsbedingt sehr stark, so dass sich eine Trendberechnung nicht anbietet. Im Jahr 2024 wurden im Mittel der betrachteten Messstationen 2 Stundenmittelwerte mit mehr als 180 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter gemessen [|> Abbildung 26](#). Mit vermehrter bodennaher Ozonbildung ist jedoch künftig aufgrund von häufigeren heißen Tagen durch den Klimawandel zu rechnen [|> Abbildung 08](#).

Auf der Höhe des aktuellen Forschungsstands empfehlen die neuen Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsorganisation WHO, unter anderem die europaweit gültigen mittleren Jahresgrenzwerte für Feinstaubkonzentrationen und für Stickstoffdioxid deutlich zu senken. Im Zuge dessen hat die EU mittlerweile die Luftqualitätsrichtlinie novelliert. Sie nennt folgende Grenzwerte [|> Tabelle 02](#): Jahresmittelwerte für $PM_{2,5}$ von 10 Mikrogramm pro Kubikmeter, für PM_{10} von

Tabelle 02 Empfehlungen für Luftschadstoffe der WHO, derzeit und ab 2030 geltende Grenz- bzw. Zielwerte der EU

Luftschadstoff	WHO-Richtwerte 2021	Aktuelle EU-Grenz- bzw. Zielwerte	Ab 2030 geltende EU-Grenz- bzw. Zielwerte
$PM_{2,5}$ -Feinstaub	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$
PM_{10} -Feinstaub	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$
Stickstoffdioxid	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{a}$
Ozon	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (99. Perzentil, das heißt 3 bis 4 zugelassene Überschreitungen pro Jahr)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8-Stunden-Mittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen im Jahr, gemittelt über 3 Jahre)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8-Stunden-Mittelwert während eines Tages bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Jahr, gemittelt über 3 Jahre)

20 Mikrogramm pro Kubikmeter und für Stickstoffdioxid von 20 Mikrogramm pro Kubikmeter ab dem Jahr 2030. Darüber hinaus wurde eine ambitionierte Reduzierung der durchschnittlichen städtischen Hintergrundbelastung für $PM_{2,5}$ und Stickstoffdioxid beschlossen.

GESUNDHEITSRISIKO UMGEBUNGSLÄRM

Als Lärm bezeichnet man Geräusche, die auf die Umwelt und den Menschen störend, belastend oder gesundheits-schädigend wirken. Lärm lässt den Menschen vermehrt Stresshormone ausschütten und aktiviert sowohl das vegetative Nervensystem als auch das Hormonsystem. Dies hat Einfluss auf den Blutdruck, die Herzfrequenz und andere Kreislauffaktoren. Solche Kreislauf- und Stoffwechselregulierungen werden weitgehend unbewusst und auch im Schlaf über das autonome Nervensystem vermittelt. Mögliche Langzeitfolgen von dauerhaftem Verkehrslärm reichen von Schlafstörungen bis hin zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen einschließlich Herzinfarkt. Eine Studie des Umweltbundesamtes an vorwiegend älteren Menschen ergab, dass das Risiko, in ärztlicher Behandlung wegen Bluthochdruck zu sein, bei denen, die nachts vor ihrem Schlafzimmerfenster einem mittleren Schalldruckpegel von bis zu 55 Dezibel dB(A) oder mehr ausgesetzt waren, fast doppelt so hoch war wie bei jenen, die mit maximal 50 dB(A) belastet waren. Zudem bestätigen neuere Studien auch die Wirkungen von Lärm auf die Psyche wie zum Beispiel das vermehrte Auftreten von Depressionen.

Umgebungslärm steht für Lärmeinwirkungen durch den Straßen-, Schienen- und Flugverkehr sowie die Industrie. Städte und Gemeinden sind durch die EU-Umgebungslärmrichtlinie verpflichtet, alle 5 Jahre Lärmkarten für Ballungsräume, Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen zu erstellen. Die Ergebnisse sind im Umgebungslärmportal veröffentlicht www.umgebungslaerm.nrw.de. Aufbauend auf die Lärmkarten müssen Lärmaktionspläne erarbeitet werden, mit denen Lärmprobleme geregelt und ruhige Gebiete vor einer Zunahme des Lärms geschützt werden sollen.

In Nordrhein-Westfalen sind rund 2,3 Millionen Menschen nachts Schallpegeln von über 55 Dezibel und rund 1,9 Millionen Menschen während des 24-Stunden-Tags Schallpegeln von über 65 Dezibel ausgesetzt [|> Box 16](#) [|> Abbildung 27](#). Nicht selten gibt es Mehrfachbelastungen durch verschiedene Lärmquellen. In der Umgebung von Flughäfen beeinträchtigen besonders Flüge in der Nacht sowie in den Nachtrandzeiten 22:00 bis 24:00 Uhr und 05:00 bis 06:00 Uhr die Anwohnerschaft. Von Fluglärm sind landesweit nachts rund 13.200 Personen mit Schalldruckpegeln über 55 dB(A) betroffen. Der Schutz vor Fluglärm ist ins-

60 DEZIBEL – ZWEIFACH SO LAUT WIE 50 DEZIBEL

**Box
16**

Das Maß für die Lautstärke ist der Schalldruckpegel, gemessen in dB(A). Flüstern entspricht etwa 30 dB(A), normale Gesprächslautstärke etwa 55 dB(A) und ein laufender Staubsauger rund 70 dB(A). Bei Lautstärken von 80 bis 100 dB(A), wie sie etwa vorbeifahrende Lastkraftwagen und Kreissägen erzeugen, droht bei Dauerlärm bereits ein Gehörschaden, bei etwa 110 dB(A) liegt die Schmerzgrenze. 100 dB(A) sind nicht doppelt so laut wie 50 dB(A), denn die Dezibel-Skala ist logarithmisch aufgebaut. Die Wahrnehmung von Lautstärke ist immer subjektiv, eine Zunahme von etwa 10 dB(A) führt jedoch zu einer gefühlten Lautstärkeverdopplung. Schalldruckpegel von 60 dB(A) werden also als etwa doppelt so laut empfunden wie Pegel von 50 dB(A).



Lautstärkemessung eines Staubsaugerroboters

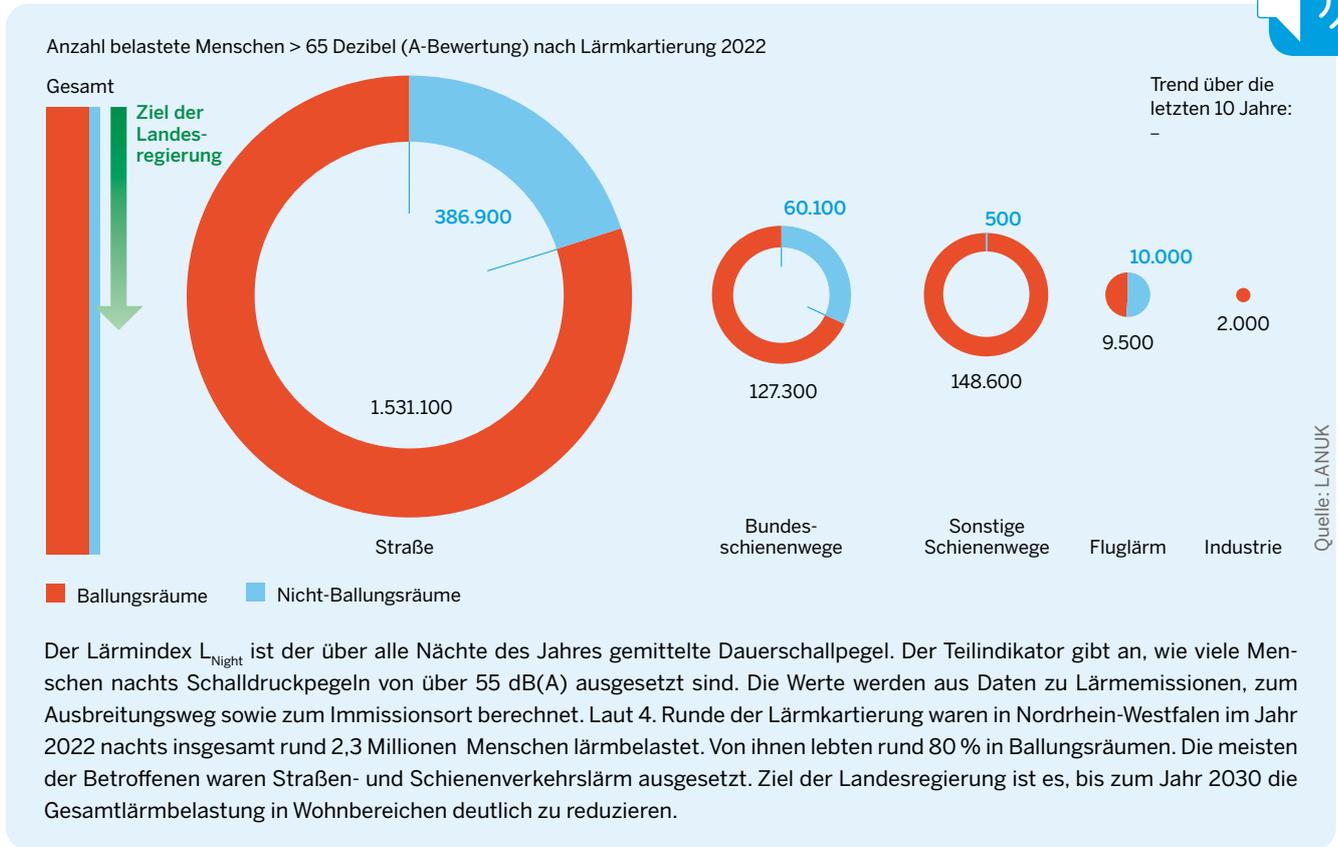
besondere im Fluglärmschutzgesetz geregelt, dort vorrangig durch passive Lärmschutzmaßnahmen wie baulichen Schallschutz und Nutzungsbeschränkungen. Das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr setzte für die Großflughäfen Düsseldorf und Köln/Bonn und 6 weitere Flughäfen die Lärmschutzbereiche per Verordnung fest www.umwelt2024.nrw.de/055.

Die WHO veröffentlichte im Jahr 2018 neue Leitlinien für Umgebungslärm. Sie wurden auf der Grundlage aktueller Erkenntnisse erstellt und enthalten Empfehlungen für den Schutz vor Umgebungslärm aus verschiedenen Quellen: Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Fluglärm und Lärm von Windenergieanlagen. Es werden Lärmpegel genannt, ab denen schädliche gesundheitliche Auswirkungen oder erhebliche Belästigungen zu erwarten sind [|> Tabelle 03](#), und Maßnahmen zur Senkung der Belastung



Abbildung 27 Umweltindikator Lärmbelastung

Teilindikator Lärmbelastung „Night“



Teilindikator „Day, Evening, Night“

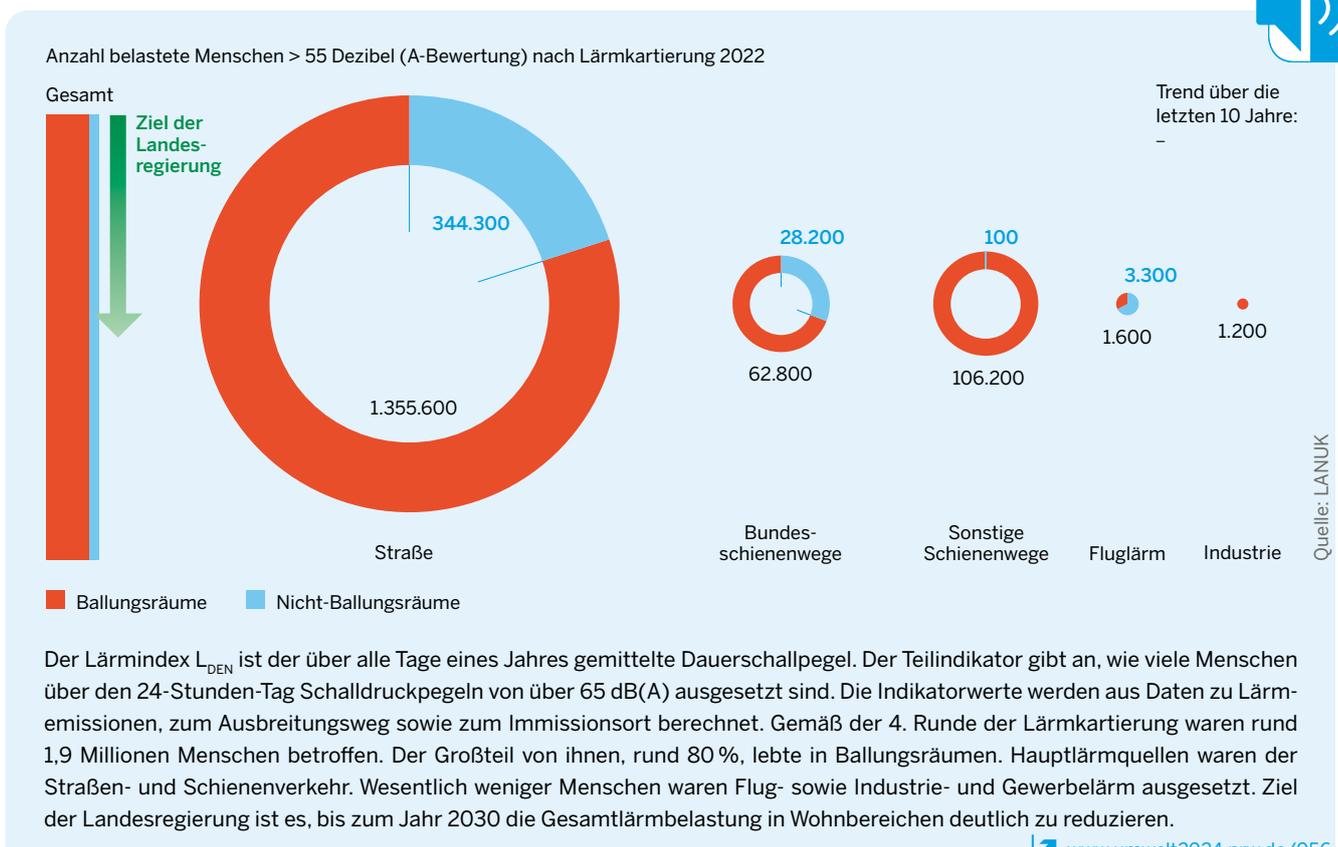


Tabelle 03 Empfohlene Leitlinien für Umgebungslärm und geltende Richt-, Grenz- und Auslösewerte

	Empfohlene Leitlinien der WHO*	Geltende Immissionsricht-, Immissionsgrenz- und Auslösewerte für allgemeine Wohngebiete oder in Schutzzonen*	
	Lärmpegel „Day, Evening, Night“, „Night“	Lärmpegel „Day“, „Night“	
Straßenverkehrslärm	< 53 dB(A), < 45 dB(A)	Neu- und Ausbau: Sanierung Bestand:	59 dB(A), 49 dB(A) 64 dB(A), 54 dB(A)
Schienenverkehrslärm	< 54 dB(A), < 44 dB(A)	Neu- und Ausbau: Sanierung Bestand:	59 dB(A), 49 dB(A) 64 dB(A), 54 dB(A)
Fluglärm	< 45 dB(A), < 40 dB(A)	In Schutzzonen neuer und baulich wesentlich erweiterter ziviler Flughäfen: In Schutzzonen bestehender ziviler Flughäfen:	60 dB(A), 50 dB(A) 65 dB(A), 55 dB(A)
Lärm von Windenergieanlagen	< 45 dB(A), –	55 dB(A), 40 dB(A)	

* Die WHO-Werte sind nicht direkt mit den aufgeführten Immissionsricht-, Immissionsgrenz-, Auslöse- und Schutzzonenwerten vergleichbar.

empfohlen. Die WHO-Werte liegen teils erheblich unterhalb der in Deutschland gesetzlich geregelten Immissionsricht- und Immissionsgrenzwerte www.umwelt2024.nrw.de/057. Sie sind zwar nicht eins zu eins vergleichbar. Zum einen werden unterschiedliche Berechnungsmethoden angewandt. Zum anderen beziehen sich die in Deutschland geltenden Werte jeweils auf die Tag- und die Nachtzeit, während sich die WHO auf die 24-Stunden-Belastung („Day, Evening, Night“) und die Nachtzeit („Night“) beziehen. Dennoch sind sie geeignet, um den dringenden Handlungsbedarf deutlich zu machen. Um Beispiele zu geben: Für neue oder ausgebauten Straßen oder Schienenwege gelten in Wohngebieten hierzulande Immissionsgrenzwerte von 59 dB(A) tags und 49 dB(A) nachts. An bestehenden Straßen und Schienen gelten diese Werte nicht, Lärmschutz erfolgt hier allein auf Grundlage freiwilliger Lärmsanierungsprogramme. Die Lärm-Auslösewerte hierfür liegen deutlich höher als die genannten Richtwerte. Eine aus gesundheitlicher Sicht gewünschte Anpassung der geltenden Regelungen an die Leitlinien der WHO wurde bislang nicht umgesetzt.

DIE DUNKLE SEITE DES LICHTS: LICHTVERSCHMUTZUNG

Straßenlaternen, Lichtwerbung, Gebäudebeleuchtungen, Flutlichtanlagen und vieles mehr: Künstliche Außenbeleuchtung hilft bei der Orientierung, dient der öffentlichen Sicherheit und erhöht die Attraktivität von Orten und Objekten bei Dunkelheit. Die allgegenwärtige Verbreitung der Beleuchtung und ihr mitunter unkritischer Einsatz

haben jedoch auch jenseits der wichtigen Aspekte des Energieressourcenverbrauchs negative Auswirkungen. Gesichert ist die belastende Wirkung auf den Menschen durch Blendung oder Raumaufhellung. Zwar ist Licht für alle Lebewesen essenziell. Aber Lichtimmissionen zur falschen Zeit oder mit ungünstigem Farbspektrum können in die „innere Uhr“ eingreifen und Schlaf, Gesundheit und Leistungsfähigkeit beeinflussen. In diesem Zusammenhang werden Hinweise auf eine veränderte Ausschüttung von Melatonin (antioxidatives, immunmodellierendes, den Tag-Nacht-Rhythmus steuerndes Hormon), ein erhöhtes Risiko für Brust und Prostatakrebs sowie Stoffwechselerkrankungen diskutiert. Zu den Wirkmechanismen gibt es noch erheblichen Forschungsbedarf, auch bezüglich Flora und Fauna. Künstliches Licht kann zum Beispiel zu gravierenden Populationseinbußen führen, Pflanzen in ihrem Wachstumszyklus beeinflussen, für Insekten zur Todesfalle werden, Vögel in der Orientierung stören und Fledermäuse von ihren Gebäudequartieren vergraulen. Zudem stört die Lichtverschmutzung astronomische Beobachtungen: Außer im anerkannten Sternepark Nationalpark Eifel www.umwelt2024.nrw.de/058 ist in Nordrhein-Westfalen nachts die Milchstraße kaum noch zu sehen.

Ob eine anlagenbezogene Lichteinwirkung als zumutbare oder schädliche Umwelteinwirkung gilt, ist im Runderlass „Lichtimmissionen, Messung, Beurteilung und Verminderung“ geregelt www.umwelt2024.nrw.de/059. Das Landesamt für Natur, Umwelt und Klima stellt in der Broschüre „Künstliche Außenbeleuchtung“ www.umwelt2024.nrw.de/060 Maßnahmen zur Vermeidung oder Minderung der Lichtimmissionen



sionen vor. Des Weiteren veröffentlichte das Landesamt mit dem Fachbericht 113 „Lichtverschmutzung in NRW – eine erste Bestandsaufnahme“ Daten aus nächtlichen Satellitenmessungen für die einzelnen Kreise und kreisfreien Städte | www.umwelt2024.nrw.de/061.

ELEKTROMAGNETISCHE FELDER UND MOBILFUNK

Künstlich erzeugte elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder unterscheiden sich deutlich in physikalischer Eigenschaft, Reichweite und ihrem Einfluss auf den menschlichen Organismus. Gut untersucht und wissenschaftlich nachgewiesen sind folgende Zusammenhänge: Niederfrequente elektrische und magnetische Felder, wie sie bei Freileitungen und elektrischen Haushaltsgeräten auftreten, können im Körper schwache elektrische Ströme erzeugen, die die körpereigenen Ströme in den Nervenbahnen überlagern. Übersteigen diese Ströme eine bestimmte Schwelle, können sie zum Beispiel Herzrhythmusstörungen auslösen.

Hochfrequente elektromagnetische Felder, wie sie durch Mikrowellenherde, Mobil und Schnurlostelefone oder WLAN-Anlagen auftreten, führen in erster Linie zu Erwärmung. Sie dringen bis zu einer Tiefe von wenigen Zentimetern in den Körper ein, werden absorbiert und in Wärme

umgewandelt. Das Körpergewebe kann ab einer bestimmten Strahlungsstärke dadurch geschädigt werden. In der Verordnung über elektromagnetische Felder wurden Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung vor solchen Wirkungen festgelegt | www.umwelt2024.nrw.de/062. Diese gelten unter anderem für ortsfeste Sendefunkanlagen und Stromversorgungsanlagen wie Hochspannungsleitungen oder Umspannanlagen.

Eine Untersuchung des Landesamts für Natur, Umwelt und Klima ergab, dass auch die Sendeanlagen der aktuell jüngsten Mobilfunktechnik 5G die Grenzwerte sicher einhalten | www.umwelt2024.nrw.de/063. Wie sich durch den weiteren Ausbau des 5G-Netzes die Gesamtstrahlungsexposition entwickelt, ist aufgrund gegenläufiger Effekte derzeit nicht absehbar. Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass sich diese gravierend erhöht. Nach derzeitigem Erkenntnisstand schützen die Grenzwerte auch ausreichend vor möglichen gesundheitlichen Wirkungen durch die Gleichfelder, die von Konverterstationen oder Leitungen der neuen Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik ausgehen. Nachweise gesundheitlicher Schäden bei Einhaltung der Grenzwerte konnten bislang nicht erbracht werden. Die Weltgesundheitsorganisation WHO sowie die Strahlenschutzkommission empfehlen dennoch vorsorglich, unnötige Belastungen zu vermeiden und künstlich erzeugte elektromagnetische Felder nach Möglichkeit zu minimieren | www.umwelt2024.nrw.de/064.

Masterplan Umwelt und Gesundheit

Umweltschutz ist Gesundheitsschutz. Die Zusammenhänge zwischen Umwelteinflüssen und Gesundheitsbeeinträchtigungen wie auch die sozialräumliche Ungleichverteilung von Umweltbelastungen und daraus resultierende Gesundheitsbelastungen sind belegt. Übergeordnetes Ziel des Masterplans Umwelt und Gesundheit | www.umwelt2024.nrw.de/065



Kinder sind Schadstoffen wie Weichmachern aus verbrauchernahen Produkten ausgesetzt

ist eine lebenswerte, gesundheitsförderliche Umwelt für alle Menschen in Nordrhein-Westfalen. Gesundheitsrisiken aufgrund von Umweltbelastungen sollen minimiert, der umweltbezogene Gesundheitsschutz verbessert werden. Handlungsleitend ist der Ansatz „Umwelt, Gesundheit, Soziales gemeinsam denken“. In dem Masterplan werden ressortübergreifend Projekte initiiert, damit der gesundheitsbezogene Umweltschutz in allen Zuständigkeitsbereichen stärker in den Fokus rückt. Der Masterplan wird auch in dieser Legislaturperiode fortgeführt und weiterentwickelt. Ein aktueller Schwerpunkt ist die Dialogreihe „Zielkonflikte aus Sicht des Immissionsschutzes“, die unter anderem den Umgang mit Lärmkonflikten im Kontext der urbanen Verdichtung thematisiert. Weitere Themen sind zum Beispiel das Human-Biomonitoring zu Belastungen von Kita-Kindern mit Schadstoffen wie Weichmachern aus verbrauchernahen Produkten | [Seite 68](#) und der Klimawandel hinsichtlich Gesundheitsaspekten | [Seite 26](#).



UMWELTBELASTUNGEN UND LEBENSMITTEL

Traktor mit Anhängfeldspritze in Aktion auf einem Zuckerrübenfeld bei Hürth



DIOXINE UND DIOXINÄHNLICHE PCB-GEHALTE IN NAHRUNGSMITTELN

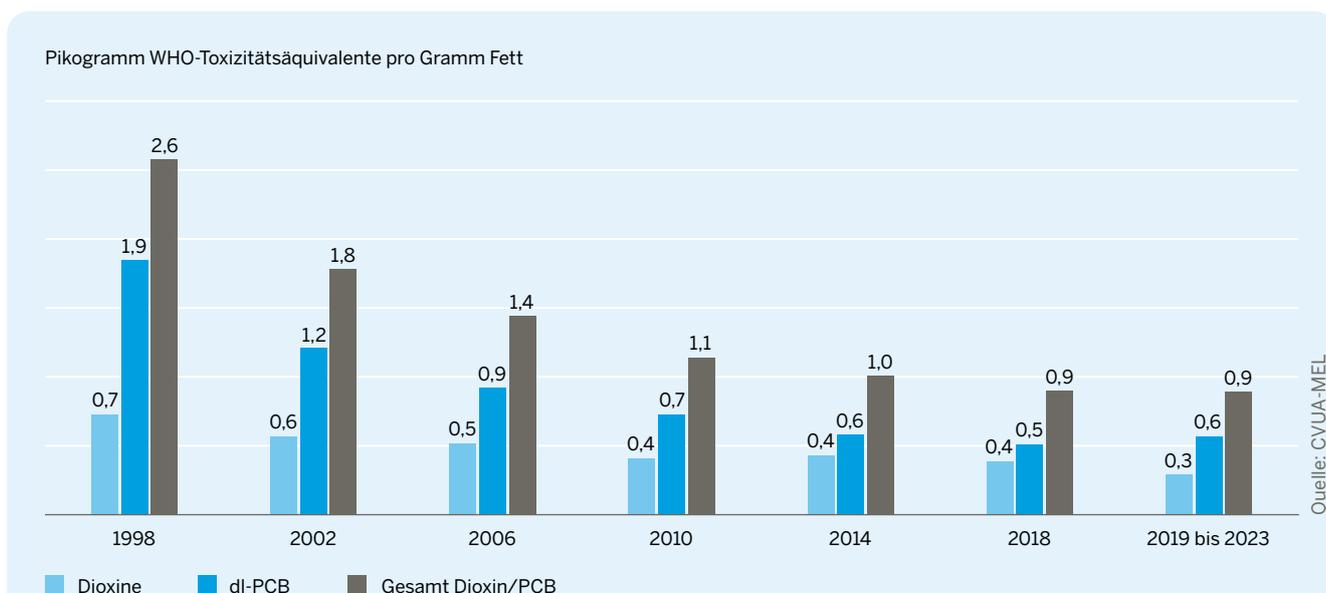
Dioxine (Sammelbegriff für polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane) und polychlorierte Biphenyle (PCB) treten meist als Gemische chemischer Verbindungen mit der gleichen Grundstruktur auf. Dioxine gelangen vor allem durch die metallergezeugende und metallverarbeitende Industrie, Müllverbrennungsanlagen und Hausbrand in die Umwelt. PCB wurden hingegen bis in die 1980er Jahre in Transformatoren und Hydraulikflüssigkeiten, in Flammschutzmitteln und Dichtungsmaterialien (vor allem in Gebäuden), Weichmachern und zur Imprägnierung verwendet. Dioxine, dioxinähnliche PCB (dl-PCB) und nicht dioxinähnliche PCB (ndl-PCB) gefährden die Umwelt und Gesundheit und werden nur äußerst langsam abgebaut.

Über die Nahrungskette können sich Dioxine und PCB in Futter- und Lebensmitteln, im Wasser und im menschlichen Körper anreichern. Bei der Beurteilung ihrer gesundheitlichen Wirkung steht im Vordergrund, wie sich niedrige Konzentrationen langfristig auswirken: In Tierversuchen wurden Störungen der Reproduktionsfunktionen, des Immunsystems, des Nervensystems und des Hormonhaushalts beobachtet. Dioxine und PCB sind von der Weltgesundheitsorganisation WHO als für den Menschen krebserregend eingestuft.

Durch Minderungsmaßnahmen für Dioxine seit den 1980er Jahren und das Verwendungsverbot von PCB in Deutschland seit 1989 konnten die entsprechenden Belastungen gesenkt werden. Nordrhein-Westfalen verfolgt das Ziel, die Menge an Dioxinen und PCB, die die Menschen aufnehmen, möglichst gering zu halten. Dafür werden kontinuierlich Daten zur Hintergrundbelastung von Lebensmitteln beobachtet. So erfolgte bis 2018 ein alle 4 Jahre stattfindendes Messprogramm von Rohmilch. Aufgrund der stabilen Ergebnisse dieses Monitorings und der rückläufigen Anzahl der Molkereibetriebe wurde dieses Messprogramm eingestellt und seit 2019 durch ein kontinuierliches Programm zur Untersuchung von Rohmilch einzelner Betriebe und von Konsummilch ersetzt. Bei Höchst- beziehungsweise Auslösewertüberschreitungen werden Untersuchungen zur Ermittlung der Kontaminationsquellen eingeleitet und Maßnahmen zu deren Beschränkung oder Beseitigung ergriffen.

Die in den Proben von 2019 bis 2023 gemessenen Gehalte an Dioxinen, der Summe aus Dioxinen und dl-PCB und der Summe der ndl-PCB liegen deutlich unter den in der Verordnung (EU) 2023/915 aufgeführten Höchstgehalten und unter den Auslösewerten der Empfehlung 2013/711/EU für Rohmilch und Milcherzeugnisse |> [Abbildung 28](#).

Abbildung 28 Dioxine und dioxinähnliche PCB in Rohmilch aus Nordrhein-Westfalen



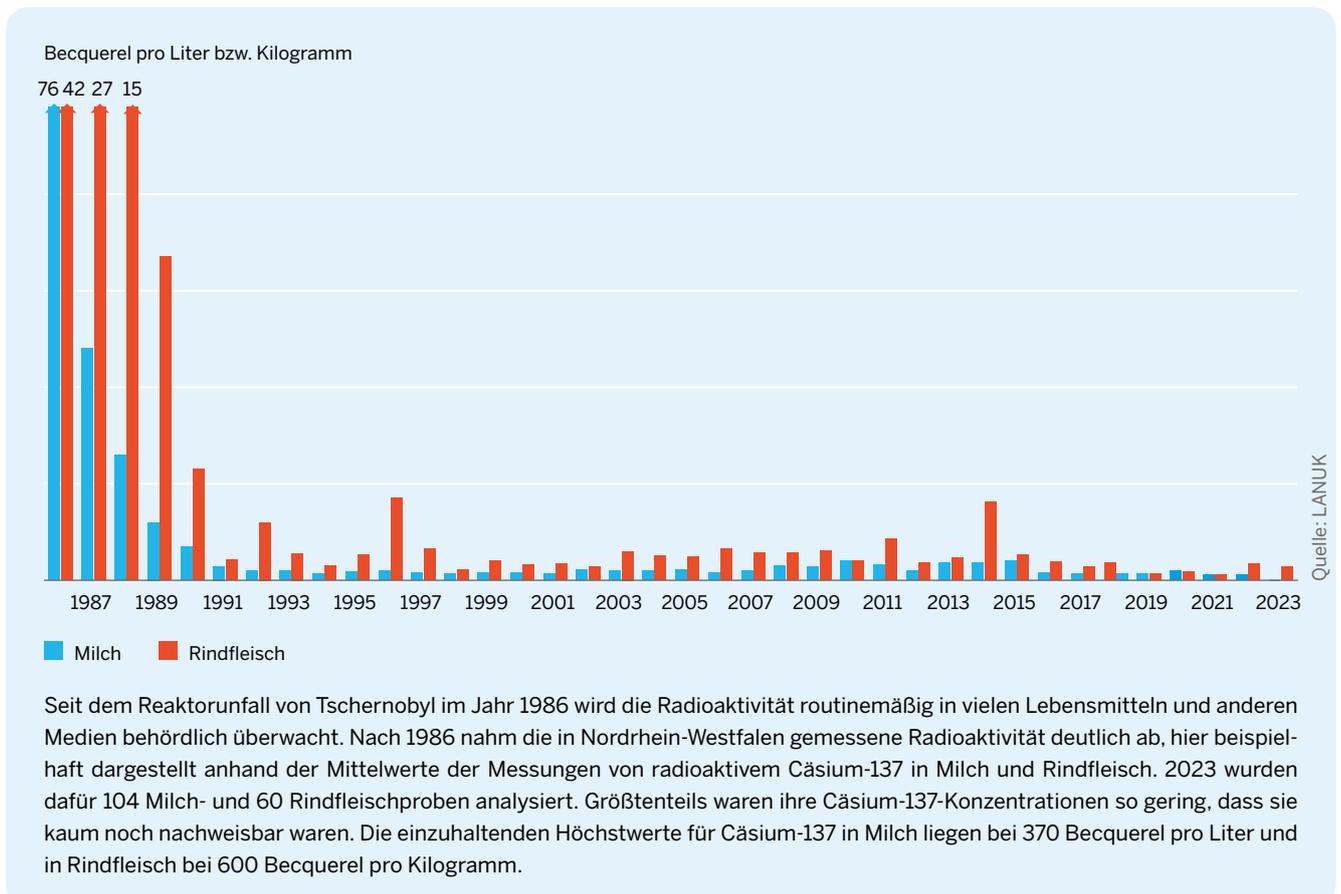
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Dioxin- und PCB-Belastung von Rohmilch aus Nordrhein-Westfalen abgenommen hat und auf sehr niedrigem Niveau stagniert. Die Höchstgehalte für Dioxine und die Summe aus Dioxinen und dl-PCB wurden Anfang 2023 durch die Verordnung (EU) 2023/915 abgesenkt. Alle aktuell gemessenen Konzentrationen liegen unter den abgesenkten EU-Höchstgehalten für Dioxine und die Summe aus Dioxinen und dl-PCB sowie unterhalb des Höchstwertes für die Summe der 6 ndl-PCB. Auch die EU-Auslösewerte für Dioxine und dl-PCB werden nicht überschritten. Die gefundenen Gehalte spiegeln die ubiquitäre Hintergrundbelastung in einer industrialisierten Region wider, die kaum zu reduzieren ist.

RADIOAKTIVITÄT IN LEBENSMITTELN UND IN DER UMWELT

Nordrhein-Westfalen ermittelt die Radioaktivitätskonzentration in der Umwelt in Bundesauftragsverwaltung in Lebensmitteln, in Futtermitteln, im Trinkwasser, im Grundwasser, in Oberflächengewässern, in Abwässern, im Klärschlamm, in Abfällen, im Boden und in sogenannten Indikatorpflanzen. Die Ergebnisse werden in Jahresberichten der amtlichen Messstellen veröffentlicht www.umwelt2024.nrw.de/066. Insgesamt 1.781 vorgenommene Einzelanalysen im Jahr 2022 zeigen, dass hier erzeugte oder auch importierte Lebens- und Futtermittel nur äußerst geringe Gehalte künstlicher Radioaktivität aufweisen. In Wildprodukten und Umweltproben aus nicht landwirtschaftlich genutzten Bereichen werden mitunter etwas höhere Mengen künstlicher radioaktiver Stoffe nachgewiesen. Dabei handelt es sich um Cäsium-137 aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl im Jahr 1986, um Strontium-90 aus Kernwaffentests der 1950er und 1960er Jahre sowie um Jod-131 aus der Nuklearmedizin. Im Wald kann sich das aus dem Tschernobyl-Fallout stammende radioaktive Cäsium in der Humusschicht befinden. Wildschweine fressen mitunter belastete Hirschtrüffel, die unterirdisch wachsende Fruchtkörper bilden. Daher sind eventuell noch Radioakti-

vitätswerte bei Wildschweinen möglich, die oberhalb des zulässigen Höchstwertes für Radiocäsium von 600 Becquerel pro Kilogramm liegen. Dagegen wird auf landwirtschaftlichen Flächen das radioaktive Cäsium durch die Bodenbearbeitung und Düngung fest an Bodenbestandteile gebunden und steht damit den Wurzeln von Kulturpflanzen quasi nicht mehr zur Verfügung. Die Cäsium-137-Konzentration in Nahrungsmitteln ist daher seit dem Reaktorunfall in Tschernobyl deutlich zurückgegangen [Abbildung 29](#). Auch die Probenanzahl, in denen Cäsium-137 überhaupt gefunden wird, sank stark. Von den im Jahr 2023 gezogenen Proben lagen 93 % der pflanzlichen und 92 % der tierischen Lebensmittel, die in Nordrhein-Westfalen erzeugt wurden, unterhalb der Nachweisgrenze von 0,2 Becquerel Cäsium-137 pro Kilogramm. Auswertungen des Bundes zeigen, dass die durch Tschernobyl und Kernwaffenversuche freigesetzte sowie die durch den Betrieb kerntechnischer Anlagen emittierte Strahlung nur wenig zur Gesamtstrahlenbelastung Deutschlands beitragen. Hierzulande kommen die größten Strahlenbelastungsbeiträge von der medizinischen Röntgendiagnostik und dem natürlich vorkommenden Gas Radon und seinen Zerfallsprodukten www.umwelt2024.nrw.de/067. Der Reaktorunfall in Fukushima im Jahr 2011 ergab in unseren Breiten keine nennenswerte Strahlenbelastung [Box 18](#).

Abbildung 29 Radioaktive Cäsium-137-Belastungen in Milch- und Rindfleischproben in NRW



Box
18

MESSNETZ FÜR DIE NATÜRLICHE STRAHLENBELASTUNG UND DEN EREIGNISFALL

Rund 1.700 vom Bundesamt für Strahlenschutz betriebene Gamma-Ortsdosisleistungs-Messstellen liefern kontinuierlich Daten zur natürlichen Radioaktivität und für die nukleare Notfallvorsorge [↗ www.umwelt2024.nrw.de/068](http://www.umwelt2024.nrw.de/068). Über Nordrhein-Westfalen verteilt sind etwa 164 Gamma-Ortsdosisleistungs-Messstellen in Betrieb. Wenn infolge eines Ereignisfalls Radioaktivität freigesetzt würde, zum Beispiel durch nahe der Landesgrenze in Belgien stehende Kernkraftwerke oder eine der kerntechnischen Anlagen in Ahaus, Gronau oder Jülich [↗ www.umwelt2024.nrw.de/069](http://www.umwelt2024.nrw.de/069), würde dies durch das Messnetz zeitnah festgestellt werden und zu entsprechenden Folgemaßnahmen führen.

PESTIZIDRÜCKSTÄNDE IN LEBENSMITTELN

Unter Pflanzenschutzmitteln [↗ Box 12](#) versteht man Schädlings- und Unkrautbekämpfungsmittel, die vorwiegend an Nutzpflanzen Anwendung finden. Sie greifen in den Stoffwechsel der Pflanzen ein und bekämpfen unerwünschte Ackerbegleitkräuter (Herbizide) und Pilzkrankheiten (Fungizide), schützen Nahrungs-, Futter- sowie Rohstoffpflanzen vor Schadorganismen (Insektizide und Akarizide) oder tragen zur Standfestigkeit des Getreides sowie zur Keimhemmung bei (Wachstumsregulatoren). Nach Angaben des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit waren im Jahr 2022 exakt 1.000 Pflanzenschutzmittel in Deutschland zugelassen. Eingesetzt wurden in dem Zeitraum etwa 110.000 Tonnen Pflanzenschutzmittel (Zubereitungen, die neben Pflanzenschutzmittelwirkstoffen auch Hilfsstoffe enthalten). Dabei entfielen rund 35 % auf Herbizide, 24 % auf Fungizide, 36 % auf Insektizide und Akarizide sowie 5 % auf Wachstumsregulatoren. In Nordrhein-Westfalen dürften im Jahr 2022 geschätzt etwa 8.300 Tonnen Pflanzenschutzmittel auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche aufgebracht worden sein (Zubereitungen, ohne inerte Gase).

Pflanzenschutzmittel dürfen hierzulande verwendet werden, wenn sie in einem EU-Gemeinschaftsverfahren genehmigt und in Deutschland zugelassen wurden. Zur Bewertung ihrer gesundheitlichen Auswirkungen auf Mensch und Tier werden zahlreiche Untersuchungen zur

Giftigkeit, zur akuten und langfristigen Wirkung, zu den Auswirkungen auf das Erbgut, das Hormonsystem, auf Krebsentstehung und vieles mehr durchgeführt. Auch wird in Feldversuchen die Anwendung der Mittel erprobt und werden Rückstandsmengen gesundheitlich bewertet. Rückstandshöchstmengen werden so niedrig wie möglich festgesetzt.

Gleichwohl sorgt vor allem das weltweit meistverkaufte Herbizid Glyphosat, das wie alle Totalherbizide wegen seiner Wirkung auf Ackerwildkräuter beziehungsweise auf die Nahrungsgrundlagen zahlreicher Tierarten in der Kritik steht, nicht nur bezüglich Biodiversität für Kontroversen: Einerseits stuft es die Internationale Agentur für Krebsforschung, eine Einrichtung der Weltgesundheitsorganisation WHO, unter Berücksichtigung von Studien zu Herbizidmischungen mit Glyphosat im Jahr 2015 als „wahrscheinlich krebserzeugend“ ein. Auch sorgt Glyphosat in den USA nach wie vor für spektakuläre Gerichtsprozesse. Andererseits stufen viele andere Behörden und wissenschaftliche Institute den reinen Wirkstoff Glyphosat bei ordnungsgemäßer Anwendung als sicher und nicht krebserregend ein. Fakt ist, dass der Entwurf zur Erneuerung der Glyphosat-Wirkstoffgenehmigung im Jahr 2023 keine qualifizierte Mehrheit der EU-Mitgliedstaaten fand, so dass die EU-Kommission allein eine Genehmigung bis Ende 2033 vornahm, worauf das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft die Zulassung zunächst für 6 Monate verlängerte. Im Juni 2024 stimmte der Bundesrat einer EU-konformen Änderung der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung mit Einschränkungen zu, so dass Rechtssicherheit für die Landwirtschaft besteht und gesellschaftlicher Konsens gesichert ist [↗ www.umwelt2024.nrw.de/070](http://www.umwelt2024.nrw.de/070).

In der konventionellen Landwirtschaft sind regelmäßig Pflanzenschutzmittelrückstände in Lebensmitteln nachweisbar. Erzeuger, Importeure und Händler tragen die Verantwortung dafür, dass die vertriebenen Lebensmittel den rechtlichen Anforderungen entsprechen. Die Verordnung (EG) Nr. 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebensmitteln und Futtermitteln regelt, bis zu welcher Höchstmenge die jeweiligen Stoffe zulässig und unbedenklich sind [↗ www.umwelt2024.nrw.de/071](http://www.umwelt2024.nrw.de/071). Die Höchstmengen beziehen sich auf unverarbeitete Handelsware.

Die amtliche Lebensmittelüberwachung Nordrhein-Westfalens prüft jährlich rund 4.000 Lebensmittelproben aus dem In- und Ausland stichprobenartig auf Rückstände von bis zu 600 Pflanzenschutzmittelwirkstoffen. Die Untersuchungsergebnisse der letzten 4 Jahre werden im Pestizidreport [↗ Box 19](#) frei zugänglich veröffentlicht [↗ www.umwelt2024.nrw.de/072](http://www.umwelt2024.nrw.de/072). Der Pestizidreport ist gegliedert in die Obergruppen Frischgemüse, Frischobst, Fruchtsäfte, Getreide, Gewürze, Kartoffeln und Pilze. Diese sind unter-

Box
19

PESTIZIDREPORT-ERGEBNISSE AM BEISPIEL VON ERDBEEREN

In den Jahren 2020 bis 2023 wurden in Nordrhein-Westfalen 601 Erdbeerproben aus dem In- und Ausland untersucht, davon 7 aus ökologischem Landbau. 95 % aller Proben hatten Pestizidbefunde, 91 % hatten Mehrfachrückstände (4 Proben mit bis zu 17 Pestiziden), darunter waren 6 Höchstmengenüberschreitungen. Am häufigsten fand man das pilzabtötende Fungizid Fludioxonil (in 53 % der Proben), gefolgt von Cyprodinil (in 52 % der Proben) und Trifloxystrobin (in 35 % der Proben). Von den Erdbeeren aus ökologischem Landbau verzeichnete dagegen nur eine Probe einen Pestizidbefund (Mehrfachrückstände). Höchstmengenüberschreitungen gab es bei den Bio-Erdbeeren keine.



Erdbeerpflanzen in einem Folientunnel in Heiden

gliedert in eine Vielzahl an Produkten – von A wie Ananas bis Z wie Zwiebel. Für das jeweils gewählte Lebensmittel macht der Report Angaben zu Proben, zur Herkunft, zu Betriebsarten, zur Anzahl der Proben mit und ohne Pestizidbefund, zu Mehrfachrückständen sowie zu den am häufigsten gefundenen Wirkstoffen.

HUMAN-BIOMONITORING ZUR BELASTUNG MIT KONSERVIERUNGS- MITTELN, PESTIZIDEN UND WEICH- MACHERN

Seit 2011 untersucht das Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr alle 3 Jahre die

Belastung von rund 250 Kindern im Alter zwischen 2 und 6 Jahren mit Schadstoffen aus der Umwelt beziehungsweise verbrauchernahen Stoffen im Urin | www.umwelt2024.nrw.de/073. Mit diesen Untersuchungen soll herausgefunden werden, ob und wie stark Kinder in Nordrhein-Westfalen mit Schadstoffen belastet sind und wie sich die Belastung im Laufe der Zeit entwickelt, um gegebenenfalls regulatorisch gegenzusteuern. Untersucht wird auf ausgewählte Stoffe, die in verbrauchernahen Produkten vorkommen können. Dazu zählen unter anderem ausgewählte Bisphenole, Parabene, Glyphosat und Phthalat-Weichmacher.

Bisphenole gehören zu den meistproduzierten Chemikalien | [Seite 47](#) weltweit. Sie werden hauptsächlich zur Herstellung von Kunststoffen und Epoxidharzen verwendet, die in zahlreichen Produkten eingesetzt werden, zum Beispiel zur Innenbeschichtung von Lebensmittelkonserven und Getränkedosen. Besonders wegen ihrer hormonähnlichen Wirkungen und reproduktionstoxischen Eigenschaften wird der Einsatz von Bisphenolen in Europa zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt beschränkt. Der bekannteste Vertreter aus der Gruppe der Bisphenole ist Bisphenol A (BPA). Die Belastung mit BPA hat seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 2011 deutlich abgenommen | www.umwelt2024.nrw.de/074. Nichtsdestotrotz wurden in den Human-Biomonitoring-Untersuchungen 2020/2021 Bisphenole in bis zu 97 % aller Urinproben gefunden. Neuere Erkenntnisse zur gesundheitlichen Wirkung von BPA zeigen, dass eine weitere Reduktion der Belastung erforderlich ist.

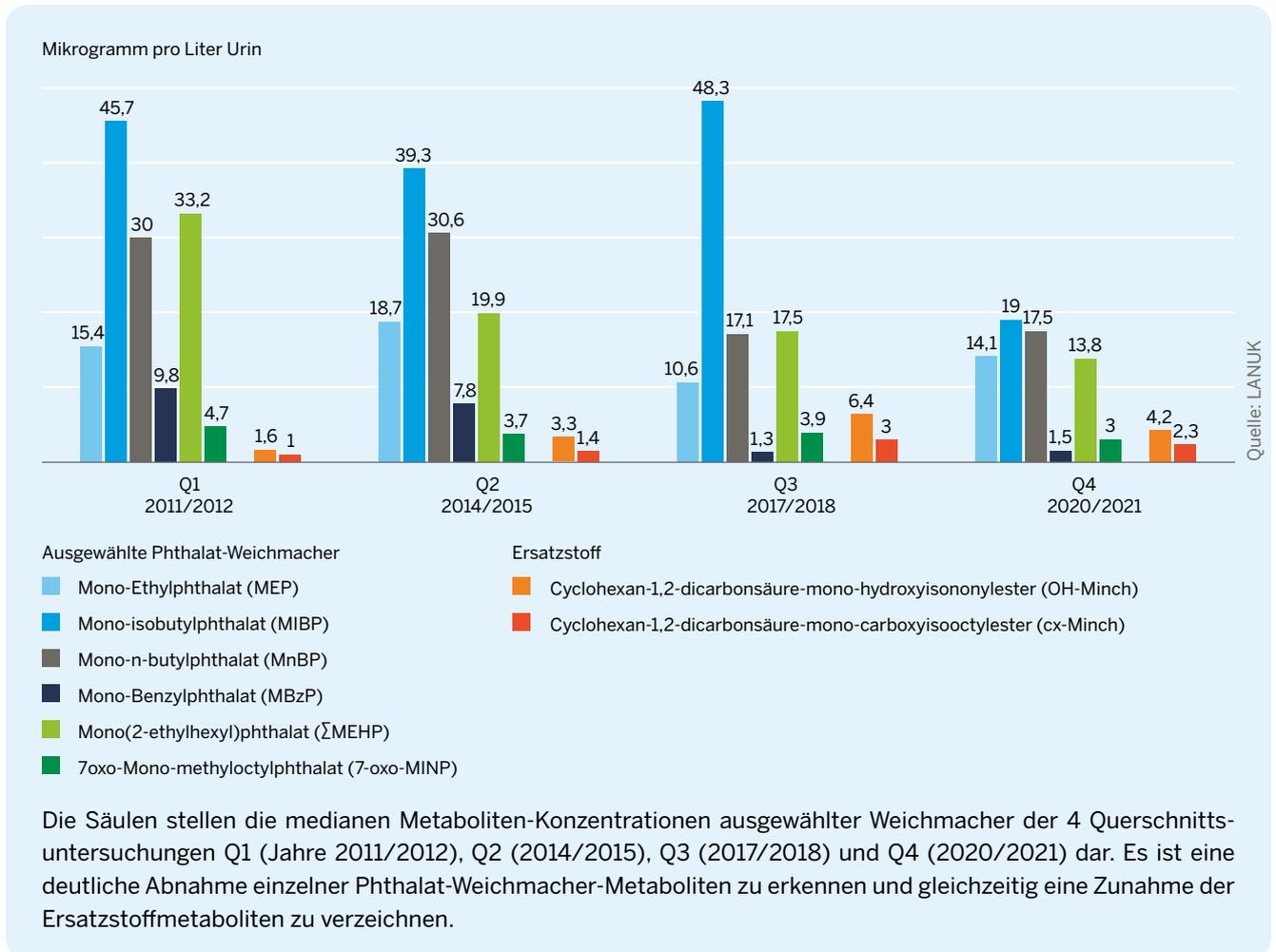
Konservierungsmittel wie Parabene werden wegen ihrer antimikrobiellen und fungiziden Wirkung zum Beispiel Arzneimitteln, Kosmetika und Lebensmitteln zugesetzt. Bestimmte Parabene sind seit dem Jahr 2014 in Kosmetika nicht mehr zugelassen. Dass diese Regulierungen greifen, zeigt die inzwischen festgestellte rückläufige Belastung bei den untersuchten Kindern | www.umwelt2024.nrw.de/075.

Das Herbizid Glyphosat | [Seite 67](#) wurde seit Beginn der Untersuchungen in Konzentrationen deutlich unter dem gesundheitlichen Bewertungsmaßstab gemessen | www.umwelt2024.nrw.de/076. Ein zeitlicher Trend ist nicht zu erkennen, die Belastung variiert auf niedrigem Niveau.

Weichmacher werden Materialien zugesetzt, um sie elastischer, weicher, biegsamer zu machen. Sie finden Anwendung in einer Vielzahl von Produkten, zum Beispiel in Kunststoffen, Lacken, Gummiartikeln sowie in Lebensmittelkontaktmaterialien. Einige dieser Stoffe können auf das Hormonsystem oder die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen wirken. Von den 21 analysierten Phthalat-Weichmachern konnten 18 in nahezu allen Proben gemessen werden | www.umwelt2024.nrw.de/077. Die deutliche Abnahme einzelner Phthalat-Weichmacher über die Zeit verdeutlicht



Abbildung 30 Weichmacher-Metaboliten-Konzentrationen in Kinderurin



aber auch den Erfolg regulatorischer Maßnahmen. Allerdings wird auch ein Anstieg von Ersatzstoffen beobachtet (→ Abbildung 30). Das häufige Vorkommen von Phthalaten im Kinderurin bestätigt die Notwendigkeit eines regelmäßigen Monitorings dieser Stoffe und ihrer Ersatzstoffe.

Bei einer verdachtsbezogenen Untersuchung im Herbst 2023 hat das Landesamt erstmals auch das Abbauprodukt Mono-n-hexyl-Phthalat (MnHexP) des Phthalat-Weichmachers Di-n-hexyl-Phthalat (DnHexP) nachweisen können, der seit 2013 auf der EU-Liste der besonders besorgniserregenden Stoffe steht. In den Proben aus 2017/2018 wurde in 26 % der 250 untersuchten Kinderurine MnHexP gefunden (→ www.umwelt2024.nrw.de/078). Dieser Anteil stieg auf 61 % für die Proben aus dem Zeitraum 2020/2021. Im März 2024 hat die Kommission Human-Biomonitoring am Umweltbundesamt einen Human-Biomonitoring-I-Wert (HBM-I-Wert) zur gesundheitlichen Beurteilung der Untersuchungsergebnisse abgeleitet. Der HBM-I-Wert ist ein Vorsorgewert für die Allgemeinbevölkerung, bei dessen Unterschreitung nach dem aktuellen Wissensstand nicht mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen

ist. In weiteren 250 Kinderurinproben aus 2023/2024 wurde bei 55 % der Proben MnHexP nachgewiesen. Erstmals wurden bei zwei Proben MnHexP-Konzentrationen gemessen, die oberhalb des HBM-I-Wertes lagen (→ www.umwelt2024.nrw.de/079). Bei einer Überschreitung sollte nach Quellen für die Belastung gesucht und diese minimiert werden. Mittlerweile konnte ein Zusammenhang zwischen der Weichmacherbelastung in Kinderurin und der Verwendung von Sonnenschutzmitteln gezeigt werden. Aktuelle Untersuchungsergebnisse bestätigen den Zusammenhang, dass der Phthalat-Weichmacher DnHexP aus Verunreinigungen im UV-A-Filter Diethylamino-hydroxybenzoyl-hexyl-benzoat (DHHB) stammt, der in Sonnenschutzprodukten eingesetzt wird. Nach derzeitiger Kenntnis ist die Verwendung von Sonnenschutzmitteln in der Regel sicher. Aus Gründen der Vorsorge muss aber sichergestellt sein, dass Sonnenschutzmittel nicht mit DnHexP verunreinigt sind.

Insgesamt zeigen die Human-Biomonitoring-Untersuchungen, dass die in Verbraucherprodukten eingesetzten Stoffe in den Körper von Kindern gelangen können und der Einsatz von Stoffen grundsätzlich wohlüberlegt sein sollte.

Boden und Wasser in Nordrhein-Westfalen



Flächenverbrauch²⁰²²
Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche
5,6 ha pro Tag

Siedlungsfläche pro Einwohner
305 m² pro Kopf

Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche von 2016 bis 2022 entspricht mit ca. **125 km²** der 1,2-fachen Fläche des Nationalparks Eifel

Rekordpegel Rheinpegel Düsseldorf¹
Hochwasser am 2. Januar 1926
1.110 cm
Niedrigwasser am 23. Oktober 2018
23 cm



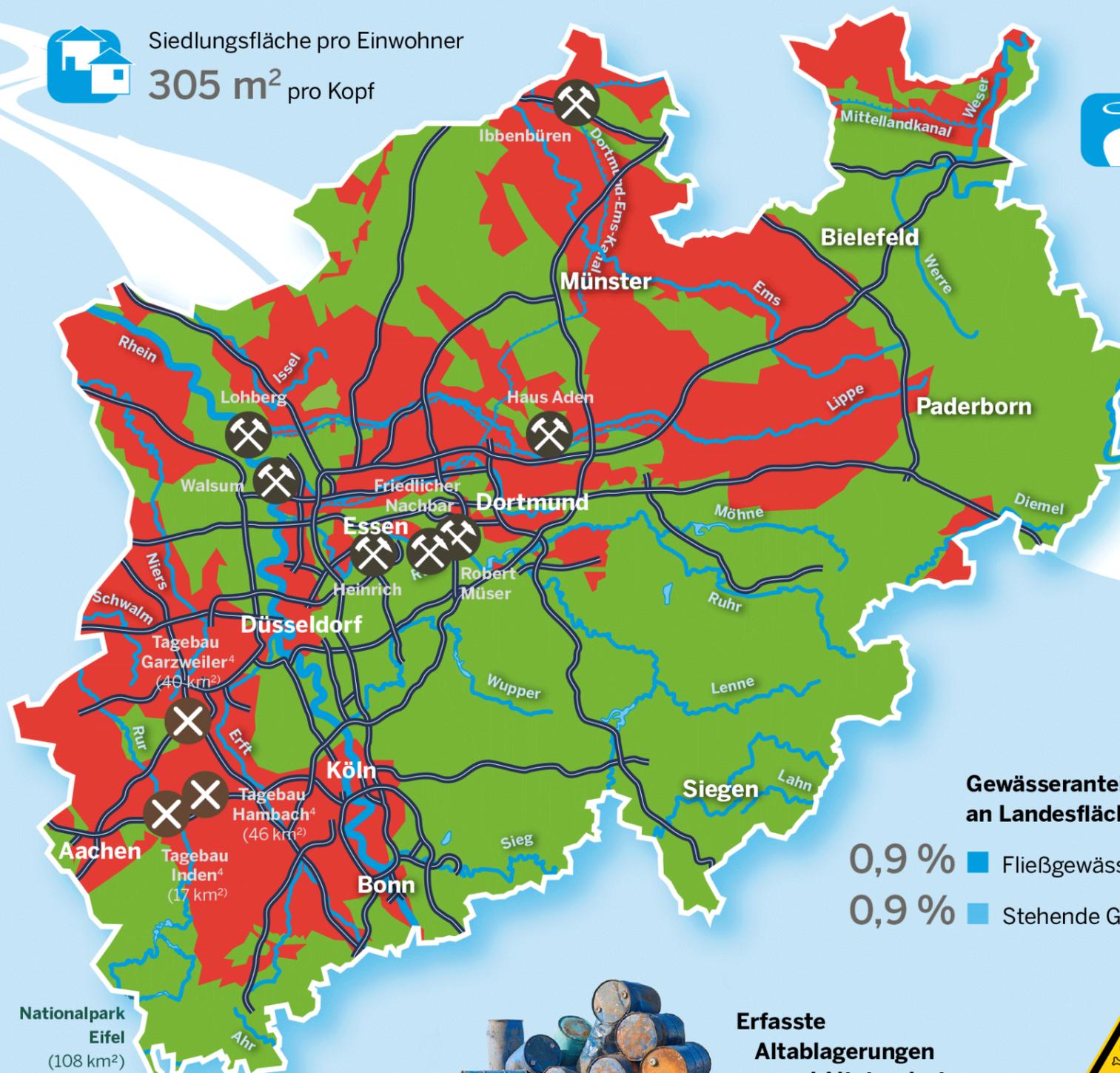
Chemischer Zustand der Grundwasserkörper^{2013 bis 2018²}
Anteil an der Landesfläche
60 % ■ Guter Zustand
40 % ■ Schlechter Zustand

Ökologischer Zustand oberirdischer Fließgewässer^{2018 bis 2021}
8,3 % sind in sehr gutem oder gutem ökologischem Zustand
1,1 % haben sehr gutes oder gutes Potenzial

Phosphor in Fließgewässern²⁰²³
63 % Anteil der Messstellen Trend

NO₃ **Nitratkonzentration im Grundwasser**²⁰²³
Anteil der Messstellen mit Nitratbelastung > 50 mg/l
15 % Trend

Gewässeranteile an Landesfläche³
0,9 % ■ Fließgewässer
0,9 % ■ Stehende Gewässer



3 **Genehmigte Braunkohleabbaufelder⁴** mit Betriebsfläche

Integrales Monitoring Grubenwasseranstieg Steinkohle

7 **Zentrale Wasserhaltungen für das Grubenwassermanagement**

Nationalpark Eifel (108 km²)



Erfasste Altablagerungen und Altstandorte²⁰²³
ca. **88.000**



Den Bodenschutzbehörden gemeldete PFAS-Fallzahlen²⁰²³
166

BODEN- UND FLÄCHENSCHUTZ, ALTLASTEN

Neubau einer Bundesbank-Filiale auf dem Gelände einer ehemaligen Kaserne in Dortmund als Beitrag zum Flächenrecycling einschließlich der Sanierung von Altlasten



BÖDEN ERFÜLLEN WICHTIGE NATÜRLICHE FUNKTIONEN

Böden sind eine Lebensgrundlage für die Menschen, Tiere und Pflanzen: Sie sind Bestandteil des Naturhaushalts mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen sowie Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium – zum Beispiel zum Schutz des Grundwassers, als gewaltiger CO₂-Speicher oder zur Kühlung überhitzter Städte www.umwelt2024.nrw.de/080. Böden dokumentieren wie ein Archiv die Natur- und Kulturgeschichte und erfüllen Nutzfunktionen: Sie bieten Flächen für Siedlung und Erholung, Land- und Forstwirtschaft sowie sonstige wirtschaftliche und öffentliche Zwecke und sind Rohstofflagerstätten. Gleichwohl ist die durchwurzelbare Bodenschicht der Erdkruste in der Regel höchstens 2 Meter dick und verletzlich.

Die nordrhein-westfälischen Naturräume verfügen über unterschiedlichste Böden: beispielsweise gebleichte Sandböden im Münsterland, fruchtbare braune Böden in den Bördelandschaften oder steinig-lehmige Braunerden in den waldreichen Mittelgebirgslandschaften. Ihre Multifunktionalität ist zu bewahren, sind doch durch ihre Nutzung viele Bodenfunktionen beeinträchtigt oder gefährdet. Versiegelungen, Abtragungen, Degradierungen, Schadstoffbelastungen oder Verdichtungen können – wenn überhaupt – nur mit großem Aufwand rückgängig gemacht werden. Auch stellt der Klimawandel die Böden auf eine Belastungsprobe durch Wind- und Wassererosion, Austrocknung oder Verschlammung. Diesem Stress werden nur biologisch aktive, humusreiche Böden mit einem standortgerechten Nährstoff- und Wasserhaushalt und ausreichender Pflanzenbedeckung standhalten können. Vor den überdurchschnittlichen Regenfällen im Jahr 2023 stellte außergewöhnlich geringe Bodenfeuchte in Nordrhein-Westfalen ein echtes Problem dar www.umwelt2024.nrw.de/081. Flächendeckende Informationen zum Bodenfeuchtezustand können dem Dürremonitor entnommen werden www.umwelt2024.nrw.de/082.

ÜBERTRETENE PLANETARE GRENZE „VERÄNDERUNG DER LANDNUTZUNG“

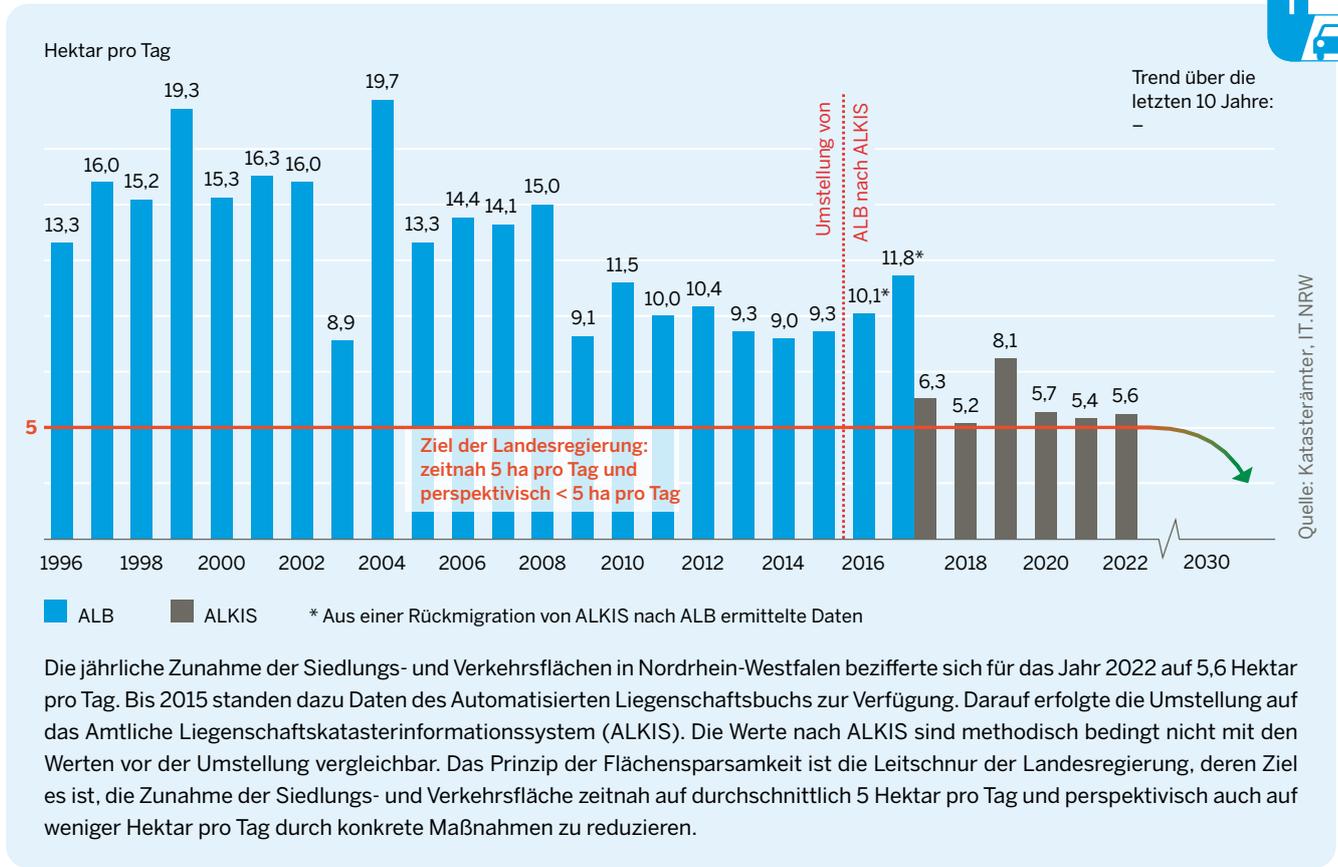
Die Veränderung der Landnutzung ist ein wesentlicher Treiber globaler Umweltveränderungen. Verändert der Mensch die natürliche Vegetation der Landfläche – sei es in den Savannen, Steppen und Tundren, sei es in den Laub-, Nadel- oder Regenwäldern der Welt –, hat das weitreichende Folgen für die betroffenen Ökosysteme. Heutzutage gelten mindestens 50 % der eisfreien Erdoberfläche als direkt vom Menschen verändert. Mehr noch sind fast alle Flecken der Welt in irgendeiner Weise von Prozessen wie Klimawandel, Wasser- und Luftverschmutzung betroffen.

Die bedeutendste Form der Landnutzungsveränderung ist die Verdrängung natürlicher Ökosysteme – vor allem von Wäldern – zugunsten von Acker-, Grün- und Weideland sowie von Plantagen. So entfallen bereits etwa 40 % der globalen Landfläche auf die Landwirtschaft [Seite 110](#), die für einen Großteil der jährlichen Süßwasserentnahmen, der Stickstoffemissionen, des fortschreitenden Biodiversitätsverlustes und der Abnahme von Ökosystemleistungen verantwortlich ist [Box 20](#). Definiert ist die Planetare Grenze „Veränderung der Landnutzung“ [Seite 16](#) mit einem gewichteten Mittel von 75 % der ursprünglich bewaldeten Flächen in den Tropen, in den gemäßigten Breiten und in der borealen (nordischen) Zone. Nach aktuellem Forschungsstand sind bereits 40 % dieser Flächen entwaldet. Nur noch 60 % der ursprünglichen Wälder, die gigantische Kohlendioxidspeicher sind, sind verblieben. Damit ist die Planetare Grenze für die Veränderung der Landnutzung deutlich überschritten. Nach Einschätzung führender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler geht die Menschheit damit ein erhöhtes Risiko mit gravierenden Folgen ein [Abbildung 04](#). Laut einer Studie des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung ist der auf Nordrhein-Westfalen herunterskalierte Anteil an der Planetaren Grenze Veränderung der Landnutzung schon im Jahr 2019 um das 1,1-fache übertreten worden www.umwelt2024.nrw.de/083.

TAGTÄGLICHER FLÄCHENVERBRAUCH UND BODENVERSIEGELUNG

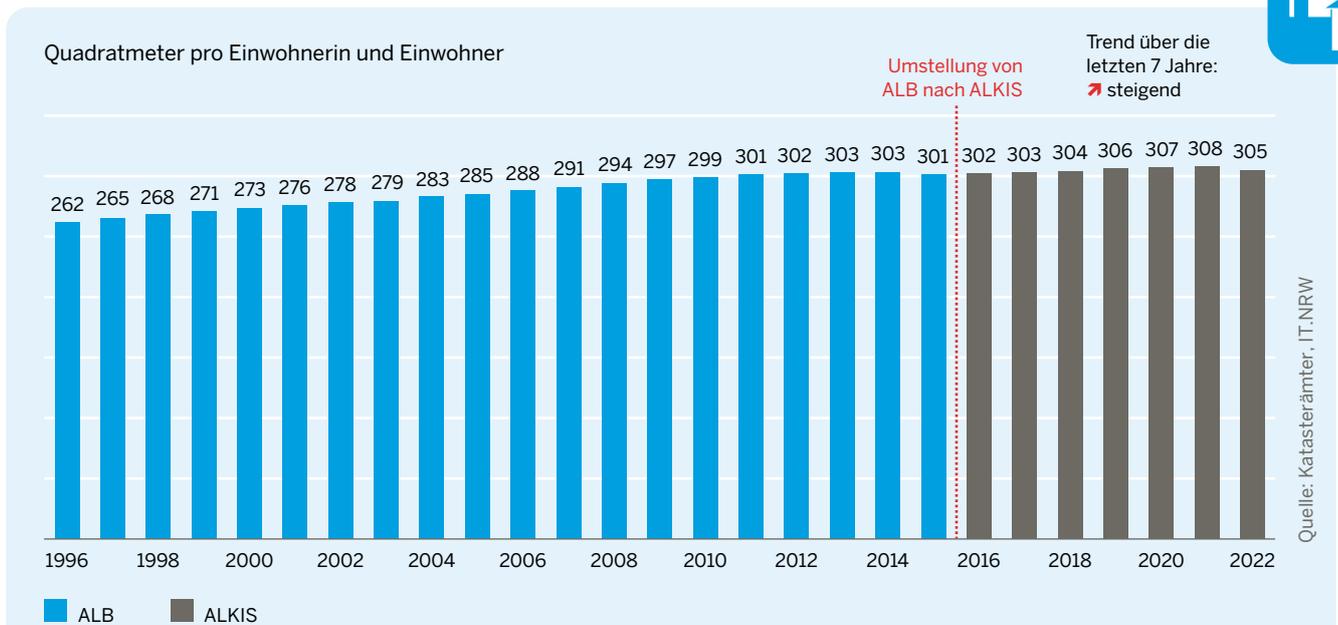
Der Landnutzungswandel im Sinne von Entwaldungen zugunsten einer Agrarlandschaft ist in Nordrhein-Westfalen Geschichte: Das geschah bereits durch Abholzung und Brandrodung in den letzten Jahrhunderten, so dass nur noch ein Bruchteil der ursprünglich naturbelassenen Waldflächen mit größtenteils forstwirtschaftlich genutztem Wald bedeckt ist. Dagegen sind in den letzten Jahrzehnten die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen sowie die Intensivierung der landwirtschaftlichen Flächennutzung charakteristisch. Im Jahr 2022 wurden Tag für Tag durchschnittlich 5,6 Hektar Freiraum für Siedlungs- und Verkehrszwecke in Anspruch genommen. Das entspricht einem Flächenverbrauch von rund 2.800 Fußballfeldern in dem Jahr [Abbildung 31](#). Dabei ist der Flächenverbrauch durch Bergbaubetriebe, Tagebau, Gruben und Steinbrüche nicht einmal berücksichtigt. Ziel der Landesregierung ist es, die Flächeninanspruchnahme zeitnah auf 5,0 Hektar pro Tag und perspektivisch auf weniger zu reduzieren. Laut Kataster sind mit Stand Ende 2022 die Landwirtschaft mit 46,8 %, der Wald mit 24,8 % (26,9 % nach Landeswaldinventur 2014), die Siedlungen mit 16,8 % und der Verkehr mit 7,0 % die bedeutendsten Nutzungsarten.

Abbildung 31 Umweltindikator Flächenverbrauch
 Teilindikator Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche



Die jährliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen in Nordrhein-Westfalen bezifferte sich für das Jahr 2022 auf 5,6 Hektar pro Tag. Bis 2015 standen dazu Daten des Automatisierten Liegenschaftsbuchs zur Verfügung. Darauf erfolgte die Umstellung auf das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS). Die Werte nach ALKIS sind methodisch bedingt nicht mit den Werten vor der Umstellung vergleichbar. Das Prinzip der Flächensparsamkeit ist die Leitschnur der Landesregierung, deren Ziel es ist, die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche zeitnah auf durchschnittlich 5 Hektar pro Tag und perspektivisch auch auf weniger Hektar pro Tag durch konkrete Maßnahmen zu reduzieren.

Teilindikator Siedlungsfläche pro Einwohner



Im Jahr 2022 belief sich die Siedlungsfläche pro Einwohnerin beziehungsweise Einwohner in Nordrhein-Westfalen auf rund 305 m². Sie setzt sich unter anderem aus Wohnbau-, Industrie-, Gewerbe- sowie Sportflächen zusammen. Eine Umstellung der Datenerfassung vom Automatisierten Liegenschaftsbuch zum Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem im Jahr 2016 brachte Umschlüsselungen und methodische Änderungen mit sich, die keinen direkten Vergleich der Daten vor und nach der Umstellung erlauben. Die Siedlungsfläche pro Kopf ist gegenüber dem Erhebungsbeginn im Jahr 1996 deutlich gestiegen.



Mit 45,7 % galt im Jahr 2022 knapp die Hälfte der nordrhein-westfälischen Siedlungs- und Verkehrsfläche als versiegelt. Ohne Anrechnung von Berg- und Tagebau, Gruben und Steinbrüchen waren also 10,6 % der Fläche Nordrhein-Westfalens bebaut, betoniert, asphaltiert, gepflastert oder anderweitig befestigt.

Für neue Siedlungs- und Verkehrsflächen werden vor allem Flächen der Landwirtschaft, aber auch Waldflächen in Anspruch genommen. So gehen Böden für die Nahrungproduktion, den Wasserhaushalt, die Klimaanpassung und die Biodiversität verloren. Zudem werden landwirtschaftliche Flächen für die Kompensation von Siedlungserweiterungen und Verkehrswegebau verwendet. Um die wichtigsten Zahlen für den Zeitraum 2016 bis 2022 nach Umstellung auf das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem ALKIS zu nennen: Die Flächen für die Nutzungsart Siedlung vergrößerten sich um 129 Quadratkilometer und für die Nutzungsart Gehölz um 238 Quadratkilometer. Dagegen verkleinerten sich die Flächen der Gewässer um 29 Quadratkilometer, der Landwirtschaft um 367 Quadratkilometer (durchschnittlich 16,8 Hektar pro Tag) und des Waldes um 31 Quadratkilometer www.umwelt2024.nrw.de/085.

Die pro Kopf beanspruchte Siedlungsfläche lag im Jahr 2022 bei 305 Quadratmetern [↪ Abbildung 31](#). Der vergleichsweise hohe Wert ist Ausdruck eines anspruchsvollen Lebensstandards, eines ausgeprägten Mobilitätsverhaltens und einer großen Zahl an Single-Haushalten. Das geht einher mit einem auf 9,2 Millionen Wohnungen steigenden Bestand und einer auf 46 Quadratmeter angelegten Wohnfläche pro Einwohnerin oder Einwohner in Nordrhein-Westfalen Ende 2022.

ALTLASTEN UND FLÄCHENRECYCLING

Eine Komponente zur Verringerung des Flächenverbrauchs ist die Wiedernutzung von Brachflächen. Für eine effektive Planung müssen zunächst die Brachflächenpotenziale der Kommunen ermittelt und aufbereitet werden. Das Land unterstützt die Kommunen dabei, indem es sie dafür finanziell fördert und einen Leitfaden für die notwendigen Datengrundlagen und Arbeitsschritte veröffentlichte www.umwelt2024.nrw.de/086. Auch wird im Jahr 2025 der Aufbau eines Brachflächenkatasters abgeschlossen sein, auf dessen Daten alle Kommunen Zugriff haben werden. Da Brachflächen oft industriell vorbelastet sind, ist ein

UMDENKEN BEIM THEMA MOOR

In Mooren haben abgestorbene organische Substanzen durch dauerhafte Vernässung und Sauerstoffarmut eine mindestens 30 Zentimeter dicke Torfschicht gebildet. Charakteristisch ist eine Vegetation aus Moosen, Gräsern und Zwergsträuchern. Vitale Moore haben in unseren Breiten etwa einen Millimeter Torfaufwuchs pro Jahr. Moore galten über Jahrhunderte als unheimliche Orte. Viele Mythen ranken sich um sie und die Gefahr, sich durch Irrlichter zu verlaufen oder im Morast zu versinken. Weltweit wurden und werden Moore zerstört durch Entwässerung für die Land- und Forstwirtschaft sowie den Torfabbau für Brennmaterial, Garten- und Blumenerde. Damit sind die Freisetzung großer Treibhausgasmengen und Biodiversitätsverluste verbunden. Bundesweit sollen von rund 18.390 Quadratkilometern Moor etwa 16.460 Quadratkilometer vernichtet worden sein. In Nordrhein-Westfalen schrumpften die Moore auf einen Rest von 13 Quadratkilometern (Katasterangabe, Stand Ende 2022). Mittlerweile hat man die Bedeutung der Moore erkannt: als Kohlenstoffsenke für den Klimaschutz, als Wasserspeicher zur Abfederung von Niederschlagsextremen, als Refugium seltener und hochspezialisierter Pflanzen

und Tiere. So wurden insbesondere mithilfe von EU-Fördermitteln und der vom Land maßgeblich finanzierten Biologischen Stationen wertvolle Moorflächen reaktiviert, zum Beispiel im Großen Torfmoor im Kreis Minden-Lübbecke. Zur Wiederherstellung von Mooren hat das Landesamt für Natur, Umwelt und Klima ein Fachkonzept erstellt www.umwelt2024.nrw.de/087. Es entwickelt außerdem mit dem Geologischen Dienst ein Fachinformationssystem unter anderem zur Abbildung von theoretischen Potenzialflächen zur Wiederherstellung von Mooren.



Großes Torfmoor, Kreis Minden-Lübbecke

Flächenrecycling nicht ohne eine systematische Altlastenbearbeitung möglich. Seit vielen Jahren wird die Erfassung, Untersuchung und Sanierung von Altlasten vorangetrieben und durch das Land gefördert [↗ www.umwelt2024.nrw.de/088](http://www.umwelt2024.nrw.de/088). Altlastensanierung und Flächenrecycling werden durch den „AAV – Verband für Flächenrecycling und Altlastensanierung“ kräftig unterstützt [↗ www.umwelt2024.nrw.de/089](http://www.umwelt2024.nrw.de/089). Mit Stand Juni 2023 wurden landesweit rund 33.000 Altablagerungen und rund 55.000 Altstandorte erfasst. Bei den Altablagerungen handelt es sich um stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen und Flächen, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert wurden. Die Altstandorte sind Grundstücke stillgelegter Anlagen und Flächen, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen wurde [↗ www.umwelt2024.nrw.de/090](http://www.umwelt2024.nrw.de/090). Sie spiegeln die bergbauliche und industrielle Geschichte des Landes wider. Von diesen Flächen sind rund 31.000 als altlastverdächtig anzusehen. Bei rund 28.000 der erfassten Flächen liefen oder laufen Gefährdungsabschätzungen, bei rund 9.000 Flächen liefen oder laufen Sanierungen.

SCHWERMETALLEINTRAG SOWIE DIE EWIGKEITSCHEMIKALIEN PFAS

Böden sind Einträgen von unterschiedlichen Schadstoffen direkt oder indirekt ausgesetzt. Zum Beispiel direkt durch die Düngung von Ackerland mit Klärschlämmen, die Arzneimittlrückstände, Mikroplastik oder Schwermetalle enthalten, durch den Pestizideinsatz [↗ Seite 67](#) oder den Umgang mit Gefahrstoffen in der Industrie [↗ Seite 47](#). Zum Beispiel indirekt durch Reifenabrieb oder Stickstoffverbindungen, Säure oder Schwermetalle über den Transport als Aerosole. Schwermetalle wie Blei, Cadmium und Quecksilber [↗ Box 15](#) werden in großen Mengen bei der Herstellung und Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzt. Weitere wichtige Quellen sind Müllverbrennungsanlagen, die Zement- und Glasindustrie sowie der Kraftfahrzeugverkehr. Schwermetalle sind in der Umwelt langlebig und wirken in bestimmten Konzentrationen toxisch sowie die Bodenfunktionen beeinträchtigend. Auch können sie sich in Pflanzen anreichern und in die Nahrungskette gelangen. Der Eintrag von Blei und Cadmium im Staubbiederschlag an den ländlichen Messstationen Nordrhein-Westfalens ist 2023 auf ein Zehntel des Basisjahrs 1986 zurückgegangen [↗ Abbildung 32](#). Damit wurde deren Eintrag in den Boden erheblich vermindert. Durch die geringe Messstellenzahl ist die flächenhafte Repräsentanz eingeschränkt, die Indikatorwerte sind aber dennoch für die Beobachtung der Entwicklung geeignet. Neben dem Verbot von Blei in Kraftstoffen und Bremsbelägen haben sich staubemissionsmindernde Maßnahmen in Industrieanlagen und die Stilllegung von staubintensiven Betrieben positiv ausgewirkt.

Eine wichtige, industriell gefertigte Stoffgruppe bilden die mehr als 10.000 Einzelverbindungen der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS). Sie sind wasser-, fett- und schmutzabweisend und werden für zahlreiche Produkte hergestellt – auch in Nordrhein-Westfalen: für Kosmetika, Kochgeschirr, Lebensmittelverpackungen, Textilien, aber auch für Metall- und Kunststoffoberflächen, Pflanzenschutzmittel, Feuerlöschschäume und vieles mehr. Das Problem: Viele PFAS sind extrem langlebig, einige toxisch und reichern sich in der Umwelt und in Organismen an. Ob in der Antarktis, im Regen- oder Grundwasser, im Boden oder im menschlichen Blut: PFAS lassen sich mittlerweile an vielen Orten nachweisen. Wissenschaftliche Studien bringen diese Stoffgruppe unter anderem mit einem erhöhten Krebsrisiko, mit Leberschäden sowie Schilddrüsenfunktions-, Immun- und Hormonsystemstörungen wie Unfruchtbarkeit in Zusammenhang. Umso wichtiger ist es, PFAS in verbrauchernahen Produkten weitestgehend zu verbieten. Gleichmaßen ist sicherzustellen, dass PFAS in nicht substituierbaren Anwendungen keinesfalls austreten und in die Umwelt gelangen können.

Schlagzeilen und Neuigkeiten zu PFAS gab es 2023 durch das „Forever Pollution Project“: Ein internationaler Rechercheverbund berichtete über mehr als 17.000 durch PFAS verseuchte Orte [↗ www.umwelt2024.nrw.de/091](http://www.umwelt2024.nrw.de/091). Darunter sind auch Hotspots in Nordrhein-Westfalen mit Belastungen im Grundwasser von bis zu mehreren zehntausend Nanogramm pro Liter. Hauptursache sind Löschmittel. Derweil leitete das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr ein Untersuchungsprogramm zur Ermittlung der PFAS-Hintergrundbelastung in die Wege, um Regelungen zum Umgang mit PFAS-haltigem Bodenmaterial schaffen zu können [↗ www.umwelt2024.nrw.de/092](http://www.umwelt2024.nrw.de/092). Dabei wurde eine Hintergrundbelastung in allen Böden nachgewiesen, mit der es umzugehen gilt. Den nordrhein-westfälischen Bodenschutzbehörden waren mit Stand 2023 mehr als 160 Fälle von Boden- und Grundwasserbelastungen durch PFAS-Einträge bekannt [↗ www.umwelt2024.nrw.de/093](http://www.umwelt2024.nrw.de/093). Der Stand der Bearbeitung von PFAS-Fällen wird bei den zuständigen Bodenschutzbehörden regelmäßig erhoben. Bei der laufenden Erhebung (2025) zeichnet sich bereits ab, dass die Anzahl der PFAS-Fälle angestiegen ist und sich somit weitere Fälle in der systematischen Bearbeitung befinden. [↗ Abbildung 33](#) [↗ Seite 81](#) [↗ Seite 86](#).

In Nordrhein-Westfalen wurde vergleichsweise früh mit der Bearbeitung von PFAS-Fällen mit Boden- und Grundwasserunreinigungen begonnen, so dass im Vollzug bereits weitreichende Erfahrung dazu vorliegt. Eine Vielzahl von Fällen befindet sich bereits in der Sanierung. Auf EU-Ebene sind bis dato nur wenige PFAS-Einzelsubstanzen hinsichtlich Herstellung und Inverkehrbringen reguliert. Daher beantragte das Umweltbundesamt zusammen mit Behörden aus Deutschland, Dänemark, den Nieder-



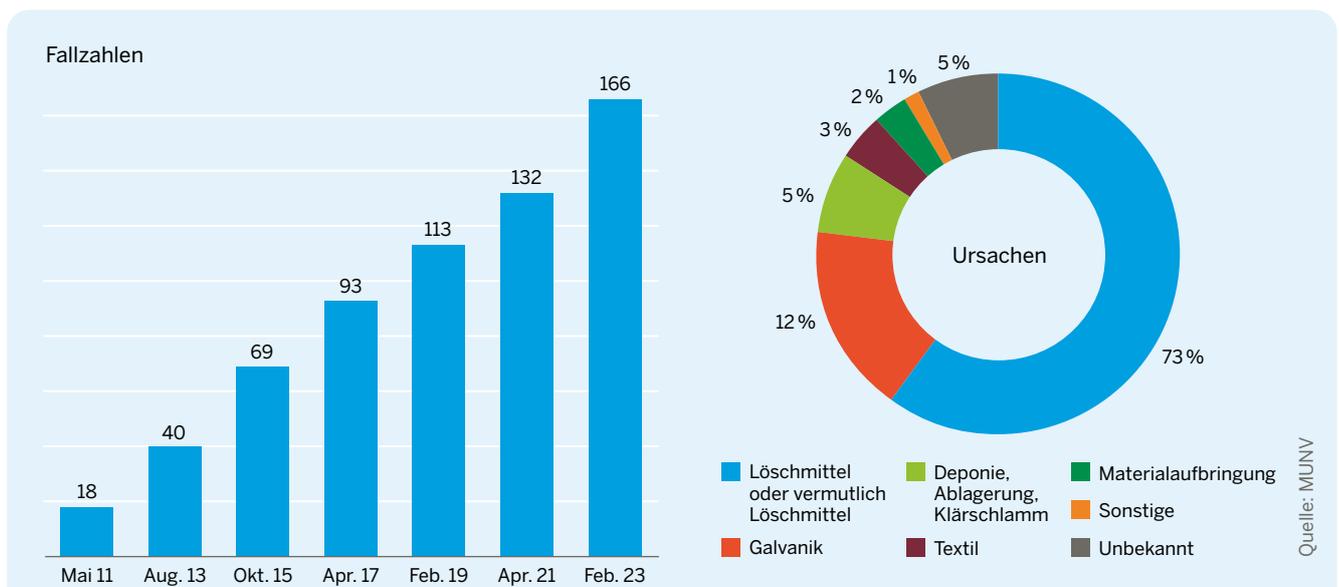
landen, Schweden und Norwegen bei der Europäischen Chemikalienagentur ECHA, das Inverkehrbringen und die Verwendung der gesamten Stoffgruppe PFAS weitestgehend zu beschränken. Eine Entscheidung darüber wird

nach Prüfung und unter Einbeziehung der Mitgliedstaaten und des Europäischen Parlaments voraussichtlich im Jahr 2025 gefällt.

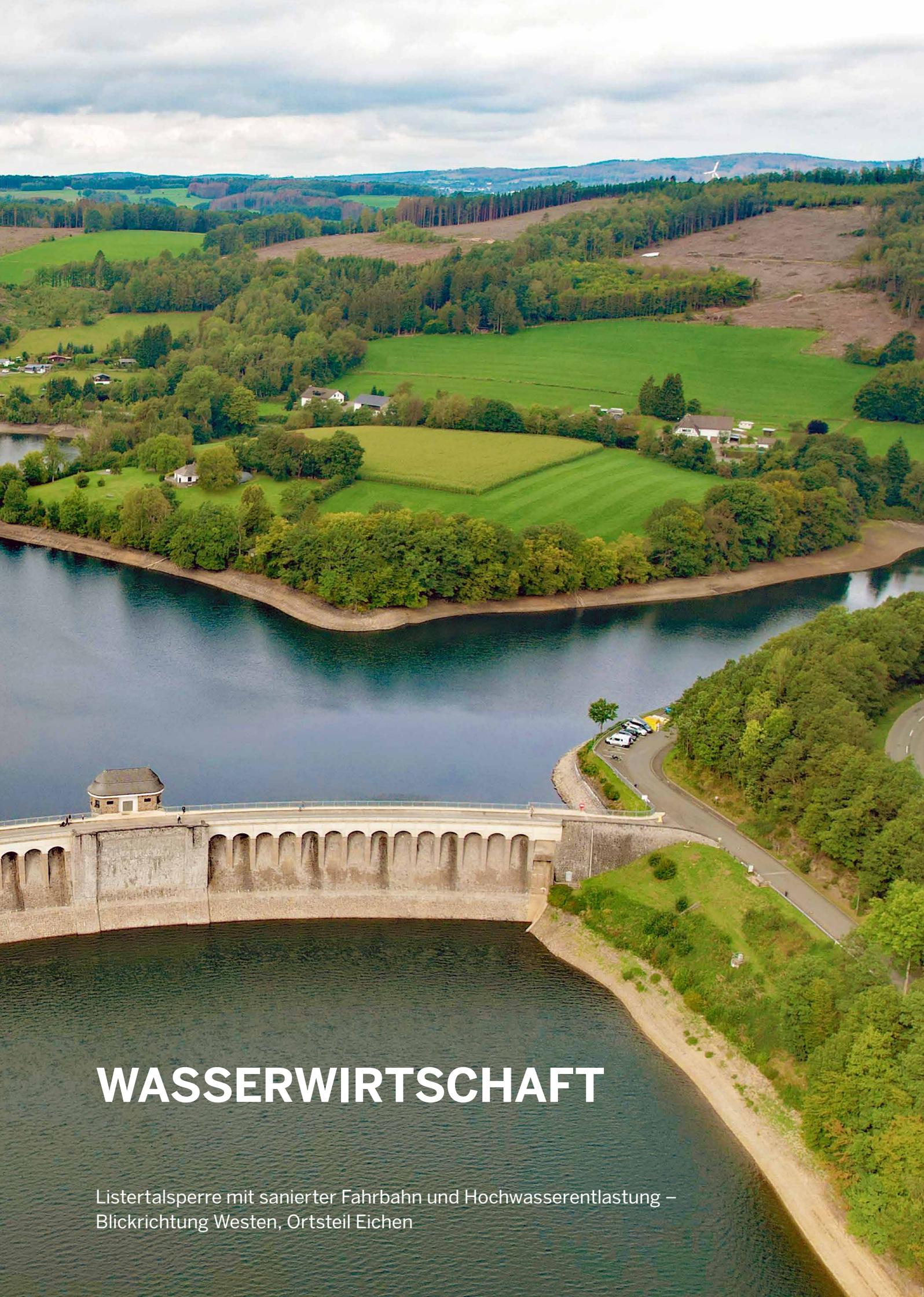
Abbildung 32 Umweltindikator Schwermetalleintrag an ländlichen Stationen



Abbildung 33 Den Bodenschutzbehörden gemeldete PFAS-Fallzahlen und Ursachen in Nordrhein-Westfalen



Die Summe der gemeldeten Fälle von PFAS-Belastungen im Boden und im Grundwasser ist bei jeder Erhebung gegenüber der Vorerhebung angestiegen. Eine erste Bestandsaufnahme im Jahr 2011 zählte 18 Fälle, für 2023 wurden 166 Fälle gemeldet. Fast drei Viertel der PFAS-Spots entfallen auf belegte oder vermutete Feuerlöschmitteleinsätze, gefolgt mit 12% von Standorten für galvanische Oberflächenbeschichtungen. Sonstige Ursachen sind zum Beispiel Material- oder Klärschlammaufbringungen, Alt-ablagerungen oder Altstandorte der Textilindustrie.



WASSERWIRTSCHAFT

Listertalsperre mit sanierter Fahrbahn und Hochwasserentlastung –
Blickrichtung Westen, Ortsteil Eichen



WASSER UND PLANETARE GRENZE „VERÄNDERUNG IN SÜSSWASSER- SYSTEMEN“

Wasser ist nichts Geringeres als die Grundlage allen Lebens auf der Erde. Rund zwei Drittel des blauen Planeten sind von Wasser bedeckt. Etwa 97 % des weltweiten Wasservorkommens bestehen aus salzhaltigem Meerwasser. Die restlichen rund 3 % sind Süßwasser, die zu gut zwei Dritteln im Eis der Polkappen und Gletscher und zu knapp einem Drittel als Grundwasser unter der Erdoberfläche gebunden sind. Das Oberflächenwasser der Flüsse, Sümpfe und Seen macht nur etwa 0,01 % des Gesamtwasservolumens aus.

Das Konzept der Planetaren Grenzen [↳ Seite 16](#), das diesen Bericht wie ein roter Faden durchzieht, berücksichtigt unter anderem die menschengemachte Veränderung in Süßwassersystemen gegenüber der vorindustriellen Zeit. Unterschieden wird dabei zwischen „Blauem“ und „Grünem“ Wasser. Unter Blauem Wasser versteht man das Oberflächenwasser in Fließgewässern oder Seen sowie das Grundwasser in den Gesteinskörpern. Unter Grünem Wasser versteht man das im Boden oberhalb des Grundwassers befindliche Wasser (Bodenwasser), aber auch das Wasser, das über die Vegetation verdunstet und in Form von Wolken kondensiert. Grünes Wasser ist von großer Bedeutung für die Widerstandsfähigkeit der Biosphäre und für die Sicherung von Kohlenstoffsinken wie Wäldern [↳ Seite 104](#) und Mooren [↳ Box 20](#). Auch spielt es eine Rolle bei der Regulierung der atmosphärischen Zirkulation (der die Wetterdynamik bestimmenden Luftbewegungen). Anhand sogenannter Proxydaten zu Gewässerabflussmengen sowie zur Bodenfeuchte kam ein internationales Wissenschaftsteam zu dem Schluss, dass die Planetaren Grenzen für Veränderungen in Süßwassersystemen beim Blauen Wasser um etwa das 0,8-fache und beim Grünen Wasser um etwa das 0,4-fache überschritten sind [↳ Abbildung 04](#). Der Mensch hat mittlerweile so gravierend in die Süßwassersysteme eingegriffen, dass der „sichere Handlungsraum“ verlassen wurde. Wir befinden uns im Bereich „zunehmenden Risikos“, nicht zuletzt in Verbindung mit dem Klimawandel [↳ Seite 24](#), weil aquatische Ökosysteme minderversorgt werden, Regenwälder und boreale Wälder unter mangelnder Bodenfeuchte leiden und Ackerland verödet. Für Nordrhein-Westfalen sind diese neuen Erkenntnisse aber noch nicht untersucht und nicht herunterskaliert worden.

DER ZUSTAND UNSERER FLIESS- GEWÄSSER UND DES GRUND- WASSERS

„Wasser ist keine übliche Handelsware, sondern ein ererbtes Gut, das geschützt, verteidigt und entsprechend behandelt werden muss“, so die EU-Wasserrahmenrichtlinie. Die EU setzt darin den Mitgliedstaaten das Ziel, den „guten oder sehr guten Zustand“ für alle natürlichen Gewässer sowie das „gute oder sehr gute Potenzial“ für alle erheblich veränderten und künstlichen Gewässer bis spätestens zum Jahr 2027 zu erreichen.

Das ist keine leichte Aufgabe für Nordrhein-Westfalen bei einer Bevölkerungsdichte von 532 Einwohnern pro Quadratkilometer, rund 10.400 Industriebetrieben und knapp 34.000 landwirtschaftlichen Betrieben. Rund 1,9 % der Landesfläche sind Gewässer, davon etwa 1,0 % Fließgewässer. Die meisten Flüsse sind reguliert, viele Gewässer wie Kanäle, Talsperren oder die Restseen ehemaliger Tagebaue sind künstlichen Ursprungs. Die Sumpfungsmaßnahmen des Kohleabbaus wirken sich weitreichend und langanhaltend auf das Grund- und Oberflächenwasser aus. Außerdem leiten in Nordrhein-Westfalen 594 kommunale Kläranlagen rund 2,1 Milliarden Kubikmeter und 393 Industriebetriebe etwa 680 Millionen Kubikmeter behandeltes Abwasser im Jahr direkt in die Oberflächengewässer ein (ohne Kühl- und Niederschlagswasser).

Naturnahe Fließgewässer verlaufen mehr oder weniger mäandrierend, bilden Inseln aus und verzweigen sich. Durch ihre variable Strömung und Tiefe beherbergen die Gewässerbetten in Kies, Sand, Wurzelwerk und zerfallenden Blättern eine große Artenvielfalt: In einem Kubikmeter Wasser können bis zu 120.000 Organismen leben. Ein Großteil unserer Fließgewässer hat jedoch über die Jahrhunderte seine ursprüngliche Lebensraumfunktion und viele der Ökosystemleistungen verloren: durch Aufstauen zur Nutzung der Wasserkraft für den frühen Erzbergbau und die heutige Elektrizitätswirtschaft, durch die Entwässerung der Niederungen und Auen für die Landwirtschaft, durch Begradigungen, Talsperren, den Ausbau für die Binnenschifffahrt und starkes Schiffsverkehrsaufkommen. Auch die Folgen des Steinkohlebergbaus wirken sich als Ewigkeitslasten [↳ Box 21](#) auf die Oberflächengewässer und das Grundwasser aus. Damit ein guter ökologischer Zustand oder ein gutes ökologisches Potenzial erreicht werden kann, muss den Gewässern ein Teil ihrer ursprünglichen Gewässerstruktur und Dynamik zurückgegeben werden. Mit dem Programm „Lebendige Gewässer“ www.umwelt2024.nrw.de/095 unterstützt das Land Maßnahmen zur ökologischen Gewässerentwicklung und fördert sie mit bis zu 80 % der Kosten. Diese Maßnahmen mindern die Folgen von Gewässernutzungen, verbessern die Lebens-

Box
21

EWIGKEITSLASTEN UND MONITORING FÜR DEN GRUBENWASSERANSTIEG

Im Jahr 2018 endeten mit der Schließung der Zeche Prosper Haniel in Bottrop viele Jahrhunderte deutscher Bergbaugeschichte. Doch die Ewigkeitslasten mit Milliarden Euro Folgekosten für die Grubenwasserhaltung, Poldermaßnahmen und die Grundwasserreinigung bleiben dauerhaft. Dazu gehört zum Beispiel das Pumpen von Grubenwasser (Sümpfung), das zum Schutz der Grundwasservorräte und zur Stabilisierung des Untergrunds auf einem bestimmten Niveau gehalten werden muss. Dabei bereiten unter anderem Schwermetall- und Salzfrachten, die meist auf natürliche chemische, physikalische und biologische Prozesse im Untergrund zurückzuführen sind, und untertägig genutzte PCB-haltige Betriebsstoffe Probleme. Mit der Einstellung des Steinkohlebergbaus gehen Veränderungen bei der Grubenwasserhaltung einher, die zur Trockenhaltung der Bergwerke eingerichtet wurde. Im Sinne eines Frühwarnsystems wird ein Integrales Monitoring für den Grubenwasseranstieg im Steinkohlebergbau aufgebaut [↗ www.umwelt2024.nrw.de/096](http://www.umwelt2024.nrw.de/096), um ungewollte Entwicklungen zu erkennen und mögliche Risiken für Schutzgüter minimieren zu können.



Zeche Prosper Haniel in Bottrop

räume für Tiere und Pflanzen und machen sie weniger anfällig für Belastungen wie die des Klimawandels. In den letzten Jahren wurden Hunderte von Renaturierungsmaßnahmen umgesetzt [↗ Box 22](#). Eine landesweite Kartierung bildet die Veränderungen an den Fließgewässern ab [↗ Abbildung 34](#) [↗ www.umwelt2024.nrw.de/097](http://www.umwelt2024.nrw.de/097).

Rund 45 % aller Bäche und Flüsse des Landes mit einem Einzugsgebiet größer als 10 Quadratkilometer sind „natürliche Fließgewässer“. Die restlichen 55 % sind „erheblich veränderte und künstliche Fließgewässer“. Wie es um deren aquatische Lebensgemeinschaften steht, zeigt der Umweltindikator „Ökologischer Zustand/ökologisches Potenzial oberirdischer Fließgewässer“. Er wird anhand von Algenarten, Wasserpflanzen, wirbellosen Tieren wie Krebsen und Insektenlarven sowie Fischarten erhoben. Derzeit sind nur gut 18 % der natürlichen Fließgewässer (beziehungsweise 8,3 % aller Fließgewässer) des Landes in einem „sehr guten oder guten Zustand“. Von den durch Bauwerke wie Wehre, Dämme, Steinschüttungen sowie Begradigungen „erheblich veränderten und künstlichen Fließgewässern“ verfügen lediglich 2 % über ein „gutes oder sehr gutes Potenzial“ (1,1 % aller Fließgewässer) [↗ Abbildung 35](#). Das schlägt auch auf die Rote Liste [↗ Seite 94](#) der gefährde-

ten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen durch: 43,5 % der untersuchten Fische und Rundmäuler gelten als ausgestorben oder gefährdet. Zum Beispiel ist der einst häufige Stör ausgestorben, das Meerneunauge vom Aussterben bedroht sowie der ehemals in Massen vorkommende Lachs trotz Besitzmaßnahmen stark gefährdet. Selbst Allerweltsarten wie der Hecht sind merklich zurückgegangen und stehen auf der Vorwarnliste (aktuell aber noch nicht gefährdet).

Das Grundwasser ist in einem guten chemischen Zustand, wenn die Anforderungen der Grundwasserverordnung eingehalten werden. Ein „guter mengenmäßiger Zustand“ ist dann gegeben, wenn nicht mehr Wasser entnommen wird, etwa zur Trinkwassergewinnung oder zur Bewässerung, als auf natürlichem Wege neu gebildet wird. Die 3. Bestandsaufnahme zum chemischen und mengenmäßigen Zustand der Grundwasserkörper Nordrhein-Westfalens fand auf Basis der von 2013 bis 2018 beobachteten rund 1.500 Wasserrahmenrichtlinien-Messstellen statt [↗ www.umwelt2024.nrw.de/098](http://www.umwelt2024.nrw.de/098) [↗ www.umwelt2024.nrw.de/099](http://www.umwelt2024.nrw.de/099). 180 der insgesamt 275 Grundwasserkörper sind in einem guten chemischen Zustand (60 % der Landesfläche). 95 Grundwasserkörper sind in einem schlechten chemischen


**Box
22**

ERFOLGREICHER UMBAU DER EMSCHER

Die Emscher, einst als „dreckigster Fluss Deutschlands“ bekannt, hat dank eines der größten Infrastrukturprojekte Europas eine beeindruckende Transformation durchlaufen. Über Jahrzehnte hinweg diente sie als offener Abwasserkanal im Ruhrgebiet, doch mit dem Emscher-Umbau wurde sie in ein lebendiges Gewässersystem verwandelt.

Seit 1992 wurden 328 Kilometer der Emscher und ihrer Nebenflüsse ökologisch aufgewertet. Ein zentrales Element dieses Umbaus war der Bau des 51 Kilometer langen Abwasserkanals Emscher, der das Abwasser unterirdisch ableitet und somit die Emscher von Verschmutzungen befreit. Dieser Kanal verläuft bis zu 40 Meter tief entlang des Flusses und sorgt dafür, dass die Emscher seit Ende 2021 schmutzwasserfrei ist.

Die ökologischen Vorteile dieses Umbaus sind vielfältig: Durch die Renaturierung entstanden neue Auenlandschaften und natürliche Flussläufe, die zahlreichen Tier- und Pflanzenarten Lebensraum bieten.

Und mit der Verbesserung der Wasserqualität kehren viele zuvor verschwundene Arten zurück, was zu einem Anstieg der Artenvielfalt führt. Aber nicht nur Pflanzen und Tiere profitierten vom milliardenteuren Umbau: Durch die ökologische Aufwertung des Flusssystems bietet die Emscher den Menschen in der Region neue Erholungs- und Freizeitmöglichkeiten.

Die Landesregierung hat das Großprojekt durch die Bereitstellung finanzieller Mittel und eine enge Zusammenarbeit mit der Emschergenossenschaft sowie den Kommunen maßgeblich unterstützt | www.umwelt2024.nrw.de/100.

Der Emscher-Umbau dient heute als leuchtendes Beispiel dafür, wie durch langfristige Planung und Zusammenarbeit von Politik, Wirtschaft sowie Bürgerinnen und Bürgern eine nachhaltige Transformation erreicht werden kann. Die Emscher ist heute nicht nur ein Symbol für erfolgreichen Umweltschutz, sondern auch für den Strukturwandel im Ruhrgebiet hin zu einer lebenswerten und zukunftsfähigen Region.



Die Mündung der renaturierten Emscher bei Dinslaken in den Rhein

Zustand wegen Schwellenwertüberschreitungen durch Phosphor, Nitrat, Ammonium | [Seite 83](#) sowie Pflanzenschutzmittel | [Seite 67](#) aus diffusen Eintragsquellen. Punktuell ursächlich waren zudem Schwermetallbelastungen, leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe, per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) | [Seite 76](#), Bergbaufolgen, Altlasten und Grundwasserschadensfälle. Vor allem die durch Nitrat bedingte Anzahl der Grundwasserkörper in schlechtem Zustand ist mit 59 (26 % der Landesfläche) gegenüber 88 (42 % der Landesfläche) bei der 2. Bestandsaufnahme 6 Jahre zuvor niedriger ausgefallen. Gründe dürften unter anderem die Düngerechtsnovellen

mit weiteren Einschränkungen für die Landwirtschaft in nitratbelasteten Gebieten, eine effizientere Düngung und eventuell Trockenheit in den Trockenjahren 2018 und 2019 mit geringeren Auswaschungen sein. Es befinden sich zudem 244 Grundwasserkörper des Landes in einem guten mengenmäßigen Zustand (87 % der Landesfläche). Die 31 Grundwasserkörper in schlechtem mengenmäßigem Zustand befinden sich in den Flussgebieten des Rheins und der Maas. Primär verantwortlich sind eine unausgeglichene Wasserbilanz durch Grundwasserspiegelabsenkungen beziehungsweise Sumpfungmaßnahmen im Rheinischen Braunkohlerevier.

Abbildung 34 Grad der Veränderung der Gewässerstruktur oberirdischer Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen

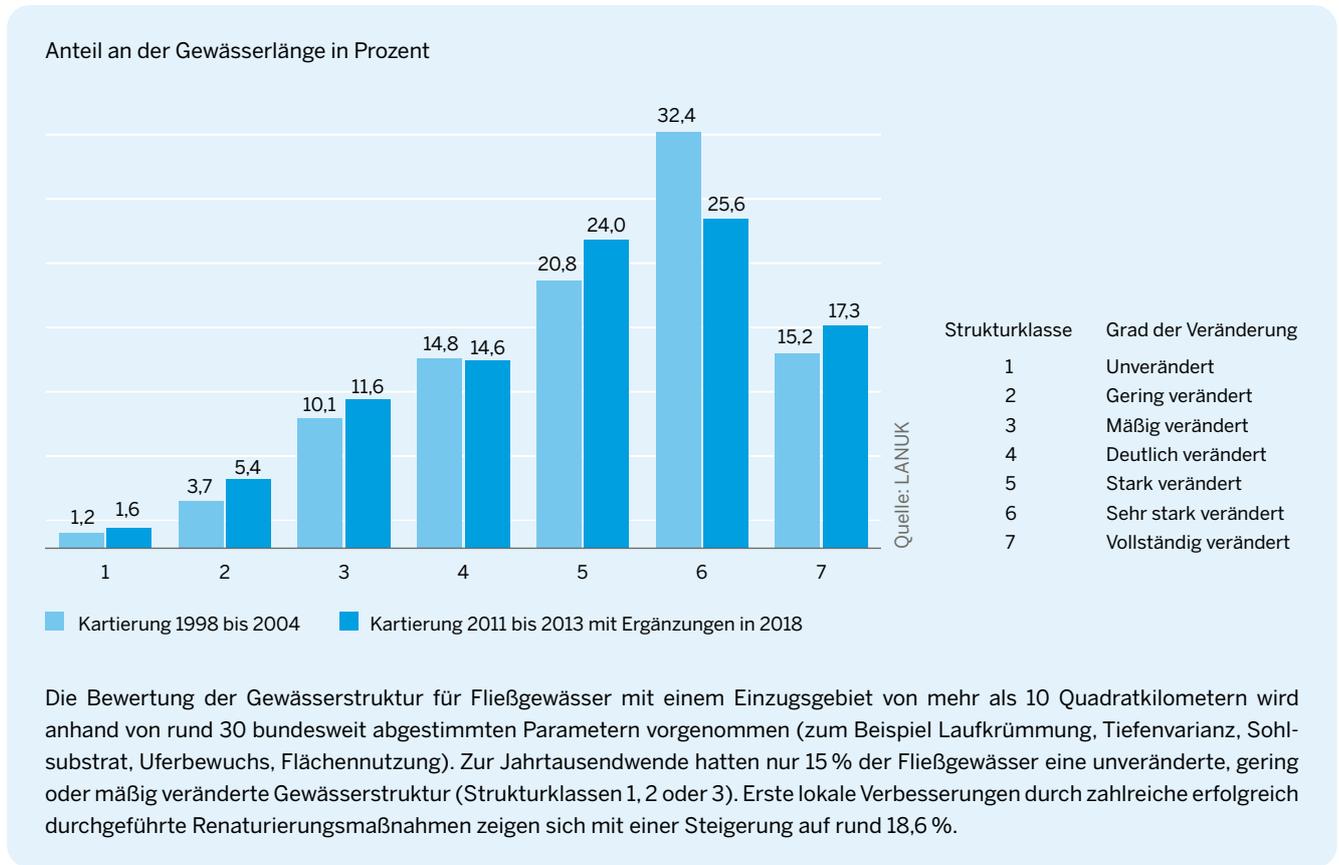
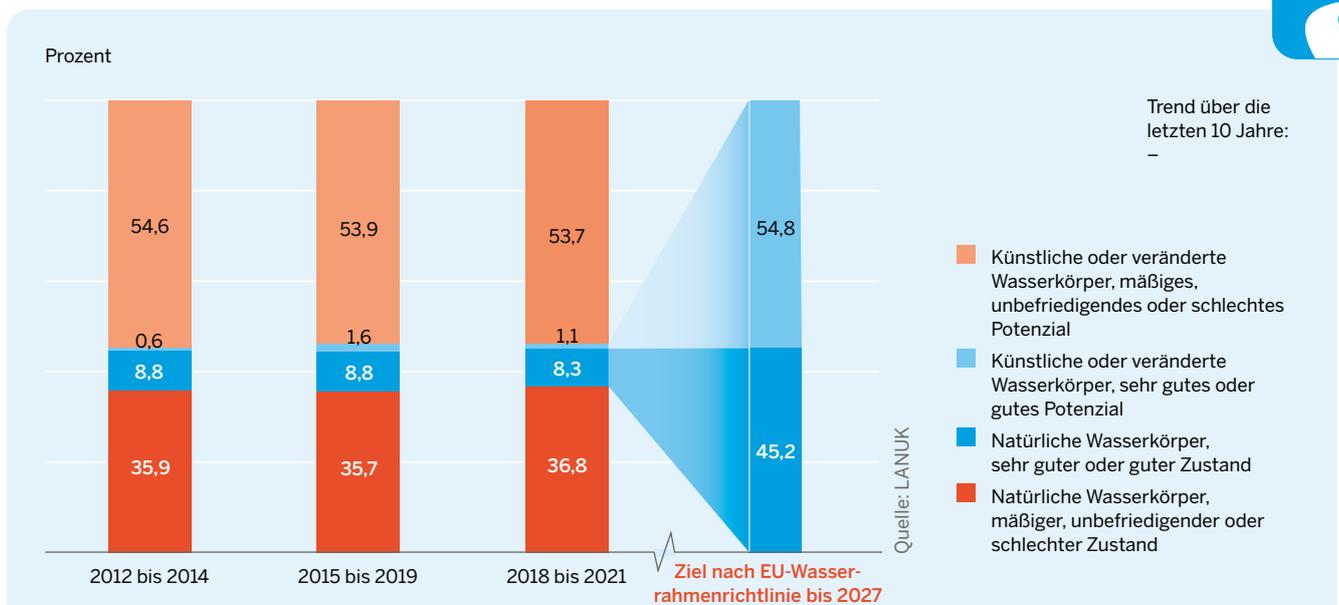


Abbildung 35 Umweltindikator Ökologischer Zustand/ökologisches Potenzial oberirdischer Fließgewässer



Rund 45 % aller Bäche und Flüsse des Landes, deren Einzugsgebiet größer als 10 Quadratkilometer ist, sind „natürliche Fließgewässer“, für die der „ökologische Zustand“ erhoben wird. 55 % sind „erheblich veränderte und künstliche Fließgewässer“, für die das „ökologische Potenzial“ bestimmt wird. Im Untersuchungszeitraum 2018 bis 2021 waren nur 8,3 % aller Fließgewässer in einem sehr guten oder guten ökologischen Zustand. Weitere 1,1 % verzeichneten ein sehr gutes oder gutes Potenzial. Das grundsätzliche Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist es, bis zum Jahr 2027 für alle oberirdischen Fließgewässer einen guten ökologischen Zustand oder ein gutes ökologisches Potenzial zu erreichen.



PLANETARE GRENZE „VERÄNDERUNG IN BIOGEOCHEMISCHEN KREISLÄUFEN“ – PHOSPHOR- UND STICKSTOFFKREISLAUF

Das Konzept der Planetaren Grenzen [l→ Seite 16](#) bildet auch die menschengemachten Störungen bei den biogeochemischen Kreisläufen des Phosphors und des Stickstoffs ab. Dabei spielen die Gewässer eine wichtige Rolle. Phosphor und Stickstoff sind Grundbausteine des Lebens. Sie sind unverzichtbare Nährstoffe für das Pflanzenwachstum und essenziell für viele Prozesse in allen lebenden Organismen.

Box
23

PHOSPHORKREISLAUF

Die biogeochemische Umsetzung von elementarem Phosphor erfolgt im Phosphorkreislauf. Er gestaltet sich im Wesentlichen so: Durch Erosion und Verwitterung von Gestein wird Phosphor freigesetzt. Dieser gelangt mit Sauerstoff gebunden als Phosphat in Böden und Gewässer. Dort wird das Phosphat von Pflanzen aufgenommen und in organische Phosphorverbindungen umgewandelt. Die Pflanzen werden wiederum von Mensch und Tier als Nahrung aufgenommen. Deren durch Ausscheidungen und Absterben entstehende Biomasse wird durch Mikroorganismen zersetzt, dabei geht das Phosphat wieder in die Böden und Gewässer über.



Injektionsdüngung, bei der flüssige Stickstoff- oder Phosphordünger in die Nähe der Pflanzenwurzeln gebracht werden

Box
24

STICKSTOFFKREISLAUF

Der Stickstoffkreislauf bildet die biogeochemische Umwandlung des Stickstoffs in der Erdatmosphäre, in Gewässern, in Böden und in Biomasse ab. Am Anfang steht die Stickstoff-Fixierung, danach folgt die Nitrifikation. Darauf schließt sich der Kreis entweder mit der Ammonifikation (innerer Kreislauf) oder mit der Denitrifikation (äußerer Kreislauf): Bei der Stickstoff-Fixierung wird der in der Luft enthaltene Stickstoff biotisch durch Bakterien oder abiotisch durch Sonneneinstrahlung im Boden gebunden. Dadurch entstehen Ammonium-Ionen, Ammoniak oder Nitrat. Bei der Nitrifikation werden – vor allem in Gewässern und Böden mit viel Sauerstoff – durch Bakterien Ammonium-Ionen oder Ammoniak in Nitrat umgewandelt. Das Nitrat wird von den Pflanzen aufgenommen für die Herstellung von Proteinen oder anderen Verbindungen. Die Ammonifikation steht für die Ernährung von Tieren durch Pflanzen und deren stickstoffhaltige Verbindungen, die verdaut, ausgeschieden und von Fäulnisbakterien und Pilzen zersetzt werden. Dabei entstehen Ammoniak und Ammonium-Ionen. Die Denitrifikation tritt dagegen in sauerstoffarmen Böden und im Grundwasser auf, indem Bakterien Nitrat in Lachgas, Stickstoffmonoxid und Distickstoff umwandeln. Die Denitrifikation ist an das Vorhandensein geeigneter Reaktionspartner wie zum Beispiel das Mineral Pyrit gebunden.



Rinder in einem Stall im Kreis Siegen-Wittgenstein, die unter anderem Stickstoff enthaltenden Wirtschaftsdünger erzeugen

Phosphorverbindungen spielen zum Beispiel zentrale Rollen bei den die Erbinformation speichernden Nucleinsäuren, bei der Energieversorgung der Zellen und bei der Zahn- und Knochenbildung. Natürlicherweise entstehen Phosphorverbindungen im Phosphorkreislauf [|> Box 23](#). Phosphate gelangen aber auch in die Umwelt durch industriell hergestellte Mineral- sowie Wirtschaftsdünger für die Landwirtschaft [|> Seite 111](#). Zu viel Phosphate verursachen die sogenannte Eutrophierung: Phosphate gelangen von gedüngten landwirtschaftlichen Flächen und durch Abwässer in Flüsse, Seen und Meere. Dort kurbeln sie ein überproportionales Algen- und Wasserpflanzenwachstum an. Diese überschüssige Biomasse wird durch Sauerstoff benötigende Mikroorganismen abgebaut. Das kann zu Sauerstoffmangel und letztlich zum „Umkippen“ von Gewässern, zu ungenießbarem Wasser, zu Fischsterben und Todeszonen in Meeren führen.

Stickstoff kommt am häufigsten als reaktionsträger Distickstoff in der Atmosphäre vor. Damit Flora und Fauna Stickstoff nutzen können, muss er in reaktiven Stickstoff umgewandelt werden. Das geschieht biologisch über den Stickstoffkreislauf [|> Box 24](#) oder über die künstliche

Stickstofffixierung. In organischer Form ist Stickstoff ein wichtiger Bestandteil aller Organismen, er ist ein wesentlicher Baustein für Proteine und für die Erbgut-tragenden Nucleinsäuren. Stickstoff ist ein elementarer Bestandteil vieler, den menschlichen Stoffwechsel steuernder Enzyme und spielt als ein Baustein von Chlorophyll auch eine wichtige Rolle bei der Photosynthese. Stickstoffverbindungen gelangen nicht nur auf natürliche Weise in die Umwelt, sondern auch durch großindustriell hergestellte Mineraldünger (Ammoniaksynthese nach dem Haber-Bosch-Verfahren, bei der Ammoniak aus den Ausgangsstoffen Luftstickstoff und Wasserstoff hergestellt wird), durch Wirtschaftsdünger [|> Abbildung 49](#), durch Emissionen aus Industrie, Energiewirtschaft, Verkehr, Haushalten [|> Abbildung 24](#) und Abwässer.

Ähnlich wie beim Phosphor führt das zu einem Überangebot von Nährstoffen und trägt zur Schädigung von Ökosystemen und zum Artenverlust [|> Seite 94](#) bei. Stickstoffverbindungen beschleunigen außerdem den Klimawandel [|> Seite 32](#), Lachgas (Distickstoffmonoxid) ist beispielsweise 265-mal so klimawirksam wie CO₂.

Abbildung 36 Umweltindikator Phosphor in Fließgewässern

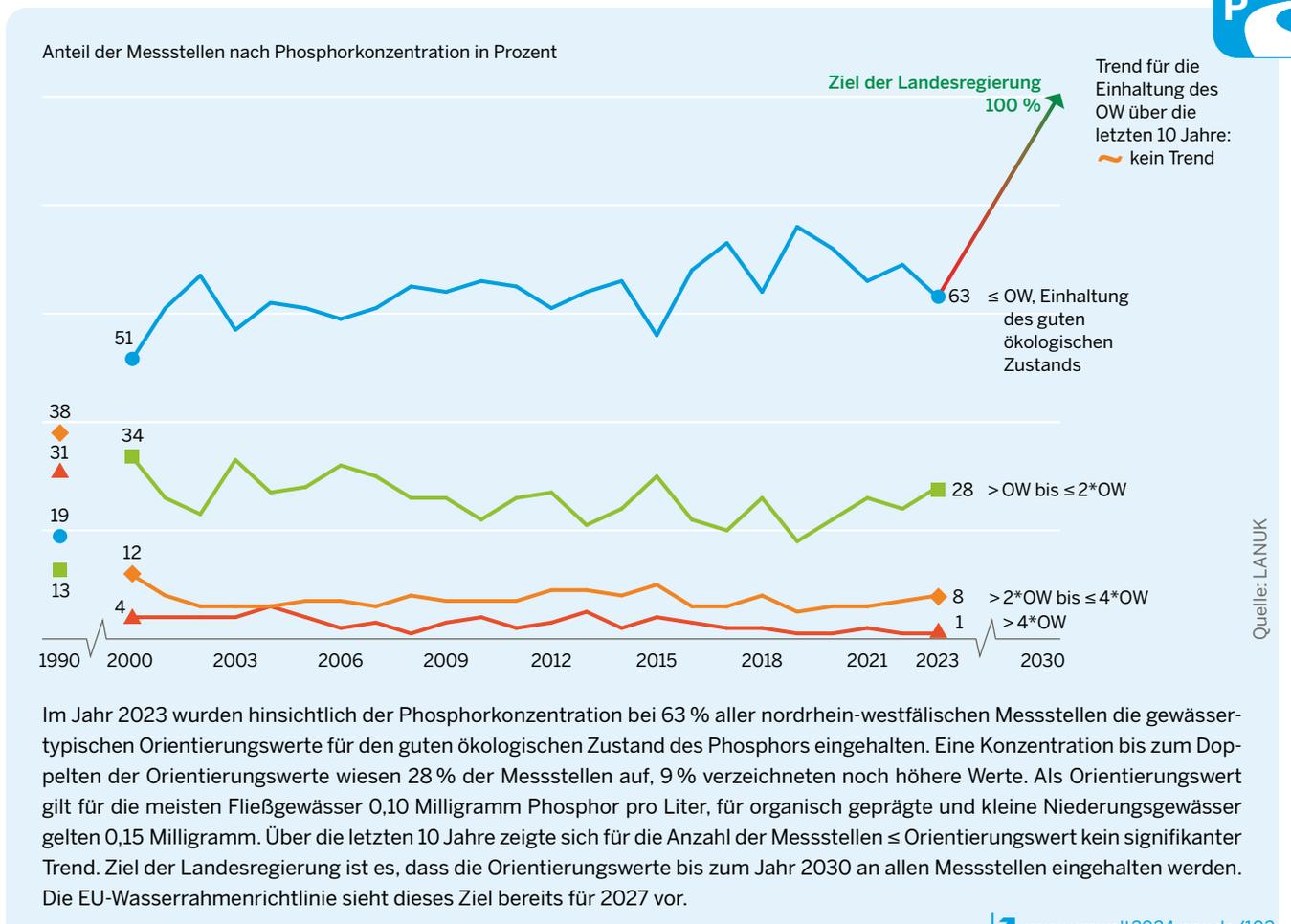




Abbildung 37 Umweltindikator Nitratkonzentration im Grundwasser

NO₃

Anteil der Messstellen in Prozent mit Nitratgehalten > 50 Milligramm pro Liter



Nitrat ist ein wichtiger Parameter für die Grundwasserqualität und kann auf den menschlichen Organismus negativ wirken. Der Grenzwert für Trinkwasser ist mit 50 Milligramm pro Liter identisch mit dem Schwellenwert für den „guten Zustand“ nach der Grundwasserverordnung. Im Jahr 2023 haben 15,3% der 115 Grundwassermessstellen des EUA-Nitratmessnetzes in Nordrhein-Westfalen diesen Grenz- und Schwellenwert überschritten. Eine Trendanalyse über die letzten zehn Jahre ergab keinen signifikanten Trend. Ziel der Landesregierung ist es, bis zum Jahr 2030 den Nitrat-Schwellenwert von 50 Milligramm pro Liter an allen Grundwassermessstellen einzuhalten.

www.umwelt2024.nrw.de/103

Nach der eingangs genannten Neubewertung im Jahr 2023 sind etwa das Doppelte des Wertes der Planetaren Grenze für den Phosphorkreislauf (von 11 Teragramm beziehungsweise 11 Millionen Tonnen pro Jahr) und etwa das 3-fache des Wertes der Planetaren Grenze für den Stickstoffkreislauf (von 62 Teragramm pro Jahr) im Umlauf. Mehr noch als beim Blauen und Grünen Wasser befindet sich die Menschheit bezüglich der Veränderung in biogeochemischen Kreisläufen in der Zone hoher Risiken. Ein Ende 2021 zusammen mit dem Potsdam Institut für Klimafolgenforschung veröffentlichtes Essay www.umwelt2024.nrw.de/104 sprach vom Erreichen des 2,4-fachen der auf die Landesebene herunterskalierten Belastungsgrenze für Stickstoff (1,4-fache Überschreitung). Hier wurden jedoch weder Import und Export berücksichtigt noch Wirtschaftsdünger, Emissionen aus der Industrie, Energiewirtschaft, Verkehr, Haushalte und Abwasserwirtschaft, sondern nur der Mineraldüngereinsatz. Insofern ist für Nordrhein-Westfalen ein deutlich größerer Anteil an der Stickstoffmisere anzunehmen als seinerzeit kalkuliert.

Im Jahr 2023 erfüllten 63% der Messstellen an den hiesigen Fließgewässern die gewässertypischen Orientierungswerte für den guten ökologischen Zustand des Phosphors [Abbildung 36](#) gemäß Oberflächengewässerverordnung

(der überwiegende Teil der Fließgewässer hat den Zielwert 0,10 Milligramm Phosphor pro Liter, bei organisch geprägten Flüssen ist der Zielwert 0,15 Milligramm Phosphor pro Liter). Schwierig sieht es auch beim Nitrat im Grundwasser aus – für ganz Deutschland. Wegen Verletzung der Nitratrichtlinie führte das 2018 zu einer Verurteilung vor dem Europäischen Gerichtshof www.umwelt2024.nrw.de/105, die die bereits oben erwähnten Verschärfungen des Düngerechts mit sich brachten. Neben zahlreichen Maßnahmen für die Landwirtschaft wurde Deutschland auch ein umfassendes Monitoring auferlegt, mit dem die Maßnahmeneffizienz kontrolliert werden soll. Erstmals sind bei den Maßnahmen des Düngerechts auch Gebiete betroffen, die bislang keine erhöhten Nitratgehalte aufweisen, bei denen aufgrund relativ neuer Bestimmungsmethoden aber eine endliche Denitrifikationskapazität festgestellt wurde.

Die Nitratbelastung in den Gewässern ist durchaus relevant für die Trinkwasserversorgung in Nordrhein-Westfalens. Wasserversorger sind gesetzlich verpflichtet, hygienisch unbedenkliches Trinkwasser zu liefern. In kleinen Mengen ist Nitrat nicht gesundheitsschädlich. Hohe Nitratkonzentrationen im Trinkwasser können bei Säuglingen zu Beeinträchtigungen der Sauerstoffaufnahme im Blut führen. Daher gibt die bundesweit geltende Trinkwasserverordnung

für Nitrat im Trinkwasser einen Grenzwert in Höhe von 50 Milligramm pro Liter vor. Wird dieser Wert überschritten, muss das Nitrat bei der Trinkwasseraufbereitung entweder aufwendig aus dem Trinkwasser entfernt werden oder durch Beimischung von unbelastetem Wasser aus anderen Wasservorkommen auf ein unbedenkliches Maß reduziert werden. Für den Umweltindikator „Nitratkonzentration im Grundwasser“ [I→ Abbildung 37](#) werden die Daten von 115 Wasserrahmenrichtlinien-Messstellen jährlich betrachtet und an die Europäische Umweltagentur EUA gemeldet. 2023 haben rund 15% dieser über das Land verteilten Grundwassermessstellen des EUA-Nitratmessnetzes den Schwellenwert für Grundwasser von 50 Milligramm pro Liter nach der Grundwasserverordnung überschritten.

BELASTUNGEN DURCH MIKRO-SCHADSTOFFE, ANTIBIOTIKA UND VIELES MEHR

Auch jenseits von Phosphor und Nitrat sind viele Gewässer mit Schad- und Nährstoffen aus Industrie, Landwirtschaft, Haushalten und Infrastruktur belastet [I→ www.umwelt2024.nrw.de/106](http://www.umwelt2024.nrw.de/106). Für einige dieser Stoffe hat die EU verbindliche Grenzwerte festgesetzt. Darunter sind gefährliche Stoffe wie PCB [I→ Seite 65](#) und Quecksilber [I→ Box 15](#), die in der Umwelt nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden. Bundesweit sind für weitere Stoffe wie Kupfer, Zink, Pflanzenschutzmittel [I→ Seite 67](#) und Industriechemikalien Grenzwerte festgelegt worden. Sie decken aber nur einen Bruchteil der in die Gewässer gelangenden Substanzen ab.

Arzneimittel, Kosmetikprodukte, Pflanzenschutzmittel, Biozide und Industriechemikalien sind aus unserem modernen Leben nicht mehr wegzudenken. Gelangen diese über punktuelle oder diffuse Eintragspfade in die Gewässer, können sie sich bereits in niedrigen Konzentrationen negativ auf aquatische Ökosysteme auswirken. Der Eintrag von diesen sogenannten Mikroschadstoffen stellt für das bevölkerungsreiche Industrieland Nordrhein-Westfalen mit seinem hohen Abwasseranteil in den Gewässern eine Herausforderung dar. Nordrhein-Westfalen verfolgt zur Reduzierung des Mikroschadstoffeintrags in die Gewässer seit langem umfassende Maßnahmenansätze – von den Eintragsquellen bis hin zu nachgeschalteten Maßnahmen an Kläranlagen [I→ https://mikroschadstoffe.nrw.de](https://mikroschadstoffe.nrw.de). Kommunale Kläranlagen stellen einen relevanten Eintragspfad für den Eintrag von Mikroschadstoffen in die aquatische Umwelt dar. Insbesondere der Einsatz von Arzneimitteln wird aufgrund der weit verbreiteten Anwendung in privaten Haushalten nicht generell an der Eintragsquelle zu verhindern sein, so dass am Ende der Kette auch Abwasserbehandlungsmaßnahmen erforderlich sind. [I→ Box 25](#).

Neben Mikroschadstoffen und Mikroplastik [I→ Box 12](#) haben Antibiotika eine besondere Brisanz für die Wasserwirtschaft. Antibiotika spielen in der Medizin bei der Behandlung bakterieller Infektionskrankheiten eine außerordentlich wichtige Rolle. Indes gibt es vermehrt Nachweise für das Vorkommen antibiotikaresistenter Bakterien in Abwässern von Krankenhäusern, Kläranlagen und Schlachthöfen, in Oberflächengewässern sowie Böden. Da Antibiotika sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin zum Einsatz kommen, können resistente Bakterien durch Kontakt zwischen Mensch und Tier oder über den Konsum von Lebensmitteln, die Träger von antibiotikaresistenten Bakterien sein können, übertragen werden. Durch den Eintrag von Antibiotikarückständen und antibiotikaresistenten Bakterien aus Kläranlagen sowie durch Einträge aus der Landwirtschaft (zum Beispiel Gülle) in die Umwelt werden die Selektion von antibiotikaresistenten Bakterien und die Weitergabe von Antibiotikaresistenzgenen begünstigt. Die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt ist eng miteinander verknüpft. Ein vorsorgendes, sektor- und medienübergreifendes Handeln ist notwendig, für das der „One Health Ansatz“ steht.

Unter der Überschrift „One Health – Antibiotikaresistenz im Spannungsfeld von Mensch, Tier und Umwelt“ ist es auch ein Thema des Masterplans Umwelt und Gesundheit Nordrhein-Westfalen [I→ Box 17](#) [I→ www.umwelt2024.nrw.de/107](http://www.umwelt2024.nrw.de/107). Darüber hinaus sind die Ministerien für Umwelt, Naturschutz und Verkehr, für Arbeit, Gesundheit und Soziales sowie für Landwirtschaft und Verbraucherschutz rund um die Thematik „Antimikrobielle Resistenzen“ in einem engen Austausch [I→ www.umwelt2024.nrw.de/108](http://www.umwelt2024.nrw.de/108). Nordrhein-Westfalen möchte die Entstehung und Ausbreitung antibiotikaresistenter Bakterien in der Umwelt besser verstehen und hat dazu Untersuchungen in Oberflächengewässern und Abwassereinleitungen durchgeführt [I→ www.umwelt2024.nrw.de/109](http://www.umwelt2024.nrw.de/109).

PFAS führen als „Ewigkeitschemikalien“ zu einer irreversiblen Umweltexposition und -akkumulation und machen nicht nur in Böden, [I→ Seite 76](#) sondern auch in Gewässern ernste Probleme. In Nordrhein-Westfalen wurde im Jahr 2006 die illegale Aufbringung PFAS-haltiger Bioabfälle auf Ackerflächen im Hochsauerland als wesentlicher Eintragspfad für außergewöhnlich hohe Belastungen in der Ruhr identifiziert. Seitdem wurden viele Ursachen für PFAS-Belastungen in Gewässern festgestellt: Einträge über den Luftpfad (insbesondere Abluft von Industriebetrieben), punktuelle Einträge aufgrund von Altlasten und Schadensfällen (vor allem Feuerlöschschäume) sowie Abwassereinleitungen (insbesondere aus Produktionsprozessen der Chemiebranche, von Galvanik- und Druckbetrieben, Papier- und Lederfabriken, Textilveredlern und aus gewissen Deponien). Nordrhein-Westfalen setzt sich dafür ein, für Abwasser Regelungen zu PFAS-Verbindungen rechtsverbindlich auf den Weg zu bringen. Da eine entsprechende Regelung auf Bundesebene bis dato nicht erfolgte,


**Box
25**

LAND FÖRDERT AUSBAU DER 4. REINIGUNGSSTUFE

Der Schutz der Gewässer ist Daseinsvorsorge und von oberster Priorität für die Landesregierung. Die Abwasserbeseitigung wird dabei heute mit verschiedenen Anforderungen konfrontiert. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden und die Gewässer noch besser zu schützen, werden Maßnahmen für eine zukunftsfähige und nachhaltige Abwasserbeseitigung durch die Landesregierung unterstützt. Dies gilt auch für den Ausbau von Kläranlagen mit der sogenannten 4. Reinigungsstufe.

Die vierte Reinigungsstufe stellt keine einzelne bestimmte Klärtechnik dar, sondern umfasst verschiedene Verfahrenstechniken wie zum Beispiel die Ozonung, die Behandlung mit Aktivkohle sowie die Kombination einzelner Verfahrensstufen. Ziel dieser zusätzlichen Stufe ist es, den Eintrag von Mikroschadstoffen wie Medikamentenresten, Pestiziden, Pflanzenschutzmitteln, Korrosionsschutzmitteln oder synthetischen Duftstoffen aus Körperpflegeprodukten in die Gewässer zu reduzieren. Diese Substanzen können von herkömmlichen Kläranlagen ohne 4. Reinigungsstufe nicht oder nur zum Teil entfernt werden und gelangen daher so in die Gewässer.

Von den in Nordrhein-Westfalen betriebenen 589 kommunalen Kläranlagen sind zum Stand 31.12.2024 inzwischen 25 Kläranlagen mit einer 4. Reinigungs-

stufe zur Reduzierung des Eintrags von Mikroschadstoffen ausgebaut und in Betrieb. Weitere 11 Anlagen sind im Bau, 16 Anlagen sind in Planung <https://mikroschadstoffe.nrw.de/>.

Die bisher umgesetzten und geplanten Maßnahmen auf Kläranlagen zum Ausbau mit einer 4. Reinigungsstufe wurden in der Regel mit Landesmitteln gefördert; seit Ende 2023 über das Förderprogramm „Zukunftsfähige und nachhaltige Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen“ (ZunA NRW). Neben dem Ausbau von Kläranlagen zur Mikroschadstoffreduzierung unterstützt NRW auch die Forschung und Weiterentwicklung von Technologien zur Mikroschadstoffreduzierung.

Als großes Förderungsprojekt wurde Anfang April 2025 in Dortmund-Deusen die erste 4. Reinigungsstufe an der Emscher offiziell in Betrieb genommen. Die Pulveraktivkohledosierung mit nachgeschalteter Tuchfiltration ist derzeit die weltweit größte ihrer Art und mit einer Ausbaugröße von rund 700.000 Einwohnerwerten die größte 4. Reinigungsstufe in NRW (der Einwohnerwert für Kläranlagen umfasst Einträge aus Privathaushalten sowie Industrie und Gewerbe). Sie ist mit mehr als 30 Millionen Euro Landesmitteln gefördert worden.



Einweihung der 4. Reinigungsstufe in der Kläranlage Dortmund-Deusen

wurden bereits 2006 sogenannte Vorsorgewerte als „Orientierungswerte“ eingeführt und seitdem stetig weiterentwickelt. Bei Überschreitung solcher Werte erfolgt eine Ursachenanalyse und die Einleitung von Gegenmaßnah-

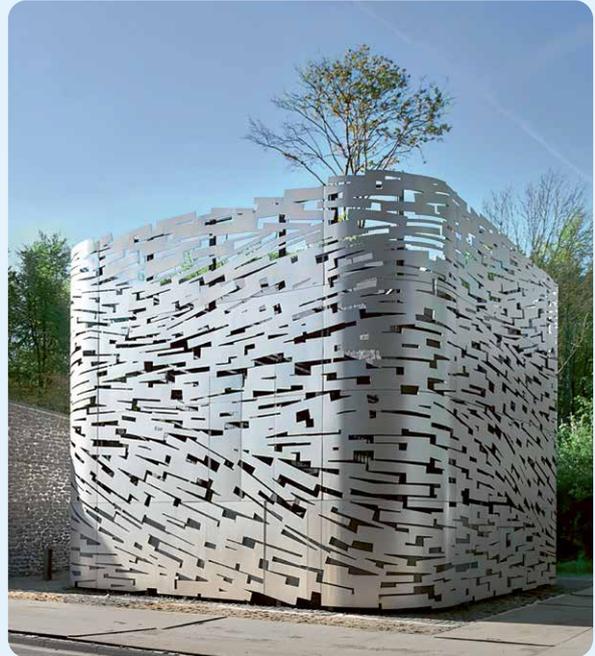
men. Dadurch soll vor allem das Vordringen von PFAS in das Rohwasser der Trinkwassergewinnungen weitgehend unterbunden werden. Für das Trinkwasser wurden mit der neuen Trinkwasserverordnung 2023 erstmals Grenzwerte

Box
26

10-PUNKTE-ARBEITSPLAN „HOCHWASSERSCHUTZ IN ZEITEN DES KLIMAWANDELS“

Im Jahr 2022 wurde eine Analyse und Bewertung der Flutkatastrophe 2021 angestoßen, um die richtigen Schlüsse für ein klimaresilientes Hochwasserrisikomanagement zu ziehen. In der Folge wurde der 10-Punkte-Arbeitsplan „Hochwasserschutz in Zeiten des Klimawandels“ aufgestellt | www.umwelt2024.nrw.de/110. Er stellt die Grundlage für die schwerpunktmäßigen Aufgaben der kommenden Jahre im Bereich des Hochwasserrisikomanagements dar, die für eine Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels erforderlich sind. Die Tätigkeiten im Rahmen des 10-Punkte-Arbeitsplans unterstützen zudem die Schritte zur Erfüllung der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie 2007/60/EG. Der Arbeitsplan wird fortlaufend an neue Erkenntnisse angepasst. Die Umsetzung erfolgt nach einer risikobasierten Vorgehensweise, mit dem Ziel, schnellstmögliche Verbesserungen im Hinblick auf ein zukünftiges Hochwasserereignis zu erzielen. Die aktuellen Schwerpunkte liegen in der Hochwasserinformation und -vorhersage im Hochwasserfall, dem Hochwasserinformations- und -meldedienst, dem Hochwasserschutz vor Ort, vor allem der Sanierung von Hochwasserschutzanlagen sowie der Talsperrensicherheit und dem Talsperrenmanagement. Die

Umsetzung des Arbeitsplans wird durch eine eigens eingerichtete interdisziplinäre Hochwasserkommission begleitet.



Hochwasserpumpwerk am Rhein im Landkreis Rodenkirchen, Köln

für PFAS festgelegt. Im Oberflächengewässermonitoring existieren derzeit Umweltqualitätsnormen für Perfluorocansulfonsäure (PFOA, eine chemische Verbindung aus der Gruppe der PFAS) im Wasser und in Fischen.

VON DER GRUNDWASSER-VERFÜGBARKEIT BIS ZUM HOCHWASSERSCHUTZ

Mit Ausnahme von 2021 waren die Jahre 2018 bis 2022 durch langanhaltende Dürre geprägt. Gewässer fielen trocken, viele Talsperren waren sehr gering gefüllt. Im Oktober 2018 wurden an mehr als 20 % der hiesigen Messstellen historische Tiefststände registriert. Das hatte neben wirtschaftlichen Schäden auch gravierende Auswirkungen auf die aquatischen Ökosysteme. Von der Dürre hat sich der Boden bis 1,8 Meter Tiefe in großen Landesteilen erst im Jahr 2023 erholt | www.umwelt2024.nrw.de/111. Die Grundwasserneubildung ist tendenziell rückläufig. Auch ist künftig häufiger mit Niedrigwasser und Wassermangelsituat-

tionen beziehungsweise Trockenheit und Dürren zu rechnen | [Seite 31](#). Vorausschauendes Handeln und eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wasservorräte sind daher ebenso notwendig wie Strategien für eine klimaangepasste Wassernutzung und der naturnahe Umbau hin zu klimaresilienten Gewässern.

Die Pendanten zu Niedrigwasser, Trockenheit und Dürre sind Hochwasser, Stark- und Dauerregen sowie Nässe. Bereits ab dem Jahr 2000 wurden aufbauend auf das Hochwasserschutzkonzept des Landes zahlreiche Hochwasseraktionspläne erarbeitet, Deiche erhöht und verstärkt, der Wasserrückhalt in der Fläche sowie die Gefahrenabwehr verbessert. Zudem wurde bei der Umsetzung der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie 2007/60/EG für mehrere hundert Gewässer auf insgesamt rund 5.900 Kilometern ein signifikantes Hochwasserrisiko festgestellt. Auch wurden Hochwasserrisikomanagementpläne für die Anteile an den Flussgebietseinheiten Rhein, Weser, Ems und Maas aufgestellt | www.umwelt2024.nrw.de/112. Daneben gibt das Land schon länger Hilfestellungen und Grundlagen für Konzepte zum Starkregenrisikomanagement

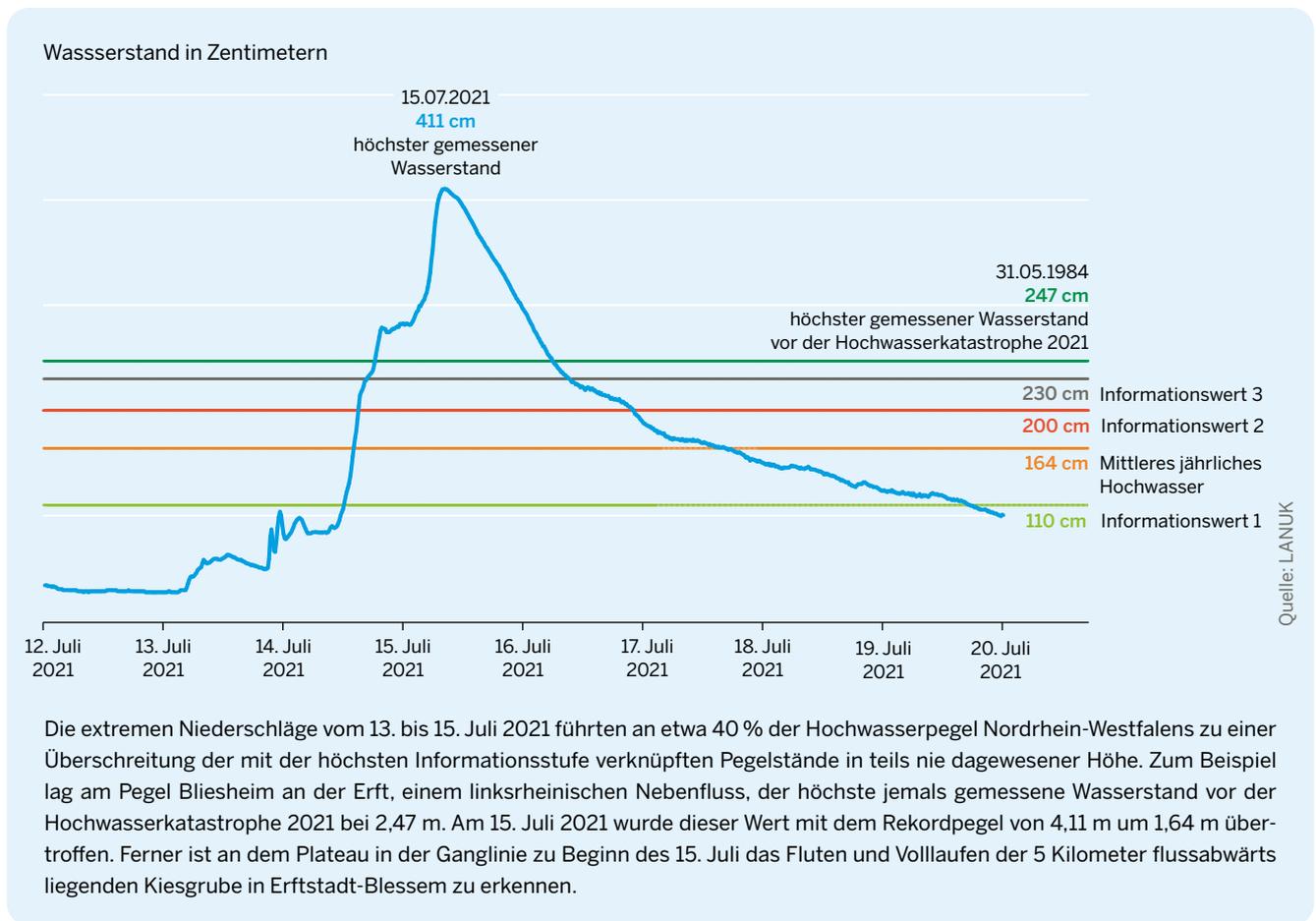


➔ www.umwelt2024.nrw.de/113. Starkregeneignisse treten lokal begrenzt mit einer hohen Niederschlagsmenge und -intensität auf, einhergehend mit einem nur schwer zu kalkulierenden Überschwemmungsrisiko ➔ [Abbildung 11](#).

Besonders einschneidend war die Flutkatastrophe in West- und Mitteleuropa im Sommer 2021, bei der allein in Nordrhein-Westfalen 49 Menschen starben. Ursache war das Tiefdruckgebiet Bernd mit anhaltendem, großflächigem Niederschlag von mehr als 100 mm pro Tag sowie Starkniederschlägen. An einigen Messstationen wurden sogar mehr als 150 mm Niederschlag pro Tag registriert ➔ [Abbildung 38](#). Tiefdruckgebiet Bernd ließ viele Nebenflüsse des Rheins sowie deren Nebenflüsse und -bäche im südlichen Landesteil über die Ufer treten und führte vielerorts zu einem extremen Hochwasser. Die materiellen Schäden an Gebäuden und Infrastruktur durch die Sturzfluten und Überschwemmungen gehen in die Milliarden Euro. Im Nachgang zu der Flutkatastrophe 2021 wird das Hochwasserrisikomanagement in Nordrhein-Westfalen auf der Grundlage eines 10-Punkte-Arbeitsplans gestärkt, der wesentliche Maßnahmen zur Anpassung des Hochwasserschutzes an den Klimawandel aufzeigt ➔ [Box 26](#).

Das letzte große Hochwasser in Nordrhein-Westfalen verlief zum Jahreswechsel 2023/2024 vergleichsweise glimpflich, nicht zuletzt dank zahlreicher Maßnahmen der Deichverteidigung und des Einsatzes von mobilem Hochwasserschutz ➔ www.umwelt2024.nrw.de/114. Flächendeckende Niederschläge mit über 100 mm trafen von Mitte Dezember 2023 bis in den Januar 2024 hinein auf bereits gesättigte Böden und führten in der Folge in 13 von 17 Flusseinzugsgebieten zu Hochwasser, insbesondere im Einzugsgebiet der Ems, Niers und Schwalm, der Lippe sowie der Weser. An 8 der insgesamt 123 Hochwassermeldepegel wurde der höchste Informationswert 3 überschritten (bebaute Gebiete können in größerem Umfang überflutet werden, Einsatz von Feuerwehr und Katastrophenschutz in großem Umfang möglich), an weiteren 29 Messstellen der Informationswert 2 (Gefahr der Überflutung einzelner bebauter Grundstücke oder Keller, Sperrung überörtlicher Verkehrsverbindungen, vereinzelter Einsatz von Feuerwehr und Katastrophenschutz möglich) und an 45 Messstellen der Informationswert 1 (gegebenenfalls Ausuferung des Gewässers, land- und forstwirtschaftliche Flächen können überflutet werden, leichte Verkehrsbehinderungen auf Hauptverkehrs- und Gemeindestraßen sind möglich).

Abbildung 38 Hochwasser-Ganglinie am Pegel Bliesheim an der Erft zur Zeit der Flutkatastrophe 2021



Natur, Ländliche Räume in Nordrhein-Westfalen



Gefährdete Arten²⁰²⁴

44,4 %

aller beobachteten Pflanzen-, Pilz- und Tierarten stehen auf der (vorl.) Roten Liste



Artenvielfalt und Landschaftsqualität²⁰²²

Zielerreichungsgrad für Lebensraumtyp

67 % Agrarland

74 % Wälder

74 % Siedlungen

65 % Gewässer

Trends ↘



Naturschutzflächen²⁰²³

8,9 %

an der Landesfläche

Trend ↗



Waldzustand Kronenverlichtung aller Baumarten²⁰²⁴

27 %

ohne Kronenschäden

Trend ↘

39 %

deutliche Kronenschäden

Trend ↘

Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert²⁰²²

Anteil an der Agrarlandschaft

13 % Trend ↘



Top 3 des Groß- und Kleinviehs¹



6,4 Mio.
Schweine



17,4 Mio.
Hühner



1,4 Mio.
Rinder



Stickstoffüberschuss der landwirtschaftlich genutzten Fläche²⁰²²

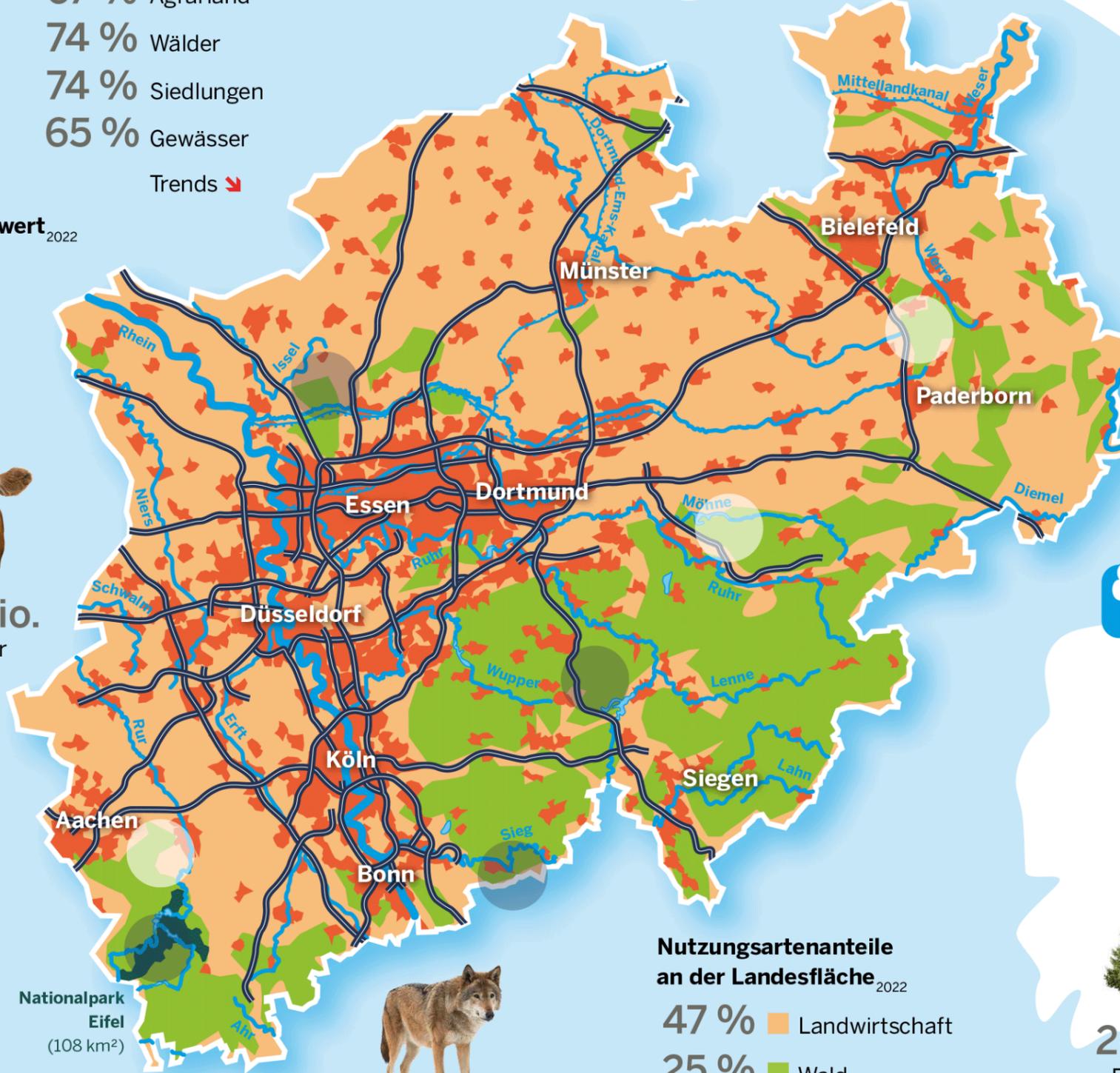
66 kg/ha

Trend ↘

Ökologische Landwirtschaft²⁰²³

Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche

6,1 % Trend ↗



Laub- und Nadelbaumanteil an der bestockten Waldfläche²⁰²²

66 %
Laubbäume

34 %
Nadelbäume

Top 3 der Baumartenanteile am Wald²⁰²²



20 %
Fichte



21 %
Buche



19 %
Eiche

Nutzungsartenanteile an der Landesfläche²⁰²²

47 % Landwirtschaft

25 % Wald

24 % Siedlung und Verkehr

1,8 % Gewässer

Nationalpark Eifel (108 km²)



Wolfsterritorien²⁰²⁴

● Rudel

○ Einzeltier

NATURERBE UND NATURSCHUTZ



Der Schwarzstorch ist als Brutvogel in Nordrhein-Westfalen seit längerem wieder heimisch, ist aber sehr störungsempfindlich



IM OBEREN HOCHRISIKOBEREICH: PLANETARE GRENZE „VERÄNDERUNG IN DER INTEGRITÄT DER BIOSPHÄRE“

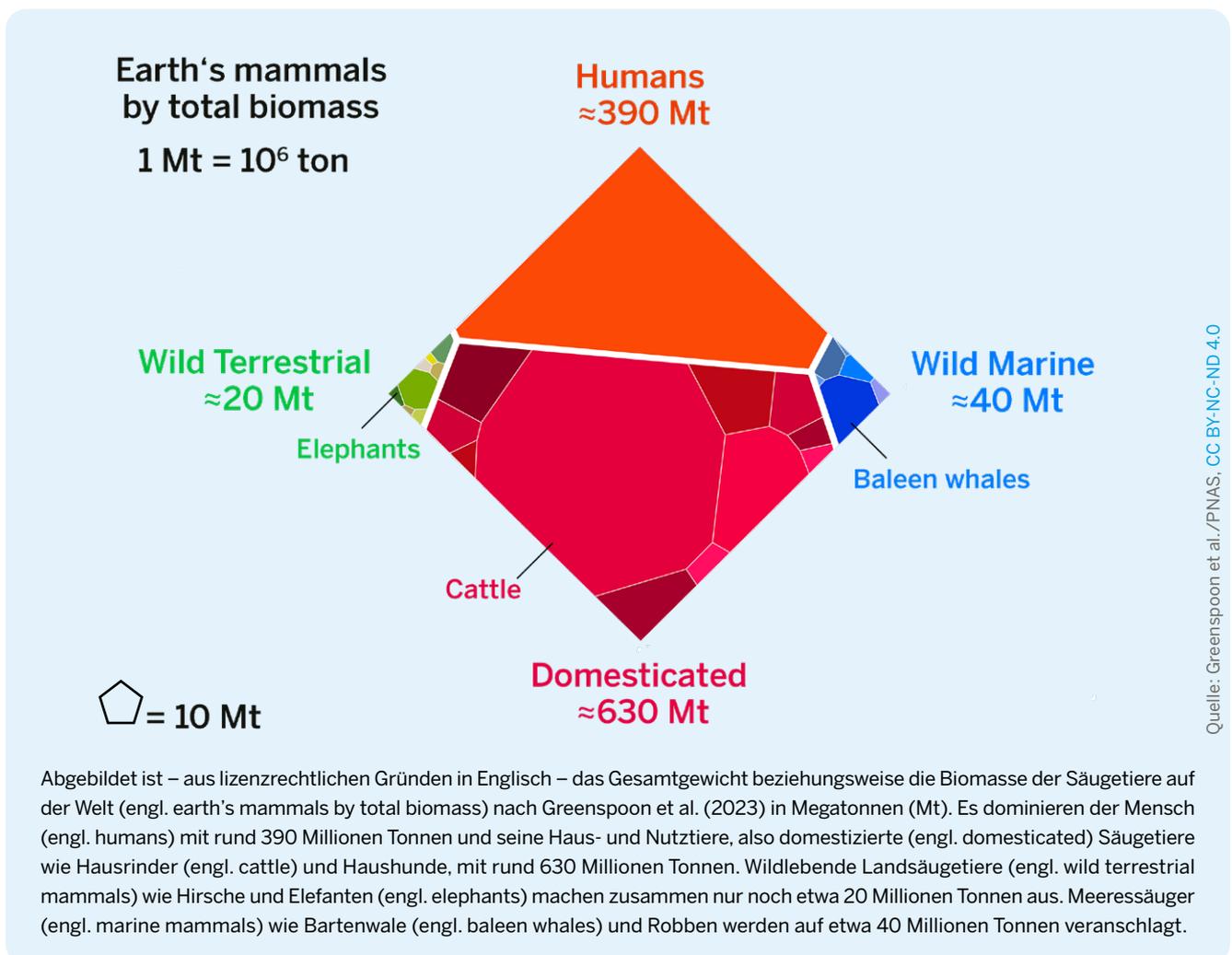
Die erdgeschichtlich gesehen kurze Zeitspanne der letzten 12.000 Jahre brachte mit der Domestizierung von Pflanzen und Tieren sowie der Entwicklung der Landwirtschaft, der industriellen Revolution und der Bevölkerungsexplosion von etwa 2 Millionen auf 8,2 Milliarden Menschen radikale Folgen für die Umwelt. So sind zum Beispiel nach Greenspoon et al. (2023) in der wissenschaftlichen Fachzeitschrift „PNAS“ die Relationen der Säugetiere zueinander völlig auf den Kopf gestellt worden: Mittlerweile macht das Gewicht (Biomasse) aller wildlebenden Landsäugetiere zusammen nur noch etwa 20 Millionen Tonnen (20 Megatonnen) aus, während die Menschheit mit etwa 390 Megatonnen das 20-fache und deren Haus- und Nutztiere mit etwa 630 Megatonnen etwa das 30-fache auf die Waage bringen (→ [Abbildung 39](#)). Allein unsere Haushunde liegen mit etwa 20 Megatonnen Biomasse gleichauf mit der aller wild-

lebenden Landsäugetiere. Die Biomasse der Hausschweine wird mit 40 Megatonnen auf das Doppelte taxiert, die für das Hausrind, die domestizierte Form des ausgerotteten eurasischen Auerochsen, auf 420 Megatonnen.

Radikale Folgen bildet auch das Konzept der Planetaren Grenzen (→ [Seite 16](#)) für die „Veränderung der Integrität der Biosphäre“ ab, die es anhand der „genetischen Vielfalt“ und der „funktionalen Integrität“ beschreibt:

Die genetische Vielfalt ist essenziell, weil unterschiedlichste Erbinformationen dafür sorgen, dass sich Lebewesen an die immerwährenden Veränderungen auf der Erde anpassen können. Auch der Mensch verdankt ihr seine Existenz und ist auf die Leistungen einer vielfältigen Natur angewiesen, nicht zuletzt in der Land- und Forstwirtschaft sowie in der Medizin. Als Kontrollvariable für die Veränderungen an der genetischen Vielfalt dient die Aussterberate. Die Aussterberate, die mit dem Erhalt der genetischen Vielfalt für die Biosphäre als vereinbar gilt, wird mit weniger als 10 Extinktionen (Aussterben) pro eine Million Arten

Abbildung 39 Gewichts- beziehungsweise Biomasseanteile verschiedener Säugetiergruppen auf der Erde



Abgebildet ist – aus lizenzrechtlichen Gründen in Englisch – das Gesamtgewicht beziehungsweise die Biomasse der Säugetiere auf der Welt (engl. earth's mammals by total biomass) nach Greenspoon et al. (2023) in Megatonnen (Mt). Es dominieren der Mensch (engl. humans) mit rund 390 Millionen Tonnen und seine Haus- und Nutztiere, also domestizierte (engl. domesticated) Säugetiere wie Hausrinder (engl. cattle) und Haushunde, mit rund 630 Millionen Tonnen. Wildlebende Landsäugetiere (engl. wild terrestrial mammals) wie Hirsche und Elefanten (engl. elephants) machen zusammen nur noch etwa 20 Millionen Tonnen aus. Meeressäuger (engl. marine mammals) wie Bartenwale (engl. baleen whales) und Robben werden auf etwa 40 Millionen Tonnen veranschlagt.

und Jahr veranschlagt. Insgesamt gibt es ungefähr 8 Millionen Pflanzen- und Tierarten auf der Welt. Im Holozän vor der Industrialisierung lag die Aussterberate bei etwa einer Extinktion pro eine Million Arten und Jahr. So starb etwa der letzte eurasischer Auerochse im Jahr 1627. Derzeit liegen wir mit mehr als 100 Extinktionen pro eine Million Arten und Jahr über dem 10-fachen der Planetaren Grenze. Mehr als 10 % der genetischen Vielfalt von Pflanzen und Tieren dürfte allein in den letzten 150 Jahren für immer verloren gegangen sein.

Die „funktionale Integrität“ des Konzepts bildet die Funktionsfähigkeit der Biosphäre ab, das heißt die Intaktheit aller Lebensräume sowie deren Lebensgemeinschaften aus Pflanzen und Tieren. Dafür bedient man sich des Indikators Human Appropriation of Net Primary Production (HANPP). Er ist ein Maß für den Anteil, den sich die Menschheit von der Nettoprimärproduktion aneignet. Die Nettoprimärproduktion wiederum repräsentiert die Biomasse, die von den Pflanzen durch die Photosynthese gewonnen wird – die wichtigste Energiequelle für Mensch und Tier. Als Planetare Grenze für den HANPP gelten weniger als 10 % der vorindustriellen Nettoprimärproduktion (so dass 90 % der Nettoprimärproduktion der Biosphäre zugutekommen). Für das vorindustrielle Holozän wurde ein HANPP von etwa 1,9 % der Nettoprimärproduktion errechnet. Für die Gegenwart ist ein HANPP von 30 % ermittelt worden, das 3-fache der Planetaren Grenze. Das ist eine Folge der Übernutzung der Nettoprimärproduktion, hauptsächlich durch die Ernte in der Land- [Seite 110](#) und Forstwirtschaft, [Seite 104](#) für die Menschen und deren Haus- und Nutztiere.

Im Jahr 2021 schätzte das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung den Anteil Nordrhein-Westfalens an der Veränderung der Funktionsfähigkeit der Biosphäre ab www.umwelt2024.nrw.de/115. Über den Biodiversity Intactness Index kam es zu dem Schluss, dass der entsprechende Grenzwert um das 2,4-fache überschritten wurde. Import und Export wurden dabei außer Acht gelassen. So blieb beispielsweise der nordrhein-westfälische Anteil an dem Biodiversitätsverlust durch die Brandrodung von tropischem Regenwald für den Ölpalmenanbau sowie die hiesige Produktion und Konsumation von Palmölprodukten unberücksichtigt.

Bei der Veränderung der Planetaren Grenze „Integrität der Biosphäre“ befinden wir uns demnach im oberen Hochrisikobereich – weit jenseits des sicheren Handlungsraums für die Menschheit [Seite 04](#). Das ist umso besorgniserregender, als sie mit den anderen 5 Prozessen, bei denen die Planetaren Grenzen auch überschritten sind, nämlich Klimawandel [Seite 25](#), Überladung mit neuartigen Stoffen [Seite 47](#) sowie Veränderungen in den biogeochemischen Kreisläufen [Seite 83](#), den Süßwassersystemen [Seite 79](#) und der Landnutzung [Seite 73](#) in Wechselwirkung ist.

WENIGER WIRD MEHR? NEUE ROTE LISTEN, ARTENVIELFALT UND LANDSCHAFTSQUALITÄT

Dem letzten globalen Assessment der Biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen des Weltbiodiversitätsrats IPBES aus dem Jahr 2019 ist zu entnehmen, dass sich der Zustand der Biodiversität dramatisch verschlechtert hat und etwa eine Million Arten auf unserem Planeten zurzeit vom Aussterben bedroht sind. Eine im November 2023 veröffentlichte große Studie eines internationalen Forschungsteams, das die Roten Listen Europas und neueste Daten analysierte, folgerte anhand von Extrapolationen, dass sogar etwa 2 Millionen Arten auf der Erde vom Aussterben bedroht sind.

Ende 2023 stellte die Weltnaturschutzunion IUCN die aktuelle Rote Liste der bedrohten Tier- und Pflanzenarten vor, ein weiteres Zeugnis für den Zustand unseres Planeten: 28 % der erfassten Arten sind so dezimiert, dass sie vom Aussterben bedroht sind. Darunter fallen unter anderem etwa 70 % der Palmfarne, 41 % der Amphibien, 37 % der Haie und Rochen, 36 % der Korallen, 34 % der Nadelbäume, 28 % der Krebstiere, 26 % der Säugetiere, 25 % der Süßwasserfische, 21 % der Reptilien, 16 % der Insekten und 12 % der Vögel.

In Nordrhein-Westfalen sind mehr als 43.000 verschiedene Tier-, Pilz- und Pflanzenarten heimisch – mehr als die Hälfte aller in Deutschland vorkommenden Arten. Diese Artenvielfalt ist das Ergebnis von 2 großen, sehr unterschiedlichen Naturräumen: dem atlantisch geprägten Tiefland und dem kontinental geprägten Bergland mit einer Vielzahl teils naturnaher, teils intensiv genutzter Lebensräume. Die Erhaltung der Biodiversität ist Kernaufgabe des Naturschutzes.

Ein Gradmesser für die Artenvielfalt in Nordrhein-Westfalen ist der Umweltindikator Gefährdete Arten [Seite 40](#). Er basiert auf den Roten Listen der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere des Landes, die nach den Gesamtfassungen 1979, 1986, 1999 und 2011 fortan als Einzelwerke seit dem Jahr 2021 herausgegeben und sukzessive veröffentlicht werden www.umwelt2024.nrw.de/116. Im aktuellen Erhebungszyklus des Indikators sind bislang die Artengruppen Farn- und Blütenpflanzen, Armleuchteralgen, Rotalgen und Braunalgen, Brutvögel, Fische und Rundmäuler [Seite 80](#), Schmetterlinge, Laufkäfer, Steinfliegen, Eintagsfliegen sowie Köcherfliegen abgeschlossen, weitere werden in Kürze folgen. Demnach fiel der Anteil der Rote-Liste-Arten im Jahr 2024 mit 44,4 % (vorläufiger Wert) deutlich höher und besorgniserregender aus als noch bei der Ersterhebung 1979 mit 37,9 %. Er fiel aber auch etwas geringer aus als bei der Vorerhebung 2011 mit 46,3 %. Als ausgestorben oder



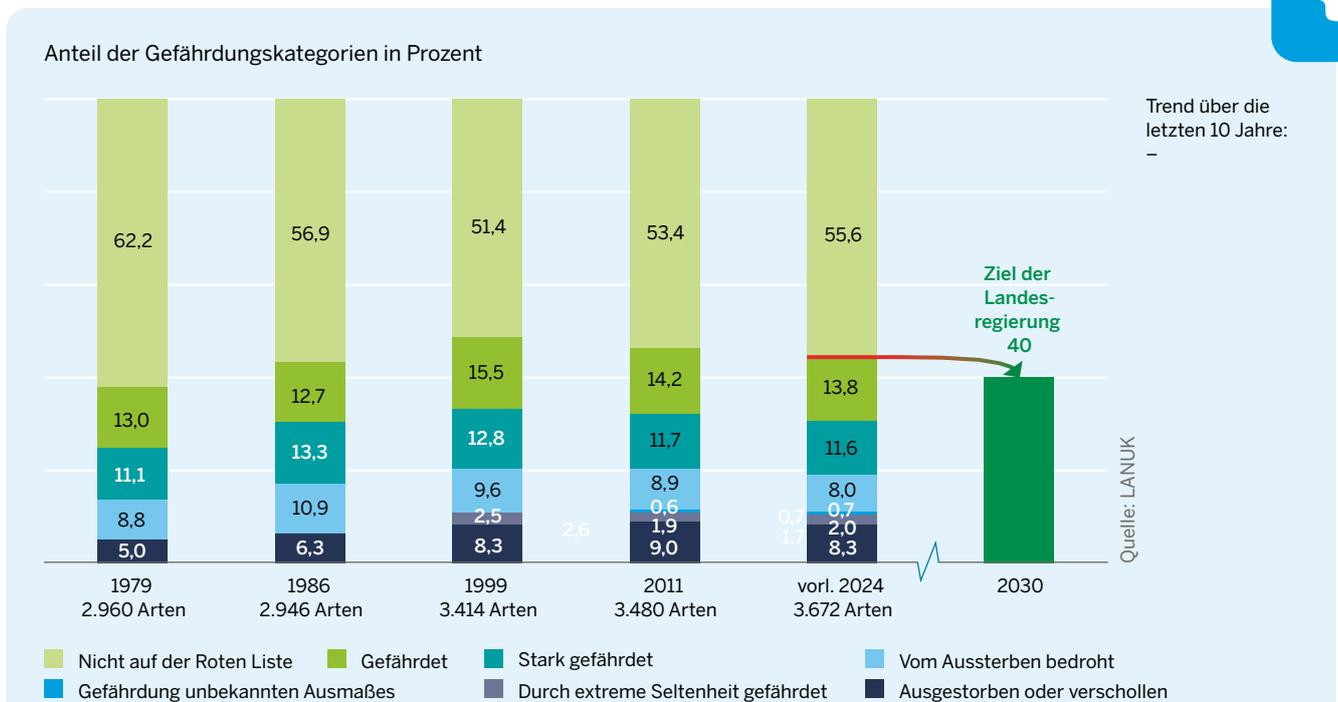
verschollen gelten derzeit 8,3 % der 3.672 für den Indikator beobachteten Arten. Als vom Aussterben bedroht, so dass sie in absehbarer Zeit ausstürben, wenn die Gefährdungsursachen fortbestehen, gelten 8,0 %. Stark gefährdet sind 11,6 % der Arten und gefährdet sind 13,8 %.

Um die prominente Artengruppe der Brutvögel zu beleuchten: Die 7. Fassung der Roten Liste der Brutvögel in Nordrhein-Westfalen wurde im Jahr 2023 veröffentlicht www.umwelt2024.nrw.de/117. Sie betrachtet für den Zeitraum 2011 bis 2016 die etablierten einheimischen Arten, 190 an der Zahl, von denen hier derzeit nur noch 166 regelmäßig brüten. 100 Arten sind in einer der Gefährdungskategorien vertreten, mehr als die Hälfte der etablierten Brutvogelarten des Landes (gegenüber der 6. Fassung aus 2016 ist die Zahl um 7 gestiegen): 24 Arten sind hierzulande ausgestorben oder verschollen, darunter beispielsweise das Birkhuhn, die Haubenlerche, die Rohrdommel und die Zwergseeschwalbe. 23 Arten sind vom Aussterben bedroht, 16 stark gefährdet und 24 gefährdet. Die Bilanz der neuen Roten Liste fällt nicht gut aus, da bei vielen Arten keine Trendumkehr zu erkennen ist. Insbesondere die Agrarlandschaft (Offenland) und Sonderstandorte (Moore und

Heiden) weisen hohe Anteile gefährdeter Brutvögel auf. Für Arten wie Turteltaube, Uferschnepfe, Bekassine, Kiebitz und Rebhuhn hat sich die Lage weiter verschlechtert, während Arten der Wälder und Siedlungen Zu- und Abnahmen verzeichneten. Bei Brutvogelarten, die den Gewässern als Haupthabitat zuzuordnen sind, konnte eine Zunahme oder zumindest eine Stagnation der Bestände beobachtet werden. Trotz allem sind auch letztere mit vielen Vertretern wie Krickente, Großem Brachvogel, Trauerseeschwalbe und Uferschwalbe gelistet. Die bisherigen Anstrengungen waren nicht ausreichend, um den Gefährdungen unserer Brutvögel entgegenzuwirken. Es sind verstärkte Bemühungen im Natur- und im Artenschutz notwendig, besonders in der Agrarlandschaft, um den Artenverlust und die Bestandsrückgänge aufzuhalten.

Ein weiterer Gradmesser für das Naturerbe und den Naturschutz ist der Indikator Artenvielfalt und Landschaftsqualität [↳ Abbildung 41](#). Er wurde kürzlich für Nordrhein-Westfalen an die überarbeitete Methodik des Bundes angepasst und mit neuen Zielen hinterlegt. Letztere wurden ermittelt auf Grundlage von Landschaftsszenarien mit einer nachhaltigen Landnutzung, abgeleitet unter anderem aus

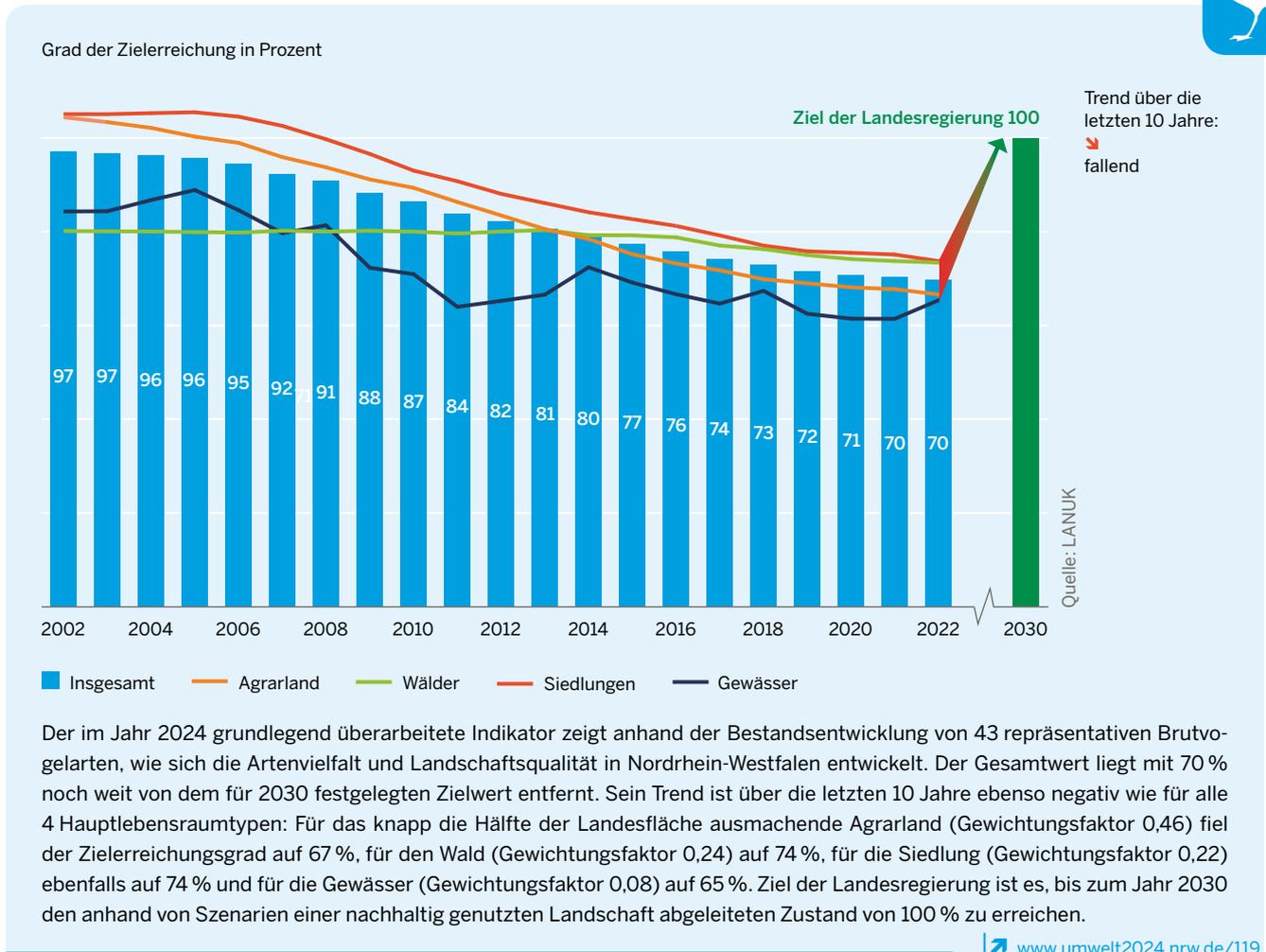
Abbildung 40 Umweltindikator Gefährdete Arten



Der Indikator basiert auf den Roten Listen der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen. Er zeigt den Anteil der Rote-Liste-Arten an der Gesamtzahl der bewerteten Arten nach Gefährdungskategorien. Einbezogen sind jene Arten, die in allen 5 Erhebungen bewertet wurden, und die Arten, die mindestens 3-mal in Folge bewertet wurden. Der vorläufige Anteil der Rote-Liste-Arten fiel im Jahr 2024 mit 44,4 % deutlich höher aus als bei der Ersterhebung 1979 mit 37,9 %, aber etwas geringer als 2011 mit 46,3 %. Als ausgestorben oder verschollen gelten derzeit 8,3 % der beobachteten Arten. Ein Trend lässt sich aus den 5 Erhebungen noch nicht ableiten. Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der Rote-Liste-Arten bis zum Jahr 2030 auf 40 % zu senken.



Abbildung 41 Umweltindikator Artenvielfalt und Landschaftsqualität



der EU-Biodiversitätsstrategie, dem Bundes- und Landesnaturschutzgesetz sowie der Biodiversitätsstrategie [↳ Box 27](#) und dem Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalens. Der Indikator stützt sich auf die Bestandsentwicklung von 43 Brutvogelarten, die repräsentativ sind für den Zustand der Hauptlebensraumtypen des Landes. Darunter sind Arten wie Feldlerche und Star für das Agrarland, Kleiber und Schwarzspecht für den Wald, Hausrotschwanz und Rauchschnalbe für die Siedlungen sowie Haubentaucher und Teichrohrsänger für die Gewässer. Mit einem Gesamtwert von 70 % für das Jahr 2022 ist die Artenvielfalt und Landschaftsqualität weit entfernt von dem Zustand, der dem Zielwert von 100 % für das Jahr 2030 entspricht, zumal ein fallender Trend über die letzten 10 Jahre zu verzeichnen ist. Das gilt auch für alle 4 Hauptlebensraumtypen. In der Agrarlandschaft finden zwar lokal und regional erfolgreich wirkende Maßnahmen wie Artenhilfsprogramme (beispielsweise für den Feldhamster), Vertragsnaturschutz [↳ Box 29](#), Agrarumweltmaßnahmen und ökologischer Landbau [↳ Seite 114](#) statt. Deren Umfang ist aber bislang zu gering für eine Trendumkehr. Vorherrschend ist vielmehr eine intensive Bodenbearbeitung, der

konventionelle Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln [↳ Seite 67](#) [↳ Seite 111](#) und ein relativ geringer Anteil an extensiv genutztem Grün- und Ackerland. In den Wäldern wirken Maßnahmen wie der Waldumbau zu strukturreicheren Laub- und Mischwäldern partiell bereits positiv, für eine Trendwende reicht das indes noch nicht. Auch die Wiederbewaldung ehemals meist mit Fichten bestandener Kalamitätsflächen bietet Chancen für naturnähere Wälder [↳ Seite 108](#). In den Siedlungen nimmt die Artenvielfalt besonders rund um Höfe und in den Dörfern ab. Günstig wird sich hier aber die seit Januar 2024 gültige Novelle der Landesbauordnung auswirken, nach der Schotterungen zur Gestaltung von Grünflächen („Schottergärten“) sowie Kunstrasen nicht mehr zulässig sind [↳ www.umwelt2024.nrw.de/120](http://www.umwelt2024.nrw.de/120). Um die Artenvielfalt und Landschaftsqualität bei den oft durch Strukturdefizite, hohe Nährstoffeinträge [↳ Abbildung 35](#), Dürre und störende Freizeitaktivitäten beeinträchtigten Gewässer zu verbessern, ist unter anderem die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur ökologischen Entwicklung von Fließ- und Stillgewässern notwendig.

Box
27

BIODIVERSITÄTSSTRATEGIE NORDRHEIN-WESTFALEN

Die Biodiversitätsstrategie aus dem Jahr 2015 ist die fachliche Grundlage für Projekte und Maßnahmen des Natur- und Artenschutzes im Land | www.umwelt2024.nrw.de/121. Sie trägt zur Umsetzung der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt aus dem Jahr 2007 sowie zur Erreichung der internationalen und europäischen Biodiversitätsziele bei. Die Erhaltung der biologischen Vielfalt ist eine große Aufgabe für den Staat und das Gemeinwesen. Wir alle sind aufgerufen, einen Teil zur Bewahrung der Schöpfung beizutragen. Die neue Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030, auf deren Grundlage die Landesstrategie fortgeschrieben wird, wurde im Dezember 2024 vom Bundeskabinett verabschiedet.



Der Feldhamster hat nur noch mit einem Zuchtprogramm eine Chance in Nordrhein-Westfalen

ZURÜCKKEHRENDE ARTEN UND NEOBIOTA

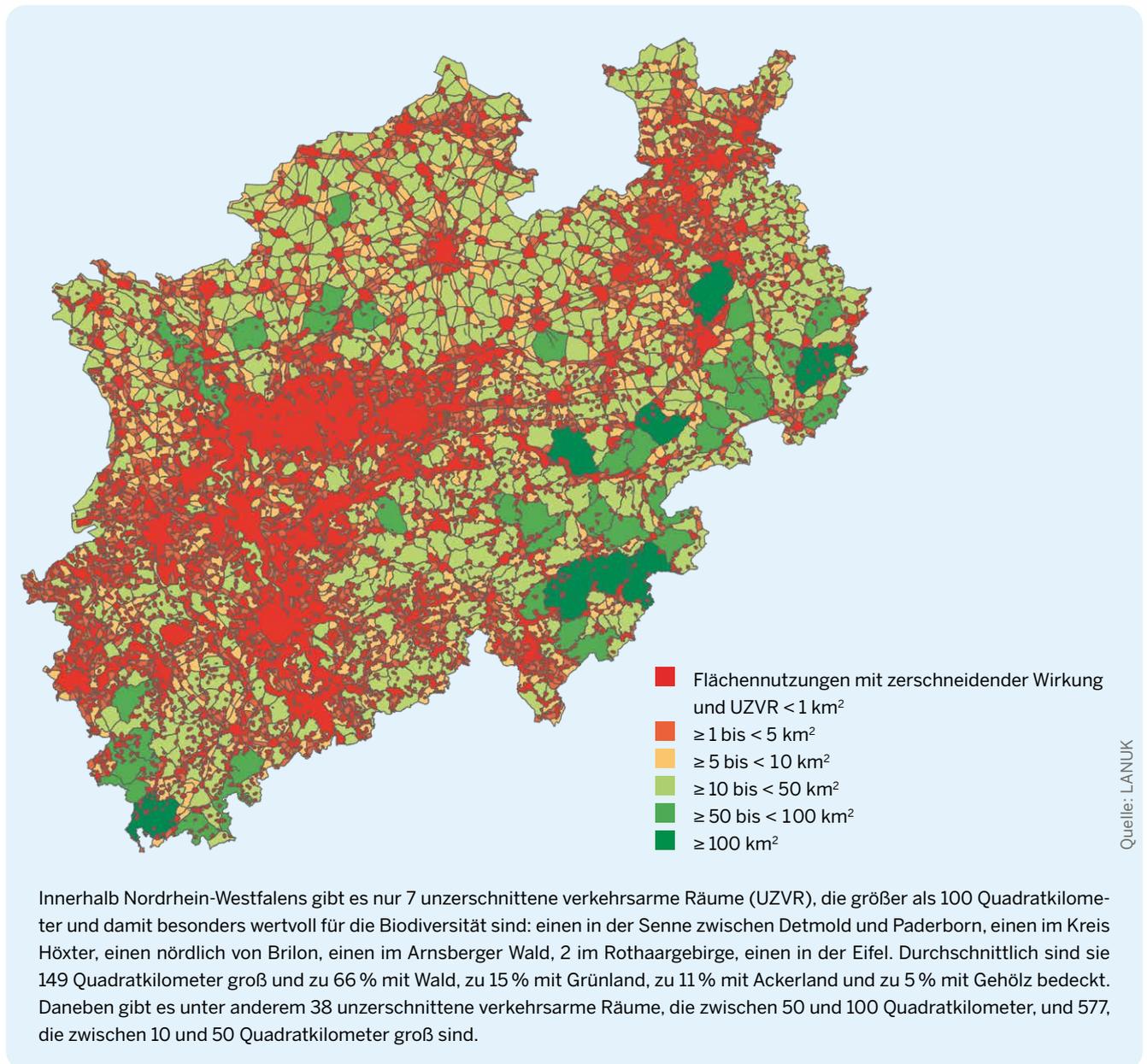
Seit geraumer Zeit kehren Tierarten nach Nordrhein-Westfalen zurück, die in der Vergangenheit als ausgestorben galten. Dazu gehören prominente Beispiele wie die nach dem Bundesnaturschutzgesetz streng geschützten Arten Luchs, Fischotter, Biber, Wolf, Seeadler, Schwarzstorch und schon vor längerer Zeit der Uhu.

Unter diesen Arten nimmt das Raubtier Wolf sicherlich eine besondere Stellung ein, da sich die Weidetierhaltung an dessen Anwesenheit anpassen muss. In den letzten rund 200 Jahren hatte die Weidetierhaltung ohne den Wolf wirt-

schaften können. Im Jahr 2009 gab es dann Hinweise auf einzelne durchziehende Wölfe. 2018 gelang erstmals seit 1835 der Nachweis eines standorttreuen Wolfs am unteren Niederrhein im Kreis Wesel. 2020 wurde hierzulande erstmals wieder ein Wolfsrudel, das heißt ein Paar mit Welpen, dokumentiert. Für standorttreue Wölfe hat das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr folgende Fördergebiete für den Schutz von Weidetieren eingerichtet: Westliches Münsterland, Eifel-Hohes Venn, Dümmer-Geest-Niederung, Märkisches Sauerland, Oberbergisches Land, Senne-Eggegebirge, Stegskopf und Oberer Arnsberger Wald (insgesamt rund 50 % der Landesfläche). Im Monitoringjahr 2024 weist Nordrhein-Westfalen mit 4 Rudeln (Schermbbeck, Leuscheid, Ebbegebirge und Nationalpark Eifel) und 3 territorialen Einzeltieren (Rureifel, Oberer Arnsberger Wald und Senne) nur wenige Prozent des bundesweiten Wolfsbestands (209 Rudel, 46 Paare, 19 territoriale Einzeltiere) auf. Damit zählt Nordrhein-Westfalen nicht zu den sogenannten Wolfsländern wie zum Beispiel Niedersachsen, Sachsen oder Brandenburg. Der Wolfsbestand wächst in Nordrhein-Westfalen nach wie vor, bis jetzt jedoch keineswegs exponentiell. Zur Minderung von wirtschaftlichen Belastungen, die durch den Wolf verursacht wurden, gewährt das Land nach der Förderrichtlinie Wolf Billigkeitsleistungen und fördert präventive Herdenschutzmaßnahmen. Haus- und Nutztierverluste durch Wolfsübergriffe werden in der Regel ersetzt, Investitionskosten für Herdenschutzmaßnahmen wie Elektrozaune werden zu 100 % vom Land übernommen. Aktuelle Informationen rund um das Thema stehen unter | www.wolf.nrw.de.

Im Gegensatz zu den Arten, die sich ihren Lebensraum auf natürliche Weise wieder zurückerobern, können die durch menschlichen Einfluss zu uns gekommenen Arten (Neobiota) die biologische Vielfalt erheblich schädigen. Zur Einordnung: Von rund 100 vom Menschen eingeschleppten Arten etablieren sich bei uns im Mittel 10 Arten dauerhaft, davon kann wiederum im Mittel eine Art invasiv werden. Invasiv sind die Neozoen, die dauerhafte Schäden in den Lebensgemeinschaften (Biozöosen) hervorrufen. Es geht also um 1 % der Neozoen (Tiere), Neophyten (Pflanzen) oder Neomyxomyceten (Pilze), die besonders problematisch sind. Beispiele für invasive Neobiota sind die Uferbauwerke schädigende Nutria, die die Fischfauna massiv beeinträchtigende Schwarzmundgrundel oder die bei Hautkontakt heftige phototoxische Reaktionen hervorrufende Herkulesstaude. Deren Bekämpfung wird durch eine eigene EU-Verordnung geregelt und ist Aufgabe der Kreise und kreisfreien Städte. Im Neobiota-Portal Nordrhein-Westfalen | www.umwelt2024.nrw.de/122 ist eine entsprechende Artenliste mit Fundortdaten und Empfehlungen zu Maßnahmen veröffentlicht. Aufgeführt sind auch vergleichsweise harmlose Arten wie der Halsbandsittich, der Bestände aus Gefangenschaftsflüchtlings aufbauen konnte.

Abbildung 42 Zerschneidung der Landschaft und unzerschnittene verkehrsarme Räume in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2021



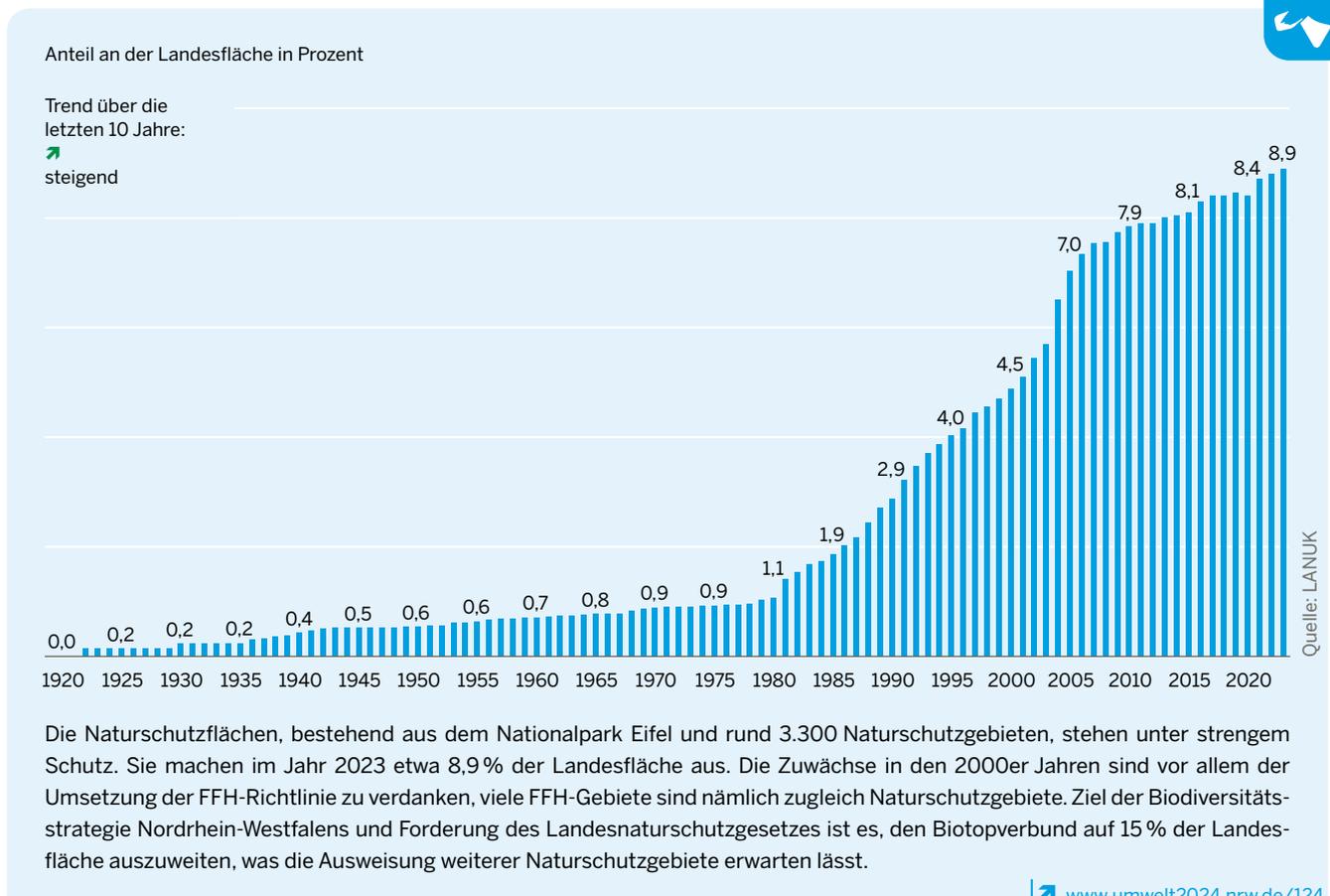
ARTEN-AREAL-BEZIEHUNG UND UNZERSCHNITTENE VERKEHRSARME RÄUME

Je größer die Fläche, desto mehr Arten sind darauf zu finden. Und je verinselter und fragmentierter die Lebensräume, desto geringer ist ihre Biodiversität. Das besagt sinngemäß die Arten-Areal-Beziehung, eine fundamentale ökologische Regel, deren Grundlagen bereits im 18. Jahrhundert beschrieben wurden. Deshalb hat der Erhalt von Schutzgebieten, von Biotopverbänden und von unzerschnittenen verkehrsarmen Räumen so große Relevanz für die Biodiversität. Ausgedehnte unzerschnittene Lebensräume sind für Arten mit hohem Raumbedarf und gro-

ßem Aktionsradius, wie es zum Beispiel die Wildkatze ist, unabdingbar. Sie sind eine wesentliche Voraussetzung für den Austausch von Genen und das Überleben von Populationen. Häufig frequentierte Verkehrsinfrastruktur lässt jedoch die direkte Sterblichkeit von Tieren stark steigen und macht den Genaustausch zwischen Populationen und das Überleben nicht selten unmöglich. Fortschreitender Landnutzungswandel beziehungsweise Flächenverbrauch |→ [Abbildung 31](#) und einhergehende Zerschneidungen gefährden zunehmend die Existenz von Tier- und Pflanzenarten und konterkarieren den Artenschutz. Auch für das Naturerleben und die Erholung der Menschen ist es wichtig, großflächig unzerschnittene Räume zu erhalten, die verkehrs- und lärmarm sind. Eine Neuberechnung ergab, dass es innerhalb von Nordrhein-Westfalen gerade einmal



Abbildung 43 Umweltindikator Naturschutzflächen



7 unzerschnittene verkehrsarme Räume gibt, die größer als 100 Quadratkilometer sind [↳ Abbildung 42](http://www.umwelt2024.nrw.de/123) [↳ www.umwelt2024.nrw.de/123](http://www.umwelt2024.nrw.de/123). Schon allein diese Tatsache übt einen enormen Druck auf die heimische Artenvielfalt aus. Unzerschnittene verkehrsarme Räume sind definiert als Flächen, die nicht durch Straßen mit einer Verkehrsstärke von mehr als 1.000 Fahrzeugen pro Tag sowie Bahnstrecken, Ortslagen, Industrie- und Gewerbegebiete, Flughäfen und Kanäle ab einer bestimmten Bedeutung zerschnitten sind.

ENTWICKLUNG UND ZUSTAND VON GEBIETEN MIT UND OHNE SCHUTZSTATUS

In ganz Nordrhein-Westfalen sind Lebensräume zu erhalten und zu entwickeln, die aufgrund ihrer Größe und Struktur geeignet sind, zum Erhalt der Artenvielfalt, der Lebensgemeinschaften und der landschaftstypischen Biotope beizutragen. Ein Instrument dafür ist die gesetzlich gesicherte Fläche des landesweiten Biotopverbunds, die sich aktuell auf etwa 11,9% der Landesfläche erstreckt. Sie wird insbesondere gebildet aus den Naturschutzgebieten inklusive dem Nationalpark Eifel [↳ Abbildung 43](http://www.umwelt2024.nrw.de/124), den Fauna-

Flora-Habitat-Gebieten (FFH-Gebieten) und den nach EU-Recht ausgewiesenen Vogelschutzgebieten [↳ Box 28](http://www.umwelt2024.nrw.de/125). Allerdings sind die meisten dieser Gebiete nicht frei von Nutzungen durch die Land- und Forstwirtschaft, durch Freizeit, Erholung, Tourismus und Verkehr. Daneben wurden in Nordrhein-Westfalen auf Grundlage der „Prager Erklärung“ rund 100 Wildnisentwicklungsgebiete auf insgesamt knapp 8.000 Hektar Fläche ausgewiesen – hauptsächlich im Staatswald sowie in FFH- oder Naturschutzgebieten liegend [↳ www.umwelt2024.nrw.de/125](http://www.umwelt2024.nrw.de/125). Sie sollen vornehmlich den an die Alters- und Zerfallsphase gebundenen Pflanzen- und Tierarten einen geeigneten Lebensraum bieten.

Die EU-Mitgliedstaaten sind dazu verpflichtet, der Europäischen Kommission alle 6 Jahre über die Umsetzung der Vogelschutz- und der FFH-Richtlinie zu berichten. Berichte nach Vogelschutz-Richtlinie werden ausschließlich für die Bundesebene veröffentlicht, der letzte im Jahr 2019 [↳ www.umwelt2024.nrw.de/126](http://www.umwelt2024.nrw.de/126). Seine Bilanz ist, dass der Anspruch eines umfassenden Schutzes der heimischen Vogelarten noch nicht verwirklicht werden konnte, insbesondere nicht in der Agrarlandschaft: So sind zum Beispiel die Bestände des Rebhuhns in der Zeitspanne von 1992 – einem Zeitpunkt, zu dem es um diese Spezies auch nicht mehr zum Besten stand – bis 2016 um 89% zurückgegangen.

In dem Zusammenhang muss erwähnt werden, dass die EU-Kommission im März 2024 ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland einleitete, weil es seinen Verpflichtungen aus der EU-Vogelschutzrichtlinie nicht hinreichend nachkam. Neben mehreren an alle Bundesländer gerichteten Beanstandungen steht Nordrhein-Westfalen wegen des nach Ansicht der Kommission unzureichenden Managements des EU-Vogelschutzgebiets „Unterer Niederrhein“ www.umwelt2024.nrw.de/127 in der Kritik. Zusammen mit den Naturschutzbehörden und weiteren Akteuren vor Ort werden dort seit vielen Jahren Maßnahmen zum Schutz der Vogelarten in diesem für Brut und Rast bedeutenden Vogelschutzgebiet durchgeführt. Das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr erarbeitet aktuell zusammen mit dem Landesamt für Natur, Umwelt und Klima, den in dem Vogelschutzgebiet Unterer Niederrhein tätigen Naturschutzbehörden sowie den Biologischen Stationen Konzepte und Strategien, die unter anderem auf eine Optimierung des Gebietsmanagements, eine Verbesserung der Koordinations- und Betreuungsstrukturen

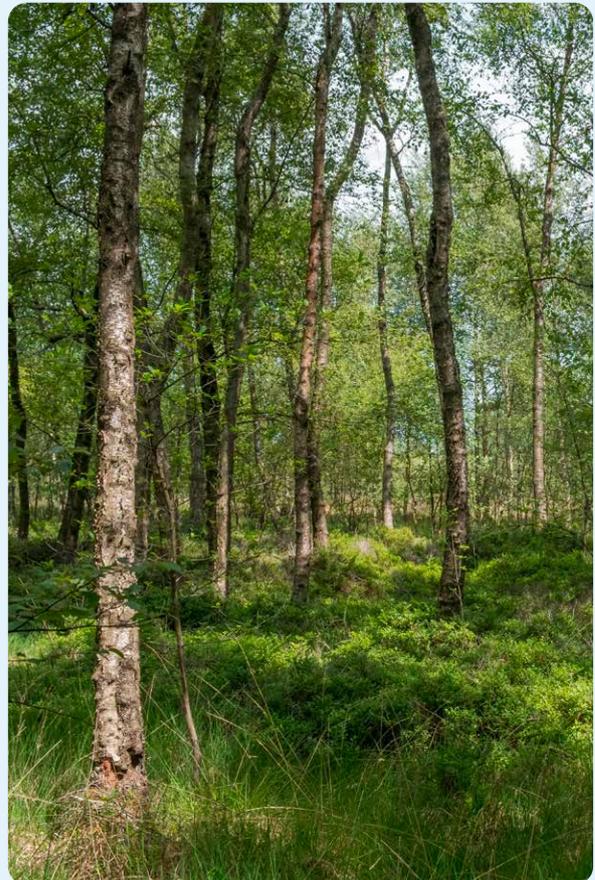
sowie eine Beseitigung von bestehenden Hemmnissen gerichtet sind. Auch eine Aktualisierung des bestehenden Maßnahmenkonzeptes ist in Vorbereitung, um die Lebensbedingungen für Wiesenvogelarten wie den Kiebitz und die Uferschnepfe zu verbessern.

Neben den FFH-Berichten des Bundes über den Zustand der FFH-Lebensräume und FFH-Arten gibt es als Teilbeiträge auch FFH-Berichte für die Landesebene. Der letzte nordrhein-westfälische FFH-Bericht ist aus dem Jahr 2019 www.umwelt2024.nrw.de/128, der nächste wird 2025 veröffentlicht. Die nordrhein-westfälischen FFH-Berichte differenzieren zwischen 2 großen Naturräumen, dem atlantischen Tiefland (Niederrheinische Bucht, Niederrheinisches Tiefland, Westfälische Bucht, Westfälisches Tiefland) und dem kontinentalen Bergland (Weserbergland, Bergisches Land, Sauer- und Siegerland, Eifel, Siebengebirge). Insgesamt kommen hier 44 verschiedene Lebensraumtypen vor, 34 im atlantischen Tiefland, 40 im kontinentalen Bergland.

FAUNA-FLORA-HABITAT- UND VOGELSCHUTZGEBIETE ERGEBEN DAS EU-WEITE NATURA 2000-NETZWERK

Box
28

Die im Jahr 1979 in Kraft getretene Vogelschutz-Richtlinie und die 1992 in Kraft getretene FFH-Richtlinie verfolgen das Ziel, den anhaltenden Rückgang von wildlebenden Arten und natürlichen Lebensräumen in der Europäischen Union entgegenzuwirken sowie die biologische Vielfalt zu erhalten. Beide Richtlinien sehen als Kernelemente die Etablierung eines nach einheitlichen Kriterien ausgewiesenen, kohärenten Schutzgebietssystems vor. Dieses Schutzgebietssystem wird „Natura 2000“ genannt. Die Natura 2000-Gebiete bilden das größte grenzüberschreitende, koordinierte Schutzgebietsnetz der Welt. Die Vernetzung dient der Bewahrung, Herstellung und Entwicklung ökologischer Wechselbeziehungen sowie der Förderung natürlicher Ausbreitungs- und Wiederbesiedlungsprozesse. Nordrhein-Westfalen verfügt über 29 Vogelschutzgebiete, deren Fläche in Summe auf 5,5 % der Landesfläche zunahm. Daneben gibt es in Nordrhein-Westfalen 517 FFH-Gebiete, die sich teilweise mit den Vogelschutzgebieten überschneiden. Überlappungsfrei sind insgesamt etwa 8,9 % der Landesfläche als Natura 2000-Gebiete ausgewiesen www.umwelt2024.nrw.de/129. Mit deren Ausweisung ist die Verpflichtung verbunden, die für einen günstigen Erhaltungszustand der Arten- und Lebensraumtypen erforderlichen Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen auf Dauer sicherzustellen.



Naturschutz- und FFH-Gebiet Fürstenkuhle, Gescher



REKORDBETEILIGUNG BEIM VERTRAGSNATURSCHUTZ

Im Jahr 2024 erreichte die Naturschutzförderung in Nordrhein-Westfalen einen neuen Höchststand: Landwirtinnen und Landwirte stellten gemeinsam mit dem Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Nordrhein-Westfalens rund 43.000 Hektar Fläche für den Vertragsnaturschutz [I → www.umwelt2024.nrw.de/130](http://www.umwelt2024.nrw.de/130) bereit, eine weitere Steigerung gegenüber den 39.000 Hektar im Vorjahr.

Der Vertragsnaturschutz [I → Seite 114](#) fördert eine extensive Bewirtschaftung von Äckern und Grünland sowie die Pflege von Streuobstbeständen und Hecken. Im Jahr 2024 wurden hierfür Maßnahmen mit einem Fördervolumen von etwa 33,6 Millionen Euro beantragt, finanziert durch Mittel der Europäischen Union und des Landes.

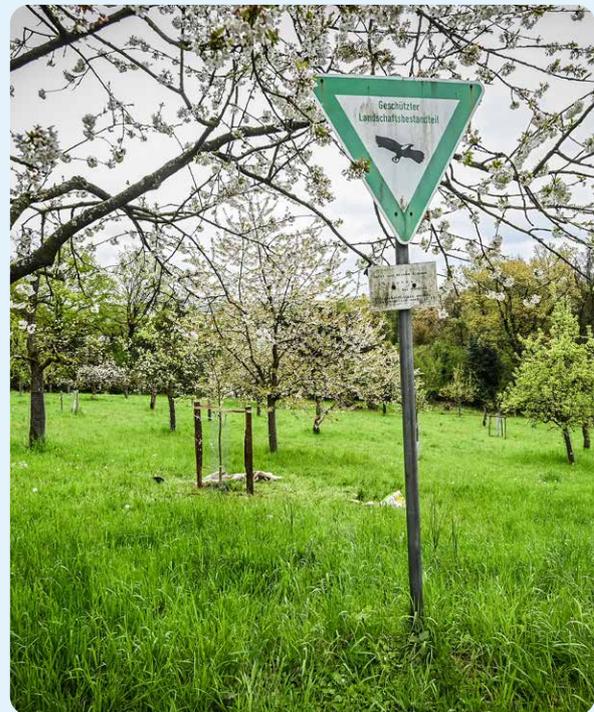
Mit dem Vertragsnaturschutz erhalten wir gemeinsam mit der Landwirtschaft wertvolle Lebensräume, die durch technische Fortschritte und den Strukturwandel im ländlichen Raum immer seltener geworden sind.

Hierzu zählen auch die Streuobstwiesen. Sie gehören zu den artenreichsten Lebensräumen unserer Kulturlandschaft in Mitteleuropa. Sie haben eine immense Bedeutung für die Erhaltung der biologischen Vielfalt, auch in Nordrhein-Westfalen. Sie bieten zahlreichen Tieren und Pflanzen, darunter vielen gefährdeten Arten wie Steinkauz und Siebenschläfer, aber auch zahlreichen Insektenarten einen Lebensraum.

Von den geförderten Flächen entfielen rund 8.270 Hektar auf Ackerextensivierungen, etwa 34.450 Hektar auf Grünland und 960 Hektar auf Streuobstbestände und Hecken. Durch die geförderten Maßnahmen werden nicht nur bedrohte Biotope wie Magerrasen, Heiden, artenreiche Wiesen und Weiden

erhalten, sondern wird auch wichtiger Lebensraum für Arten wie Kiebitz, Rotmilan, Rebhuhn und Feldhase bewahrt. Unterstützt werden auch Ackerränder zum Schutz gefährdeter Feldflora und Blühstreifen, die Insekten und Vögeln als Nahrungsquelle dienen.

Der Anstieg der Förderfläche und der bereitgestellten Mittel unterstreicht das Engagement der Landesregierung und der landwirtschaftlichen Betriebe für den Naturschutz in Nordrhein-Westfalen. Diese gemeinsame Anstrengung trägt dazu bei, wertvolle Lebensräume zu erhalten und die Artenvielfalt in der Region zu fördern.



Eine Streuobstwiese mit blühenden Obstbäume auf einem Gelände in Kettwig

Zur Situation der FFH-Lebensräume [I → Abbildung 44](#): Im atlantischen Tiefland ergab die Bewertung für etwa 18 % einen günstigen, für etwa 30 % einen unzureichenden und für etwa 50 % einen schlechten Erhaltungszustand. In einem schlechten Erhaltungszustand befinden sich nährstoffarme und nährstoffreiche Stillgewässer, Moore [I → Box 20](#), Grünlandlebensräume sowie Auenwälder. Einen unzureichenden Erhaltungszustand weisen beispielsweise die Eichenmisch- beziehungsweise Buchenwälder feuchter oder nährstoffarmer Standorte sowie die Trockenrasen auf Kalk auf. In einem günstigen Erhaltungszustand befinden sich insbesondere Waldmeister-Buchenwälder sowie

die Trocken- und Wacholderheiden. Besser sieht die Situation im kontinentalen Bergland aus. Hier sind 60 % der Lebensraumtypen in einem günstigen Erhaltungszustand, während 15 % als unzureichend sowie 22 % als schlecht bewertet wurden. Günstig ist weiterhin der Zustand fast aller Lebensraumtypen der Wälder, Felsen, Fließgewässer und Heiden sowie der Kalkmager- und Borstgrasrasen. Als unzureichend bewertet wurden Moorwälder, Schwermetallrasen, Kalkflachmoore und Kalkschutthalden, die auf kleinflächigen Sonderstandorten vorkommen. Dies gilt auch für die als schlecht erhalten bewerteten Lebensraumtypen wie Hochmoore, Pfeifengraswiesen und Binnensalzwiesen.

Abbildung 44 Erhaltungszustand der FFH-Lebensraumtypen und -Arten für Nordrhein-Westfalen im Jahr 2019

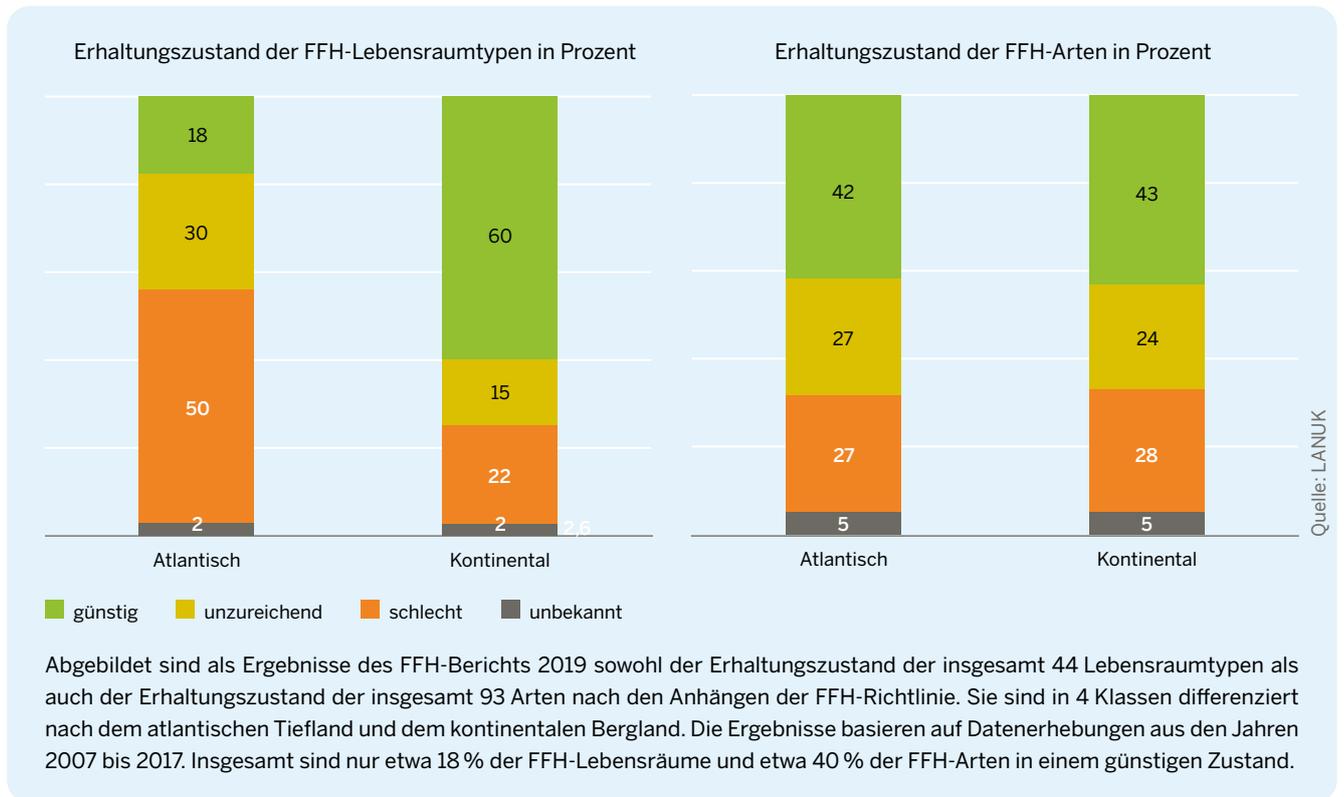


Abbildung 45 Umweltindikator Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert



Von der Landwirtschaftsfläche Nordrhein-Westfalens war im Jahr 2022 mit insgesamt 12,8 % ein geringerer Anteil von hohem Naturwert als im Jahr 2009. Der Trend über die letzten 10 Jahre zeigt jedoch keine signifikanten Veränderungen und ist konstant. Innerhalb der 3 Wertstufen gibt es jedoch Verschiebungen: Ein linearer Trend über die letzten 10 Jahre kann nicht festgestellt werden. Statt 6,5 % im Jahr 2013 betrug er zuletzt 5,7 %. Einen sehr hohen Naturwert hatten 4,6 % der Landwirtschaftsfläche bei einem konstanten Trend. Der Trend für Flächen mit äußerst hohem Naturwert ist steigend: Ihr Anteil nahm seit 2013 von 2,1 % auf 2,5 % zu. Bis 2025 sollen als Ziel der Biodiversitätsstrategie 15 % der Landwirtschaftsflächen in eine der 3 Kategorien fallen.



Ebenfalls schlecht bewertet wurden die Flachland- und Bergmähwiesen, die allerdings auf deutlich größeren Flächen vorkommen.

Zur Situation der FFH-Arten [↪ Abbildung 44](#): Insgesamt wurden in Nordrhein-Westfalen 93 Arten der FFH-Richtlinie bewertet. Es zeigten sich wenige Unterschiede zwischen dem Erhaltungszustand im Tiefland und im Bergland. In beiden Naturräumen umfassen die Arten mit günstigem Erhaltungszustand etwa 40 % der Gesamtmenge. Die Arten mit schlechtem und mit unzureichendem Erhaltungszustand machen jeweils etwa 30 % der bewerteten Arten aus. In einem schlechten Erhaltungszustand befinden sich neben Weichtieren und Krebsen vor allem Arten, die auf extensiv genutzte Grünlandflächen angewiesen sind. Mit dem Großen Moorbläuling, dem Blauschillernden Feuerfalter und dem Skabiosen-Schneckenfalter fallen die Tagfalter besonders in dieser Gruppe auf. Dieses Ergebnis entspricht auch den Befunden der Auswertung zu den Lebensraumtypen (Flachland- und Bergmähwiesen). Verbesserte Erhaltungszustände konnten vor allem bei den Arten der Wälder nachgewiesen werden, aber auch bei den Libellenarten konnten positive Entwicklungen verzeichnet werden, dazu zählen etwa die Zierliche Moosjungfer und die Grüne Keiljungfer.

Ursachen für die ungünstigen Einstufungen von Lebensraumtypen und Arten sind vor allem Belastungen durch hohe Nährstoffeinträge [↪ Abbildung 24](#) [↪ Seite 83](#), Störungen des Wasserhaushalts [↪ Seite 79](#) und die intensive Landnutzung. Auch die Fragmentierung der Lebensräume [↪ Seite 98](#) sowie direkte und indirekte Effekte des Klimawandels [↪ Seite 25](#) spielen eine Rolle. Diese Ursachen sind durch Naturschutzmaßnahmen nur unzureichend zu verbessern. Regelungen, Förderprogramme und Konzepte anderer Politikbereiche mit Auswirkungen auf die FFH-Schutzgüter müssen daher weiter optimiert beziehungsweise konsequent umgesetzt werden.

Ob mit oder ohne Schutzstatus, Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert sind wertvoll für die Biodiversität. Als solche gelten extensiv genutzte Grünland-, Acker- und Streuobstflächen, Säume sowie Brachen. Einbezogen sind auch jenseits der bewirtschafteten Flächen liegende Hecken, Gebüsche, Feldgehölze und naturnahe Bachläufe. Knapp 13 % der Agrarlandschaft wiesen im Jahr 2022 einen hohen Naturwert auf, rund 87 % einen geringen Naturwert [↪ Abbildung 45](#). Differenzen ergeben sich unter anderem für topographisch und geomorphologisch verschieden geprägte Regionen: Im nordrhein-westfälischen Tiefland weisen geringere Anteile der Landwirtschaftsfläche einen hohen Naturwert auf. Im Bergland dagegen liegen die Anteile wesentlich höher.

NEUE WEICHENSTELLUNGEN ZUR WIEDERHERSTELLUNG DER NATUR

Ende 2022 wurde auf der UN-Biodiversitätskonferenz ein wegweisendes Rahmenabkommen zum Arten- und Naturschutz beschlossen, das „Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework“. Deutschland trat ihm gemeinsam mit 195 weiteren Staaten bei. Die vielleicht wichtigsten Ziele dieses Rahmenabkommens mit seinen 4 langfristigen Statuszielen (Goals) und 23 Handlungszielen (Targets) lauten wie folgt:

- Bis zum Jahr 2050 sollen die Unversehrtheit, Widerstandsfähigkeit und Vernetzung von Ökosystemen aufrechterhalten, gestärkt oder wiederhergestellt und soll die Fläche natürlicher Ökosysteme erheblich vergrößert werden. Zudem soll das Aussterben bedrohter Arten gestoppt und das Aussterberisiko aller Arten um das Zehnfache gesenkt werden. Die Häufigkeit von Populationen wildlebender Arten soll auf ein gesundes und widerstandsfähiges Niveau erhöht und die genetische Vielfalt innerhalb der Populationen erhalten werden (Goal 1).
- Bis 2030 sollen sich weltweit mindestens 30 % der Flächen geschädigter Land- und Meeresökosysteme in einem Prozess der wirksamen Wiederherstellung befinden (Target 2).
- Bis 2030 sollen weltweit mindestens 30 % der Land- und Meeresfläche unter effektiven Schutz gestellt werden (Target 3).
- Bis 2030 sollen der Eintrag von Düngemittelüberschüssen in die Umwelt und die Risiken durch Pestizide und sehr gefährliche Chemikalien halbiert werden (Target 7).

Das Erreichen dieser ehrgeizigen Ziele wäre ein Meilenstein für Mensch, Klima und Natur. Analog wurde dazu im Juni 2024 die „EU-Verordnung zur Wiederherstellung der Natur“ beschlossen, ein wichtiger Bestandteil des „European Green Deal“. Sie sieht unter anderem vor, dass EU-weit bis zum Jahr 2030 auf mindestens 20 % der Land- und Meeresfläche Wiederherstellungsmaßnahmen ergriffen werden [↗ www.umwelt2024.nrw.de/132](http://www.umwelt2024.nrw.de/132). Bis 2050 sollen für alle Ökosysteme, die der Wiederherstellung bedürfen, Maßnahmen definiert werden. Zentrales Instrument sind dabei nationale Wiederherstellungspläne, deren Entwürfe alle Mitgliedstaaten der EU-Kommission zur Prüfung im Jahr 2026 vorlegen müssen. Das Beispiel Nationalpark Eifel [↗ www.nationalparkeifel.de](http://www.nationalparkeifel.de) beweist, dass ein solches Großschutzgebiet erfolgreich sein kann, wenn es durch die ganze Region mitgetragen wird.



WALD UND FORSTWIRTSCHAFT

Rindenschaden bei einer Buche im Stadtwald Iserlohn



UMWANDLUNGEN, MULTI-FUNKTIONALITÄT UND ÖKOSYSTEM-LEISTUNGEN DES WALDES

„Den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen“ versinnbildlicht als Redewendung, das große Ganze nicht zu sehen, weil man nur das Klein-Klein im Fokus hat. In der Tat ist der Wald mehr als eine Ansammlung von Bäumen. Vielmehr spielen Wälder, vor allem die von menschlicher Einflussnahme kaum veränderten Primärwälder, eine entscheidende Rolle bei den Wechselwirkungen der 9 wesentlichen Regulatoren für den Zustand des Erdsystems |→ Seite 16. Entwaldungen als global wichtigste Variante des Landnutzungswandels haben maßgeblichen Einfluss auf den Klimawandel |→ Seite 25 und das Artensterben |→ Seite 93, nicht zuletzt aber auch auf die Versauerung der Weltmeere sowie den Süßwasserverbrauch |→ Seite 79. Diesem Umstand wird Rechnung getragen, indem die Planetare Grenze „Veränderung der Landnutzung“ über die ursprünglich bewaldeten Flächen in den Tropen, in den gemäßigten Breiten und in der borealen (nordischen) Zone definiert ist |→ Seite 73.

Mittlerweile sind nur noch etwa 60 % dieser ursprünglichen Wälder verblieben, die Planetare Grenze für die Veränderung der Landnutzung ist deutlich überschritten.

Laut Fachliteratur ist für die Fläche Nordrhein-Westfalens ohne menschliches Einwirken von einer weitgehend geschlossenen Waldbedeckung auszugehen – mit Ausnahme von Gewässern, Mooren sowie Lichtungen durch den Einfluss von Großsäugern. Eine im Jahr 2021 veröffentlichte Studie des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung |→ www.umwelt2024.nrw.de/133 berechnete, dass nur noch rund 30 % der potenziell ursprünglich bewaldeten Fläche Nordrhein-Westfalens bewaldet ist. Primärwälder gibt es hier jedenfalls seit Jahrhunderten nicht mehr. Andererseits ist auch Raubbau an dem verbliebenen Wald seit 200 Jahren kein Thema mehr. In anderen Regionen sind große Kahlschläge und Brandrodungen jedoch immer noch an der Tagesordnung. Zum Beispiel in den Regenwäldern Brasiliens zugunsten von Sojaanbau und Rinderweiden sowie Indonesiens für Industrieholz- und Palmölplantagen. Oder in den letzten Urwäldern Europas für die Holz- und Papierwarenindustrie – letztlich für Produkte,

Box
30

DER WALD SPIELT EINE SCHLÜSSELROLLE BEIM KLIMASCHUTZ

Ohne Wald würde selbst bei noch so vielen anderen Klimaschutzmaßnahmen der menschengemachte Klimawandel nicht gestoppt werden können. Wälder wirken als gigantische Kohlenstoffspeicher, indem sie Kohlenstoff in den Pflanzen und den Böden in großer Menge binden und speichern. Möglich macht dies die Photosynthese, bei der durch Sonnenlicht, Wasser, atmosphärisches CO₂ und verschiedene Nährstoffe Kohlenstoff in Blättern oder Nadeln, Holz und Wurzeln gebunden wird. Ein Kubikmeter Holz mit etwa 500 Kilogramm Gewicht besteht aus ungefähr 250 Kilogramm Kohlenstoff, für die der Atmosphäre etwa 917 Kilogramm CO₂ entzogen wurden. Der Klimaschutzeffekt kommt weltweit vor allem durch den Schutz der verbleibenden Primärwälder, Aufforstung beziehungsweise Wiederaufforstung, eine nachhaltige Forstwirtschaft |→ Box 31 und die langfristige Verwendung von Holzprodukten wie Holzbaustoffen zum Tragen. Kohlendioxid wird so über einen längeren Zeitraum fixiert und erst bei der Verbrennung von Holzprodukten oder bei der natürlichen Zersetzung wieder freigegeben. Somit tragen Wälder und die Holzverwendung zum Klimaschutz bei. Einer wissenschaftlichen Studie zufolge wird allein in Nordrhein-Westfalen eine Emissionsreduktion um jährlich etwa 18 Millionen Tonnen CO₂ durch die Speicherung in

Wäldern und in Holzprodukten sowie durch die Substitution von Materialien und Energieträgern erreicht. Das entspricht rund 8 % der CO₂-Emissionen Nordrhein-Westfalens im Jahr 2022. Holz ist ein CO₂-neutraler Werkstoff und Energieträger und spielt daher in der Klimadiskussion eine wichtige Rolle. Das Land will den Beitrag des Bereichs Wald und Holz zum Klimaschutz im Rahmen verschiedener Initiativen weiter ausbauen |→ Seite 108.



Begründung eines Erlen-Vorwaldes durch das Regionalforstamt Hochstift

die auch wir weiterverarbeiten beziehungsweise konsumieren. Abgesehen von Kippelementen wie dem Amazonas-Regenwald, deren Kippen zu Kettenreaktionen mit unwiederbringlichen Folgen führen kann, zeigt die Klima- und Umweltkrise auch in den Waldökosystemen unserer Breiten sich selbst verstärkende Effekte. Ein Beispiel: Vermehrte Trockenheit und zunehmende Hitze machen den an die bisherigen klimatischen Bedingungen angepassten Wald anfälliger gegenüber Krankheiten und Parasiten und Waldbrände treten häufiger auf.

Hierzulande setzen die forst- und naturschutzrechtlichen Bestimmungen des Bundes und des Landes www.umwelt2024.nrw.de/134 den Rahmen für multifunktionale, artenreiche und naturnahe Wälder mit ihren Schutz-, Nutz- und Erholungsfunktionen. Dabei spielt der hohe Privatwaldanteil von 63 % eine große Rolle.

Wald im Sinne des Bundeswald- und des Landesforstgesetzes sind mit Forstpflanzen bestockte Grundflächen, aber auch verlichtete und gesetzlich wieder zu bewaldende Grundflächen, Waldwege, Waldblößen und Lichtungen, Waldwiesen und Holzlagerplätze. Wald im Sinne der Ökologie ist ein Ökosystem, in dem sich ab einer bestimmten Waldentwicklungsphase durch den Dichtstand der Bäume ein eigenes Klima unterhalb des Kronendaches bildet, das Waldinnenklima. Es zeichnet sich durch ausgeglichene Temperaturen – kühler im Sommer, wärmer im Winter –, eine höhere relative Luftfeuchtigkeit sowie geringere Lichtintensität und Windgeschwindigkeiten als in der Umgebung aus.

Der Wald in Nordrhein-Westfalen www.umwelt2024.nrw.de/135 bietet eine Fülle an Ökosystemleistungen: Er ist für etwa 18.000 Pflanzen-, Pilz- und Tierarten Lebensraum, er speichert und filtert Grundwasser, schützt vor Erosion und Hochwasser und sorgt für die Humusbildung sowie die Luftfiltration und -kühlung. Auch setzt er Sauerstoff frei und bindet Kohlenstoff in Form von Biomasse [Box 32](#). Der nachwachsende Rohstoff Holz hat mit rund 250.000 Beschäftigten und mehr als 30 Milliarden Euro Jahresumsatz in der Forst- und Holzwirtschaft eine große Bedeutung für den ländlichen Raum. Nicht zuletzt hat der Wald eine Erholungsfunktion sowie eine herausragende kulturelle Bedeutung für die Menschen.

Nach der Bundeswaldinventur 2022 gelten etwa 950.000 Hektar oder 28 % der Landesfläche als Waldfläche (etwa 850.000 Hektar oder 25 % laut Kataster). Der hiesige Wald ist jünger und vielfältiger geworden. Vor allem nahm die Fläche der Altersklasse 1 bis 20 Jahre zu und die der Altersklasse 41 bis 60 Jahre ab. Durch die Folgen des Klimawandels hat sich der Wald verändert, insbesondere Fichten fielen großflächig aus.

EINTRÄGE VON NÄHR- UND SCHADSTOFFEN IN WALDGEBIETE

Atmosphärische Stickstoff- und Säureeinträge mit den Niederschlägen (Deposition) in Waldökosysteme werden durch das forstliche Umweltmonitoring erfasst. Es ist aus der Debatte über „neuartige Waldschäden“ in den 1980er Jahren hervorgegangen. Chronisch hohe Stickstoff- und Säureeinträge wirken sich negativ auf die Waldökosysteme aus. Zu den Folgen zählen Bodenversauerung, Nährstoffauswaschung, Freisetzung von toxischem Aluminium und Eisen, Qualitätsverschlechterung von Grund- und Oberflächengewässern sowie die Abnahme der Vitalität und Vielfalt der Arten im Wald.

Seit den 1980er Jahren wird im Wald ein Rückgang der Stickstoffeinträge beobachtet [Abbildung 46](#), insbesondere beim Nitrateintrag, während die Ammoniumdepositionen hoch blieben. Auch der Säureeintrag ist seit den 1980er Jahren stark zurückgegangen. Anfangs wurden die Säureeinträge von Sulfat dominiert. Die Umsetzung von Luftreinhaltungsmaßnahmen hat zu einem deutlichen Rückgang der Emissionen von Schwefeldioxid geführt, welches eine Vorstufe von Sulfat bildet und bei der Verbrennung fossiler Energieträger entsteht. Heutzutage hat Ammonium als versauernd wirkende Komponente an Bedeutung gewonnen. Es entsteht aus Ammoniak, das vor allem aus der Tierhaltung und Düngung der intensiven Landwirtschaft [Seite 111](#) stammt. Ähnlich wie die Säureeinträge liegen die Stickstoffeinträge immer noch auf zu hohem Niveau.

BESORGNISERREGENDER ÖKOLOGISCHER ZUSTAND DES WALDES

Neben den langfristigen Belastungen durch atmosphärische Stickstoff- und Säureeinträge machten dem Wald in Nordrhein-Westfalen in der jüngeren Vergangenheit gleich mehrere Faktoren schwer zu schaffen: Stürme mit viel Windwurf, ein erhöhter Wasserbedarf durch verlängerte Vegetationsperioden und seit dem Jahr 2018 auftretende Dürreperioden mit schwierigen Wasserhaushaltssituationen, verbunden mit einer anhaltenden Borkenkäferkalamität. Die dadurch seit 2018 entstandene Nadelholzschadfläche umfasst etwa 133.000 Hektar (Stand September 2024).

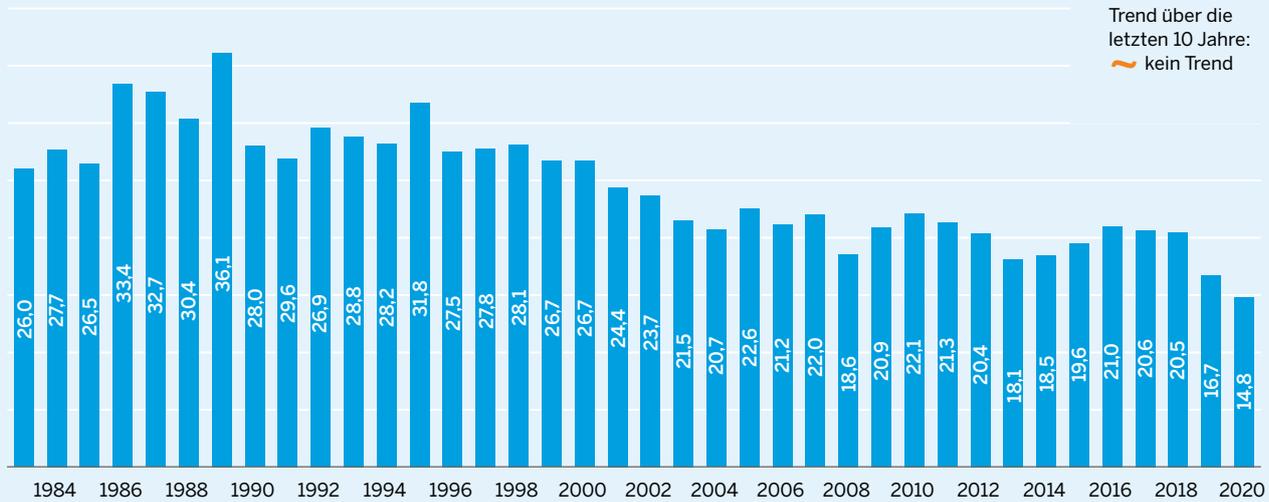
Das schlägt sich auch in dem ökologischen Zustand des Waldes für das Jahr 2024 www.umwelt2024.nrw.de/136 nieder: Nur 27 % der Waldbäume wiesen eine intakte Krone auf und wirkten gesund, 34 % zeigten einen geringen Verlust von Blättern oder Nadeln und 39 % einen starken Verlust [Abbildung 47](#). Damit ist das Schadensniveau weiterhin sehr hoch im Vergleich zum Beobachtungsbeginn. Zwar lag aufgrund der ausreichenden Niederschläge eine gute



Abbildung 46 Umweltindikator Stickstoff- und Säureeintrag in Waldgebiete
 Teilindikator Stickstoffeintrag in Waldgebiete



Kilogramm pro Hektar



Trend über die letzten 10 Jahre:
 kein Trend

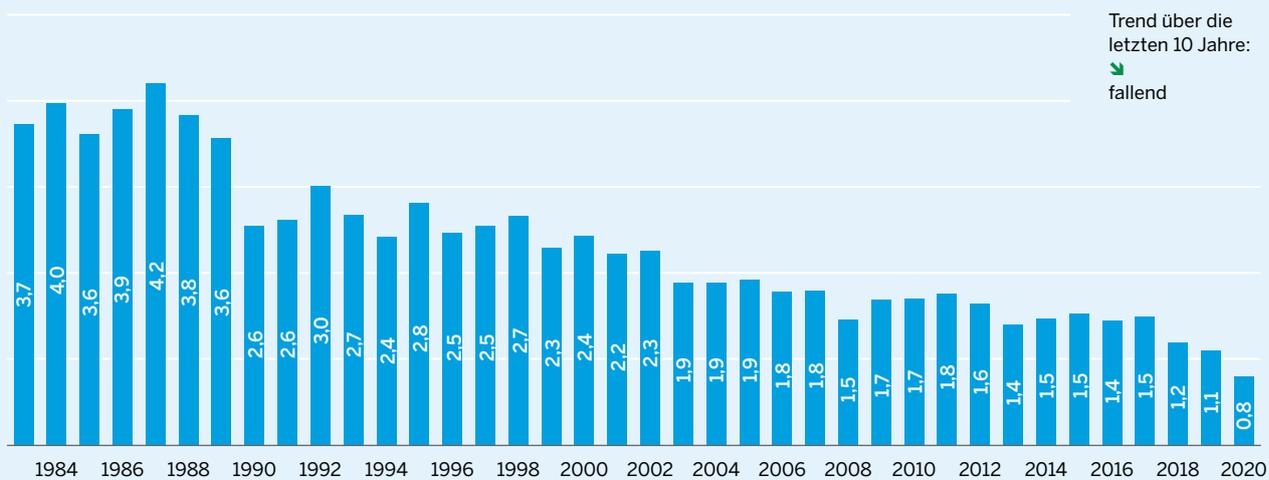
Quelle: LANUK

Chronisch hohe Stickstoffeinträge schaden der Vitalität und dem Gesamtzustand des Waldes. In Nordrhein-Westfalen sind die atmosphärischen Stickstoffeinträge nach einem Anstieg auf den Höchstwert von 36,1 Kilogramm je Hektar im Jahr 1989 in den darauffolgenden Jahren bei leichten Schwankungen bis auf den Tiefstwert von 14,8 Kilogramm je Hektar im Jahr 2020 gesunken. Ursachen für diese Entwicklung sind technisch optimierte Kraftwerke sowie geringere Emissionen insbesondere aus dem Straßenverkehr, aber auch aus der Landwirtschaft. Bei einem konstanten Trend über die letzten 10 Jahre bewegen sich die Stickstoffeinträge allerdings weiterhin auf zu hohem Niveau. Angestrebt wird, den Stickstoffeintrag in Waldgebiete unter die kritische Belastungsgrenze zu senken.

Teilindikator Säureeintrag in Waldgebiete



Kiloäquivalente pro Hektar



Trend über die letzten 10 Jahre:
 fallend

Quelle: LANUK

Hohe Säureeinträge in Waldgebiete verändern die chemischen und biologischen Bodeneigenschaften und können die Nadeln und Blätter direkt schädigen. Dies bringt negative Folgen für die Gesundheit des Waldökosystems mit sich. Seit Beginn der Messungen im Jahr 1982 sind die atmosphärischen Einträge von Säuren in Nordrhein-Westfalen nahezu kontinuierlich gesunken. Sie reduzierten sich bis zum Jahr 2020 um insgesamt 79 % auf 0,79 Kiloäquivalente pro Hektar. Die Einheit resultiert aus der Berücksichtigung unterschiedlicher Säurewirkungen der einzelnen säurebildenden Verbindungen wie Ammonium oder Sulfat. Auch der Trend über die letzten 10 Jahre ist fallend. Die Einhaltung kritischer Belastungsgrenzen erfordert aber eine weitere Senkung der Säureeinträge.



Bodenwasserversorgung in den durchwurzelten Schichten in der Vegetationszeit April bis Ende August vor und es bestand kein Wasserstress der Waldbäume. Es wirkten aber besonders die Folgen der vorherigen Dürre- und Hitzejahre nach mit Schäden an den Feinwurzeln, der Kronenstruktur und den Leitungssystemen sowie einer Häufung der Fruktifikation (Ausbildung von Samen und Früchten). Für die Vitalität der Hauptbaumarten sah es für 2024 wie folgt aus: 19 % der Buchen hatten eine intakte Krone, bei 37 % wurde eine leichte und bei 44 % eine deutliche Kronenverlichtung beobachtet. Bei den Eichen wurde eine Verschlechterung gegenüber 2023 konstatiert. Nur 6 % zeigten keine Kronenverlichtung, das ist der geringste Wert seit Erhebungsbeginn. 30 % verzeichneten eine mittlere und 64 % eine deutliche Kronenverlichtung. Bei den Fichten kam es zu einem Ende der Borkenkäferkalamität und zu einem verbesserten Zustand (54 % keine, 19 % geringe und 27 % deutliche Kronenverlichtung), methodisch bedingt durch verbreitete jüngere Fichten. Bei der Kiefer gab es Negativrekorde. Nur 9 % hatten keine Kronenverlichtung und waren gesund, 55 % zeigten eine geringe und 36 % deutliche Kronenverlichtung.

KLIMAANGEPASSTE WIEDERBEWALDUNG UND WALDENTWICKLUNG

Laut Bundeswaldinventur 2022 ist die häufigste Baumart in Nordrhein-Westfalen die Buche mit 21 %, gefolgt von der Fichte mit 20 %, der Eiche mit 19 % sowie der Kiefer mit 8 %. Bedeutend sind auch die Birke mit 7 %, die Lärche mit 4 %, die Douglasie mit 2 % und die Tanne mit 1 % www.umwelt2024.nrw.de/138. Der Laubbaumanteil an der bestockten Waldfläche stieg im Verlauf von 35 Jahren von 48 % auf 66 % beziehungsweise etwa 530.000 Hektar. Der Nadelbaumanteil sank stattdessen von 52 % auf 34 % (etwa 280.000 Hektar). [I→ Abbildung 48](#). Unbestockte Lücken und Blößen machen 9 % oder etwa 80.000 Hektar der Waldfläche aus.

Nach der 2024 erstmalig durchgeführten Stichprobenerhebung zur Wiederbewaldung auf den Fichten-Schadflächen sind etwa 46 % wiederbewaldet, davon etwa 64 % durch Naturverjüngung und 36 % durch Pflanzung. Laubholz-Baumarten machen 46 % und Nadelholz-Arten 54 % aus. Häufigste Baumarten sind die Fichte (33 %), Weichlaubhölzer (32 %) und die Douglasie (13 %).

Angesichts der Auswirkungen des Klimawandels empfehlen die Klimaanpassungsstrategie für den Wald www.umwelt2024.nrw.de/139, das Waldbaukonzept www.umwelt2024.nrw.de/140 und das überarbeitete Wiederbewaldungskonzept für eine Walderneuerung auf Kalamitätsflächen [I→ www.](#)

umwelt2024.nrw.de/141 standortgerechte Mischbestände. Mischwälder sind gegenüber Reinbeständen ökologisch stabiler, artenreicher und forstwirtschaftlich weniger risikoreich. Das Waldbaukonzept beinhaltet 23 Waldentwicklungstypen. Davon sind 14 Typen von Laubbäumen geprägt und 9 von Nadelbäumen. Es handelt sich um Varianten von idealtypischen standortgerechten Buchenmischwäldern, Eichenmischwäldern und weiteren Laubmischwäldern sowie Nadelmischwäldern. Der Schwerpunkt liegt auf hierzulande etablierten Baumarten. Empfohlen werden aber auch Waldentwicklungstypen mit Mischungsanteilen etablierter eingeführter Baumarten aus anderen biogeographischen Regionen (Douglasie und Roteiche) sowie ausgewählte eingeführte Baumarten für ein experimentelles Einbringen außerhalb von Schutzgebieten. Im Rahmen des Wiederbewaldungskonzepts wird die sinnvolle Kombination von geeigneter Naturverjüngung und ergänzender Pflanzung empfohlen. Dies beinhaltet drei verschiedene Pflanzintensitäten: reguläre Pflanzung mit 70 Prozent Flächenanteil, extensive Pflanzung mit 30 Prozent Flächenanteil und Initialpflanzung mit mindestens 400 Bäumen in den beiden Varianten Trupp-Pflanzung und Vorwald. Digitale Karten zu Wäldern und für die Waldbewirtschaftung für alle Akteure mit Waldbezug und die breite Öffentlichkeit sowie weitere Informationen finden sich unter [I→ www.waldinfo.nrw.de](http://www.waldinfo.nrw.de).

HANS CARL VON CARLOWITZ UND DAS PRINZIP DER NACHHALTIGKEIT

Box
31

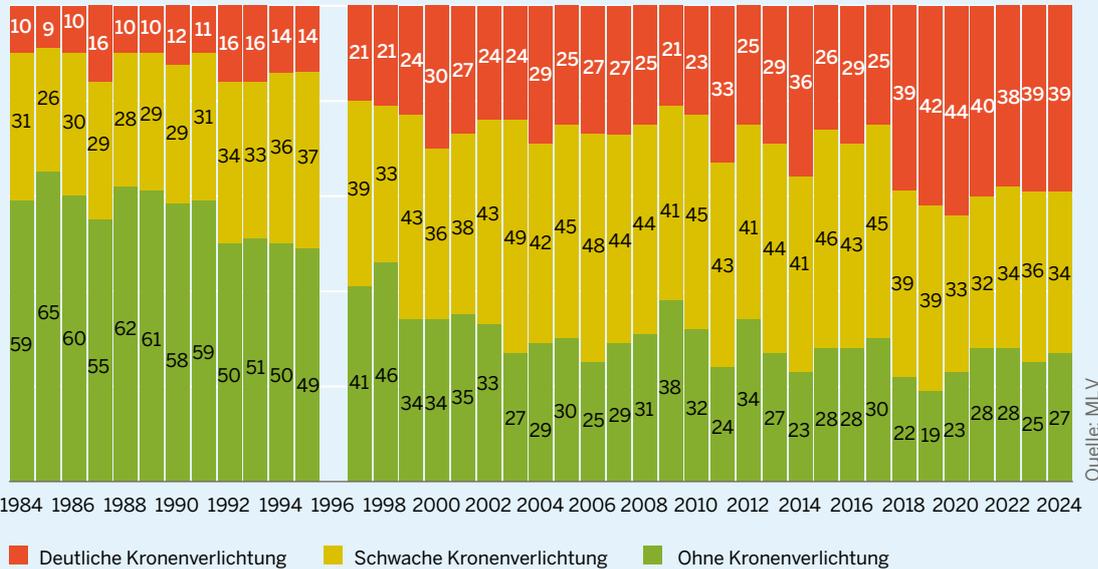
Von Carlowitz (1645–1714) war Oberberghauptmann für das Erzgebirge am kursächsischen Oberbergamt in Freiberg. Er gilt als Begründer des Prinzips der Nachhaltigkeit [I→ Seite 13 I→ https://nachhaltigkeit.nrw.de](#). Zu seiner Zeit war der Silberbergbau im Erzgebirge, das wirtschaftliche Rückgrat Sachsens, durch eine akute Holzknappheit in seiner Existenz bedroht. Holz war damals der wichtigste Rohstoff und Energieträger. Unter anderem wurde es dringend als Grubenholz für die Bergwerke und den Betrieb der Schmelzöfen mit Holzkohle benötigt. Die Bergbauregionen waren jedoch kahlgeschlagen, es wurde Raubbau betrieben. Von Carlowitz folgerte daraus in seinem forstwissenschaftlichen Werk „Sylvicultura oeconomica“ im Jahr 1713 erstmals, dass immer nur so viel Holz geschlagen werden sollte, wie durch gezielte Aufforstung, durch Säen und Pflanzen nachwachsen könne.



Abbildung 47 Umweltindikator Waldzustand – Kronenverlichtung aller Baumarten



Anteil in Prozent



Trend über die letzten 10 Jahre, Klasse ohne Kronenverlichtung: kein Trend

Quelle: MLV

1984 1986 1988 1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006 2008 2010 2012 2014 2016 2018 2020 2022 2024

■ Deutliche Kronenverlichtung ■ Schwache Kronenverlichtung ■ Ohne Kronenverlichtung

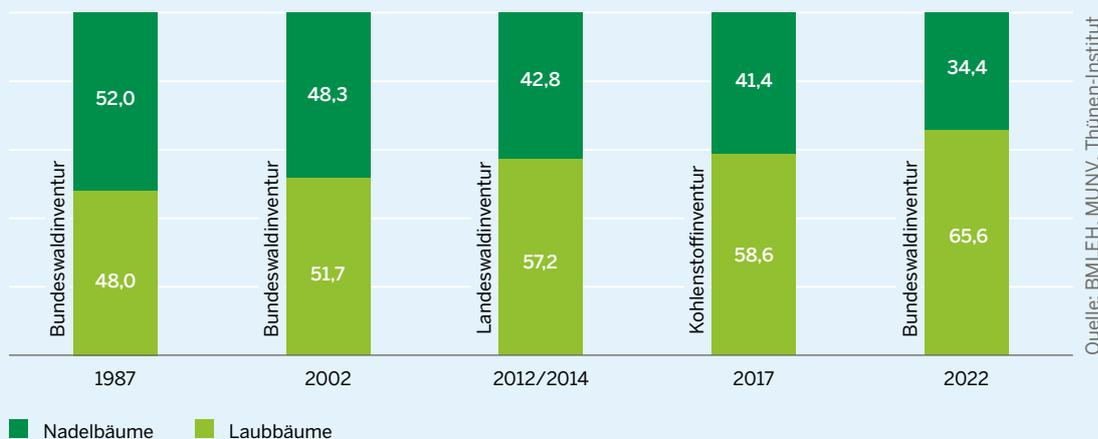
Kronenverlichtungen durch Blatt- oder Nadelverluste spiegeln die Vitalität der Bäume sowie den Waldzustand wider. Im Jahr 2024 zeigten nur 27 % der Waldbäume in Nordrhein-Westfalen keine Kronenverlichtung. Für diese Klasse wurde ein konstanter Trend für die letzten 10 Jahre ermittelt. Während Bäume mit geringer Kronenverlichtung (11 bis 25 % Blatt- oder Nadelverlust) nun 34 % ausmachen bei einem fallenden Trend, verzeichnet die Klasse mit deutlicher Kronenverlichtung (mittelstark oder stark geschädigt oder abgestorben, 26 bis 100 % Blatt- oder Nadelverlust) wie im Vorjahr einen Anteil von 39 %. Der Waldbau hin zu standortgerechteren und klimaresilienten Mischbeständen soll den Waldzustand langfristig verbessern.

www.umwelt2024.nrw.de/142

Abbildung 48 Umweltindikator Laub- und Nadelbaumanteil



Anteil in Prozent



Quelle: BMLFH, MUNV, Thünen-Institut

Trend über die letzten 10 Jahre: -

■ Nadelbäume ■ Laubbäume

Nach den Bundes- und Landeswaldinventuren sowie der Kohlenstoffinventur im Jahr 2017 hat sich der Laubbaumanteil an der bestockten Waldfläche Nordrhein-Westfalens in den letzten 35 Jahren von 48 % auf 66 % erhöht. Der Nadelbaumanteil ist entsprechend von 52 % auf 34 % gesunken. Diese Entwicklung ist nicht nur auf erhebliche Sturm- und Dürreereignisse zurückzuführen, sondern auch dem aktiven Waldbau hin zu strukturreichen Mischbeständen zu verdanken. Eine Trendberechnung wurde unter anderem aufgrund der großen zeitlichen Abstände zwischen den Erhebungen nicht durchgeführt. Die Landesregierung verfolgt das Ziel, im Rahmen von waldbaulichen Maßnahmen standortgerechte Mischbestände aus überwiegend heimischen Baumarten weiter auszubauen.

www.umwelt2024.nrw.de/143

A photograph of a cornfield. The foreground is filled with a dense carpet of small white chamomile flowers with yellow centers, growing between the corn plants. The corn plants themselves are tall and green, with long, pointed leaves. In the background, there are more corn plants and a line of trees under a cloudy sky.

LANDWIRTSCHAFT

Maisparzelle ohne Beikrautbekämpfung mit Kamille
auf einer Versuchsfläche der Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen



ZWISCHEN UMWELTANFORDERUNGEN UND ERNÄHRUNGSSICHERHEIT

Die Landwirtschaft hat grundlegende und vielfältige Funktionen zu erfüllen. Vorrangig versorgt sie uns Menschen mit ausreichender und qualitativ guter Nahrung. Der Aspekt der Ernährungssicherheit hat spätestens mit dem Krieg Russlands gegen die Ukraine eine ganz neue Bedeutung gewonnen. Die Landwirtschaft hat darüber hinaus eine große wirtschaftliche und soziale Bedeutung für den ländlichen Raum und einen bedeutenden Einfluss auf Umwelt und Natur.

Der Pflanzenbau teilt sich auf in die Produktionsrichtungen Acker-, Garten- und Weinbau. Die Nutztierhaltung hat je nach Tierart wie zum Beispiel Geflügel-, Rinder-, Schaf- oder Schweineproduktion unterschiedliche Ausprägungen. Die Nähe zu den Verbrauchern bietet den Betrieben in Nordrhein-Westfalen vielseitige Chancen für die Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte und regionale Kreisläufe sowie Dienstleistungen. Die Landwirtschaft produziert nachwachsende Rohstoffe für Industrie und Verkehr und leistet mit Biogas und Solarenergie einen nennenswerten Beitrag zur Stromversorgung [↳ Seite 38](#). Nicht zuletzt gestaltet sie seit Jahrhunderten unsere Kulturlandschaft und prägt die ländlichen

Räume von der Niederrheinischen Bucht über die Westfälische Bucht mit dem Münsterland bis hin zu den Mittelgebirgsregionen.

Ziel der nordrhein-westfälischen Landesregierung ist eine nachhaltige, bäuerliche Landwirtschaft, die zum Erhalt und zur Entwicklung lebenswerter ländlicher Räume beiträgt [↳ Box 32](#). Dazu braucht die Landwirtschaft Produktionsformen, die unsere Ressourcen nachhaltig nutzen und nicht belasten.

ENTWICKLUNG DES STICKSTOFF-ÜBERSCHUSSES IN DER LANDWIRTSCHAFT

Der Einsatz von Düngemitteln ist Grundlage für eine ausgewogene Pflanzenernährung in der Landwirtschaft. Mit der Düngung werden dem Boden Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphat und Kalium wieder zugeführt, die mit der Ernte vom Feld abgeführt wurden. Eingesetzt werden sowohl Mineraldünger als auch Wirtschaftsdünger. Mineralischer Stickstoffdünger wird seit der Erfindung des Haber-Bosch-Verfahrens Anfang des 20. Jahrhunderts großindustriell produziert und sorgte für große Produktionsfortschritte

NORDRHEIN-WESTFALENS LANDWIRTSCHAFT IN ZAHLEN

Nach der Agrarstrukturerhebung 2023 [↳ www.umwelt2024.nrw.de/144](http://www.umwelt2024.nrw.de/144) gibt es in Nordrhein-Westfalen rund 33.600 landwirtschaftliche Betriebe, die eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von 1.489.000 Hektar bewirtschaften, rund 44 % der Landesfläche. Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche sind unter anderem rund 1.069.000 Hektar Ackerland, 406.000 Hektar Dauergrünland und 14.000 Hektar Dauerkulturen wie zum Beispiel Obstanlagen. Die Top 3 des Pflanzenbaus sind Körner- und Silomais mit rund 272.000 Hektar, Weizen mit 249.000 Hektar und Gerste mit 149.000 Hektar. Am 1. März 2023 haben 23.650 Betriebe Vieh gehalten. Die Zahl liegt damit in etwa auf dem Niveau der Landwirtschaftszählung im Jahr 2020. Allerdings zeigt sich im Langzeitvergleich mit der Erhebung im Jahr 2010 ein Rückgang der Betriebe von rund 15 %. Die Top 3 des Großviehs beziffern sich auf rund 6,4 Millionen Schweine, 1,3 Millionen Rinder und 175.000 Schafe, die des Kleinviehs auf rund 17,5 Millionen Hühner, 1,5 Millionen sonstiges Geflügel und 1,4 Millionen Truthühner. Im Jahr 2023 waren in der nordrhein-westfälischen Landwirt-

schaft rund 117.000 Arbeitskräfte beschäftigt. Davon waren etwa 44 % (51.700 Personen) als Familienarbeitskräfte tätig. Ihre Zahl ist damit um rund 23 % gegenüber 2010 zurückgegangen. Von den „familienfremden“ Arbeitskräften waren mehr als die Hälfte (rund 58 %) Saisonarbeitskräfte (37.800). Weitere 27.700 Personen waren als ständige Arbeitskräfte in der Landwirtschaft beschäftigt. Eine weitere Neuigkeit ist, dass der Weinbau in Nordrhein-Westfalen ausgeweitet wird. Neben dem klassischen Weinanbaugebiet Mittelrhein rund um das Siebengebirge ist der Weinbau auch in anderen Regionen Nordrhein-Westfalens auf dem Vormarsch: So sind Rebflächen im Siegerland, in der Eifel, am Niederrhein oder im Ruhrgebiet hinzugekommen. Mittlerweile beträgt die Anbaufläche rund 40 Hektar, Tendenz weiter steigend. Zu verdanken ist das einer Reform des europäischen Weinrechts, durch die seit 2016 jährlich bis zu fünf Hektar neue Rebflächen in Nordrhein-Westfalen angelegt werden dürfen. Auch die wärmeren Temperaturen durch den Klimawandel wirken sich hierzu positiv auf die Weinbaubedingungen aus.

Box
32

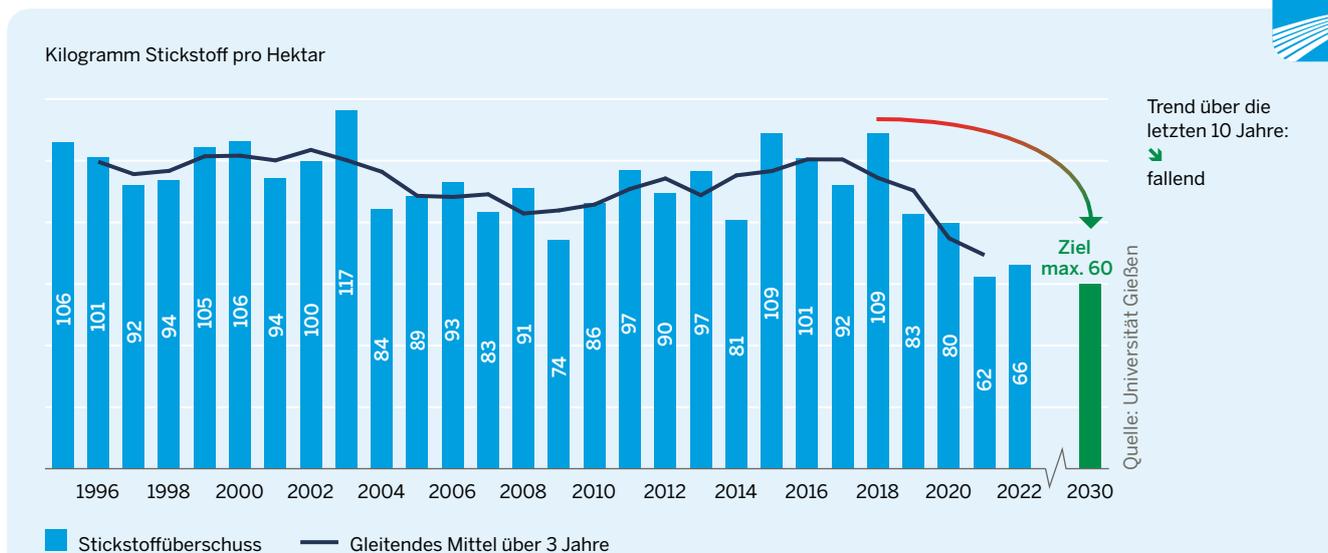
in der Landwirtschaft. Unter Wirtschaftsdünger versteht man organische Dünger aus der Landwirtschaft wie Gülle, Jauche, Mist und Gärreste aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Dazu kommen andere organische Dünger wie Kompost und Klärschlamm. Wirtschaftsdünger fallen in Nordrhein-Westfalen, das mit etwa 28,3 Millionen Tieren eine bedeutende Tierproduktion und in einigen Regionen eine sehr hohe Viehdichte aufweist, in großer Menge an. Bei der Düngung kommt es zu Stoffausträgen, die für Umwelt und Gesundheit schädlich sind. Dazu zählen Stickstoffbelastungen durch Stickoxid-, Ammoniak- [Seite 57](#) [Seite 83](#) und Lachgasemissionen [Seite 33](#) in die Atmosphäre sowie durch Nitrat, das zur Versauerung von Böden sowie über Sickerwasser zu erhöhten Nitratkonzentrationen im Grundwasser [Seite 83](#) [Seite 85](#) und zur Eutrophierung von Oberflächengewässern führt. Des Weiteren sind Phosphorbelastungen zu nennen, die ebenfalls über Sickerwasser zur Eutrophierung von Gewässern [Seite 83](#) [Abbildung 36](#) und zur Schädigung von Ökosystemen sowie zu Artenverlust führen.

Der Stickstoffüberschuss auf der landwirtschaftlichen Fläche wird jährlich aus der Differenz von Stickstoffzufuhr und Stickstoffabfuhr für den gesamten Sektor Landwirtschaft berechnet. Im Jahr 2022 bezifferte sich der Stickstoffüberschuss auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche Nordrhein-Westfalens auf 66 Kilogramm pro Hektar [Abbildung 49](#). Die geringeren Stickstoffeinträge der letzten 4 Jahre

lassen sich auf zurückgehenden Einsatz von Mineraldünger, unter anderem aufgrund gestiegener Stickstoffpreise, und eine höhere Effizienz beim Einsatz von Wirtschaftsdüngern zurückführen. Jährliche Abweichungen sind in erster Linie durch die witterungsbedingt schwankenden Erträge bedingt. Gleichzeitig ist der Anfall organischer Wirtschaftsdünger durch den Rückgang der Tierhaltung deutlich zurückgegangen. Ob sich die jüngste Tendenz zu einem niedrigeren Stickstoffüberschuss auf der landwirtschaftlichen Fläche verstetigt, ist ungewiss. Statistisch gesehen blieb der Trend über die letzten 10 Jahre konstant.

Fakt ist jedenfalls, dass der Stickstoffeintrag in der Vergangenheit in Deutschland respektive Nordrhein-Westfalen viel zu hoch und die Umsetzung der Nitratrichtlinie unzureichend war. Das führte im Jahr 2018 zu einem EU-Vertragsverletzungsverfahren. Infolgedessen wurde die erst 2017 reformierte, bundesweit gültige Düngeverordnung Mitte 2020 erneut geändert und verschärft. Diese Fassung und die neueste, am 1. Dezember 2022 in Kraft getretene Landesdüngeverordnung begrenzen den Eintrag durch strengere Ausbringungsbeschränkungen für stickstoff- und phosphathaltige Düngemittel und vieles mehr www.umwelt2024.nrw.de/145. So dürfen zum Beispiel maximal 170 Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr mit organischen Düngemitteln ausgebracht und darf der für jeden Schlag individuell ermittelte Düngebedarf nicht überschritten werden. Auch wurden zum Dezember 2022

Abbildung 49 Umweltindikator Stickstoffüberschuss der landwirtschaftlich genutzten Fläche (Flächenbilanz)



Bilanziert man die durch Wirtschafts- und Mineraldünger eingesetzte Stickstoffmenge mit der Nährstoffabfuhr durch die Ernte, ergibt sich über die letzten 10 Jahre ein konstanter Trend für den Stickstoffüberschuss. Im Jahr 2022 bezifferte sich dieser auf 66 Kilogramm pro Hektar. Für die relativ niedrigen Stickstoffeinträge der letzten 4 Jahre sind sowohl ein sinkender Mineraldünger-einsatz als auch die effizientere Nutzung von Wirtschaftsdünger verantwortlich. Es sind weiterhin erhebliche Anstrengungen nötig, um dauerhaft das Ziel der Landesregierung zu erreichen, den Stickstoffüberschuss auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche bis 2030 auf maximal 60 Kilogramm pro Hektar und Jahr zu reduzieren.



neue Gebietskulissen mit hoher Nitratbelastung nach den Vorgaben der bundesweit geltenden „Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung nitratbelasteter und eutrophierter Gebiete“ ausgewiesen, in denen zusätzliche Anforderungen gelten | www.umwelt2024.nrw.de/147. Aufgrund der neuen hohen Anforderungen an die Düngung ist das Vertragsverletzungsverfahren im Jahr 2023 eingestellt worden.

ÖKO-REGELUNGEN IN DER GEMEINSAMEN AGRARPOLITIK

Zentrale Neuerungen der reformierten Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) ab 2023 sind die Einführung des neuen Umsetzungsmodells mit stärkerer Ausrichtung auf Zielerreichung, die Einführung von Strategieplänen sowie die „Grüne Architektur“, die stärker als bisher Umwelt- und Klimaaspekte im Zusammenspiel verschiedener Instrumente einbezieht. Wesentliches Instrument der GAP sind auch weiterhin Direktzahlungen, die allein durch die EU finanziert werden. Alle aktiven Landwirtinnen und Landwirte erhalten für ihre landwirtschaftlichen Flächen die von der Produktion entkoppelte Einkommensgrundstützung für Nachhaltigkeit in einheitlicher Höhe. Für die ersten Hektare eines Betriebes wird zusätzlich die ergän-

zende Umverteilungseinkommensstützung für Nachhaltigkeit gewährt. Damit sollen Benachteiligungen kleinerer Betriebe ausgeglichen und bäuerliche Strukturen gestärkt werden. Der Erhalt von Direktzahlungen und der Bezug von Beihilfen für flächenbezogene Agrarumweltmaßnahmen ist an die Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen gebunden (sogenannte Konditionalität). Das bedeutet, dass Beihilfen nur dann ungekürzt gewährt werden, wenn gewisse Grundanforderungen und Standards in den Bereichen Klima und Umwelt, öffentliche Gesundheit und Pflanzengesundheit sowie Tierschutz eingehalten werden.

Die sogenannten Öko-Regelungen sind ein weiteres zentrales, neues Element der Gemeinsamen Agrarpolitik in der Förderperiode 2023 bis 2027. Sie bilden mit der Konditionalität und den unten genannten Agrarumweltmaßnahmen eines der 3 Kernelemente der sogenannten Grünen Architektur der GAP. Über die folgend aufgeführten Öko-Regelungen werden bestimmte Leistungen für Umwelt und Klima, die über die Konditionalität hinausgehen, honoriert:

- Bereitstellung von Flächen zur Verbesserung der Biodiversität und Erhaltung von Lebensräumen durch nichtproduktive Flächen auf Ackerland, durch die

DIGITALISIERUNG: NEUE MÖGLICHKEITEN ZUR MINDERUNG DER UMWELTEINFLÜSSE DER LANDWIRTSCHAFT

Die Digitalisierung in der Landwirtschaft ist ein wirksames Instrument für einen geringeren Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie für eine nachhaltigere Bewirtschaftung. Sie ermöglicht beispielsweise mittels GPS (Global Positioning System) Maschinen zentimetergenau zu steuern. Auf diese Weise kann eine überlappende oder überdosierte Ausbringung von Agrarchemikalien vermieden werden. In Kombination mit georeferenzierten Applikationskarten auf Basis von Boden-, Ernte- und Fernerkundungsdaten können gezielte Maßnahmen selbst in kleinen Teilschlägen umgesetzt werden. Zur Begleitkrautkontrolle bieten sich schon heute praxiserprobte mechanische (Hack-)Verfahren an, die dank GPS-Steuerung eine hohe Flächenleistung insbesondere in Reihenkulturen ermöglichen. Kombinationen von Hack- und (Band- beziehungsweise Punkt-)Spritzen finden sich ebenfalls im Einsatz. Künftig dürfte es dank Digitalisierung sogar möglich sein, ökologisch wertvolle Begleitkräuter zu schonen und nur „Unkräuter“ gezielt zu bekämpfen. Dies setzt eine genaue Identifikation und Selektion durch die

Maschine voraus, was eine große Leistungsfähigkeit der Sensor- und damit verbundenen Rechner-technik erfordert. Je nach Verfahren sind so Einsparpotenziale beim Pflanzenschutzmitteleinsatz von bis zu 65 % möglich. Verfahren zur Identifikation von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen und deren Bekämpfung in Kombination mit Sensorik, maschinellem Lernen und autonomer Robotik, an denen unter anderem das Exzellenzcluster „PhenoRob“ der Universität Bonn forscht, werden intensiv vorangetrieben.



Das PhenoRob Zentralexperiment umfasst eine Fläche von 10 Hektar am Campus Klein-Altendorf der Universität Bonn

Anlage von Blühstreifen oder -flächen auf Ackerland oder in Dauerkulturen, durch Altgrasstreifen oder -flächen in Dauergrünland

- Anbau vielfältiger Kulturen mit mindestens 5 Hauptfruchtarten im Ackerbau einschließlich des Anbaus von Leguminosen mit einem Mindestanteil von 10 %
- Beibehaltung einer agroforstlichen Bewirtschaftungsweise auf Acker- und Dauergrünland
- Extensivierung des gesamten Dauergrünlands des Betriebs
- Ergebnisorientierte, extensive Bewirtschaftung von Dauergrünlandflächen mit Nachweis von mindestens 4 regionalen Kennarten
- Bewirtschaftung von Acker- oder Dauerkulturflächen des Betriebes ohne Verwendung von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln
- Anwendung von bestimmten Landbewirtschaftungsmethoden auf landwirtschaftlichen Flächen in Natura 2000-Gebieten.

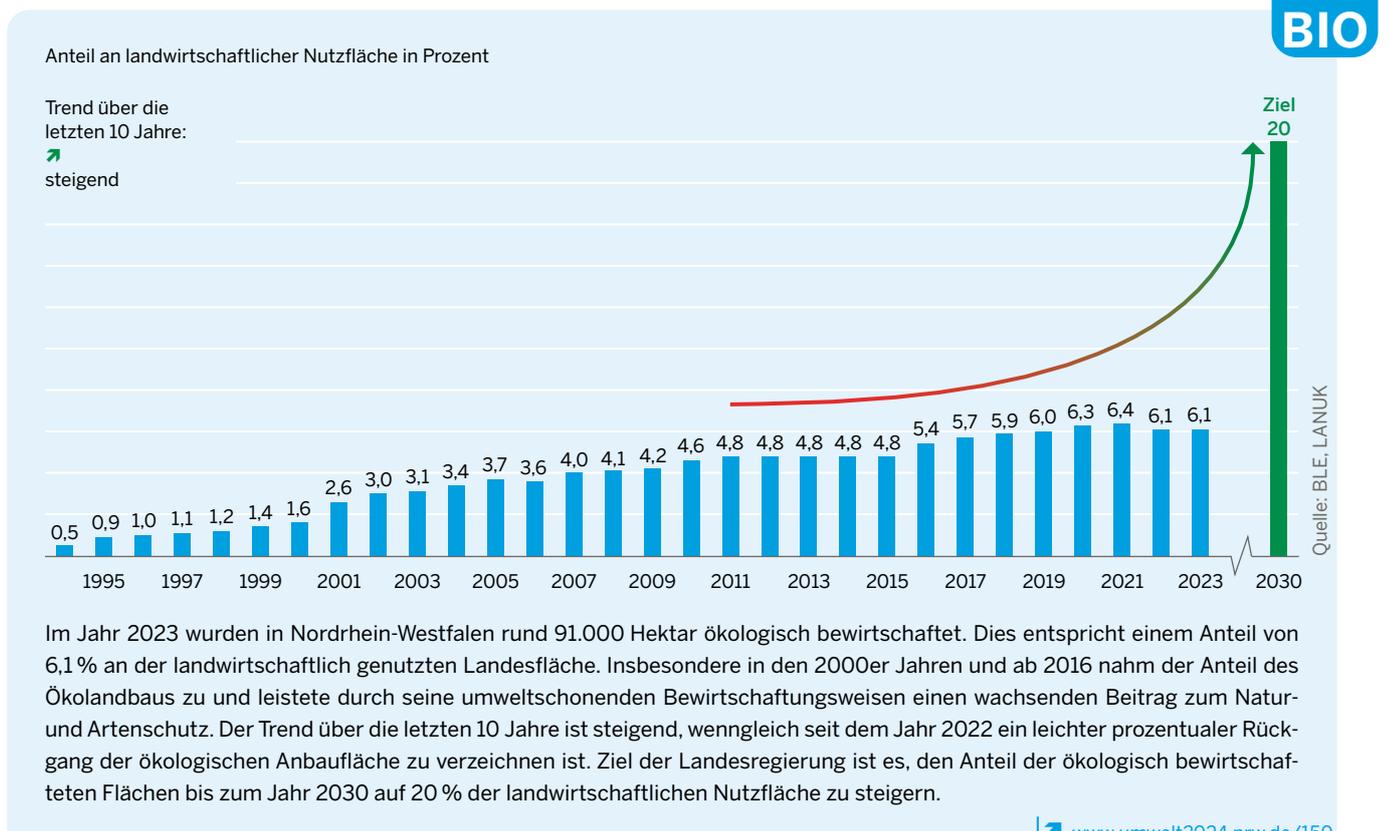
AGRARUMWELTMASSNAHMEN UND ÖKOLOGISCHER LANDBAU

Die Agrarumweltmaßnahmen einschließlich des Vertragsnaturschutzes [↳ Box 29](#) und des Ökologischen Landbaus sind freiwillige Maßnahmen landwirtschaftlicher Betriebe.

Sie werden im Rahmen des Europäischen Landwirtschaftsfonds ELER zur Entwicklung des ländlichen Raums gefördert und durch den Bund und die Länder kofinanziert. Sie zielen vor allem auf Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität, den Schutz bestimmter Tier- und Pflanzenarten der offenen Feldflur, den Gewässerschutz und den Boden- und Erosionsschutz, zum Beispiel durch Auflagen wie spätere Mahdtermine und Verpflichtungen wie den Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel. Nordrhein-Westfalen verantwortet und fördert seit dem Jahr 1993 Agrarumweltmaßnahmen sowie den ökologischen Landbau in Form von Umweltleistungen, die weit über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehen und grundsätzlich für 5 Jahre verbindlich vereinbart werden [↳ www.umwelt2024.nrw.de/148](http://www.umwelt2024.nrw.de/148).

Für die neue EU-Förderperiode 2023 bis 2027 sind im sogenannten GAP-Strategieplan für Agrarumweltmaßnahmen und den Ökolandbau 446 Millionen Euro öffentliche Mittel (EU-, Bundes- und Landesmittel) eingeplant. 2023 förderte das Land 11.168 Betriebe für die Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen auf rund 140.000 Hektar. Zusätzlich wurden 1.894 Betriebe für eine ökologische Bewirtschaftung nach der EU-Öko-Verordnung gefördert [↳ www.umwelt2024.nrw.de/149](http://www.umwelt2024.nrw.de/149). Im Jahr 2023 bewirtschafteten insgesamt 2.259 Betriebe rund 91.000 Hektar ökologisch [↳ Abbildung 50](#).

Abbildung 50 Umweltindikator Ökologische Landwirtschaft



Im Jahr 2023 wurden in Nordrhein-Westfalen rund 91.000 Hektar ökologisch bewirtschaftet. Dies entspricht einem Anteil von 6,1% an der landwirtschaftlich genutzten Landesfläche. Insbesondere in den 2000er Jahren und ab 2016 nahm der Anteil des Ökolandbaus zu und leistete durch seine umweltschonenden Bewirtschaftungsweisen einen wachsenden Beitrag zum Natur- und Artenschutz. Der Trend über die letzten 10 Jahre ist steigend, wenngleich seit dem Jahr 2022 ein leichter prozentualer Rückgang der ökologischen Anbaufläche zu verzeichnen ist. Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der ökologisch bewirtschafteten Flächen bis zum Jahr 2030 auf 20 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern.

ANHANG

GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

>	Größer-als-Zeichen	Dioxin	Sammelbegriff für chlorierte Dioxine und Furane (hochgiftige Kohlenwasserstoffe aus Verbrennungsprozessen)
≥	Größer-gleich-Zeichen	dl-PCB	dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle
<	Kleiner-als-Zeichen	DMI	Direct Material Input (dt.: Direkter Materialeinsatz)
≤	Kleiner-gleich-Zeichen	DnHexP	Di-n-hexyl-Phtalat
%	Prozent	DWD	Deutscher Wetterdienst
°C	Grad Celsius	EFA	Effizienz-Agentur (Länderebene)
µg	Mikrogramm	EG	Europäische Gemeinschaft
/a	pro Jahr	ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
abiotisch	die unbelebte Natur betreffend	ESRL	Earth System Research Laboratory
Aerosol	fein verteilter, schwebender, flüssiger oder fester Stoff in der Atmosphäre bzw. in der Atemluft (z. B. Feinstaub, Rauch, Nebel)	ETS	Emissions Trading System (Europäischer Emissionsrechtehandel)
AK UGRdL	Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder	EU	Europäische Union
AK VGRdL	Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder	EUA	Europäische Umweltagentur
ALB	Automatisiertes Liegenschaftsbuch	FAO	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem	FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
atmosfair	Klimaschutzorganisation mit dem Schwerpunkt Reise	FFH	Fauna-Flora-Habitat
Becquerel	Maßeinheit der Aktivität einer Menge einer radioaktiven Substanz	GAP	Gemeinsame Agrarpolitik (EU)
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes	Geobasis NRW	Landesbehörde zur Bereitstellung von Geodaten
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung	Gigajoule	1 Milliarde Joule
BMLEH	Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat	Gigawatt	1 Milliarde Watt
boreal	nordisch, in der nordischen Klimazone	GPS	Global Positioning System
BPA	Bisphenol A	ha	Hektar
bzw.	beziehungsweise	IPBES	Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (dt. auch: Weltbiodiversitätsrat)
ca.	circa	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (dt.: Weltklimarat)
Cäsium-137	radioaktives Isotop, das u.a. bei der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl freigesetzt wurde	IRP	International Resource Panel (dt.: Weltressourcenrat)
cm	Zentimeter	IT.NRW	Information und Technik Nordrhein-Westfalen (Landesbetrieb für Statistik und IT-Dienstleistungen)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid, Kohlendioxid	IUCN	International Union for Conservation of Nature (dt.: Weltnaturschutzunion)
CO ₂ -Äquivalent	Einheit zur Verrechnung der Klimawirkung unterschiedlicher Treibhausgase	Jod-131	radioaktives Isotop, das in der Nuklearmedizin verwendet wird
CVUA-MEL	Chemisches und Veterinär-Untersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe	Joule	Maßeinheit für Energie
d. h.	das heißt	JRC	Joint Research Center/Gemeinsame Forschungsstelle
db(A)	Dezibel(A), Maßeinheit des Schalldruckpegels	KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan	kg	Kilogramm

km	Kilometer	Pikogramm	1 Billionstel Gramm
km ²	Quadratkilometer	PKW	Personenkraftwagen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung	PM	Particulate Matter (Standard für Feinstaub)
l	Liter	PM _{2,5}	Feinstaub-Partikel kleiner als 2,5 Mikrometer
LANUK	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima (NRW)	PM ₁₀	Feinstaub-Partikel kleiner als 10 Mikrometer
m	Meter	ppm	parts per million (Maßeinheit für die Konzentration gasförmiger Stoffe)
m ²	Quadratmeter	PV	Photovoltaik
m ³	Kubikmeter	REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (EU-Verordnung)
max.	maximal	RCP	Representative Concentration Pathway (IPCC-Szenario zur Entwicklung der Treibhausgaskonzentration bis 2100)
Megawatt	1 Million Watt	RMC	Raw Material Consumption (dt.: Inländischer Materialverbrauch, auch: Rohstoff-Fußabdruck)
Metabolit	Zwischenstufe oder Abbauprodukt in Stoffwechselprozessen	RWE	Energieversorgungskonzern RWE AG (bis 1990 Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG)
mg	Milligramm	SDG	Sustainable Development Goals (Vereinte Nationen)
min.	mindestens	Strontium-90	radioaktives Isotop, das v. a. bei Kernwaffentests freigesetzt wurde
Mio.	Millionen	SUV	Sport Utility Vehicle
MnHexP	Mono-n-hexyl-Phtalat	t	Tonne
MUNV	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen	Terawatt	1 Billion Watt
MW	Megawatt	UN	Vereinte Nationen
MWIKE	Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie	UV-Strahlung	ultraviolette Strahlung
MWp	Megawatt Peak (Maßeinheit für die Nennleistung von Photovoltaik-Anlagen)	UZVR	Unzerschnittene verkehrsarme Räume
N	Stickstoff	W	Watt
NASA	National Aeronautics and Space Administration (US-Bundesbehörde für Raumfahrt)	WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
ndl-PCB	nicht-dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle	WHO	World Health Organization (dt.: Weltgesundheitsorganisation)
nEHS	nationales Emissionshandelssystem	WLAN	Wireless Local Area Network
Neobiota	Arten, die sich durch menschl. Einfluss in einem Gebiet etabliert haben, in dem sie zuvor nicht vorkamen		
NO ₂	Stickstoffdioxid		
NO _x	Stickstoffoxide (auch: Stickoxide)		
NRW	Nordrhein-Westfalen		
O ₃	Ozon		
ÖKOPROFIT	Ökologisches Projekt für Integrierte Umwelttechnik (Kooperation von Kommunen und lokaler Wirtschaft)		
PCB	Polychlorierte Biphenyle		
PET	Polyethylenterephthalat		
PFAS	Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (sog. Ewigkeitschemikalien)		
PFOA	Perfluorooctansulfonsäure		
Petajoule	1 Billiarde Joule		

IMPRESSUM

Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf, Referat Öffentlichkeitsarbeit

Konzept, Text, Umweltindikatoren, Redaktion

Referat VIII A 4 Umweltberichterstattung, Umwelt-
informationssysteme, OPEN.NRW, Bürgerbeteiligung

Text und Umweltindikatoren

- Fachabteilungen des
Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen
- Fachabteilungen des
Landesamtes für Natur, Umwelt und Klima
Nordrhein-Westfalen

- Fachabteilungen des
Ministeriums für Landwirtschaft und Verbraucher-
schutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- Fachabteilungen des
Ministeriums für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz
und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Gestaltung

Naumilkat – Agentur für Kommunikation und Design

Druck

Silber Druck oHG, Lohfelden

Stand

Mai 2025

Bildnachweis

Titel: © Dr. Günter Bockwinkel NZO GmbH | S. 4: © Land NRW/Mark Hermenau | S. 12: © JRF e.V. | S. 16: © rtgust/
Fotolia | S. 22: © iStock.com/Lukas Wunderlich | S. 23: © Luca9257 – stock.adobe.com | S. 23: © sveta – stock.
adobe.com | S. 23: © yustus/Fotolia | S. 24: © Dipl. Ing. Clemens Belke | S. 28: © epd-bild/Guido Schiefer | S. 32:
© Henrik Dolle – stock.adobe.com | S. 33: © iStock.com/Schroptschop | S. 36: © iStock.com/fermate | S. 37:
© Rudolf Stember | die-profifotografen.de | S. 41: © IMAGO/Jochen Tack | S. 42: © iStock.com/Elisabeth
Schittenhelm | S. 43: © iStock.com/acilo | S. 48: © iStock.com/Firn | S. 52: © Britta Laser – stock.adobe.com |
S. 52: © shaineast/Fotolia | S. 53: © Ibi/Fotolia | S. 53: © TEERAWAT – stock.adobe.com | S. 53: © iStock.com/
trabantos | S. 54: © BILSTER BERG/Fotograf: Patrick Meise | S. 59: © TelepermM/Wikipedia/[CC BY-SA 4.0](#) | S. 60:
© Leonardo Franko – stock.adobe.com | S. 63: © Waldemar Milz – stock.adobe.com | S. 64: © Stockhausen –
stock.adobe.com | S. 68: © LimeSky – stock.adobe.com | S. 70: © iStock.com/acilo | S. 70: © iStock.com/Lux_D |
S. 70: © reeel/Fotolia | S. 71: © iStock.com/hh5800 | S. 71: © iStock.com/Gannet77 | S. 72: © FUNKE Foto
Services/Hans Blosssey | S. 75: © Christian Schwier Fotodesign | S. 78: © Dirk Lohmann/Wikipedia/[CC BY-SA 4.0](#) |
S. 80: © Goseteufel/Wikipedia/[CC BY-SA 3.0](#) | S. 81: © IMAGO/Sven Simon | S. 83: © karlo54 – stock.adobe.com |
S. 83: © IMAGO/Rene Traut | S. 87: © IMAGO/Cord | S. 88: © Wolfgang Kleufer | S. 90: © Anatolii – stock.adobe.
com | S. 90: © stockphoto mania – stock.adobe.com | S. 90: © grafikplusfoto – stock.adobe.com | S. 90:
© LazyFocus – stock.adobe.com | S. 91: © by-studio – stock.adobe.com | S. 91: © lamax – stock.adobe.com |
S. 91: © by-studio – stock.adobe.com | S. 92: © Naturfoto Hans Glader | S. 97: © Agata Kadar – stock.adobe.com |
S. 100: © AnnaReinert – stock.adobe.com | S. 101: © IMAGO/Funke Foto Services | S. 104: © Dr. Nadine
Eickenscheidt/LANUK NRW | S. 105: © Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen | S. 110: © Norbert
Erhardt/Landwirtschaftskammer NRW | S. 113: © Volker Lannert/PhenoRob, Uni Bonn



Für die Produktion dieses Berichts wurde das Papier „Vivus 89“ verwendet. Es ist mit den Zertifizierungen FSC, Blauer Engel und EU Ecolabel versehen. Der Bericht wurde klimaneutral unter Verwendung von mineralölfreien ökologischen Farben gedruckt. Die gesamte Produktion erfolgt alkoholfrei.

umwelt.nrw.de

Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf
Telefon 0211 45 66-0
Telefax 0211 45 66-388
poststelle@munv.nrw.de
www.umwelt.nrw.de