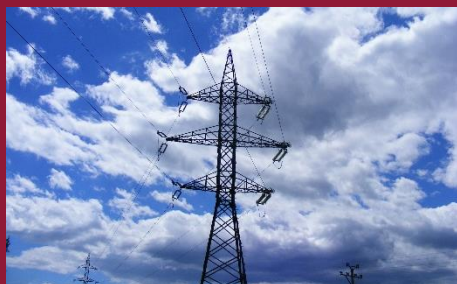




15. ENERGIEBERICHT RHEINLAND-PFALZ





15. ENERGIEBERICHT RHEINLAND-PFALZ

BERICHTSZEITRAUM DER
BILANZEN:

2020 - 2021

IMPRESSUM

Herausgeber: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität
Kaiser-Friedrich-Str. 1
55116 Mainz

E-Mail: poststelle@mkuem.rlp.de
Internet: <http://www.mkuem.rlp.de>
Telefon: +49 6131 16 - 0

Datenstand der amtlichen Statistiken überwiegend bis Dezember 2021, ansonsten ggf. bis Mitte 2023
Textbeiträge bis einschließlich Dezember 2023

Entwurf, Gestaltung, Satz: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität
Abteilung 8
Herr Dr. Stefan Laibach,
Herr Ulrich Gallent

Textbeiträge: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau
Ministerium des Innern und für Sport
Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit
Ministerium der Finanzen
Ministerium für Bildung
Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

Statistische Daten und Auswertung: Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz
Mainzer Str. 14 - 16
56130 Bad Ems
Kapitel 4 bis 6

Bildernachweis Titelseite
stock.adobe.com: Soonthorn, Franck Moonot, Srdjan, Anselm, Alexander Limbach
sowie: pixabay, pixelio, MKUEM

Eine kostenlose pdf-Version dieser Ausgabe finden Sie zum Download auf den Internetseiten des Ministeriums unter www.mkuem.rlp.de.

© Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität
Rheinland-Pfalz
Mainz, 2023

Für nicht gewerbliche Zwecke sind Vervielfältigung und unentgeltliche Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet. Die Verbreitung, auch auszugsweise, über elektronische Systeme/Datenträger bedarf der vorherigen Zustimmung. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten.

Hinweis:

Der Energiebericht wird von der Landesregierung Rheinland-Pfalz im Rahmen ihres gesetzlichen Auftrages zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Laut Beschluss des rheinland-pfälzischen Landtags vom 27. März 1992 wird er im zweijährigen Turnus erstellt.

Er darf weder von Parteien noch Wahlbewerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen und Werbemittel.

Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger oder der Empfängerin zugegangen ist.

Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.



Die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende im Land mit dem Ziel einer bilanziell vollständig regenerativen Deckung des Strombedarfs bis zum Jahr 2030 sowie das klimapolitische Ziel der landesweiten Klimaneutralität spätestens bis zum Jahr 2040 erfordern eine regelmäßige Bestimmung des bereits erreichten Stands der Transformation, um auf dieser fachlich gesicherten Grundlage weitere notwendige Maßnahmen für die Zielerreichungen abzuleiten.

Bereits seit über 30 Jahren führt die Landesregierung auf der Grundlage eines Beschlusses des rheinland-pfälzischen Landtags aus dem Jahr 1992 in einem regelmäßigen zweijährigen Turnus ein landesweites Monitoring zum aktuellen Stand des Erreichens der energiepolitischen Zielsetzungen für die „Entlastung der Umwelt durch Energieeinsparung, rationelle Energieverwendung und Nutzung regenerativer Energien“ (LT-Drs. 12/1154) durch.

Der Berichtszeitraum 2020/2021 des 15. Energieberichts ist stark von den Auswirkungen der Corona-Pandemie auf unsere Industrie, aber auch auf Handel, Gewerbe und Dienstleistungen, den Verkehr sowie unsere privaten Haushalte geprägt. Gleichzeitig waren bereits ab Ende des

Jahres 2021 erste Anzeichen für eine beginnende Energiepreiskrise für fossile Energieträger erkennbar, die sich mit dem Angriff Russlands auf die Ukraine Ende Februar 2022 weiter erheblich verstärkte. Diese externen Einflüsse spiegeln sich insbesondere in den Daten zur Entwicklung der Energiebedarfe in den verschiedenen Verbrauchssektoren, aber auch in der fossilen Stromerzeugung wider und sind bei Vergleichen zu den energiestatistischen Daten der Vorjahre zu berücksichtigen.

Trotz der nicht einfachen Rahmenbedingungen in den zurückliegenden Jahren zeigt der 15. Energiebericht Rheinland-Pfalz, dass das Land in der Umsetzung seiner energie- und Klimaschutzpolitischen Zielsetzungen weiter vorangekommen ist. Dabei wird deutlich, dass die erfolgreiche Umsetzung unserer energie- und Klimaschutzpolitischen Ziele als gemeinsame Aufgabe der Landesregierung verstanden und von den Ressorts aktiv unterstützt wird.

So konnte in den zurückliegenden 10 Jahren der Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung von ca. 30 Prozent in 2011 auf ca. 51 Prozent sowie an der Deckung des Bruttostrombedarfs von ca. 17 Prozent in 2011 auf über 37 Pro-

VORWORT

zent deutlich gesteigert werden. Gleichzeitig ist der Anteil der Stromimporte zur Deckung des rheinland-pfälzischen Strombedarfs von über 43 Prozent in 2011 auf unter 27 Prozent gesunken.

Darüber hinaus hat sich der Anteil der Erneuerbaren am Primärenergieverbrauch von 10 Prozent in 2011 auf über 14 Prozent in 2021 sowie am Bruttoendenergieverbrauch von ca. 11 Prozent auf fast 17 Prozent weiter erhöht. Gleichzeitig sind die Treibhausgasemissionen nach der Quellenbilanz in den zurückliegenden 10 Jahren um ca. 2 Prozent gesunken.

Der 15. Energiebericht Rheinland-Pfalz zeigt somit sehr deutlich, dass zum Erreichen der Energie- und Klimaschutzziele des Landes weitere Anstrengungen unternommen werden müssen. Ergänzend zu der verbesserten bundesgesetzlichen Rahmensetzung hat das Land in den vergangenen Jahren bereits wichtige Weichenstellungen für einen beschleunigten Ausbau der regenerativen Stromerzeugung vorgenommen. Hierzu zählen insbesondere die Einführung eines landesweiten Solarkatasters, das Landessolargesetz oder die Änderung der Landesverordnung über Gebote

für Solaranlagen auf Ackerland- oder Grünlandflächen in benachteiligten Gebieten mit einer Anhebung des jährlichen Gebotevolumens auf max. 400 MW, aber auch die Bündelung der Zuständigkeit für die Genehmigung von Windenergieanlagen bei den SGD'n oder die Verringerung der Mindestabstände von Windenergieanlagen zur Wohnbebauung im LEP IV. Damit verbundene Wirkungen auf einen beschleunigten Ausbau der Erneuerbaren werden sich in den kommenden Jahren voll entfalten. Beim Zubau der Fotovoltaik ist bereits eine deutliche Beschleunigung zu verzeichnen.

Ich wünsche allen Lesern des 15. Energieberichts eine interessante und informative Lektüre und eine Vielzahl an Anregungen, um die Energiewende in Rheinland-Pfalz im eigenen persönlichen Umfeld aktiv zu unterstützen.



Katrin Eder
Staatsministerin für Klimaschutz, Umwelt,
Energie und Mobilität

(Mainz, den 11.12.2023)

FACTSHEET

1. Wesentliche Energiedaten für Rheinland-Pfalz für die Bilanzjahre 2020 und 2021¹:

Stromerzeugung und Anteile an Bruttostromerzeugung sowie -verbrauch:

Indikator	Strommenge		Anteil an der Bruttostromerzeugung		Anteil am Bruttostromverbrauch	
	[TWh]		[%]		[%]	
Jahr	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Bruttostromverbrauch	28,496	29,181				
Bruttostromerzeugung	22,544	21,357			79,1	73,2
aus EE-Anlagen	11,756	10,902	52,1	51,0	41,3	37,4
<u>davon:</u>						
Windenergie	7,605	6,521	33,7	30,5	26,7	22,3
Fotovoltaik	2,206	2,199	9,8	10,3	7,7	7,5
Wasserkraft	0,748	0,975	3,3	4,6	2,6	3,3
Biomasse	1,139	1,166	5,1	5,5	4,0	4,0
Sonstige EE	0,058	0,041	0,3	0,2	0,2	0,1
aus nicht-EE Anlagen	10,788	10,455	47,9	49,0	37,9	35,8
davon Erdgas	9,953	9,682	44,1	45,3	34,9	33,2
Kraft-Wärme-Kopplung (nur Nettostromerzeugung)	8,368	9,138				
Kraft-Wärme-Kopplung (Nettostrom- und Nettowärmeerzeugung)	21,502	22,858				
Austauschsaldo (Import)	5,953	7,824			20,9	26,8
Primärenergieverbrauch	175,760	179,776				
davon aus EE	25,481	25,346				
Endenergieverbrauch	133,140	137,009				
davon aus EE	10,058	10,434				

¹ Angaben nach Statistischem Landesamt Rheinland-Pfalz, Energiebilanz 2020 und 2021 bzw. Statistische Berichte zur Stromeinspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung 2020 und 2021, s.a. https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/RPSerie_mods_00000560

Anlagenanzahl und installierte Leistung²:

Indikator	Anlagenanzahl		Installierte Leistung	
Einheit	[-]		[MW]	
Jahr	2020	2021	2020	2021
Windenergie	1.705	1.716	3.725	3.795
Fotovoltaik	117.876	131.368	2.496	2.757
Wasserkraft (Laufwasser)	242	262	239	236
Biomasse	385	385	181	182

2. Weitergehende Energiedaten²:

Indikator	Anlagenanzahl		Installierte Leistung	
Einheit	[-]		[MW]	
Jahr	2022	2023	2022	2023
Windenergie	1.754	1.782	3.877	4.005
Fotovoltaik	155.769	213.699	3.157	4.107
Wasserkraft	264	265	236	237
Biomasse	395	395	187	176

² Bund-Länder-Kooperationsausschuss nach dem EEG; <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html> und Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur (Abruf 19.01.2024)

Wesentliche Kernaussagen des 15. Energieberichts:

- Mit einem Anteil von 79% bezogen auf den Stromverbrauch des Landes (28,5 TWh) hat die rheinland-pfälzische **Stromerzeugung 2020** (22,5 TWh) einen neuen Rekordwert erreicht. Im Jahr 2021 sank der Anteil auf 73%.
- Im **Jahr 2020** wurde mit **52% (11,8 TWh)** mehr als die Hälfte der im Land produzierten **Strommenge aus erneuerbaren Energieträgern** produziert (1990: 12%; 2000: 17%). Wesentlichen Anteil daran hatte mit 34% die Windenergie (7,6 TWh), gefolgt von Solarenergie (9,8% bzw. 2,2 TWh) und Biomasse / Wasserkraft, die zusammen einen Anteil von 8,4% hatten. Im eher **windschwachen Jahr 2021** sank der Anteil **auf 51% (10,9 TWh)** ab, insbesondere die Windenergie konnte mit 6,5 TWh Stromertrag weniger zur Gesamterzeugung beitragen. In Rheinland-Pfalz lag die **Netto-Stromerzeugung aus KWK 2021** bei 9,1 TWh.
- Der **Stromverbrauch** belief sich in Rheinland-Pfalz 2021 auf 29,2 TWh. In den letzten zehn Jahren veränderte er sich kaum und lag durchschnittlich bei 29 TWh. Der **Anteil der erneuerbaren Energieträger am Stromverbrauch** lag 2021 bei 37% (2020: 41%).
- Der **Anteil der Industrie an der Bruttostromerzeugung** des Landes ist mit ca. 39% in 2021 auch im Bundesvergleich besonders hoch. Insbesondere die industrielle Eigenstromerzeugung, die zu 96% in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erfolgt, ist für die rheinland-pfälzische Wirtschaft von besonderer Bedeutung.
- Der **Anteil der erneuerbaren Energien zur Deckung des Primärenergieverbrauchs** belief sich 2021 auf 14% bzw. 25,3 TWh; während der direkt ausgewiesene Anteil am Endenergieverbrauch (2021: 137,0 TWh) dagegen bei 7,6% des Energieverbrauchs lag.³
- Die Anteile am **Verbrauch von Endenergie** verteilen sich auf die Sektoren Haushalte/GHD (60,1 TWh bzw. 44%), Industrie (44,3 TWh bzw. 32%) und Verkehr (32,6 TWh bzw. 24%). Der Anteil der Wärme im Endenergieverbrauch wurde 2021 zu zwei Drittel durch Mineralöle bzw. Mineralölprodukte (32%) und Erdgas (34%) gedeckt. Die erneuerbaren Energieträger trugen 2021 insgesamt rund **17% zur Deckung des Bruttoendenergieverbrauchs** bei.
- Trotz eines **Rückgangs um 53 Prozent zwischen 1990 und 2021** stellt die Industrie mit einem Anteil von 36% an den gesamten Treibhausgasemissionen den größten Emissionssektor dar, gefolgt vom Gebäudesektor sowie dem Verkehrssektor mit jeweils circa 26% Anteil. Im Gegensatz zu den anderen Emissionssektoren stiegen im Verkehrssektor die Treibhausgasemissionen in Rheinland-Pfalz zwischen 1990 und 2021 trotz emissionsmindernder Auswirkungen der Corona-Pandemie in 2020 und 2021 um 4,8% an.

³ Unter Einbeziehung der regenerativen Anteile am Endenergieverbrauch von Strom und Fernwärme ergäbe sich ein Anteil von ca. 16%. Hinzu kämen die eingesetzten erneuerbaren Energien für die Stromimporte nach Rheinland-Pfalz, die methodisch jedoch nicht erfasst werden.

INHALTSÜBERSICHT ZUM BERICHTSTEIL

Vorwort	6
Factsheet	8
Inhaltsverzeichnis, Abbildungs-, Tabellen- und Anhangsverzeichnis	11
1. Einleitung	16
2. Ziele der Energiepolitik	19
3. Umsetzung der Energiepolitik in Rheinland-Pfalz	25
3.1 Kommunale Klimaoffensive.....	25
3.2 Nutzung von erneuerbaren Energiequellen und regenerative Eigenstrom- versorgung.....	28
3.3 Grüner Wasserstoff.....	40
3.4 Netzausbau und Entwicklung der Energieinfrastruktur.....	42
3.5 Energieeffizienz und Energieeinsparung, Beratungsangebote für private Haushalte, Wirtschaft und Kommunen in Rheinland-Pfalz.....	45
3.6 Versorgungssicherheit durch Flexibilisierung des Energieversorgungs- systems.....	53
3.7 Mobilitätswende.....	62
3.8 Energieforschung und Wissenstransfer (Schule, Forschung, Wissenschaft).....	67
3.9 Das Land als Vorbild.....	70
3.10 Gesamtwirtschaftliche und -gesellschaftliche Effekte der Energiewende.....	74
3.11 Übersicht über die Förderprogramme des Landes im Energiebereich.....	77
4. Entwicklung von Energieerzeugung und -verbrauch in Rheinland-Pfalz	79
4.1 Rahmenbedingungen und Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs.....	79
4.2 Entwicklung der Energiepreise.....	85
4.3 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs.....	89
4.4 Entwicklung des Endenergieverbrauchs.....	94
4.5 Entwicklung des Energieverbrauchs im Bereich der Mobilität.....	101
4.6 Entwicklung der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs.....	106
4.7 Entwicklung der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs.....	111

5.	Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990 - 2021	
	(Kurzberichterstattung gemäß §7 Abs. 2 Nr. 1 LKSG)	114
5.1	Treibhausgasemissionen seit 1990: Gesamtentwicklung und Bewertung	114
5.2	Treibhausgasemissionen nach Sektoren	119
5.3	CO ₂ -Emissionen aus dem Energieverbrauch	124
5.4	CO ₂ -Emissionen aus Produktionsprozessen (nicht energiebedingt) und weitere Treibhausgasemissionen	132
6.	Entwicklung der energiebedingten Emissionen von SO₂ und NO_x	137

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Abb. 1:	Primärenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz und in Deutschland 2021 nach Energieträgern.....	90
Abb. 2:	Primärenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz und in Deutschland 2021 nach Verwendungsarten.....	92
Abb. 3:	Endenergieverbrauch 1990 - 2021 nach Verbrauchergruppen.....	97
Abb. 4:	Endenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz und in Deutschland 1990 - 2021 nach Verbrauchergruppen.....	97
Abb. 5:	Endenergieverbrauch 1990 - 2021 nach Energieträgern.....	99
Abb. 6:	Endenergieverbrauch im Verkehrssektor 1990 - 2021 nach Energieträgern.....	101
Abb. 7:	Stromerzeugung in Rheinland-Pfalz und in Deutschland 2021 nach Energieträgern.....	107
Abb. 8:	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern 2005 - 2021.....	108
Abb. 9:	Stromverbrauch nach Erzeugungsstruktur 1990 - 2021.....	110
Abb. 10:	Bruttoendenergieverbrauch 2005 - 2021 nach Anwendungsbereichen.....	113
Abb. 11:	Treibhausgasemissionen 1990 - 2021 nach Art der Gase.....	116
Abb. 12:	Treibhausgasemissionen 2021 nach Art der Gase und Sektoren.....	120
Abb. 13:	Treibhausgasemissionen 1990 - 2021 nach Sektoren.....	121
Abb. 14:	CO ₂ -Emissionen (Quellenbilanz) 1990 - 2021 nach Energieträgern.....	125
Abb. 15:	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Verursacherbilanz) nach Emittenten.....	130
Abb. 16:	Treibhausgasemissionen 2021 nach Art der Gase.....	132
Abb. 17:	Methanemissionen 1990 - 2021 nach Sektoren.....	134
Abb. 18:	Lachgasemissionen 1990 - 2021 nach Sektoren.....	136
Abb. 19:	Emissionen von SO ₂ und NO _x 2005 - 2021.....	143
Abb. 20:	NO _x -Emissionen (Quellenbilanz) 2005 - 2021 nach Energieträgern.....	143
Tab. 1:	Energieverbrauchs- und Kostenanalysen für LBB-Liegenschaften, Universitäten und Hochschulen.....	72

INHALTSÜBERSICHT ZUM DATENANHANG

Im Datenanhang zum 15. Energiebericht werden ergänzende sowie detailliertere Informationen entsprechend der Kapitelstruktur des Hauptberichts in einem separaten Berichtsteil dargestellt, der ebenfalls auf den Internetseiten des MKUEM zum Download angeboten wird.

U.a. beinhaltet der Datenanhang zusätzliche Informationen zur Methodik der Energiestatistik sowie zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen und weitergehende, vertiefte Darstellungen der Bilanzergebnisse sowie einen umfassenden Abriss der rheinland-pfälzischen Energieforschungs- und Wissenschaftslandschaft und gibt einen Überblick über die Energieerzeugung und -nutzung in rheinland-pfälzischen Landesliegenschaften.

3.2 Nutzung von erneuerbaren Energiequellen und regenerative Eigenstromversorgung

Zubau neuer Windenergieanlagen im Wald;...Energieholzverkauf Landesforsten
Rheinland-Pfalz..... Anhang S. 6

3.8 Energieforschung und Wissenstransfer..... Anhang S. 8 - 99

3.9 Das Land als Vorbild

Fotovoltaik-, Wärmepumpen-, Solarthermie- und Biomasseanlagen, BHKWs, sowie
Strom- und Wärmeerzeugung in LBB-Liegenschaften..... Anhang S. 100 - 111

4. Entwicklung von Energieerzeugung und -verbrauch in Rheinland-Pfalz

Methodik und Aufbau der Energiebilanzen, Energiebilanz Rheinland-Pfalz 2020 und 2021
in spez. Mengeneinheiten, Terajoule bzw. Kilowattstunden, Zeichenerklärung zur
Darstellung der Energiebilanz, Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger“ 2020 bzw.
2021, Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen
Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten zur Energiebilanz 2020 bzw. 2021, Energieflussbild
Rheinland-Pfalz 2021..... Anhang S. 112 - 133

4.1. Rahmenbedingungen und Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs

Ausgewählte Kennzahlen und Indikatoren zum Energieverbrauch 1990 - 2021,
Ausgewählte Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs 1990 - 2021,
Bruttowertschöpfung 2000 - 2022 nach Wirtschaftsbereichen..... Anhang S. 134 – 136

4.2. Entwicklung der Energiepreise

Index der Erzeugerpreise für gewerbliche Produkte, Energie und ausgewählte Energieträger in Deutschland, Index der Verbraucherpreise für Energie in Rheinland-Pfalz, Index der Verbraucherpreise für Haushaltsenergie in Rheinland-Pfalz, Index der Verbraucherpreise für Kraftstoffe in Rheinland-Pfalz 1995 - 2022..... Anhang S.137 - 140

4.3. Entwicklung des Primärenergieverbrauchs

Primärenergieverbrauch 1990 - 2021 nach Energieträgern, Struktur des Energieverbrauchs 1990 - 2021..... Anhang S. 141 - 142

4.4. Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Endenergieverbrauch 1990 - 2021 nach Verbrauchergruppen und Energieträgern..... Anhang S. 143 - 144

4.5. Entwicklung des Energieverbrauchs im Bereich der Mobilität

Endenergieverbrauch 1990 - 2021 im Verkehrssektor und nach Verbrauchergruppen und Energieträgern..... Anhang S. 145 - 146

4.6. Entwicklung der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs

Strombilanz 1990 - 2021..... Anhang S. 147

4.7. Entwicklung der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs

Bruttoendenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren..... Anhang S. 148

5. Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990 – 2021 (gemäß §7 Abs. 2 Nr. 1 LKSG)

Ermittlung der Treibhausgasemissionen – Methodik; Treibhausgasemissionen 1990 - 2021 nach Art der Gase und nach Sektoren, „Ausgewählte Indikatoren zu den CO₂-Emissionen in Rheinland-Pfalz und in Deutschland 1990 - 2021, „CO₂-Emissionen 1990 - 2021 nach Energieträgern und nach Emittenten, CO₂-Emissionsfaktoren 2021 nach Energieträgern, „Temperaturbereinigte CO₂-Emissionen in Rheinland-Pfalz 2021, CO₂-Emissionen in Rheinland-Pfalz 2021, „Methan- und Lachgasemissionen 1990 - 2021 nach Sektoren..... Anhang S. 149 - 170

6. Entwicklung der energiebedingten Emissionen von SO₂ und NO_x

SO₂-Emissionen sowie NO_x-Emissionen (Quellenbilanz bzw. Verursacherbilanz) 2005 - 2021 nach Energieträgern und nach Verbrauchergruppen..... Anhang S. 171 - 179

1. EINLEITUNG

Der Energiebericht des Landes Rheinland-Pfalz ist laut Beschluss des rheinland-pfälzischen Landtags in zweijährigem Turnus zu erstellen⁴.

Der inhaltliche Aufbau des Berichts richtet sich nach den Themenfeldern, über die er gemäß Landtagsbeschluss Auskunft geben soll.

Dabei handelt es sich um folgende Bereiche:

- Struktur und Entwicklung der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs,
- Energiepreisbildung und -entwicklung,
- Maßnahmen zur Energieeinsparung,
- Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien sowie
- Entwicklung des Ausstoßes von Kohlendioxid, Schwefeldioxid und Stickstoffoxiden.

Der 15. Energiebericht bezieht sich auf die Bilanzjahre 2020 und 2021. Wenn verfügbar, haben auch neuere Informationen Eingang in den Bericht gefunden.

Um eine Vergleichbarkeit und eine Konstanz im Aufbau und der Fortschreibung der Inhalte zu gewährleisten, orientiert sich der 15. Energiebericht inhaltlich an seinen Vorgängerberichten.

Der 15. Energiebericht Rheinland-Pfalz umfasst eine Beschreibung der Schwerpunkte und der Ziele der rheinland-pfälzischen Energiepolitik (s. Kapitel 2), die Darstellung wesentlicher Maßnahmen der Landesregierung zur Umsetzung der Energiepolitik in Rheinland-Pfalz (s. Kapitel 3), eine Zusammenstellung energiestatistischer Kennzahlen zur Entwicklung von Energieerzeugung und -verbrauch sowie der Energiepreise (s. Kapitel 4), die Kurzberichterstattung der Entwicklung der Treibhausgasemissionen gemäß §7 Abs. 2 Nr. 1 Landesklimaschutzgesetz (s. Kapitel 5) sowie die Darstellung und Bewertung der Entwicklung energiebedingter Emissionen von SO₂ und NO_x (s. Kapitel 6).

Die Gliederung des Energieberichts wurde im Vergleich zum Vorgängerbericht geringfügig überarbeitet und an die aktuellen energiepolitischen Themenschwerpunkte angepasst. Ergänzt wurden die Themenfelder „Kommunale Klimaoffensive“ (s. Kapitel 3.1) mit den Schwerpunkten Kommunaler Klimapakt Rheinland-Pfalz sowie Kommunales Investitionsprogramm Klimaschutz und Innovation (KIPKI) und „Grüner Wasserstoff“ (s. Kapitel 3.3).

⁴ Drucksache 12/1154 vom 18.03.1992

Der 15. Energiebericht unterteilt sich wie sein Vorgängerbericht in einen Berichtssowie einen Datenteil (Anhang). Der Berichtsteil umfasst in textlich gestraffter Form die wesentlichen Aussagen des Energieberichts. Detaillierte Abbildungen und Tabellen zu den Berichtsschwerpunkten sind im Datenteil (Anhang) zu finden.

Dem eigentlichen Berichtsteil vorangestellt ist ein Factsheet, das wesentliche energie-statistische Kennzahlen für Rheinland-Pfalz für den Berichtszeitraum 2020 und 2021 sowie weitere aktuelle Daten zum Ausbau von Windenergie und Fotovoltaik umfasst, sowie eine Zusammenstellung wichtiger Kernaussagen des 15. Energieberichts.

Das Statistische Landesamt erstellt im Auftrag des Klimaschutzministeriums die Energiebilanzen des Landes, wertet diese aus und kommentiert die Entwicklungen (Kapitel 4).

Beginnend mit den allgemeinen Rahmenbedingungen und dem Kapitel zur Entwicklung der Energiepreise im Betrachtungszeitraum werden die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs (PEV) und Endenergieverbrauchs (EEV) als Basisgrößen der Energiebilanz beschrieben. Im Anschluss daran wird der Bereich Mobilität als Teil des EEV betrachtet. Danach folgt das Kapitel zu Stromerzeugung und Stromver-

brauch des Landes und schließlich der Abschnitt zu Wärmeerzeugung bzw. -verbrauch.

Die Energiebilanz baut auf den gemäß den rechtlichen Vorgaben des Energiestatistikgesetzes (EnStatG) zu erhebenden statistischen Daten zur Energiewirtschaft auf. Zusätzliche Primärdatenerhebungen wurden im Rahmen der Berichterstellung nicht durchgeführt.

Abweichend zum Vorgängerbericht wird der 15. Energiebericht gemäß den Vorgaben des §7 Abs. 2 Nr. 1 Landesklimatechutzgesetz – analog zum 13. Energiebericht – wieder um die Kurzberichterstattung der Entwicklung der Treibhausgasemissionen (energiebedingte und prozessbedingte CO₂-Emissionen sowie sonstige Treibhausgasemissionen) ergänzt (s. Kapitel 5).

Die Berechnung und Kommentierung der Entwicklung der Treibhausgasemissionen sowie energiebedingten Emissionen von SO₂ und NO_x (Kapitel 5 und 6) erfolgen im 15. Energiebericht durch das Statistische Landesamt. Auch die Berechnungen zur SO₂- und NO_x- Bilanzierung beruhen auf amtlichen Daten der rheinland-pfälzischen Energiestatistik.

Zum Datenteil:

Wie bereits in früheren Berichten wurde das umfangreiche Daten- und Tabellenmaterial sowie ergänzende Informationen in einem eigenständigen Datenteil (als Anhang zum Berichtsteil) zusammengefasst, um die Lesbarkeit des Berichts zu erhöhen. Der Datenteil wird als Datei auf der Internetseite des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität den interessierten Leserinnen und Lesern zur Vertiefung zum Download angeboten. Somit bleibt die Qualität und Tiefe der Datenauswertung und Datendarstellung auch im 15. Energiebericht in bewährter Weise erhalten.

Siehe auch:

<https://mkuem.rlp.de/themen/energie-und-klimaschutz/energiebericht>

2. ZIELE DER ENERGIEPOLITIK

Allgemeine energiepolitische Zielstellungen

Die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende in unserem Land stellt eine wesentliche Grundlage dar, um in einem zeitlichen Korridor bis spätestens 2040 in Abhängigkeit von deutschen und europäischen energie- und Klimaschutzpolitischen Rahmenbedingungen landesweit Klimaneutralität zu erreichen. Rheinland-Pfalz leistet damit seinen Beitrag zur Umsetzung des Pariser Klimaabkommens und zur Begrenzung des vom Menschen verursachten Klimawandels auf 1,5 Grad im Vergleich zum vorindustriellen Niveau. Klimaschutz wird als eine ressortübergreifende Querschnittsaufgabe von der gesamten Landesregierung verstanden und umgesetzt.

Um die Reduktion der Treibhausgasemissionen zu erreichen, bedarf es einer vermehrten Anstrengung in den kommenden Jahren. Doch nur so können ökologische, soziale und ökonomische Auswirkungen der Klimawandelfolgen noch eingedämmt werden. Die Landesregierung verfolgt daher in den Bereichen Ausbau Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz, Elektrifizierung der Mobilität und Wärmewende ehrgeizige Ziele.

Das Klimaschutzkonzept des Landes enthält einen dezidierten Klimaschutzmaßnahmenkatalog sowie die strategische Ausrichtung der Landespolitik, die diese Handlungsbereiche miteinschließen.

Wichtige Schwerpunkte der rheinland-pfälzischen Energiepolitik bilden der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere der Windenergie, der Fotovoltaik und der Bioenergie, sowie die Wärmewende und die energetische Gebäudesanierung, die Energieeinsparung und die Energieeffizienz in Unternehmen, in Kommunen sowie in privaten Haushalten, die Kopplung der Verbrauchssektoren Strom, Wärme und Mobilität sowie der Aufbau einer nachhaltigen und klimaneutralen Wasserstoffwirtschaft.

Als Bundesland mit einem überdurchschnittlichen Anteil an energieintensiver Grundstoffindustrie, wie z.B. Chemie-, Glas-, Keramik-, Papier- sowie Lebensmittelindustrie, sind die Bezahlbarkeit der Energie im internationalen Vergleich, das Fortbestehen der im internationalen Vergleich betrachteten sehr guten Versorgungssicherheit und die langfristige Planbarkeit

der Energiepolitik für die Unternehmen gerade in der fossilen Energiekrise von herausragender wirtschaftlicher Bedeutung.

Das Land wird sich auch weiterhin mit aller Kraft für eine Abschaltung der grenznahen Risikoreaktoren sowie gegen den Bau von Zwischenlagern einsetzen. Zudem ist es erforderlich, dass auch die Bundesregierung alle dafür erforderlichen Maßnahmen ergreift und sich für eine transparente Endlager suche der europäischen Nachbarn mit allen Beteiligungsrechten der rheinland-pfälzischen Bevölkerung einsetzt.

Ausbau der erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung

Der Ausbau der erneuerbaren Energien in Rheinland-Pfalz steigert unsere regionale Wertschöpfung, verringert unsere Abhängigkeit von Importen fossiler Energieträger aus Drittstaaten und reduziert den Einfluss volatiler Preisentwicklungen an den Weltmärkten. Die Erneuerbaren erhöhen die Versorgungssicherheit für unsere Bürgerinnen und Bürger sowie für unsere Wirtschaft zu planbaren und bezahlbaren Preisen. Vor dem Hintergrund der aktuellen Energiekrise als Folge des aggressiven Angriffskriegs Russlands gegen die Ukraine hat ein beschleunigter Ausbau der regenerativen Energien zusätzlich an Bedeutung gewonnen.

Rheinland-Pfalz bekennt sich zum energiepolitischen Ausbauziel, den Strombedarf des Landes bis zum Jahr 2030 bilanziell vollständig aus erneuerbaren Energien zu decken. Dazu ist insbesondere bei der Windenergie und der Fotovoltaik eine erhebliche Beschleunigung der Ausbaugeschwindigkeit der vergangenen Jahre erforderlich. Im Jahr 2021 lag der Anteil der regenerativen Stromerzeugung bezogen auf den Bruttostromverbrauch bei ca. 37,4%.

Ergänzend zu den Beschleunigungsmaßnahmen auf der Bundesebene, wie die grundlegende Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) in 2022, unterstützt das Land den schnelleren Ausbau der regenerativen Stromerzeugung im Rahmen der eigenen Gesetzgebungskompetenz u. a. durch die Vereinfachung, Vereinheitlichung und Beschleunigung von Genehmigungsverfahren, insbesondere bei der Windenergie, durch eine Verbesserung der Flächenverfügbarkeit für EE-Anlagen sowohl durch entsprechende Anpassungen planungsrechtlicher Vorgaben oder die Entfristung und Erweiterung der Landesverordnung über Gebote für Solaranlagen, durch die Einführung einer Solarpflicht bei Gewerbeneubauten und bei neuen Parkplatzflächen mit Wirksamwerden des Landessolargesetzes (LSolarG) sowie durch die Stärkung des Klima- und Ressourcenschutzes bei der Abwägung

konkurrierender Interessen zum Denkmalschutz.

Die Biogaserzeugung und -verwendung soll flexibel die Versorgungssicherheit in Abhängigkeit von der volatilen Wind- und Fotovoltaikstromerzeugung unterstützen. Eine flächendeckende Nutzung der Biotonnenabfälle in den Kommunen für die energetische und stoffliche Verwertung zur erneuerbaren Strom- und Wärmeerzeugung sowie zur Kompostherstellung als Naturdünger wird angestrebt. Gemäß „Abfallwirtschaftsplan Rheinland-Pfalz, Teilplan Siedlungsabfälle und andere nicht gefährliche Abfälle 2022“ sollen bis zum Jahr 2035 alle in Rheinland-Pfalz getrennt gesammelten Biotonnenabfälle in Anlagen mit vorgehalteter Vergärung sowie stofflicher Verwertung der Gärreste bei Einhaltung hoher Emissionsstandards und Realisierung hoher Wirkungsgrade bei der Biogasnutzung eingesetzt werden.

Vorbelastete Flächen entlang von Bahntrassen, Autobahnen, Konversionsflächen sollen stärker für die regenerative Energieerzeugung genutzt werden.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien soll im Rahmen einer zukünftigen Gesetzesnovelle als allgemeines öffentliches Interesse im rheinland-pfälzischen Klimaschutzgesetz verankert werden.

Wärmewende

Die Landesregierung verfolgt das Ziel einer deutlichen Erhöhung der energetischen Sanierungsquote von Gebäuden zur Energieeinsparung von heute ca. 0,8% auf 3% bis 2030. Ein wesentlicher Schlüssel dazu liegt bei den Kommunen im Land, die das Land im Rahmen des „Kommunalen-Klimapaktes“ bei der Umsetzung von nachhaltigen Quartierslösungen, energetischen Sanierungskonzepten und erneuerbaren Energieversorgungsmodellen auch mit Fokus auf die regionale Wertschöpfung unterstützen möchte.

Rheinland-Pfalz strebt eine möglichst hohe und schnelle Durchdringung des Wärmesektors mit erneuerbaren Energien an, vorrangig mit effizienten Wärmepumpen und Kalter Nahwärme, die ihren elektrischen Strom aus erneuerbaren Energien beziehen, sowie mit Solarthermie-, Holzpelletanlagen und industrieller Abwärme.

In Verbindung mit Wärmeschutzmaßnahmen, die zu erheblichen Energieeinsparungen führen, ist eine effiziente und erneuerbare Wärmeerzeugung auch für unsere Bürgerinnen und Bürger der richtige Weg für eine dauerhaft bezahlbare Heizung.

Energieberatung

Ein gutes Beratungsangebot ist für das Gelingen der Energiewende förderlich. Die

Energiewende muss auf bundes- und landespolitischer Ebene eingeleitet und auf lokaler Ebene umgesetzt werden.

Dazu wird die Erstinformation und Erstberatung von Unternehmen und Kommunen sowie von den Bürgerinnen und Bürgern zum Ausbau der erneuerbaren Energien, zur Energieeinsparung und zur Steigerung der Energieeffizienz auf- und ausgebaut. Bei diesem Beratungsangebot sind Effizienzsteigerung, Sparsamkeit, Vermeidung von Doppelstrukturen und eine gute Ausrichtung auf die Bedarfe im Land von Bedeutung.

Um Energieeinsparung, Energieeffizienz und die Nutzung regenerativer Energien im Land weiter zu fördern, baut das Land eine flächendeckende kommunale Beratung durch die Energieagentur auf.

Die Ressourceneffizienzberatungen für kleine und mittlere Unternehmen wurden durch die EffChecks u. a. mit den Varianten Ressourceneffizienz, Industrie 4.0 und Ecodesign strukturell erweitert.

Die Energieberatung der Verbraucherzentrale für Bürgerinnen und Bürger sind gerade in der aktuellen Energiekrise mit hohen Endverbraucherpreisen von besonderer Bedeutung.

Darüber hinaus unterstützt das Land im Bereich der Energieeffizienz eine Reduzierung der „grauen Energie“ und Lebenszykluskosten in der Bauwirtschaft durch den Einsatz nachhaltiger Baumaterialien, Verfahren und Standards.

Das "Klimabündnis Bauen – nachwachsende und kreislaueffiziente Rohstoffe stärken" wurde im Jahr 2022 gegründet.

Sektorenkopplung und Flexibilisierung

Ein effizientes Lastmanagement im Energieverbrauch, die hocheffiziente und flexible Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung, die technologische Entwicklung und Markteinführung von innovativen Energiespeichern, wie z.B. Batterien, Power-to-Heat oder Power-to-Gas, sowie die engere Verknüpfung der Strom-, Wärme- und Verkehrssektoren (Sektorenkopplung) werden einen zunehmend wichtigen Beitrag leisten, um die fluktuierende Einspeisung von Wind- oder Solarstrom sicher in unser Energieversorgungssystem zu integrieren.

Das Land will den Ausbau hocheffizienter, flexibel regelbarer, grüner Kraft-Wärme-Kopplung in Verbindung mit Speicher- und Regelkraftwerken auf der Grundlage von Batterien, Power-to-X, Wärmespeichern, Pumpspeichern, Bioenergieanlagen zum Erhalt der Versorgungssicherheit forcieren.

Darüber hinaus wird die Sektorenkopplung kraftvoll in die E-Mobilität hinein entwickelt. Das Land wird sich auf Bundesebene für geeignete Rahmenbedingungen für den Ausbau und die Entwicklung der regionalen Verteilnetze in Rheinland-Pfalz im Sinne der Sektorenkopplung einsetzen.

Wasserstoff

Im Rahmen der rheinland-pfälzischen H₂-Strategie bringt das Land klimaneutral erzeugten Wasserstoff als sektorenübergreifenden Energieträger und Rohstoff in allen Wirtschaftsbereichen voran. Die Wasserstoffstudie mit Roadmap RLP bildet mit der Aufnahme des Ist-Zustands der bereits im Land bestehenden zahlreichen Wasserstoffaktivitäten, der Potenzialanalyse zu zukünftigen Einsatzfeldern für grünen Wasserstoff insbesondere in der Energiewirtschaft, Industrie und Mobilität sowie mit daraus abgeleiteten Maßnahmenvorschlägen und Handlungsempfehlungen eine solide wissenschaftliche Basis für den Aufbau einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft in Rheinland-Pfalz.

Rheinland-Pfalz soll zu einer Modellregion für Wasserstofftechnologie werden, in dem das Land insbesondere die energieintensive Industrie bei der Nutzung von Wasserstoff, der treibhausgasneutral, möglichst durch erneuerbare Energien erzeugt wird, unterstützt.

Grünen Wasserstoff aus Stromüberschüssen der volatilen erneuerbaren Energien zu erzeugen, statt Wind- und Solaranlagen abzuregeln, hat für Rheinland-Pfalz hohe Priorität insbesondere mit Blick auf die erforderliche Ausgleichs- und Speicherfunktion, wenn die Erneuerbaren zur Bedarfsdeckung nicht ausreichen.

Da bei der Erzeugung von Wasserstoff Abwärme entsteht, will das Land insbesondere auch Wasserstoff-Projekte in Verbindung mit regionalen Wärmenetzen unterstützen.

Dort, wo eine Elektrifizierung des Verkehrsbereiches nicht möglich ist, werden auf grünem Wasserstoff basierende Transportsysteme angestrebt. Hierzu soll die Forschung und Entwicklung gefördert werden.

Akzeptanz und Bürgerbeteiligung

Rheinland-Pfalz bekennt sich zu einer regional verankerten und nicht zuletzt bürgergetragenen Energiewende. Ziel ist es, eine möglichst große Anzahl von Menschen bei der Umsetzung der Energiewende mitzunehmen, um diese von unten voranzutreiben und die Wertschöpfung zu erhöhen. Viele Bürgerinnen und Bürger wollen die Energiewende aktiv mitgestalten und an ihr teilhaben, wobei die Energiegenossenschaft eine sehr beliebte Form der Beteiligung ist.

Die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle wird zukünftig für Energiegenossenschaften immer wichtiger, dazu gehören verstärkt Modelle aus dem Bereich der Energieeffizienz und Energieeinsparung.

Die finanzielle Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger ist auch ein wichtiger Faktor regionaler Wertschöpfung, in dem nicht nur große Investoren die Gewinne aus den Erneuerbare-Energien-Projekten erhalten, sondern diese den Menschen vor Ort zugutekommen und deren Finanzkraft stärken. Die regionale Wirtschaft profitiert auch ganz direkt, z. B. durch Auftragsvergabe an regional ansässige Unternehmen.

Damit die Menschen vor Ort noch mehr von regionaler Wertschöpfung aus erneuerbaren Energien profitieren, unterstützt das Land Energiegenossenschaften sowie Solidarpakte und tritt diesen unter gewissen Rahmenbedingungen bei.

Mobilität

Ziel der rheinland-pfälzischen Mobilitätspolitik ist es, dass die moderne Verkehrswelt erschwinglich und für alle zugänglich, klimaneutral, schnell und komfortabel ist – unabhängig, ob die Menschen in ländlichen oder in urbanen Räumen leben.

In Rheinland-Pfalz als Flächen- und Pendlerland ist der Verkehrssektor mit mehr als

einem Viertel am gesamten Endenergieverbrauch beteiligt. Den Hauptanteil hat dabei der Kraftfahrzeugverkehr. Alternative Antriebe sind ein wichtiger Bestandteil der Energiewende und des Klimaschutzes.

Bei der Mobilitätswende unterstützt das Land Rheinland-Pfalz u. a. die Entwicklung alternativer Antriebe, wie z. B. die Elektromobilität, Brennstoffzellenfahrzeuge, die Entwicklung von E- bzw. Syn-Fuels vorwiegend im Nutzfahrzeug-, Schiffs- und Luftfahrtbereich sowie Antriebe auf Basis biogener Kraftstoffe.

Das Land unterstützt darüber hinaus Projekte zur Entwicklung neuer Nutzungs- und Mobilitätskonzepte (Car-Sharing, Nutzer-Sharing, Fahrgemeinschaften) sowie zur Einbindung von Elektrofahrzeugen in die Netze der Zukunft.

Dem Nahverkehr kommt in Zukunft noch mehr als heute eine Schlüsselfunktion zu. Daher stärkt das Land die Angebote des Nahverkehrs und gestaltet den ÖPNV im Sinne einer sozial und ökologisch gerechten Mobilitätskultur aus. Unser Ziel ist, dass der Modal-Split-Anteil des Nahverkehrs an allen zurückgelegten Kilometern bis zum Jahr 2030 deutlich steigt.

3. UMSETZUNG DER ENERGIEPOLITIK IN RHEINLAND-PFALZ

3.1 Kommunale Klimaoffensive

Alle Klimaschutz- bzw. Anpassungsmaßnahmen werden vor Ort in den Kommunen umgesetzt. Dort wird geplant, genehmigt und gebaut; dort finden die Diskussionen mit den Bürgerinnen und Bürgern statt. Kommunen leisten dabei einen wichtigen Beitrag als Vorbild – das gilt auch im Hinblick auf die Umsetzung der Energiewende. Damit kommt den Kommunen eine Schlüsselrolle zu. Aus diesem Grund stellt die Unterstützung der Kommunen ein wichtiges Element der landespolitischen Anstrengungen für die Zielsetzung 2040 dar.

Die Landesregierung hat schon früh in eine entsprechende Beratungsinfrastruktur investiert. Die Energieagentur Rheinland-Pfalz ist in den vergangenen Jahren immer mehr zu einem wichtigen und anerkannten Partner der kommunalen Energiewende geworden.

Um diese Entwicklung weiter zu stärken, hat die Landesregierung am 29.11.2022 die kommunale Klima-Offensive beschlossen. Sie besteht aus zwei Eckpfeilern: dem Kommunalen Klimapakt (KKP) und dem

„Kommunalen Investitionsprogramm Klimaschutz und Innovation“ (KIPKI). Das bedeutet ein Paket aus zielgenauer Beratung und finanzieller Unterstützung für kommunalen Klimaschutz und Anpassungen an die Folgen des Klimawandels.

Für und mit den Kommunen – der Kommunale Klimapakt Rheinland-Pfalz

Um die Kommunen bei ihren Klimaaktivitäten zu unterstützen, haben die Kommunalen Spitzenverbände, der Verband kommunaler Unternehmen, die Energieagentur Rheinland-Pfalz und das federführende Klimaschutzministerium einschließlich des Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrums für Klimawandelfolgen sowie das Wirtschafts- und Innenministerium den Kommunalen Klimapakt (KKP) geschaffen. Der Kommunale Klimapakt wurde zunächst für die Jahre 2023 und 2024 vereinbart.

Die Initiatoren haben sich mit der „Gemeinsamen Erklärung – Mehr Kommunaler Klimaschutz und Kommunale Anpassung an die Klimawandelfolgen“ auf den Rahmen des Kommunalen Klimapakts geeinigt. Die

Beteiligten verstehen den Kommunalen Klimapakt als Prozess, in dem die Rahmenbedingungen kontinuierlich verbessert und Hemmnisse abgebaut werden sollen. Kommunen, die dem Kommunalen Klimapakt beitreten, bekennen sich zu den Klimaschutzziele des Landes. Sie möchten kommunale Klimaschutzmaßnahmen mit Nachdruck voranbringen und sich an die lokalen Folgen des Klimawandels anpassen. Dafür werden sie von der Landesregierung unterstützt. Damit ist der KKP ein kraftvolles Bekenntnis der Landesregierung und der teilnehmenden Kommunen zum Erreichen der Klimaziele.

Seit dem 1. März 2023 können Landkreise, kreisfreie sowie kreisangehörige Städte und Verbandsgemeinden dem Kommunalen Klimapakt beitreten. Die Energieagentur Rheinland-Pfalz und das Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen beraten die Klimapakt-Kommunen exklusiv dabei, Klimaschutz und Anpassung an die Klimawandelfolgen als Querschnittsaufgaben in das kommunale Handeln zu integrieren. Die spezifische Ausgangssituation einer Kommune wird in individuellen Workshops erörtert. Darauf aufbauend profitieren die KKP-Kommunen von maßnahmenbezogenen Fachberatungen. Die Beratung ist vielfältig und beinhaltet u.a. die Themen klimagerechte Bauleitplanung, Ausbau erneuerbarer Energien,

nachhaltige Wärmeversorgung, Solidarpakete sowie eine bedarfsorientierte Fördermittelberatung. Darüber hinaus ermöglicht das wachsende Netzwerk der Klimapakt-Kommunen einen gemeinsamen Erfahrungsaustausch.

Der Klimapakt hat noch eine weitere Komponente. Kommunen können aktiv an der Ausgestaltung des Kommunalen Klimapakts mitwirken. Mithilfe einer zentralen Kontaktstelle bei der Energieagentur werden die Bedürfnisse der Kommunen erfasst und gebündelt. Auf dieser Grundlage soll der Kommunale Klimapakt im Sinne der Kommunen mit allen Beteiligten kontinuierlich weiterentwickelt und neue Angebote geschaffen werden.

Kommunales Investitionsprogramm Klimaschutz und Innovation (KIPKI)

Das Gesetz zur Ausführung des Kommunalen Investitionsprogramms Klimaschutz und Innovation wurde am 10. Mai 2023 mit großer und parteiübergreifender Mehrheit vom rheinland-pfälzischen Landtag verabschiedet.

240 Millionen Euro werden den rheinland-pfälzischen Kommunen mit dem KIPKI-Programm bereitgestellt, um in zusätzliche Klimaschutz-Projekte sowie Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu investieren. Allein 180 Millionen

Euro kommen aus dem Haushalt des Klimaschutzministeriums.

Allen Verbandsgemeinden, verbandsfreien Gemeinden, kreisfreien Städten und Landkreisen steht ein fixer Betrag zur Verfügung, der sich über einen einwohnerbezogenen Pauschalbetrag berechnet: fast 44 Euro werden so pro Bürgerin bzw. Bürger ausgeschüttet, die bei kreisfreien Städten komplett zu Grunde gelegt werden und innerhalb der Landkreise sich zu 1/3 auf die Landkreise und zu 2/3 auf die kreisgebundenen Kommunen verteilen.

Die Kommunen können aus einem breit gefächerten Maßnahmenkatalog – der sogenannten Positivliste – auswählen, was bei ihnen vor Ort sinnvoll und gut umzusetzen ist. Steht eine vor Ort als prioritär angesehene Klimaschutz- oder Anpassungsmaßnahme nicht in dieser Positivliste, kann sie nach einer Prüfung durch das Ministerium ebenfalls beantragt werden. Die Kommunen entscheiden also selbst, mit welchen neuen zusätzlichen Maßnahmen sie Klimaschutz oder Anpassungen an die Klimawandelfolgen vor Ort bewirken wollen.

Weiterführende Informationen werden auf den beiden folgenden Internetseiten zur Verfügung gestellt:

KIPKI-Homepage des MKUEM

<https://kipki.rlp.de/>

Energieagentur RLP

<https://www.energieagentur.rlp.de/angebote/kommune/kipki/>

Auf beiden Webseiten wurde auch eine umfangreiche FAQ-Liste erstellt, die viele der von Kommunen gestellten Fragen bereits beantwortet.

[Wettbewerbsverfahren \(MWVLW\)](#)

Ergänzt wird KIPKI durch ein wettbewerbliches Verfahren unter Federführung des Wirtschaftsministeriums Rheinland-Pfalz, aus dem besonders innovative Leuchtturmprojekte mit insgesamt 60 Millionen Euro gefördert werden sollen. In diesem wettbewerblichen Verfahren sollen auch Ortsgemeinden und im Zuge von gemeinsamen Projekten mit kommunalen Gebietskörperschaften auch sonstige juristische Personen des öffentlichen Rechts und Unternehmen des privaten Rechts antragsberechtigt sein.

Weitere Informationen werden auf der KIPKI-Homepage zur Verfügung gestellt:

<https://kipki.rlp.de/ueber-kipki>

3.2 Nutzung von erneuerbaren Energiequellen und regenerative Eigenstromversorgung

Wasserkraft

Strom aus erneuerbaren Energien ist umweltverträglich, da diese keine natürlichen Ressourcen aufbrauchen, sondern vielmehr mit der Natur Energie erzeugt wird. Bei dieser Form der Energiegewinnung entsteht kaum oder gar kein CO₂. Entsorgungsprobleme für Filterstäube und Verbrennungsrückstände existieren ebenfalls nicht. Allerdings ist die Wasserkraftnutzung durch Aufstau und Turbinenbetrieb auch mit negativen Auswirkungen auf das Ökosystem Gewässer verbunden. Hier sind besonders die Anforderungen des Fischereirechts, des Wasserrechts und des Naturschutzrechts zu beachten, wo die Durchgängigkeit der Gewässer (aufwärts- und abwärts gerichtete Fischwanderungen) sowie der Fischschutz für den Erhalt der Fischpopulation ausschlaggebend sind.

Der Aufstau verursacht zudem in den Rückstaurecken erhöhte Wassertemperaturen und Sedimentationsraten. Die typischen kälteliebenden Fischarten der Fließgewässer werden durch wärmeliebende und an stehende Gewässer angepasste Arten ersetzt. Die Sedimentation führt meist zur flächigen Kolmation des sog. Kieslückensystems, das damit als wichtiger Lebensraum für Kleinlebewesen im Fließgewässer nicht

mehr zur Verfügung steht. Die Selbstreinigungskapazität wird zudem verringert.

Aufgrund der Klimaveränderungen ist insbesondere bei den mittleren und kleinen Anlagen mit vermehrten Ausfallzeiten in Niedrigwasserzeiten zu rechnen.

Eine 2008 veröffentlichten Studie zur Ermittlung des Wasserkraftpotenzials in Rheinland-Pfalz (Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG, 2008): Durchgängigkeit und Wasserkraftnutzung in Rheinland-Pfalz, Bearbeitung: Ingenieurbüro Floecksmühle, LUWG-Bericht 2/2008) stellt fest, dass das technisch nutzbare Gesamtpotenzial der Wasserkraft in Rheinland-Pfalz ca. 1.010 GWh/a beträgt, welches bereits zu 97% ausgeschöpft wird.

Im Rahmen des Projektes „Bewertung der rheinland-pfälzischen Wanderfischgewässer hinsichtlich Durchgängigkeit und Eignung zur Wasserkraftnutzung“ wurden in 2006 Wasserkraftanlagen an den Gewässern > 100 km² Einzugsgebiet ermittelt. Schwerpunkt der Stromerzeugung sind vor allem die 24 großen Wasserkraftanlagen an Saar, Mosel, Lahn, Nahe und Wied.

Der Aufstau der Flüsse durch Querbauwerke zur Nutzung der Wasserkraft führt zu Unterbrechung der linearen Durchgängigkeit sowie zur Änderung der Charakteristik des Fließgewässers. Dies hat gravierende Folgen für den Lebensraum Fließgewässer und den an die besonderen Lebensräume angepassten Pflanzen, Kleinlebewesen und Fischen, insbesondere den Langdistanzwanderfischen wie Lachs, Aal und Maifisch. Demzufolge wird immer wieder eine Nutzung der Wasserkraft ohne Aufstau diskutiert und es gibt dazu viele technische Konzepte und Realisierungen. Grundsätzlich gilt jedoch, dass die Energieausbeute solcher Anlagen wesentlich kleiner ist als die Ausbeute bei konventionellen Anlagen. Die noch in der Erprobung befindlichen schwimmenden Strömungskraftwerke, sog. „Strom-Bojen“ oder auch sog. Schachtwasserkraftwerke könnten weiteres Potenzial liefern.

Insgesamt ist festzustellen, dass es zahlreiche „neue“ Entwicklungen gibt, die aber bei näherer Betrachtung Weiterentwicklungen und Kombinationen bekannter Techniken darstellen. Inwieweit diese Entwicklungen ihren Platz finden werden, ist erst nach einer erfolgreich abgeschlossenen Testphase einschließlich der notwendigen Leistungsnachweise feststellbar. Letzten Endes ist in allen Anwendungsfällen ein standortspezifisches abgestimmtes Gesamtkonzept entscheidend, um einerseits

eine optimale Nutzung der von der Natur gebotenen Wasserkraftressource zu erreichen, bei der andererseits der Schutz des Ökosystems Gewässer im notwendigen Umfang gewährleistet ist.

Windenergie

Rheinland-Pfalz bietet gute Voraussetzung für Erzeugung von Energie aus Wind. Die windhöufigsten Standorte liegen überwiegend auf den bewaldeten Höhenzügen fernab dichter besiedelter Ortslagen. Zugleich ist Rheinland-Pfalz zu rund 42% bewaldet und rund 75 % der Waldflächen sind im Eigentum der öffentlichen Hand. Wenn hier Erträge aus der Bereitstellung von Windenergiestandorten erzielt werden, kommen sie der Allgemeinheit, in erster Linie den Kommunen und damit der lokalen Bevölkerung zugute.

Der Wald ist aufgrund seiner langen Lebensdauer besonders vom Klimawandel betroffen. Bereits jetzt weisen 85% aller Bäume Schäden auf, die unter anderem auf sich verändernde klimatische Bedingungen zurückzuführen sind. Dabei tragen Windenergieanlagen zur Minderung von Emissionen und damit zum Klima- und Waldschutz bei.

Die meisten Wälder in Rheinland-Pfalz sind im Eigentum der öffentlichen Hand (Kommunen (ca. 46%) und Land (ca. 26%)). Als größte waldbesitzende Körperschaft nimmt

sich Landesforsten Rheinland-Pfalz der öffentlichen Aufgabe einer nachhaltigen Energieversorgung auf regenerativer Basis an, bemüht sich aktiv um geeignete Windenergiestandorte auch im Staatswald und bringt seine Flächen an geeigneten Standorten im Staatswald in kommunale Solidarpakte ein. Hierdurch kann die Windenergienutzung auf gut geeigneten Standorten konzentriert werden, verbunden mit weniger Anlagen mehr Leistung zu erzielen.

Der Ausbau der Windenergie auf Waldstandorten hat in Rheinland-Pfalz früh begonnen und es konnten vielfältige und wertvolle Erfahrungen gesammelt werden. Ende 2023 drehten sich insgesamt 525 Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz im Wald und leisteten somit einen wertvollen Beitrag zu einer nachhaltigen Energiewende.

Im Jahr 2023 drehte sich mehr als jede vierte Windenergieanlage in rheinland-pfälzischen Wäldern. Über 80% dieser Anlagen stehen im Kommunalwald. Weitere Windräder befinden sich im Bau oder sind in Planung.

Eine Übersicht über den Zubau neuer Windenergieanlagen im Wald ist im Anhang beigefügt.

Bioenergie, biogene Reststoffe und Abfälle

Landwirtschaftliche Biogasproduktion Stromproduktion

Die landwirtschaftliche Biogaserzeugung ist gerade auch in Rheinland-Pfalz das Arbeitspferd unter den Bioenergieträgern. Der Anteil der Stromerzeugung aus Biogas in Rheinland-Pfalz betrug im Jahr 2021 mit 518 GWh etwa 44% der insgesamt durch Biomasse eingespeisten Strommenge. Ein Neuanlagenzubau findet dabei kaum statt, die Stromerzeugung durch Biogas (336 Anlagen) bleibt auf gleichbleibendem Niveau und ist – wie auch bundesweit – im Wesentlichen auf den Leistungszubau an den Bestandsanlagen zurückzuführen.

Unterstützt durch die Regelungen des EEG kann die Stromproduktion aus Biogas zunehmend flexibel und bedarfsgerecht erfolgen. In Rheinland-Pfalz ist zwischenzeitlich etwa ein Drittel der Biogasanlagen für den flexiblen Anlagenbetrieb gerüstet und kann bedarfsgerecht Strom liefern, wenn Wind- und Sonnenenergie zu wenig beitragen. Daher soll Biogas als fester Bestandteil des Energiemixes in Rheinland-Pfalz auch über 2030 hinaus erhalten bleiben, zumal die Anlagen gleichzeitig erneuerbare Wärme liefern können.

Das rheinland-pfälzische Klimaschutzministerium unterstützt die Biogasanlagenbe-

treiber deshalb weiterhin mit dem „Zukunftsscheck Biogas“ dabei, deren Anlagen flexibel, effizient und damit wirtschaftlich zu betreiben.

Speziell in der Region Trier über den Biogasverbund „Kommunale Netze Eifel“ besteht eine Anschlussoption ans Gasnetz (Biomethan). Gleichzeitig liefern diese Anlagen weiterhin Strom für die landwirtschaftlichen Betriebe.

Das ist ein bundesweit einmaliges Vorzeiprojekt für erfolgreiche Sektorkopplung.

Rohstoffnutzung durch Biogasanlagen

Das Hauptsubstrat in Biogasanlagen ist unter den nachwachsenden Rohstoffen nach wie vor Silomais. Dessen Anteil ist aber zugunsten alternativer Rohstoffe, wie z. B. Ganzpflanzensilage oder Grassilage auch aufgrund des zwischenzeitlich auf 40% gesenkten gesetzlichen Maisdeckels weiter rückläufig. Daneben sind Wirtschaftsdünger, wie z. B. Gülle oder Stallmist mit einem Anteil von etwa ein Drittel bedeutende Biogassubstrate.

Die gasdichte Vergärung von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen kann in der Landwirtschaft wesentlich zur Reduktion von Treibhausgasen sowie zur Nitratrückhaltung und damit zum Gewässerschutz beitragen. Das Klimaschutzministerium

setzt sich daher weiterhin im Rahmen seiner Möglichkeiten für die Verbesserung der einschlägigen gesetzlichen Rahmenbedingungen und eine Förderung der Wirtschaftsdüngervergärung außerhalb des Strommarktes ein.

Müllheizkraftwerke

Neben den Energieerzeugungsanlagen, die ausschließlich Biomasse einsetzen, wurden 2021 in Rheinland-Pfalz 799.456 t Restabfälle in 3 Müllheizkraftwerken verwertet.

Aus dieser Abfallmenge wurden rund 1,458 TWh Energie gewonnen (18% Strom, 32% Wärme, 50% Prozessdampf) und hierdurch 242.576 t CO₂ eingespart.

Bei den eingesetzten Restabfällen handelte es sich um Haus-, Sperr-, Gewerbe-, Bau- und sonstige Abfälle, die sich sowohl aus Biomasse als auch aus mineralischen Stoffen zusammensetzen.

Abfallvergärungsanlagen

2021 wurden in den 9 Bioabfallvergärungsanlagen, eine neue Anlage am Standort im Hunsrück hat das Klimaschutzministerium gefördert, in Rheinland-Pfalz aus 286.849 t Bioabfälle aus der Getrenntsammlung, primär Gartenabfälle und Abfälle aus der Bio- tonne, in der Kaskade Strom und Wärme von rund 41,5 GWh Biomethan, 19,3 GWh Strom und 9,2 GWh Wärme erzeugt.

Energieholz

Seit dem Jahr 2004 ist Landesforsten RLP in der Beratung über die Einsatzmöglichkeiten des Brennstoffs Holz aktiv. Die Einführung von Produktleitern „Holzenergieberatung“, Informationsartikel wie der Ratgeber „Effizient Heizen mit Holz und Sonne“ und viele weitere Aktivitäten leisten einen wertvollen Beitrag zur Aufklärung. Im Jahre 2022 wurden aus den Wäldern in Rheinland-Pfalz ca. 640.000 Festmeter Energieholz verkauft, davon 365.000 durch Landesforsten Rheinland-Pfalz. Etwa 20% davon gingen an gewerbliche, 80% an nicht gewerbliche Kunden, d.h. überwiegend an Endverbraucher. Rund 4% des Energieholzes wurden als Hackschnitzel aufgearbeitet, der weit überwiegende Teil wurde als Waldholz vermarktet. Das Waldholz wird im Wesentlichen zu Scheitholz weiterverarbeitet, meist durch die Endverbraucher selbst. 61% entfielen auf die Baumart Buche, 16% auf die Eiche, 11% auf das Nadelholz wie z. B. Fichte und 12% auf sonstige Laubbaumarten.

Da zwar fast alle rheinland-pfälzischen Kommunen ihr Brennholz an Endkunden über Landesforsten vermarkten, aber das Brennholz für gewerbliche Kunden über die kommunalen Holzvermarktungsorganisationen verkaufen, muss letzterer Anteil – unter Annahme einer ähnlichen Entwicklung wie im Staatswald – geschätzt werden. Hinzu kommt, dass nur ein kleiner Anteil

der privaten Waldbesitzer das Brennholz über Landesforsten vermarktet. Im Privatwald ist darüber hinaus mit einem beträchtlichen Anteil an Eigenbedarf zu rechnen. Aufgrund der Erhebungen der Bundeswaldinventur III (veröffentlicht 2015) ist davon auszugehen, dass ca. 200.000 Festmeter Holz aus dem Privatwald energetisch genutzt werden. Unter Berücksichtigung der genannten Tatsachen ist davon auszugehen, dass der Gesamtanfall von Energieholz in 2022 inkl. Eigenbedarf bei rd. 640.000 Festmeter lag. Im Bereich der erneuerbaren Wärmeenergie ist Holz mit Abstand die bedeutendste erneuerbare Energieform. Die enormen Mengen an erneuerbarer Wärmeenergie aus Holz werden dabei überwiegend durch die über 605.000 Einzelfeuerstätten in RLP (Statistische Anlagenerhebung des Schornsteinfegerhandwerks RLP), die mit festen Brennstoffen – vorwiegend Scheitholz – betrieben werden, erzeugt. Obwohl Holz ein nachwachsender Rohstoff ist, steht er nachhaltig nur begrenzt zur Verfügung. Durch den Einsatz moderner Technik besteht z. B. bei Einzelraumfeuerungsanlagen ein erhebliches Effizienzsteigerungspotenzial. Durch den Einsatz moderner Technik könnte, trotz konstant zur Verfügung stehender Rohstoffmengen, der Anteil der energetischen Nutzung des Holzes innerhalb der erneuerbaren Energieträger gesteigert werden.

Eine Übersicht zum Energieholzverkauf von Landesforsten Rheinland-Pfalz im Jahr 2022 ist im Anhang enthalten.

Klärgas

Stromerzeugung auf Kläranlagen

Auf Kläranlagen entsteht während der Abwasserreinigung Klärschlamm, eine Art Biomasse. Ab einer bestimmten Schlammmenge kann dieser in Faulbehältern wie andere Biomasse vergoren werden. Dabei entsteht Klärgas, welches auf der Kläranlage zur Energiegewinnung genutzt werden kann.

In Rheinland-Pfalz sind 90 Kläranlagen mit einem oder mehreren Faultürmen zur anaeroben Schlammstabilisierung und Klärgasgewinnung ausgestattet. Insgesamt wird in Rheinland-Pfalz mehr als 60% des auf den kommunalen Kläranlagen anfallenden Schlammes der Klärgaserzeugung mit anschließender Wärmenutzung zugeführt. Bei 90% der so genannten Faulungsanlagen wird das Klärgas zusätzlich verstromt. Der Anteil des energetisch genutzten Klärschlammes soll weiter erhöht werden, indem weitere Kläranlagen auf Faulung umgerüstet werden bzw. der Schlamm von zusätzlichen Anlagen ohne Faulung an Faulungsanlagen abgegeben wird. Darüber hinaus sollen bestehende Faulungsanlagen ohne Klärgasverstromung nachgerüstet und Anlagen zur Energieerzeugung weiter optimiert werden. Die Stromerzeugung

aus Klärgas und Klärschlamm auf rheinland-pfälzischen kommunalen Kläranlagen betrug im Jahr 2021 etwa 60 GWh/a. Die Vergleichbarkeit mit den Vorjahren ist nur eingeschränkt möglich. Im Erhebungsjahr 2021 wurden mehrere Kläranlagen durch die Flutkatastrophe im Juli desselben Jahres stark beschädigt. Die provisorisch errichteten Kläranlagen verfügen über keine Anlagen zur Klärgasgewinnung. Zusätzlich hat sich die Erhebungsart geändert.

Die Landesregierung fördert Maßnahmen zur Klärschlammbehandlung mit Gaserzeugung und Gasverwertung sowie den Bau von Fotovoltaikanlagen auf kommunalen Kläranlagen zur Erhöhung der Eigenstromerzeugung.

Solarthermie

Das Prinzip ist einfach: Solarthermieanlagen wandeln Sonnenenergie in Wärme. Das funktioniert, indem die Wärmeträgerflüssigkeit der Solarthermieanlagen durch Absorption der Strahlungsenergie der Sonne aufgewärmt wird. Diese Wärme kann dann in zwei verschiedenen Anwendungen genutzt werden: Zur solaren Trinkwassererwärmung und zur solaren Heizungsunterstützung.

Mit rund 77% ist der Flachkollektor der am häufigsten installierte Kollektortyp in Rheinland-Pfalz. Daneben werden Röhrenkolle-

ktoren verbaut, während Luft- und Speicherkollektoren nur in wenigen Fällen existieren (0,3%).⁵

Bis Ende 2022 waren in Deutschland insgesamt 2,6 Millionen Solarwärme-Anlagen mit einer Solarkollektorfläche von insgesamt 22,1 Millionen m² (brutto) installiert. Bundesweit beträgt die insgesamt installierte Solarwärme-Leistung 14,4 GW_{th}, die jährlich CO₂-Emissionen von rund 2,6 Millionen Tonnen vermeiden.⁶

In 2022 wurden 91.000 Solarwärme-Anlagen neu verbaut (460 MW_{th}). In Rheinland-Pfalz wurden im Jahr 2020 1.550 Anlagen errichtet, 70% davon mit Flach-, 29% mit Röhrenkollektoren.

Das Thema: „Solare Wärmenutzung“ behandelt ebenfalls die Broschüre „Effizient Heizen mit Holz und Sonne“, die durch das Umweltministerium in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Landesforsten Rheinland-Pfalz im Jahr 2008 gemeinsam herausgegeben wurde. In den letzten Jahren wurde diese Broschüre weiterentwickelt. Im Kapitel „Solare Wärmenutzung – Die Sonne schickt uns keine Rechnung“ wird anschaulich erklärt, welche Möglichkeiten die Solarthermie bietet. Die Broschüre

(6. Auflage, Dezember 2023) kann unter anderem auf der Internetseite www.wald-rlp.de bestellt und heruntergeladen werden.

Fotovoltaik

Förderung von Beratungs- und Informationsangeboten

Das Land fördert Beratungs- und Informationsangebote mit dem Ziel des Ausbaus der Solarenergie, immer auch mit Berücksichtigung der Speichertechnologien:

Mit der Solarinitiative Rheinland-Pfalz (SIRLP) unterstützt die Energieagentur Rheinland-Pfalz insbesondere Kommunen und Unternehmen bei der Planung und Umsetzung ihrer Solarenergievorhaben – sowohl im Bereich des Einsatzes solarer Wärme als auch im Bereich der regenerativen Stromerzeugung mit Fotovoltaik.

Die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz berät Besitzerinnen und Besitzer von Eigenheimen und Wohnungen im Rahmen des Projektes „Stationäre Energieberatung“ zur Nutzung von PV und Solarthermie. Die Verbraucherzentrale RLP gibt auch eine Verbraucherinformation „Fotovoltaik für Privathaushalte“ heraus. Diese Broschüre enthält alle zum Errichten und Betreiben von PV-Anlagen und Speichern

⁵ Energieatlas Rheinland-Pfalz <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/waerme/spezialkarte-solarthermie-summe>; Datenstand 2020

⁶ Solarwirtschaft e. V. (2023): „Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie)“, Berlin.

notwendigen Informationen. Das Landesnetzwerk Bürgerenergiegenossenschaften (LANEG e.V.) berät im Rahmen des Projektes „Energiewende in die Praxis bringen – mit Bürgerenergiegenossenschaften in Rheinland-Pfalz“ Bürgerenergiegenossenschaften u. a. zu Geschäftsmodellen auf der Basis von PV. Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) wirbt im Rahmen einer Kampagne für eine verstärkte Nutzung der Solarenergie (PV und Wärme). Hierzu soll mit verschiedenen Maßnahmen in der Gesellschaft über diese Energienutzung informiert werden und zur Umsetzung motiviert werden.

Beteiligung des Landes Rheinland-Pfalz am Projekt LIFE-IP ZENAPA

Das Land Rheinland-Pfalz ist zudem über das Nationalparkamt Hunsrück-Hochwald Partner des EU-Förderprojekts „LIFE-IP ZENAPA – Zero Emission Nature Protection Areas“, welches zudem durch die Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz ko-finanziert wird. Dem Projekt gehören 16 Partner aus 8 Bundesländern und Luxemburg an, darunter aus Rheinland-Pfalz zahlreiche Kommunen sowie weitere Akteure, wie die Träger der Biosphärenreservate Bliesgau und Pfälzerwald-Nordvogesen. Das Projekt zielt darauf ab, die Energiewende mit den verschiedensten Anforderungen des Klima-, Natur- und Artenschutzes in Einklang zu bringen. In diesem Rah-

men wurden von den Partnern das Programm „1.000 Solardächer“ ins Leben gerufen.

Landesverordnung über Gebote für Solaranlagen auf Grünlandflächen in benachteiligten Gebieten

Das EEG eröffnet den Ländern die Möglichkeit, eigene Regelungen für die Nutzung von Acker- und Grünlandflächen in benachteiligten Gebieten für Fotovoltaik-Freiflächenanlagen zu treffen. Um im Land die Teilhabe auch an diesem Baustein der Energiewende bzw. der dadurch generierten regionalen Wertschöpfung zu ermöglichen, hat die Landesregierung von dieser Verordnungsermächtigung im EEG Gebrauch gemacht und Gebote auf ertragsarmen Grünlandflächen in benachteiligten Gebieten für Fotovoltaik-Freiflächenanlagen in den einschlägigen Ausschreibungen zugelassen. Diese Öffnung der Flächenkulisse wurde durch eine Änderung der Freiflächen-Verordnung vom 28. Dezember 2021 auf ertragsarme Ackerflächen erweitert und auf 200 MW jährlich erhöht. Eine Ausweitung des Volumens auf 400 MW erfolgte am 13.10.2023.

Landesweites Solarkataster

Im Januar 2021 wurde das landesweite Solarkataster RLP (www.solarkataster.rlp.de) der Öffentlichkeit vorgestellt. Die Online-Anwendung ermöglicht Hauseigentümern, ihre Dächer auf das Solarenergiepotenzial

zur Nutzung für eine Fotovoltaik- oder Solarthermie-Anlage zu prüfen und eine erste Wirtschaftlichkeitsabschätzung vorzunehmen. Dabei können die individuellen Anforderungen an Eigenversorgung, Speicher- und Verbraucherintegration, Wärmeversorgung, etc. passgenau berücksichtigt werden. Die Auswertung kann als Basis für Beratung oder den Einstieg in eine Fachplanung für die eigene Solarenergieanlage dienen. Die Anwendung bietet einen niedrighwelligen, unabhängigen und unverbindlichen Zugang zur Abschätzung des Solarenergiepotenzials auf Bestandsdächern im Land.

Landessolargesetz (LSolarG) und Durchführungsverordnung (LSolarGDVO)

Mit dem LSolarG besteht seit dem 1. Januar 2023 für Dächer von Gewerbeneubauten und auf zu errichtenden Überdachungen von neuen gewerbezugehörigen Parkplätzen ab 50 Stellplätzen die Pflicht zur Installation einer Fotovoltaikanlage. Für die Durchführung des Landessolargesetzes durch die unteren Bauaufsichtsbehörden und zur Umsetzung der Installationspflicht durch die Verpflichteten hat das Klimaschutzministerium eine Rechtsverordnung auf Basis des Landessolargesetzes erlassen. Die LSolarGDVO vom 15. Dezember 2022 trifft Regelungen unter anderem zu Ausnahmen von der Installationspflicht, Mindestanforderungen an die ersatzweise Pflichterfüllung, Befreiungen von der Pflicht

sowie zu Nachweisen, Vollzugsbestimmungen und Begriffsdefinitionen. Die LSolarGDVO ist am 01. Januar 2023 in Kraft getreten.

Der Landtag hat am 08.11.2023 eine sinnvolle Ausweitung der Pflicht auf Neubauten und grundlegender Dachsanierungen öffentlicher Gebäude und beim Bau neuer Parkplätze der öffentlichen Hand beschlossen. Gebäude müssen zudem PV-Ready werden.

Richtlinie für Denkmalbehörden im Hinblick auf die Genehmigung von Solaranlagen an oder auf Kulturdenkmälern nach § 13 des Denkmalschutzgesetzes

Nach der Veröffentlichung der Richtlinie für Denkmalbehörden im Hinblick auf die Genehmigung von Solaranlagen an oder auf Kulturdenkmälern nach § 13 Denkmalschutzgesetzes vom 14.02.2023 kommt dem Klima- und Ressourcenschutz bei der Abwägung konkurrierender Interessen eine verstärkte Bedeutung zu. Als Beitrag zur erfolgreichen Durchführung der Energiewende ist eine Genehmigung für Solaranlagen dabei im Regelfall zu erteilen. Dabei sind je nach Einzelfall auch Einschränkungen im Erscheinungsbild eines Denkmals hinzunehmen. Eine abweichende Entscheidung der Unteren Denkmalschutzbehörde kommt unter anderem bei hoher baukünstlerischer oder städtebaulicher Bedeutung

eines Kulturdenkmals, bei ortsbildprägenden Kulturdenkmälern mit herausragender Lage oder bei erheblichen Eingriffen in die denkmalwerte Bausubstanz in Betracht.

Geothermie

Im Bereich des Oberrheingrabens in der Süd- und Vorderpfalz verfügt Rheinland-Pfalz über große Potenziale in der Tiefengeothermie. Seit mehr als einem Jahrzehnt wird in diesem Bereich nach Erdwärme gesucht und diese gewonnen. Hierfür wurden zwei Geothermiekraftwerke errichtet, die aus etwa 3.000 m Tiefe über 160 Grad Celsius heißes Thermalwasser heben und daraus elektrische und Wärmeenergie erzeugen können. So ging in Landau Ende 2007 das erste industrielle Geothermiekraftwerk zur Stromerzeugung Deutschlands in Betrieb. Es verfügt über eine elektrische Leistung von circa 3 MW. Die mögliche thermische Leistung zu Heizzwecken beträgt 3 bis 6 MW. In Insheim, nur wenige Kilometer von Landau entfernt, ist seit Ende des Jahres 2012 in Rheinland-Pfalz ein zweites Geothermiekraftwerk in Betrieb. Die elektrische Leistung dieses Kraftwerkes liegt bei 4,8 MW, die mögliche thermische Leistung zu Heizzwecken beträgt hier 6 bis 10 MW.

Auf Grund von spürbaren Erdbeben im August und September 2009, die im Zusammenhang mit dem Betrieb des Geothermiekraftwerkes in Landau standen, hat die Landesregierung ein „Mediationsverfahren

Tiefe Geothermie Vorderpfalz“ initiiert. Vertreterinnen und Vertreter von Bürgerinitiativen und Betreibergesellschaften haben über die Probleme der Nutzung der Tiefengeothermie diskutiert und zusammen mit der Landesregierung Lösungsansätze vereinbart (<https://mwvlw.rlp.de/de/themen/wirtschaftszweige/rohstoffwirtschaft-geologie/buergerdialog>). Die Ergebnisse werden auch bei den aktuellen Vorhaben zu Grunde gelegt.

In Rheinland-Pfalz sind neben den beiden Geothermiekraftwerken derzeit drei tiefe Erdwärmesondenanlagen in Betrieb, bei denen die Erdwärme ausschließlich zu Heizzwecken aus Tiefen von 800 – 1.500 Metern genutzt wird.

Die Nutzung oberflächennaher Erdwärme als erneuerbare Energie zu Heiz- und Kühlzwecken ist in Rheinland-Pfalz etabliert und wird weiter ausgebaut. Dabei wird die in den oberflächennahen Erdschichten bzw. dem Grundwasser gespeicherte Wärme bei einem Temperaturniveau von ca. 8 bis 12°C über Wärmepumpen genutzt.

In Rheinland-Pfalz werden diverse Erdwärmesondenfelder als Wärmequellen für kalte Nahwärmenetze oder für größere Gebäudekomplexe betrieben.

Seit 2021 hat die Zahl der Genehmigungsverfahren unter Berg- und Wasserrecht für

die jeweiligen Arten der geothermischen Nutzung deutlich zugenommen.

Die Landesregierung unterstützt die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme durch die Datenbereitstellung beim Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB) als zentrale Anlaufstelle für geowissenschaftliche Fragestellungen. Das LGB gewährt den Zugriff auf ein geothermisches Auskunftssystem und andere geologische bzw. geothermische Informationen (<http://www.lgb-rlp.de/de/karten-und-produkte/online-karten/online-karten-geothermie.html>). Ziel des internetgestützten Informationsangebotes ist eine kostenfreie Standortauskunft zur Nutzbarkeit der oberflächennahen Erdwärme. Bauherren, Planer und Bohrfirmen erhalten damit eine Vielzahl wichtiger Informationen rund um das Thema „Heizung mit Wärmepumpen und Erdwärmesonden“ (<http://www.lgbrlp.de/service/lgb-downloads/erdwaerme.html>).

Für Fragestellungen zur tiefen Geothermie im Oberrheingraben stehen geologische und geophysikalische Informationen in Form eines digitalen dreidimensionalen Untergrundmodells online zur Verfügung (<http://www.geopotenziale.org>).

Regenerative Eigenstromversorgung

Die technologische Entwicklung in der regenerativen Stromerzeugung hat in den zurückliegenden Jahren in zunehmendem

Maße ermöglicht, dass sich Unternehmen, kommunale Einrichtungen und private Haushalte kostengünstig selbst mit Strom versorgen können. Mit dem Ausbau der Eigenstromversorgung ist eine Vielzahl positiver Effekte für eine kosteneffiziente Umsetzung der Energiewende im Land verbunden. So steigert die Eigenstromversorgung die regionale Wertschöpfung und führt zu einem sinkenden Bedarf an Energieträgerimporten.

Wenn Bürgerinnen und Bürger, Kommunen sowie Unternehmen ihren Strom selbst erzeugen und verbrauchen, erhöht das auch die Akzeptanz für die Energiewende, da sie als neue energiewirtschaftliche Akteure einen aktiven Beitrag zum Aufbau einer regenerativen und hocheffizienten Stromversorgung leisten können und so zu wichtigen Treibern dieses Transformationsprozesses werden. Daher setzt sich das Land bereits seit Jahren auf Bundes- wie auch EU-Ebene aktiv dafür ein, dass die Eigenstromerzeugung auf der Basis regenerativer Brennstoffe sowie die regenerative Direktstromnutzung von allen staatlich induzierten Preisbestandteilen befreit werden. Die Neuregelung der EEG-Umlagefinanzierung im EEG 2021 und 2023, die eine effektive Entlastung der Eigen- und Direktversorgung bedeutet, ist vor diesem Hintergrund ein entscheidender Schritt, der neue Modelle der Eigen- und Direktversorgung an-

reizen wird. Eine weitere Zunahme der Nutzung von Stromlieferverträgen (Power-Purchase-Agreements – PPA) für bilaterale Liefervereinbarungen zwischen Marktakteuren wird die Marktintegration der Erneuerbaren Energien maßgeblich voranbringen. Viele Unternehmen im Land prüfen dahingehend, ob die Eigen- und Direktversorgung zur Sicherung einer langfristig planbaren Stromversorgung beitragen kann. Neben der Preisstabilität von direktbezogenem Strom aus erneuerbaren Energien ist dabei auch der treibhausgasneutrale Strombezug für Unternehmen relevant zur Erreichung der regulatorisch oder selbstgegebenen Klimaziele.

Im privaten Bereich stellt der Eigenverbrauch im Eigenheim ein maßgebliches Kriterium dar, in eine PV-Anlage zu investieren und von den vermiedenen Strombezugskosten zu profitieren. Daneben ist insbesondere die Weiterentwicklung von Mieterstrommodellen weiterhin notwendig, bei denen die Eigenstromerzeugung im eigenen Wohngebäude die Energiekosten für Mieter dauerhaft senkt. Sie können einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, dass auch Mieterinnen und Mieter von der Energiewende finanziell profitieren und Klimaschutz betreiben können. Wichtige Stichschrauben sind dabei der Einbezug von Dächern vermieteter Gewerbe- und anderer Nichtwohngebäude in das Modell sowie Quartierskonzepte.

3.3 Grüner Wasserstoff

Rheinland-Pfalz hat sich das Ziel gesetzt, spätestens bis zum Jahr 2040 Klimaneutralität zu erreichen. Für das Erreichen dieses Ziels kann als wichtiges Bindeglied zwischen den verschiedenen Verbrauchssektoren Strom, Wärme, Mobilität und Industrie zukünftig grüner Wasserstoff beitragen.

Am 15. November 2022 hat die rheinland-pfälzische Landesregierung in einer Pressekonzferenz die Ergebnisse der Wasserstoffstudie mit Roadmap Rheinland-Pfalz vorgestellt. Mit dieser Studie wurde eine solide und umfassende Grundlage dafür geschaffen, eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft volkswirtschaftlich kostengünstig auszubauen und Rheinland-Pfalz zu einer Modellregion für grüne Wasserstofftechnologien zu entwickeln. Damit stellt das Land die erforderlichen Weichen, spätestens 2040 landesweit Klimaneutralität zu erreichen, den Wirtschaftsstandort Rheinland-Pfalz mit seinen hochqualifizierten Arbeitsplätzen im internationalen Wettbewerb zukunftsfest aufzustellen, aber auch den Wissenschaftsstandort Rheinland-Pfalz weiterzuentwickeln und zu stärken.

In der Wasserstoffstudie mit Roadmap RLP ist ausgeführt, dass für die Deckung der Wasserstoff-Nachfrage bis zum Jahr 2030

in Rheinland-Pfalz eine Elektrolysekapazität von mindestens 1 GW notwendig ist. In der Kurzfrist sollte hierbei vor allem auf Wasserstoff-Erzeugungsprojekte nach dem EEG 2023 gesetzt werden, für die durch die Bundesförderung eine hohe Investitionssicherheit gegeben ist. Langfristig liegt die kostenoptimale rheinland-pfälzische Elektrolysekapazität bei 1,3 GW in 2040 und bis zu 1,7 GW im Jahr 2045.

Etwa sieben Achtel der Wasserstoff-Nachfrage in 2040 sollen kostengünstig nach Rheinland-Pfalz importiert werden. Durch eine Diversifizierung der Lieferländer und Wasserstoff-Transportoptionen sollte die Wasserstoff-Importabhängigkeit von einzelnen Exportländern minimiert werden, ohne auf günstige Importoptionen verzichten zu müssen. Für die Wasserstoff-Versorgung der ersten Verbrauchszentren ist der Aufbau einer initialen Pipelineinfrastruktur bereits bis zum Jahr 2030 zu erwarten, wobei der Großteil der Pipelines umgewidmet und nicht neu gebaut werden muss. Zur verstärkten Anbindung des Saarlands und Nordrhein-Westfalens sowie der Verbrauchsschwerpunkte sind im geringeren Umfang jedoch Neubauten notwendig.

Zur Umsetzung der Handlungsempfehlungen aus der Wasserstoffstudie sehen die

beteiligten Ressorts der Landesregierung umfangreiche Unterstützungsmaßnahmen vor. Das MKUEM unterstützt beispielsweise in den kommenden fünf Jahren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für eine effizientere und kostengünstigere Erzeugung von grünem Wasserstoff durch die technologische Weiterentwicklung von Elektrolyseuren.

Für die kommende EFRE-Förderperiode bis 2027 wird derzeit im MKUEM die Förderung von intelligenten Energiesystemen mit Speicherstrukturen zur Unterstützung des Aufbaus einer grünen Wasserstoffwirtschaft vorbereitet. Im Rahmen des Osterpakets der Bundesregierung und der damit verbundenen Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes wird ab 2023 eine neue Förderung für Anlagenkombinationen bestehend aus erneuerbaren Energien, Stromspeicherung in Wasserstoff und Rückverstromung sowie für Wasserstoff-Verstromungsanlagen geschaffen. Dadurch entstehen mit der ersten Ausschreibung hierzu ab Ende 2023 gesicherte Investitions- und Betriebsbedingungen für Wasserstoff-Erzeugungsprojekte durch Elektrolyse.

Eine Empfehlung der Wasserstoffstudie mit Roadmap war, landesseitig eine Koordinierungsstelle Wasserstoff zu etablieren. Die

Gründung dieser Koordinierungsstelle wird bei der Innovationsagentur erfolgen.

Mit der Implementierung der Koordinierungsstelle Wasserstoff sollen interessierte Akteure eine erste Anlaufstelle erhalten, um sich rund um diese Zukunftstechnologien informieren zu können.

3.4 Netzausbau und Entwicklung der Energieinfrastruktur

Das Strom-Übertragungsnetz erfordert wie jede anspruchsvolle Infrastruktur die fortlaufende Anpassung an die sich wandelnden Gegebenheiten: Der Ausbau erneuerbarer Energien gehört dazu, aber auch die Verwirklichung des europäischen Binnenmarkts.

Die Anpassung des Stromnetzes an die Erfordernisse des zukünftigen Ausbaus der Erneuerbare Energien sowie an die Entwicklung der Energiebedarfe erfolgt auf der Grundlage des Bundesbedarfsplangesetzes und der im Energiewirtschaftsgesetz geregelten Prozesse, insbesondere im Rahmen jährlicher Systemanalysen und des zweijährigen Netzentwicklungsplans. Die entsprechenden EE-Ausbauziele der Länder werden dabei abgefragt und berücksichtigt.

Ziel ist es, die Netzlandschaft möglichst schnell für den Umstieg auf die erneuerbaren Energien zu rüsten und dabei die erforderlichen Entscheidungen gemeinsam mit den Bürgerinnen und Bürgern und allen an diesem Vorgang interessierten Kreisen zu treffen. Diese Prozesse einschließlich des resultierenden Ausbaus erfolgen in der Verantwortung der Netzbetreiber und unter der Aufsicht der Bundesnetzagentur (BNetzA). In einem Monitoring dokumentiert die BNetzA vier Mal

im Jahr die Planungs- und Baufortschritte im Stromnetzausbau.

Hohe Bedeutung für das Gelingen der Energiewende hat das Vorhaben 15 im Bundesbedarfsplangesetz. Zwischen dem westlich von Koblenz liegenden Punkt Metternich und Niederstedem bei Bitburg soll eine 380-kV-Leitung in bestehender 220-kV-Trasse neu errichtet werden. Dabei sollen auch die Schaltanlagen in Niederstedem und Wengerohr erweitert und umstrukturiert werden. Das Vorhaben dient dem Abtransport von Windstrom aus der Eifel und dem Hunsrück, wobei auch die Anbindung von Luxemburg und Frankreich verbessert wird. Es ist seit 2013 im Bundesbedarfsplan enthalten und bereits überwiegend genehmigt bzw. fertiggestellt. Die Gesamtinbetriebnahme ist geplant für das Q4/2025.

Allerdings ist festzustellen, dass der Ausbau des Übertragungsnetzes deutlich hinter den Erfordernissen zurückliegt, soweit es die großen Ausbaukorridore zwischen Norddeutschland und Süddeutschland betrifft. Beispiel ist das Ultranet, eine geplante Gleichstromverbindung von Nordrhein-Westfalen nach Baden-Württemberg, die über Rheinland-Pfalz führt. Rund 2.000 Megawatt elektrische Leis-

tung soll die etwa 340 Kilometer lange Leitung in den Süden Deutschlands übertragen und im Jahr 2026 in Betrieb gehen. Das Vorhaben liegt rd. vier Jahre hinter dem ursprünglichen Zeitplan.

Die aufwändigen und zeitraubende Planungs- und Genehmigungsverfahren beim Netzausbau gerade im Übertragungsnetz werden aktuell hinterfragt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz steht dazu mit den Bundesländern, der BNetzA und Übertragungsnetzbetreibern im Dialog, um bei der Planung und Genehmigung von Stromnetzausbauvorhaben bei Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben auf eine wesentliche Reduktion der Prüftiefe und des Prüfumfanges hinzuwirken. Dazu zählt, dass grundsätzlich Sondergutachten und Alternativenprüfungen auf das gesetzlich erforderliche Minimum begrenzt werden. Ziel ist ein möglichst schlanker Ansatz bei den einzureichenden Unterlagen, mit denen eine Zeitersparnis beim Vorhabenträger und ein zügiges weiteres Verfahren ermöglicht wird, und eine pragmatische Genehmigungspraxis der zuständigen Behörden.

Auf Bundesebene trat zuletzt das Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende – GNDEW in Kraft, um die bereits seit längerem andauernde Verunsicherung und damit einhergehende Investitionszurückhaltung beim Smart-Meter-Rollout zu beenden.

Hintergrund ist die Aufhebung der sogenannten „Markterklärung“ des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) im Mai vergangenen Jahres, die bislang zwingende Voraussetzung für den Beginn des Einbaus intelligenter Messsysteme nach dem Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) ist.

Im Jahr 2022 sind weitere positive Änderungen im EnWG in Kraft getreten, die insbesondere dem Ausbau der Energienetze in Deutschland neuen Schwung verleihen können. Die Landesregierung begrüßt sehr, dass neben den Übertragungsnetzen auch dem Ausbau von Hochspannungsleitungen ein „überragendes öffentliches Interesse“ eingeräumt wurde. So können Ausbauvorhaben deutlich beschleunigt werden.

Zudem gibt es in der EnWG-Novelle Änderungen bei der Regelung „Nutzen statt Abregeln“. Es ist künftig regional möglich, überschüssigen Strom aus Erneuerbare-Energien-Anlagen, die sonst aufgrund von Netzengpässen hätten abgeregelt werden müssen, für zuschaltbare Lasten zu nutzen. Dies ist ein Schritt in die richtige Richtung, jedoch sehen wir hier die Notwendigkeit für mehr Technologieoffenheit und auch eine Ausdehnung der Regelung auf Verteilnetze der unteren Netzebenen sollte geprüft werden.

Die Landesregierung unterstützt diesbezüglich in Betracht kommende legislative und

verfahrensentlastende Ansätze. Daneben unterstützen wir Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur technischen Entwicklung und Markteinführung von intelligenten Netzstrukturen und Speichertechnologien und die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den Zukunftsentwicklungen.

- Anfang 2020 ist das Projekt "SmartQuart" mit einem Standort in Kaisersech als erstes "Reallabor der Energiewende" an den Start gegangen. Dieses beleuchtet die gesamte Wertschöpfungskette von der Erzeugung, Umwandlung, Speicherung, Verteilung sowie Nutzung regenerativer Energie durch die Endverbraucher in den Sektoren Wärme, Strom, Mobilität und Industrie.
- Im Jahre 2021 hat die Landesregierung zwei Studien – die Flexibilitäts-Studie und die Dezentralisierungs-Studie – initiiert und veröffentlicht. Dezentrale und flexible Anlagen (Windenergie, Fotovoltaik, Batteriespeicher, Lastmanagement usw.) können den Netzausbau teilweise reduzieren und tragen zur kostengünstigen Entwicklung bei.

- In dem Projekt Designetz im Rahmen des Förderprogramms „Schaufenster intelligente Energie –SINTEG)“, welches die Bundesländer NRW, Saarland und Rheinland-Pfalz übergreift, sind zwischen 2017 und 2021 skalierbare Lösungen auf Basis von hohen Anteilen erneuerbarer Energien erarbeitet worden. So wurden Blaupausen für das dezentrale Stromnetz der Zukunft entwickelt, indem mit einem Minimum an Netzausbau die erneuerbaren Energien in das Energiesystem integriert werden können.

3.5 Energieeffizienz und Energieeinsparung, Beratungsangebote für private Haushalte, Wirtschaft und Kommunen in Rheinland-Pfalz

Energieagentur Rheinland-Pfalz



Seit über 10 Jahren ist die Energieagentur Rheinland-Pfalz fester Bestandteil der Energiewende in Rheinland-Pfalz. Sie hat sich seitdem als kompetente Ansprechpartnerin an der Seite der Kommunen etabliert. So stimuliert und begleitet sie kommunale Aktivitäten im Bereich Klimaschutz und Energiewende in Rheinland-Pfalz und ist zu einer wichtigen und unverzichtbaren Säule für die Erreichung unserer Energie- und Klimaziele geworden.

Gerade die regionale Aufgliederung mit der Zentrale in Kaiserslautern und den acht Regionalbüros ist ein wesentlicher Schlüssel, um die kommunalen Verwaltungen bei den Themen der Energiewende fachgerecht zu beraten und zu begleiten. Durch gezielte Vernetzung vermittelt sie Wissen, moderiert Prozesse, initiiert und begleitet Projekte, gibt Impulse und motiviert in den Bereichen Ausbau der erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und Energiesparen. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Regionalbüros stehen als Ansprechpartner

vor Ort zur Verfügung und können die Expertise der Kolleginnen und Kollegen aus den Fachabteilungen weitervermitteln.

Die Fördermittelberatung der Energieagentur Rheinland-Pfalz ist für Kommunen von besonderer Bedeutung, da sie neue finanzielle Perspektiven für die Umsetzung von Energiewende- und Klimaschutzprojekten aufzeigt. Sie führt bei den unterschiedlichen Fragestellungen der Kommunen zu den entsprechenden Förderprogrammen bei Bund, Land und EU. Die differenzierte Information der Energieagentur führt dazu, dass rheinland-pfälzische Kommunen die Möglichkeiten entsprechend gut nutzen können. Bei der Kommunalrichtlinie des Bundes führt dies dazu, dass rheinland-pfälzische Kommunen in den letzten 10 Jahren im Ländervergleich die höchste pro Kopf Zuwendung erhalten haben.

So hat die Energieagentur in den vergangenen Jahren immer wieder gute Maßnahmen in die Fläche getragen, die zum Teil bundesweit Beachtung gefunden haben. Das kommunale Energiemanagement (KEM) wurde auf Basis einer Idee der dena für die rheinland-pfälzischen Kommunen

aufgearbeitet und wird in mehreren regionalen Netzwerken mit interessierten Kommunen durchgeführt (3EKom). Die Kommunen identifizieren die Einsparpotenziale in ihren Liegenschaften und versuchen Schritt für Schritt – zuerst mit „nicht-investiven“ Maßnahmen Energie einzusparen. Die positiven Erfahrungen in Rheinland-Pfalz haben dazu beigetragen, dass der Bund das KEM in die Kommunalrichtlinie aufgenommen hat und den Job des kommunalen Energiemanagers sowie die Anschaffung entsprechender technischer Hilfsmittel für mehrere Jahre fördert. Ein weiterer fachlicher Impuls mit bundesweiter Beachtung ist KlikKS (Klimaschutz in kleinen Kommunen und Stadtteilen). In diesem vom Bund geförderten Projekt bildet die Energieagentur ehrenamtliche Klimapaten in kleinen Ortschaften aus, damit diese in ihren Ortsgemeinden eigene Projekte initiieren und durchführen. Die erste Phase des Programms (KlikK-aktiv) war so erfolgreich, dass der Bund diesen Ansatz weiter fördert, mit der Maßgabe, dass auch anderen Bundesländer sich beteiligen. Seit 2022 haben sich 7 weitere Bundesländer angeschlossen und mit RLP die Idee zum Nachfolgeprojekt KlikKS (Klimaschutz in kleinen Kommunen und Stadtteilen) weiterentwickelt.

Darüber hinaus macht die Energieagentur die Energiewende und den Klimaschutz im

Land sichtbar. Das im Jahr 2013 aufgebaute regionale Energiewendemonitoring wurde stetig weiterentwickelt. Daraus ist eine zentrale, flächendeckende Datensammlung und -bereitstellung entstanden. Darauf aufbauend steht seit 2015 der Energieatlas Rheinland-Pfalz als Internetportal zur Energiewende im Land online. Er stellt Daten rund um die Themen Strom und Wärme bereit und verweist in Form von Projektsteckbriefen auf vorbildliche kommunale Praxisbeispiele.

Darüber hinaus hat sich die Energieagentur auch in Krisenzeiten als wichtige Unterstützerin bewährt. Die verheerende Hochwasserkatastrophe an der Ahr hat viele Menschenleben gekostet, Häuser zerstört und wichtige Infrastruktur zum Teil massiv beschädigt. Die Energieagentur hat sich sofort aktiv engagiert, damit die betroffenen Menschen rasch eine provisorische Energieversorgung erhalten und ist seitdem in mehreren Ortschaften daran beteiligt eine zukunftssichere klimafreundliche neue Energieversorgung aufzubauen.

Bei der drohenden Gasmangellage nach dem Lieferstopp aus Russland hat die Energieagentur zusammen mit den Ministerien und den kommunalen Spitzenverbänden ein Programm erarbeitet, mit dem die Kommunen weitere erhebliche Einsparungen vornehmen konnten.

Zukünftig soll die Landesenergieagentur als Klimaschutz- und Energieagentur den Klimaschutz in ihrer Beratungsleistung weiter ausbauen, um Kommunen umfassend und optimal zu beraten und bei der Umsetzung nachhaltiger Energiewende- und Klimaschutzprojekte zu begleiten. Durch die intensive Beratung im Rahmen der Klimaoffensive unterstützt sie neue Mitgliedskommunen im „Kommunalen Klimapakt Rheinland-Pfalz“ (KKP) sowie alle zuwendungsberechtigten Kommunen beim „Kommunalen Investitionsprogramm Klimaschutz und Innovation“ (KIPKI).

Energieberatung durch die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz

verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz

Bei der Beratung privater Haushalte hinsichtlich der Nutzung von Einsparpotenzialen und erneuerbarer Energien im Gebäudereich ist die Verbraucherzentrale seit vielen Jahren ein Partner der Landesregierung. Das Angebot einer persönlichen Energieberatung in über 70 Beratungsstandorten sowie in Form von Energie-Checks vor Ort wird vom Bundeswirtschaftsministerium finanziell unterstützt. Darüber hinaus werden vom MKUEM seit vielen Jahren weitere Projektbausteine bei der Verbraucherzentrale gefördert.

Im Folgenden werden für den Zeitraum 2020 – 2022 sowohl statistische Angaben

gemacht als auch die inhaltlichen Arbeitsschwerpunkte aufgeführt.

Die Gesamtzahl aller Verbraucherkontakte im Energiebereich beläuft sich für die Jahre 2020 bis 2022 auf 71.433. Diese Zahl schlüsselt sich wie folgt auf: 35.845 persönliche/schriftliche Beratungen, 19.102 Telefonanfragen, 16.496 Teilnehmer bei Vorträgen und Seminaren.

Persönliche Energieeinsparberatung in RLP durch Honorarenergieberaterinnen und -beratern

Von 2020 bis 2022 konnten insgesamt 17.910 persönliche Energieberatungen in rund 70 Standorten in RLP kostenlos durchgeführt werden. Hinzu kamen 3.615 Energie-Checks vor Ort.

Sonderaktionen im Rahmen der landesgeförderten Energieberatung

Aktion „Heizung mit Zukunft“

Aufgrund der im Betrachtungszeitraum deutlich gestiegenen Energiepreise hat die Nachfrage in der Energieberatung deutlich zugenommen. Insbesondere das Thema Heizungserneuerung steht bereits seit Beginn 2019 im Vordergrund. Das Beratungsangebot wurde im Rahmen dieser Aktion durch ein Excel-Tool aufgewertet mit dessen Hilfe und mit Hilfe von Daten, die die Ratsuchenden liefern, eine Einschätzung

der Gesamtkosten verschiedener Heizungssysteme über 20 Jahre vorgenommen werden kann. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der aktuellen Förderprogramme und des CO₂-Preises. Eine entsprechende individuelle Auswertung wurde elektronisch versandt und bei Bedarf anschließend telefonisch erläutert. Im Rahmen der Aktion wurden insgesamt 905 ausgefüllte Datenbögen ausgewertet.

Aktion „Fassadendämmung“

Für das Thema Fassadendämmung wurde ein Excel-Tool zur Berechnung von Einsparpotenzialen und einer Einschätzung der Wirtschaftlichkeit erstellt. Die zugehörige Beratungsaktion wurde zu Beginn 2022 gestartet und seitdem wurden bereits über 200 Auswertungen durchgeführt.

Aktion „Strom vom Balkon“

An dieser Aktion nahmen 222 Ratsuchende teil. Auch hier wurde mit Hilfe eines Excel-Tools und nach Erfassung individueller Daten der Ratsuchenden mit einem Datenbogen eine Auswertung über Ertrag und Wirtschaftlichkeit von kleinen PV-Balkon-Anlagen vorgenommen. Unter allen Teilnehmern wurden 5 Gutscheine im Wert von maximal 500 Euro für die Anschaffung eines Stecker-Solar-Geräts mit einer maximalen Leistung von 600 W verlost.

Außerdem wurde eine Broschüre für diese Aktion erarbeitet und seitdem regelmäßig aktualisiert.

Aktion „Strom vom Dach“

An dieser Aktion nahmen im Berichtszeitraum 1.460 Ratsuchende teil. Auch hier wurde mit Hilfe eines Excel-Tools und nach Einsendung individueller Daten der Ratsuchenden eine Auswertung über Ertrag und Wirtschaftlichkeit von PV-Dach-Anlagen vorgenommen.

Thermografiespaziergänge

Zu diesem Format können sich interessierte Hausbesitzer anmelden, die gerne im Rahmen eines Abendspaziergangs eine erste Bewertung ihres Gebäudes mit Hilfe einer Thermografieaufnahme erhalten wollen. Häufig werden bei einer anschließenden Zusammenkunft (analog oder digital) die Möglichkeiten und Grenzen von Thermografieaufnahmen diskutiert. Es wurden insgesamt 14 Thermografiespaziergänge mit 128 Teilnehmern gemeinsam mit örtlichen Kooperationspartnern (Klimaschutzmanagerinnen und -managern, etc.) durchgeführt.

Verbraucherbefragung zur Akzeptanz von Wärmedämmung

Die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz hat das Meinungsforschungsinstitut m-result mit einer repräsentativen Verbraucherbefragung zum Thema Akzeptanz von Wärmedämmung beauftragt. Bundesweit haben 1.023 Haus- und Wohnungseigentümerinnen und -eigentümern an der Online-Umfrage teilgenommen.

Zwei wesentliche Ergebnisse waren dabei:

- Die allgemeine Akzeptanz von Wärmedämmung ist viel höher als vermutet: fast 90 Prozent aller Befragten stehen Wärmedämmmaßnahmen an Ihrer Immobilie grundsätzlich eher positiv oder sehr positiv gegenüber.
- Eine Mehrheit der Befragten von fast 80 Prozent hat keine grundsätzlichen Bedenken, in Wärmedämmmaßnahmen zu investieren. Von denen, die Bedenken haben, würde sich wiederum nur ein kleiner Teil auf gar keinen Fall umstimmen lassen.

Seminare

Es wurden 4 Seminare mit insgesamt 99 Teilnehmern zu den Themen „Altbaumodernisierung – das Energiesparhaus im Bestand“ sowie „Das Ziel beim Neubau: Energiespar- und Passivhäuser“ durchgeführt.

Energierechtsberatung

Das Themenspektrum in der Energierechtsberatung reicht von Vertragsfragen über Probleme mit der Abrechnung oder beim Wechsel des Energieversorgers bis hin zur Prüfung von Verträgen zur Versorgung mit Fernwärme oder Flüssiggas. Von 2020 bis 2022 wurden insgesamt 847 persönliche/schriftliche und 4.123 telefonische Energierechtsberatungen durchgeführt sowie 233 Heizkostenabrechnungen überprüft.

Marktrecherche zu öffentlichen Ladesäulen für E-Mobilität

Im letzten Quartal 2020 wurde in Mainz ein Marktcheck zu öffentlich zugänglichen Ladesäulen für Elektroautos durchgeführt. Ziel war es herauszufinden, ob der Preis und der Vertragspartner für den potentiellen Ladesäulennutzer gut zu erkennen sind.

Ergebnis: An allen 53 überprüften Ladesäulen für Elektroautos in Mainz ist auf Anhieb weder der Strompreis noch der jeweilige Vertragspartner zu erkennen.

Energiepreisanalysen bei den Grundversorgern in RLP

Die sehr dynamische Preisentwicklung vor allem bei Strom und Erdgas in Folge der Energiepreiskrise wurde genau beobachtet. Es wurden für beide Energieträger jeweils mehrere detaillierte Preisanalysen für sämtliche rheinland-pfälzischen Grundversorger vorgenommen. Auffällig waren dabei die sehr großen Spannbreiten beim jeweiligen Arbeitspreis. Eine ausführliche Veröffentlichung inklusive Pressemeldung dazu erfolgte im März 2022. Die Unterscheidung zwischen Neu- und Bestandskunden wurde deutlich kritisiert und deren Zulässigkeit in Frage gestellt.

Beratung einkommensschwacher Haushalte

Bisher standen technische, wirtschaftliche und energierechtliche Aspekte der Energiewende im Vordergrund, nun rückt zunehmend die sozialverträgliche Gestaltung der Energiewende in den Fokus, etwa wie einkommensschwache Haushalte an der Energiewende partizipieren können und Energiekosten für sie bezahlbar bleiben. Nach Angaben der Verteilnetzbetreiber wurden 2022 in Deutschland 208.506 Haushaltskunden der Strom abgestellt. In Rheinland-Pfalz wurde im Jahr 2022 bei 10.568 Haushalten die Stromversorgung unterbrochen.⁷

Projekt „Energiearmut vorbeugen – Energiekostenberatung“

Das Projekt „Energiearmut vorbeugen – Energiekostenberatung“ der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz wird seit 2013 aus Landesmitteln gefördert. Die Energiekostenberatung wurde für einkommensschwache Haushalte mit Energieschulden entwickelt. Diese mehrstufige systemische Beratung reicht dabei von der Mediation zwischen Kunde und Energieversorger über die technische Energieeinsparberatung bis

hin zur Energierechtsberatung. Die Beratung wird in Mainz, Kaiserslautern, Koblenz, Ludwigshafen, Pirmasens, Trier, Worms, Kirchheimbolanden und Kusel angeboten. Seit der Coronapandemie sind landesweit telefonische Beratungen möglich. Einen Nachfrageschwerpunkt stellen seit der Energiepreiskrise rechtliche Fragestellungen rund um Preisbremse und Entlastungen dar und es wenden sich nunmehr Haushalte an die Energiekostenberatung, die bislang keine Zahlungsprobleme hatten.

Ergebnisse des Projektes zeigen, dass bei der Entstehung von Energieschulden verschiedene Ursachen wirksam sind, die sich wechselseitig bedingen. Neben der strukturellen Benachteiligung wie bspw. Energiepreise, Einkommen und Energieverbrauch, findet sich auf der individuellen Ebene ein starker Einfluss schwer messbarer Größen wie persönliche Kompetenzen, gesundheitliche und sozial-psychologische Merkmale.⁸

Mit der Energiekostenberatung spricht die Verbraucherzentrale zielgenau die Bedürfnisse der betroffenen Haushalte an. Auswertungsergebnisse zeigen, dass in knapp

⁷ Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen; Bundeskartellamt (Hrsg.) (2023): Monitoringbericht 2023; Bonn

⁸ Kahlheber, A. (2016). Spielräume am Limit: Energiearmut in der systemisch lösungsorientierten Beratungspraxis der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz – Ursachenkonstellationen und Beratungsansätze. In Energie und soziale Ungleichheit: Zur gesellschaftlichen Dimension der Energiewende in Deutschland und Europa (pp. 207–238). Wiesbaden: Springer VS.

60% der Beratungsfälle erreicht werden konnte, dass bestehende Stromsperren aufgehoben wurden. Und in 70% der Fälle konnten angedrohte Stromsperren abgewendet werden. Durch die Optimierung von Tarif, Verbrauch, Budget und Zahlungsmodalitäten wurde das Risiko erneuter Versorgungssperren für die betroffenen Haushalte verringert.⁹



Effizienznetz Rheinland-Pfalz

– EffNet

Mit dem Effizienznetz Rheinland-Pfalz (EffNet® – www.effnet.rlp.de) steht seit 2005 ein zentraler Ansprechpartner für Ressourceneffizienz, Energie und Umwelt zur Verfügung. Das Effizienznetz Rheinland-Pfalz basiert auf einer Initiative der Landesregierung und wird vom Landesamt für Umwelt (LfU) betrieben. Die in Rheinland-Pfalz zahlreich vorhandenen, nichtkommerziellen Informations- und Beratungsangebote zu Ressourceneffizienz, Energie und Umwelt werden in einem gemeinsamen Netzwerk mit über 40 Netzwerkpartnern gebündelt und einer breiten Öffentlichkeit bekannt

gemacht. Auf der Homepage sind zahlreiche Informationen, aktuelle Hinweise, Rechtsvorschriften und Links zu finden. Zudem werden über das EffNet® verschiedene praxisnahe Projekte im Bereich Ressourceneffizienz, Energie und Umwelt durchgeführt, die einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz leisten.

EffCheck

Rheinland-Pfalz

Projekt EffCheck Rheinland-Pfalz

Im Rahmen des Projektes „EffCheck – Ressourceneffizienz in Rheinland-Pfalz“ haben Unternehmen und kommunale Betriebe die Möglichkeit, mit finanzieller Unterstützung des Landes von max. 8.000,- Euro (ggf. zzgl. MwSt., bei einem Eigenanteil des Betriebes von mind. 20%) Einsparpotenziale u.a. in den Bereichen Material, Energie, Wasser und Abfall zu ermitteln und umzusetzen.¹⁰

Das Förderprogramm des MWVWL zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz in gewerblichen Unternehmen (ERGU) konnte in der vergangenen EFRE-Förderperiode in Rheinland-Pfalz genutzt werden, um Unternehmen bei der Investi-

⁹ Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V. (Hrsg.) (2019): Allein, überlastet, energiearm? Ergebnisse der ersten landesweiten Auswertung der Energiekostenberatung der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz Januar 2016 bis August 2018; Mainz

¹⁰ Grundlage ist die Verwaltungsvorschrift des MKUEM vom 7. März 2023 zur Förderung von Betriebsberatungen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz.

tion in ressourceneffizienzsteigernde Maßnahmen zu unterstützen. Auch in dieser ERFE-Förderperiode wird es wieder ein gut verknüpftes EFRE-Förderprogramm zur Umsetzung von Maßnahmen auch aus den EffChecks geben: EffInvest und IBI; die Abwicklung erfolgt über die ISB.



EffCheck Ressourceneffizienz

Der EffCheck Ressourceneffizienz wird seit 2007 den Unternehmen angeboten. Mit Hilfe eines externen Beraters oder einer externen Beraterin werden die eingesetzten Ressourcen medienübergreifend und prozessorientiert auf der Grundlage der VDI Richtlinie 4075 zum produktionsintegrierten Umweltschutz betrachtet. Inzwischen haben gut 230 Betriebe vom EffCheck Ressourceneffizienz profitieren können, der auch weiterhin angeboten wird.



EffCheck Industrie 4.0

Auf Basis der Ergebnisse der Gemeinschaftsstudie „Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 – Potenziale der digitalen Transformation für KMU des verarbeitenden Gewerbes“ wurde der „EffCheck – Industrie 4.0“ erarbeitet. Dieser EffCheck

wurde in einer Pilotphase entwickelt und wird seit 2019 angeboten.



EffCheck Ecodesign

Zum EffCheck Ecodesign wird aktuell eine Studie mit einer Pilotanwendung durchgeführt. Dieser EffCheck soll ab Anfang 2024 angeboten werden (aktuelle Informationen können unter www.effcheck.rlp.de entnommen werden).

Das bewährte Förderinstrument EffCheck soll darüber hinaus weiterentwickelt werden zum „EffCheck – Klimaneutralität“. Als neuer Baustein ist hierzu eine Beratung hinsichtlich der Geschäftsmodelle in Unternehmen angedacht, um den Unternehmen eine ganzheitliche und lebenszyklusübergreifende Unterstützung auf dem Weg zur Klimaneutralität anzubieten.

3.6 Versorgungssicherheit durch Flexibilisierung des Energieversorgungssystems

Mit einem Anteil von ca. 80% an der regenerativ produzierten Strommenge und von über 95% an der installierten EE-Erzeugungsleistung bilden die Windenergie und die Fotovoltaik bereits heute die wesentlichen Säulen der regenerativen Stromerzeugung in Rheinland-Pfalz. Der Ausbau der erneuerbaren Energien in Rheinland-Pfalz wird auch in den kommenden Jahren wesentlich durch den Ausbau der Windenergie und der Fotovoltaik getragen werden. Rheinland-Pfalz hat sich das energiepolitische Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 den Strombedarf bilanziell vollständig durch erneuerbare Energien zu decken. Auf der Grundlage der bereits erreichten und der noch zu erwartenden Technologieentwicklungen werden die Windenergie und die Fotovoltaik als kostengünstigste Stromerzeugungstechnologien zukünftig ca. 95% zur regenerativen Strombedarfsdeckung beitragen.

Für den Wirtschaftsstandort Rheinland-Pfalz ist von zentraler Bedeutung, dass auch in einem Stromsystem mit vollständig regenerativer Versorgung der Energiebedarf jederzeit zuverlässig gedeckt und die

im internationalen Vergleich sehr gute Stromversorgungssicherheit auch weiterhin auf hohem Niveau gewährleistet werden. Auch bei kontinuierlichem Ausbau der fluktuierenden Stromerzeugung konnte der SAIDI EnWG-Gesamt-Wert (SAIDI: System Average Interruption Duration Index) mit 12,2 Minuten in 2022 erneut einen vergleichsweise niedrigen Wert erreichen.¹¹ Im Jahr 2006 lag der SAIDI-Wert deutschlandweit noch bei 21,53 Minuten und erreichte in 2020 mit 10,73 Minuten den bisher niedrigsten Wert.

Eine effiziente und vollständige Integration erneuerbarer Energien in sichere Versorgungsstrukturen erfordert die Flexibilisierung des gesamten Energiesystems. Wesentliche Optionen, die uns zur Flexibilisierung der Stromversorgung bereits heute zur Verfügung stehen und in den kommenden Jahren stärker genutzt werden sollen, stellen neben dem Stromaustausch auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene insbesondere die Flexibilisierung des konventionellen Kraftwerksparks, die Identifizierung und Nutzung von Lastma-

¹¹ Quelle: Bundesnetzagentur, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Strom/start.html

nagementpotenzialen insbesondere in Industrie und Gewerbe, die Sektorenkopplung sowie die Energiespeicherung dar.

Anbieter von Flexibilität auf der Erzeugungs- und/oder Nachfrageseite können bereits heute an den Strombörsen oder den Regelleistungsmärkten Erlöse erwirtschaften. Die verschiedenen Flexibilitätsoptionen befinden sich dabei in einem direkten technologischen Wettbewerb zueinander.

Das Erstarren der Wirtschaft nach der Überwindung der Corona-Pandemie, sowohl weltweit als auch in Deutschland, aber insbesondere der Krieg in der Ukraine und die dadurch ausgelöste fossile Energiekrise haben zu einem starken Anstieg der Preise insbesondere bei Erdgas und auch bei der Stromerzeugung aus Erdgas geführt. Damit einhergehende stark volatile Preisausschläge an den Strom- und Regelleistungsmärkten in Abhängigkeit von der variablen Verfügbarkeit an Strom aus Windenergie und Fotovoltaik zeigten auch sehr deutlich den hohen Bedarf an weiteren Investitionen in die verschiedenen Flexibilitätstechnologien an. Mit einem zunehmenden Anteil an fluktuierender regenerativer Stromerzeugung wird auch der Bedarf an Flexibilitätstechnologien weiter steigen, die wiederum in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsgebiet ganz unterschiedliche Erfordernisse, u. a. hinsichtlich Leistung,

Bereitstellungsdauer, aber auch Einsatzverfügbarkeit, erfüllen müssen. Es ist daher davon auszugehen, dass sich sehr unterschiedliche Flexibilitätstechnologien an den Märkten etablieren werden. Um sicherzustellen, dass für den jeweiligen Anwendungsfall zukünftig auch die kosteneffizienteste Flexibilitätsoption genutzt wird, sind technologieoffene und wettbewerbsverzerrungsfreie Entwicklungsmöglichkeiten sowie ein Level-Playing-Field hinsichtlich der Belastung mit staatlich induzierten Preisbestandteilen (z. B. Umlagen, Abgaben, Entgelte und Steuern) erforderlich. Mit der Neuordnung der staatlich induzierten Preisbestandteile im Rahmen des neuen Energiefinanzierungsgesetzes (EnFG) wurde hierzu vom Bund bereits ein erster Schritt unternommen.

Flexibilisierung des konventionellen Kraftwerkparks

Auch in einem vollständig regenerativen Stromversorgungssystem ist die Bereitstellung von gesicherter Kraftwerksleistung erforderlich, d. h. Stromerzeugungsleistung, die auch dann gesichert zur Verfügung steht, wenn über Tage oder Wochen die Stromeinspeisung aus Windenergie und Fotovoltaik sowie eine gegebenenfalls zwischengespeicherte Strommenge für die Deckung des aktuellen Bedarfs nicht ausreichend sind. Diese gesicherte Kraftwerksleistung kann durch konventionelle

Kraftwerke bereitgestellt werden. „Konventionell“ ist hier aber nicht mit „fossil“ gleichzusetzen. Um das rheinland-pfälzische Klimaschutzziel der Klimaneutralität bis spätestens 2040 zu erreichen, sind vielmehr diese Anlagen im Bedarfsfall in einem regenerativen Stromversorgungssystem auch mit regenerativen Brennstoffen, wie z. B. Biomethan oder grünem Wasserstoff zu betreiben. Die bestehenden Stromerzeugungsanlagen sind auf regenerative Energieträger umzurüsten und auf die Leistungsbereitstellung und -absicherung als neues Geschäftsmodell auszurichten.

Im Bundesvergleich verfügt Rheinland-Pfalz über einen modernen, in einem weiten Bereich gut regelbaren und aufgrund eines hohen Kraft-Wärme-Kopplungs-Anteils auch effizienten konventionellen Kraftwerkspark, aktuell im Wesentlichen auf der Basis von Erdgas. Der Begriff „Kraft-Wärme-Kopplung“ (KWK) bezeichnet dabei die gleichzeitige Umwandlung von fossilen oder regenerativen Energieträgern in elektrische Energie und Nutzwärme in einer ortsfesten technischen Anlage. Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologien nutzen im Vergleich zu einer getrennten Strom- und Wärmeerzeugung vorhandene Energieträger effizienter aus, schonen fossile und regenerative Ressourcen, verringern die spezifischen Treibhausgas- und Schadstoffemissionen bei der Strom- und Nutzwärmeerzeugung und leisten damit einen

wichtigen Beitrag für den Klima- und Umweltschutz. Durch eine Nutzung der KWK können Gesamtwirkungsgrade in Höhe von bis zu 90% erreicht werden.

Im bundesweiten Vergleich gehört Rheinland-Pfalz im Jahr 2021 mit einem Anteil der KWK an der Bruttostromerzeugung von ca. 43% sowie bezogen auf den Bruttostromverbrauch des Landes von ca. 31% zur Spitzengruppe innerhalb der deutschen Flächenländer. Der Anteil der KWK an der Stromerzeugung lag in 2021 bundesweit nur bei ca. 22%.

Mit einem Anteil von ca. 92% wird überwiegend Erdgas als Brennstoff für die KWK-Stromerzeugung im Land eingesetzt. Die Verwendung regenerativer Energien in KWK-Anlagen ist mit einem Anteil von 3,3% an der KWK-Nettostromerzeugung in 2021 immer noch vergleichsweise gering. Daher legt der aktuelle Koalitionsvertrag der rheinland-pfälzischen Landesregierung bei dem weiteren Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung einen wesentlichen Schwerpunkt auf die Nutzung von erneuerbaren Energien in hocheffizienten und flexiblen Anlagen in Kombination mit regenerativer Wärme sowie Power-to-Heat mit Wärmespeicherung (innovative KWK-Systeme) als wichtigen Beitrag zum Klimaschutz, zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich sowie zum Erhalt der Versorgungssicherheit bei einem zunehmenden Anteil an

Windenergie und Fotovoltaik in der Stromerzeugung des Landes.

Entsprechend den Angaben des Statistischen Landesamts Rheinland-Pfalz¹² waren in 2021 in Rheinland-Pfalz über 2.900 Erdgas-Stromerzeugungsanlagen mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von insgesamt ca. 2.350 MW sowie 366 Bioenergieanlagen mit einer elektrischen Netto-Nennleistung von insgesamt 166 MW an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossen.

Allein mit diesem heute bereits installierten Anlagenpark lässt sich technisch die aktuelle Strom-Grundlast des Landes in einer Größenordnung von ca. 2 GW sicher abdecken.

Der Anteil der Industrie an der Bruttostromerzeugung des Landes ist mit ca. 39% in 2021 auch im Bundesvergleich besonders hoch. Insbesondere die industrielle Eigenstromerzeugung, die zu 96% in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erfolgt, ist für die rheinland-pfälzische Wirtschaft von besonderer Bedeutung. Die rheinland-pfälzischen Unternehmen haben in den zurückliegenden Jahren bereits in großem Maße in diese klimaschonende, flexible und hoch-effiziente Strom- und Nutzwärmeerzeugung investiert.

Hinsichtlich des steigenden Bedarfs an gesicherter Kraftwerksleistung infolge des klimaschutzpolitisch notwendigen Ausstiegs aus der Verstromung fossiler Energieträger, aber auch zur Bereitstellung von Flexibilität ist eine Umrüstung dieser industriellen KWK-Anlagen auf regenerative Brennstoffe und deren Weiterbetrieb erforderlich. Durch die Einbindung der Industriekraftwerke in die Wärmeversorgungsinfrastruktur der Unternehmen kann die während des Betriebs anfallende Wärme effizient genutzt werden. Zeitnah sind im Energiewirtschaftsrecht die notwendigen gesetzlichen Regelungen vorzusehen, um den Industriekraftwerkspark auf regenerative Brennstoffe umzurüsten und auch mit ggf. geringeren Betriebsstunden wirtschaftlich betreiben zu können. Das ist sowohl für den Wirtschaftsstandort als für die Gewährleistung der Energieversorgungssicherheit für Rheinland-Pfalz von hoher Bedeutung.

Lastmanagement in Industrie und Gewerbe

Insbesondere Industrie- und Gewerbebetriebe verfügen über zahlreiche, bislang weitgehend ungenutzte Möglichkeiten, den eigenen Stromverbrauch in gewissen Grenzen zu variieren, aber auch zeitlich zu verschieben. Druckluftspeicher, Wasserhochbehälter, Wärmespeicher, aber auch Material- und Produktspeicher erlauben es,

¹² https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/RPHeft_mods_00022592

elektrische Großverbraucher, wie z. B. Mahlwerke, Pumpen oder Kompressoren erst dann zu benutzen, wenn die regenerative Stromerzeugung hoch, der allgemeine Stromverbrauch im Vergleich dazu gering und daraus resultierende Strompreise an der Börse niedrig sind. Im umgekehrten Fall können bei entsprechendem Speicherfüllstand elektrische Großverbraucher abgeschaltet werden, wenn wenig regenerativer Strom erzeugt wird, der Strombedarf aber hoch ist und die Strompreise an den Strommärkten entsprechend hoch sind.

Hieraus ergibt sich ein Erlöspotenzial für die Flexibilitätsvermarktung, das bereits heute in der Minutenreserve oder in der Sekundärregelleistung prinzipiell gegeben ist. Entsprechend ausreichende Preisspitzen vorausgesetzt, können flexible Lasten zukünftig auch direkt an der Strombörse, und hier insbesondere am Intraday-Strommarkt, zur Deckung der Residuallast vermarktet werden.

Somit können flexible Lasten bereits heute wirtschaftlich vorteilhaft zur Erbringung von Systemdienstleistungen für einen stabilen Netzbetrieb oder generell zur Netzentlastung eingesetzt werden.

Die Potenziale und die wirtschaftliche Nutzung vorhandener Lastmanagementpotenziale in Industrie- und Gewerbebetrieben wurden von der Transferstelle Bingen mit Förderung des Energieministeriums in den Projekten VEVIDE / VEVIDE II¹³ untersucht. So konnten im Rahmen dieser Projekte in der industriellen Praxis vorhandene Lastflexibilitäten zu virtuellen Energiespeichern verknüpft und erfolgreich in der Minutenreserve vermarktet werden.

Die rheinland-pfälzische Industrie unterstützt aktiv die Dekarbonisierung der eigenen Energieversorgung beispielsweise mit unternehmenseigenen Klimaschutzziele wie das Erreichen der Klimaneutralität in Produktionsverfahren. Die Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung, aber auch der Direktbezug von erneuerbar erzeugtem Strom stellen insbesondere in energieintensiven Industriebranchen Maßnahmen zur Reduktion energiebedingter CO₂-Emissionen dar, die gleichzeitig neue erhebliche Potenziale für das industrielle Lastmanagement bieten.

Sektorenkopplung

Die Sektorenkopplung, d. h. die Verknüpfung von Strom-, Wärme-, Gas- und Verkehrssektor, ist bereits seit langem ein fester Bestandteil unseres Energieversorgungssystems. Wesentliche Technologien

¹³ <https://www.vevide-rlp.de/>

für eine effiziente Sektorenkopplung sind bereits heute verfügbar und erfolgreich in der praktischen Anwendung.

Viele Sektorenkopplungstechnologien können als flexible Erzeuger, Verbraucher und Speicher eingesetzt werden und so einen systemdienlichen Beitrag zur Bereitstellung von Flexibilität für die Stromversorgung und den Netzbetrieb leisten. Beispiele für bestehende Verknüpfungen von Strom- und Wärmeversorgung sind u. a. die Erzeugung von industrieller Prozesswärme, z. B. durch Induktionsöfen in Eisengießereien, der Betrieb von Nachtspeicheröfen, Wärmepumpen oder Tauchsiedern. Verknüpfungen von Strom- und Verkehrssektor liegen bei elektrisch betriebenen Schienenfahrzeugen im ÖPNV, bei Pedelecs oder bei Elektrofahrzeugen vor. Power-to-Gas-Anlagen verknüpfen direkt den Strom- und Gassektor miteinander. Gas-KWK-Anlagen sind Beispiele für eine seit vielen Jahren in der Praxis etablierte hocheffiziente Verknüpfung von Strom-, Wärme- und Gassektor.

Während in der Vergangenheit elektrische Energie insbesondere aus betriebswirtschaftlichen Gründen oder auf Grund prozesstechnischer Vorteile in anderen Verbrauchssektoren eingesetzt wurde, muss die Sektorenkopplung zukünftig einen stärkeren Beitrag zur Integration der erneuerbaren Energien in unser Energieversor-

gungssystem und zum Erreichen der klimaschutzpolitischen Zielstellung, insbesondere im Wärme- und Verkehrssektor leisten. Dabei muss die Sektorenkopplung gezielt für eine zusätzliche Substitution fossiler Brennstoffe bzw. Kraftstoffe im Wärme- und Verkehrssektor eingesetzt werden.

Damit keine relevanten Lock-in-Effekte zu einer längerfristig ineffizienten Nutzung von Strom und zu einem überdimensionierten Energiesystem führen, muss aber auch hier auf balancierte Anreize für den effizienten Einsatz von Strom geachtet werden.

Wesentliches Hemmnis für eine breite Anwendung der Sektorenkopplung besteht derzeit insbesondere in der geringen Wettbewerbsfähigkeit von Strom gegenüber fossilen Brennstoffen, wie z. B. Erdgas oder Heizöl. Die Einführung des Brennstoffemissionshandels und die damit verbundene Bepreisung von CO₂-Emissionen im Wärme- und Verkehrssektor sowie die Abschaffung der EEG-Umlage haben die Wirtschaftlichkeit der Sektorenkopplung zwar verbessert, weitere Schritte einer Neuausrichtung der staatlich induzierten Preisbestandteile zur Flexibilisierung des Energiesystems sind aber erforderlich.

Energiespeicherung

Mit der Energiespeicherung steht eine wichtige technische Option zur Flexibilisierung unseres Energieversorgungssystems

zur Verfügung, die bereits heute in sehr unterschiedlichen Anwendungsfeldern genutzt wird. Stromspeicher (u. a. Superkondensatoren, Batterien oder Pumpspeicherkraftwerke), Wärmespeicher (u. a. Warmwasser, Dampf oder Latentwärme), aber auch regenerativ erzeugte Gase als Produkt von Power-to-Gas- oder Biogas-Anlagen können zur stundenweisen bis hin zur saisonalen Energiezwischenlagerung genutzt werden. Mit einer zunehmenden Sektorkopplung werden auch die verschiedenen Energiespeicherarten stärker miteinander kombiniert werden.

In den zurückliegenden Jahren hat der Einsatz von PV-Batteriesystemen zur Erhöhung der Eigenstromversorgungsquote insbesondere in privaten Haushalten an Bedeutung gewonnen. Entsprechend den Daten des Marktstammdatenregisters waren zum 30.06.2023 bundesweit über 781.000 Batteriespeicher mit einer Leistung von über 5.500 MW (netto) sowie einer nutzbaren Speicherkapazität von über 8.800 MWh installiert. Mit einer Anzahl von ca. 44.800 Systemen beträgt der Anteil von Rheinland-Pfalz an den deutschlandweit installierten PV-Speichern ca. 5,7%. Die in Rheinland-Pfalz installierten PV-Batteriesysteme weisen dabei eine Leistung von ca. 297 MW (netto) auf, was einem bundesweiten Anteil von 5,4% entspricht, und umfassen eine nutzbare Speicherkapazität von über 468 MWh (5,3% Anteil am Bundeswert).

Für die Zeiten, in denen die Sonne nicht ausreichend scheint und der Wind nicht genug weht, die durchaus auch mal mehrere Wochen andauern können, sind Langzeitspeicher erforderlich, um die Versorgungssicherheit zu garantieren. Grüner Wasserstoff, der aus erneuerbarem Strom durch Elektrolyse erzeugt wird, aber auch die klassische Bioenergie ermöglichen die notwendige Langzeitspeicherung regenerativer Energie, die im Bedarfsfall möglichst energieeffizient rückverstromt werden sollte.

Zur Langzeitspeicherung regenerativ erzeugter Gase kann auch die bereits vorhandene Erdgasinfrastruktur nach entsprechender technischer Umrüstung und Umwidmung einen bedeutenden Beitrag leisten. Nach Angaben der Gas Infrastructure Europe (GIE) beträgt die Kapazität der Erdgasspeicher in Deutschland ca. 250 Terawattstunden.

Da der technische Entwicklungsstand der verschiedenen Speichertechnologien noch sehr unterschiedlich ist, wurden im Land verschiedene Modellprojekte zur technischen Entwicklung und Markteinführung von Speichertechnologien mit finanzieller Unterstützung des Landes Rheinland-Pfalz durchgeführt. Zu diesen zählten u. a.: die Pilotanlage zur Methanisierung von Kohlendioxid mit Wasserstoff im Energiepark Pirmasens-Winzeln, die Modellprojekte

„myPowerGrid“ und „Green Power Grid“ des Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern, sowie die Unterstützung des Vereins StoREGio Energiespeichersysteme mit Sitz in Ludwigshafen.

Im Zeitraum 2019 bis 2021 unterstützte das Land im Rahmen des Solar-Speicher-Programms Investitionen von Privathaushalten und kommunalen Liegenschaften sowie Unternehmen, Vereinen und karitativen Einrichtungen in PV-Batteriespeichersysteme in Verbindung mit neuen PV-Anlagen. Das Landesförderprogramm wurde sehr gut angenommen. Ende 2021 wurde nach Ausschöpfung der Finanzmittel in Höhe von rund 9,4 Millionen € die Förderung von Solarspeichersystemen beendet. Innerhalb des Förderzeitraums waren insgesamt ca. 12.300 Anträge bei der Energieagentur RLP eingegangen. Das Land Rheinland-Pfalz hat damit sein Ziel erreicht, eine hohe Marktdurchdringung mit PV-Batterie-Speichern zu erzielen. In vielen Fällen konnten auf diese Weise zudem Anreize zur Installation einer neuen Fotovoltaikanlage bzw. zur Anschaffung eines Elektro-Autos gesetzt werden.

Weiterführende Informationen

Im Auftrag des MKUEM RLP wurde von einem Konsortium bestehend aus BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH, Aachen, (Federführung) und

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, die Flexibilitätsstudie Rheinland-Pfalz erstellt und in 2021 veröffentlicht.

Im Rahmen der Studie wurde insbesondere untersucht, in welcher Häufigkeit und welchem Umfang regenerativ erzeugte Stromüberschüsse, aber auch Unterdeckungen in Rheinland-Pfalz in den Jahren 2030, 2040 und 2050 auftreten werden und durch welche verfügbaren Flexibilitätsoptionen diese verlässlich ausgeglichen werden können.

Im Ergebnis der Studie wurde gezeigt, dass auch vor dem Hintergrund des 100-Prozent-Erneuerbare-Energien-Ausbaus im Stromsektor und der Klimaschutzziele des Landes Erzeugungs- und Verbrauchschwankungen wirtschaftlich sinnvoll ausgeglichen werden können.

Dazu wurden unterschiedliche Flexibilitätsoptionen in verschiedenen Verbrauchsbereichen untersucht. Industrielle Prozesse, die Fernwärmeversorgung bis hin zum ÖPNV bieten erhebliche Potenziale, um Strom aus erneuerbaren Energien kosteneffizient zu nutzen und wichtige Beiträge zur Dekarbonisierung unserer Wirtschaft zu leisten.

Insbesondere in der Industrie sind Flexibilitätsoptionen technisch bereits verfügbar

und geeignet, Überschussstrom kosteneffizient zu nutzen und wichtige Beiträge zur Dekarbonisierung unserer Wirtschaft zu leisten. Hierzu zählen u. a. die Kombination von GuD-Kraftwerken mit E-Kesseln zur Dampferzeugung, die Wasserstoffherzeugung in einem bivalenten System aus Dampfreformer und Elektrolyse, die Erzeugung chemischer Grundstoffe in einem bivalenten System mit Steam-Cracker und elektrisch beheiztem Cracker oder der kombinierte Einsatz von E-Kessel und Infrarotheizung in der Papierherstellung.

Für die im Rahmen der Studie betrachteten kostenoptimierten Flexibilitätsoptionen für die rheinland-pfälzische Industrie sind CO₂-Einsparungen von bis zu 65% bei gleichzeitiger Verringerung der Betriebskosten von bis zu 50% zu erwarten.

Die Flexibilitätsstudie Rheinland-Pfalz ist auf der Homepage des Klimaschutzministeriums unter [https://mkuem.rlp.de/fileadmin/14/Themen/Energie und Klimaschutz/1. Energie-wende in RLP/RLP Flex Abschlussbericht.pdf](https://mkuem.rlp.de/fileadmin/14/Themen/Energie_und_Klimaschutz/1._Energie-wende_in_RLP/RLP_Flex_Abschlussbericht.pdf) abrufbar.

3.7 Mobilitätswende

Verkehrspolitische Weichenstellungen zu mehr Energieeffizienz

Verkehrspolitische Grundsätze der Landesregierung

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ein wichtiges Ziel rheinland-pfälzischer Verkehrspolitik. Der Weg dorthin führt über eine optimale Verknüpfung der Verkehrsmittel und den Umstieg auf innovative, aus regenerativ erzeugten Energien gespeiste Antriebe sowie die Weiterentwicklung der IuK-Technologien für energieeffiziente Verkehrsabläufe bis hin zu automatisierten Fahrweisen.

Um die Energieeffizienz im Verkehr zu erhöhen, gilt es, für die Beförderung von Menschen und Gütern nach Möglichkeit Verkehrsmittel mit niedrigen spezifischen Energieverbräuchen zu nutzen.

Um die Energieeffizienz des motorisierten Straßenverkehrs deutlich zu steigern, werden geeignete Maßnahmen des Bundes zur Erhöhung des Anteils von Fahrzeugen mit innovativen Antrieben aus regenerativen Energien sowohl im Individualverkehr als auch im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) unterstützt. Im Land werden Schwerpunkte auf die Unterstützung von Forschung und Entwicklung sowie auf kom-

munale Projekte für innovative Antriebe gesetzt. Mit Blick auf die Steigerung der Energieeffizienz im Verkehr gibt es verkehrspolitische Schwerpunktsetzungen der Landesregierung insbesondere in den nachfolgenden Bereichen.

Öffentlicher Personenverkehr

Derzeit werden gemeinsam mit Zweckverbänden und Verkehrsverbänden regionale ÖPNV-Konzepte umgesetzt, um den ÖPNV auf der Straße zu stärken. In der Zukunft werden dabei mehr die Fahrzeuge mit alternativen Antrieben das Bild bestimmen. Auch im SPNV werden in der Zukunft energieeffiziente und klimaschonende Antriebe gefördert, um die Klimaschutzziele zu erreichen.

Ausbau des Straßennetzes, Verkehrstelematik und Verkehrsmanagement

Rheinland-Pfalz verfügt über eines der dichtesten Straßennetze der Bundesrepublik. Daher hat die Landesregierung sich bei der Neuanmeldung für den Bundesverkehrswegeplan 2030 auf den Erhalt vor Neubau festgelegt. Die Fahrtbedingungen auf den Straßen haben großen Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch.

Mit dem Ausbau der Infrastruktur, modernen Mitteln der Verkehrstelematik und intelligenten Steuerungen können der Verkehr verflüssigt und Energie verbrauchende Staus vermieden werden. So erfordern Stop-and-Go-Situationen die doppelte Kraftstoffmenge wie der störungsfreie Verkehrsfluss.

Im nachgeordneten Straßennetz werden verstärkt verkehrsabhängige Lichtsignalsteuerungen eingesetzt, die auch die Erfordernisse der klimafreundlichen Verkehrsträger (ÖPNV, Rad- und Fußverkehr berücksichtigen).

Bildung von Fahrgemeinschaften

In der Erhöhung der Besetzungsgrade der Pkw liegen noch erhebliche Effizienzpotenziale, mit denen nicht nur Minderungen beim Energieverbrauch des motorisierten Individualverkehrs, sondern auch erhebliche Kosteneinsparungen beim Nutzer verbunden sind. Hierzu hat das Land mit dem Bau von 146 Mitfahrerparkplätzen bereits einen wichtigen Beitrag geleistet. Weitere Projekte sind im Gang oder in der Planung.

Förderung des Car-Sharing-Systems

Jedes Car-Sharing Fahrzeug ersetzt zwischen 4 und 8 private Pkw und reduziert damit den Druck auf öffentliche und private Flächen für Pkw-Stellplätze. Car-Sharing ermöglicht nachhaltige Mobilitätslösungen.

Zur Ergänzung der Parkprivilegien für stationsbasierte Carsharing-Fahrzeuge an Ortsdurchfahrten von Bundesstraßen hat das Land die Vorschriften zur Sondernutzung im Landesstraßengesetz auch für Landes-, Kreis, Gemeinde- und sonstige Straßen erweitert.

Förderung des Fahrradverkehrs

Das Fahrrad ist ein wichtiger Teil unserer nachhaltigen Mobilität der Zukunft und dabei ein zuverlässiges Transportmittel für Menschen in ländlichen sowie städtischen Räumen in Rheinland-Pfalz.

Rheinland-Pfalz will den Anteil des Fahrrads am Verkehrsmix steigern. Dafür soll insbesondere die Radverkehrsinfrastruktur verbessert werden – Wege ausgebaut, neue und bessere Abstellmöglichkeiten und E-Ladestationen geschaffen werden. Ein besonderer Fokus liegt neben dem Ausbau des Fahrradtourismus in der Stärkung des Alltagsradverkehrs.

Zentrale Ansprechpartner für die Radverkehrsentwicklung sind die neuen Radverkehrsteams im Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz (LBM) in der Zentrale in Koblenz sowie in allen acht regionalen Dienststellen. Hier werden Radverkehrsanlagen geplant, entwickelt und gebaut.

Eine wichtige Aufgabe der Radverkehrsteams ist auch die Beratung der Kommunen bei radfachlichen Fragen. Kommunen

und interessierte Stellen erreichen den LBM zentral unter radwege@lbm.rlp.de.

Daneben spielt die Beratung zur Förderung kommunaler Radprojekte eine wichtige Rolle im Aufgabenspektrum der Radverkehrsteams. Die zentrale Förderberatung ist erreichbar unter foerderberatung-radwege@lbm.rlp.de.

Mobilität und Tourismus

Die bisherigen und noch geplanten Weiterentwicklungen im SPNV und bei den regionalen Busverkehren wirken sich auch auf die Erreichbarkeit von touristischen Zielen mit energieeffizienten öffentlichen Verkehrsmitteln positiv aus.

Wasserstraßen und Binnenhäfen

Rheinland-Pfalz verfügt mit seiner Lage an den Wasserstraßen Mosel und Rhein über ein logistisches Alleinstellungsmerkmal erster Güte. Der aktuelle Bedarfsplan für die Bundeswasserstraßen sieht den Bau weiterer zweiter Schleusenammern im Zuge der Mosel und die Vergrößerung der Abladetiefe des Rheins zwischen St. Goar und Mainz/Wiesbaden vor.

Im kombinierten Verkehr auf der Wasserstraße sind auch zukünftig Wachstumsraten zu verzeichnen; diesem wird mit einem kontinuierlichen Ausbau der Terminkapazitäten Rechnung getragen. Die Landesregierung begrüßt insoweit die Ankündigung

des Bundes, die finanzielle Förderung solcher Projekte in den kommenden Jahren fortzuführen. Davon werden auch Vorhaben in rheinland-pfälzischen Binnenhäfen profitieren. Zudem sollen die knappen Hafentflächen landesplanerisch besser geschützt werden.

In einer Studie werden die zukünftige Rolle und Funktion von Binnenhäfen im Kontext zur angestrebten Etablierung der Wasserstoffwirtschaft untersucht.

Dienstfahrzeuge der Landesverwaltung

Die Landesregierung hat beim Klimaschutz Vorbildfunktion. Daher haben wir uns im Landesklimaschutzgesetz zum Ziel gesetzt, die Landesverwaltung bis 2030 klimaneutral zu gestalten. Die „Leitlinie für die Elektromobilität in der Landesverwaltung Rheinland-Pfalz“ ist dabei ein wesentlicher Schritt zur Zielerreichung. Damit stärken wir die klimafreundliche Mobilität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die Leitlinie wurde Anfang September 2019 im Ministerrat beschlossen.

Bei Neubauten und Gebäudesanierungen der Landesverwaltung verpflichtet sich die Landesregierung bei jedem fünften Parkplatz eine Lademöglichkeit für E-Autos sicherzustellen. Die benötigte Energie soll vorzugsweise aus selbst erzeugtem Strom bereitgestellt werden, der durch Fotovoltaik

ikanlagen eingespeist wird. Auch bei Bestandsgebäuden sollen diese Infrastrukturmaßnahmen nach Möglichkeit sukzessive umgesetzt werden. Um die Fahrzeuge des Landes und die Dienstreisen in der Gesamtbilanz künftig klimaneutral zu organisieren, wollen wir Dienstwagen zudem ressortübergreifend bereitstellen und die Anschaffung von E-Autos erleichtern.

Autonom fahrende Kleinbusse „Emma“ und Emma²

Im August 2018 hat die Mainzer Mobilität (MVG) erfolgreich einen autonomen elektrischen Kleinbus, „Emma“ auf einer Strecke am Mainzer Rheinufer getestet. Die Kommentare und Erfahrungen waren überwiegend positiv. Das Land Rheinland-Pfalz hat das Projekt finanziell unterstützt. 2020/2021 wurde das Nachfolgeprojekt EMMA² mit zusätzlicher Unterstützung des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr auf dem Gelände der Uniklinik Mainz realisiert.

Lotsenstelle alternative Antriebe

Die Lotsenstelle alternative Antriebe der Energieagentur Rheinland-Pfalz wird vom Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau gefördert und berät Kommunen und Unternehmen in Rheinland-Pfalz. Die Lotsenstelle für alternative Antriebe hilft u. a. Kommunen mit aktuellen Informationen zum Thema alternativer Antriebe, bietet Einstiegsberatungen bei

Fach- und Förderfragen, z. B. zur Umstellung von kommunalen Fuhrparks auf alternative Antriebe, zur Errichtung von öffentlicher und nicht-öffentlicher Ladeinfrastruktur oder zur Erstellung von Elektromobilitätskonzepten, vermittelt praxiserfahrene Akteure z. B. über das Patenprogramm „Kommunalelektrisch“, vernetzt Kommunen und Interessensgruppen für den Erfahrungsaustausch und für die Entwicklung gemeinsamer Projekte im Netzwerk Elektromobilität Rheinland-Pfalz.

Weitere Informationen finden sich unter: <https://www.energieagentur.rlp.de/angebote/kommune/lotsenstelle-alternative-antriebe/>

Netzwerk Elektromobilität Rheinland-Pfalz

Das Netzwerk Elektromobilität Rheinland-Pfalz bringt die relevanten Institutionen und Akteure im Bereich der Neuen Mobilität im Land zusammen. Es startete seine Arbeit bereits 2010, damals noch als Forschungsprojekt unter der Führung der Technischen Universität Kaiserslautern. Seit 2015 moderiert und organisiert die Energieagentur Rheinland-Pfalz das Netzwerk. Während der regelmäßigen Netzwerktreffen werden bspw. aktuelle Vorhaben und Erkenntnisse vorgestellt und im Kreis der Netzwerkteilnehmer diskutiert.

Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenbusse

In einem Pilotprojekt zur Erprobung des Einsatzes von Wasserstoff-betriebenen Brennstoffzellenbussen wurden von der MVG entsprechende Busse beschafft bzw. befinden sich in Beschaffung. Das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten und das hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung haben bei diesem zukunftsweisenden Projekt die Errichtung der Tankstelleninfrastruktur mit jeweils einer Million Euro gefördert.

Tankstelle 2.0

Das Institut für Mobilität und Verkehr (imove) und die Juniorprofessur für Elektromobilität (JEM) der Technischen Universität Kaiserslautern erarbeiteten eine Strategie zur nachhaltigen Versorgung von Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben. Ziel des Projektes war es, bestehende Ansätze zu verfeinern und eine Strategie, zum Aufbau einer Versorgungsinfrastruktur für alle alternativen Energieträger für das Jahr 2020 mit einem Ausblick auf 2030 und 2050 zu erarbeiten. Die Ergebnisse der Untersuchung können unter https://mueef.rlp.de/fileadmin/mulewf/Themen/Energie_und_Strahlenschutz/Energie/Abschlussbericht_Tankstelle_2_0.pdf abgerufen werden.

Tankstelle 2.1

Aufbauend auf den Ergebnissen des Projektes Tankstelle 2.0 hat ein Konsortium der Technischen Universität Kaiserslautern, seit Herbst 2018 ein Forschungsprojekt mit dem besonderen Fokus auf der Netzintegration der Ladesäulen für Elektrofahrzeuge bearbeitet. Hierzu hat das Konsortium eine ganzheitliche Betrachtung der vollständigen Versorgungskette und Netzsituation von der großräumigen Stromversorgung bis zur Nutzung der einzelnen Ladesäule erarbeitet. Ziel war es, in einzelnen exemplarischen Räumen die Hemmnisse aus Netzkapazität, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz zu beleuchten.

3.8 Energieforschung und Wissenstransfer (Schule, Forschung, Wissenschaft)

Energie in der Schulbildung

Die schulische Auseinandersetzung mit Energiefragen findet in unterschiedlichen Zusammenhängen statt. Curricular sind Themen wie (erneuerbare) Energien, Energieeffizienz, Klimaschutz und Nachhaltigkeit vorrangig in den natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Schulfächern verankert. Die Implementierung von Lerngegenständen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in Lehrplänen unterschiedlicher Disziplinen in den Sekundarstufen ist im Berichtszeitraum konsequent fortgeführt worden. Zudem greifen als wichtige Querschnittsaufgaben schulischen Handelns die BNE, die MINT-Strategie des Landes mit ihren ausdifferenzierten Angeboten sowie die Klima- und Energiebildung sinnvoll ineinander.

Schulen erhalten bei der Beschäftigung mit energiebezogenen Fragen vielfältige Unterstützung: Einen altersgemäßen Zugang zu den Ursachen des Klimawandels und möglichen Handlungen hält der LMU-Klimakoffer „Klimawandel – Verstehen und handeln“ bereit. Die Sets (jeweils 5 Klimakoffer und eine Wärmebildkamera) wurden durch das Bildungsministerium und das Pädagogische Landesinstitut im Rahmen der

MINT-Strategie und im Rahmen des Programms „Aufholen nach Corona“ allen weiterführenden allgemeinbildenden Schulen in Rheinland-Pfalz seit Herbst 2022 kostenlos bereitgestellt. Wissenschaftliche Hintergründe und Folgen des Klimawandels sowie erneuerbare Energien werden für Schülerinnen und Schüler experimentell erfahrbar und energiepädagogisch sinnvoll zugänglich gemacht. Umfangreiche einführende Fortbildungsveranstaltungen begleiten Lehrkräfte bei der Umsetzung im Unterricht und in fachübergreifenden Projekten. Bisher konnten bereits knapp 250 Schulen mit Klimakoffersets ausgestattet und 500 betreuende Lehrkräfte qualifiziert werden.

Schulen können beim Pädagogischen Landesinstitut ferner auf Energiefahrräder oder Solarkoffer sowie auf digitale Lehr- und Lernressourcen, die in der der Pandemiezeit vermehrt im Rahmen des Bildungsservers zur Verfügung gestellt wurden, zurückgreifen. Die BNE-Beratungsgruppe, bestehend aus teilabgeordneten Lehrkräften unterschiedlicher Schularten, arbeitet zudem serviceorientiert mit Schulen in Rheinland-Pfalz zusammen und setzt auch im Rahmen der Zertifizierung von „BNE-Schulen“ auf Handlungsfelder wie beispielsweise

Öko-/Energiebilanz oder ressourcenschonende Schulverpflegung. Dieser Zielsetzung ist auch das mittlerweile zum vierten Mal ausgeschriebene niederschwellige Auszeichnungsformat der „Nachhaltigen Schulen“ verpflichtet. Der dazugehörige Punktekatalog, der von Schülerinnen und Schülern, Vertreterinnen und Vertretern von Verbänden, der Elternarbeit, Kommunen und weiteren Landesressorts im Rahmen der beiden Runden Tische „Schule. Nachhaltig. Gestalten.“ im Jahr 2019 entwickelt wurde, enthält ebenfalls den Anforderungsbereich Nutzung erneuerbarer Energien und Vorhandensein eines Energiesparkonzeptes. Zahlreiche weitere Schulen wurden im Berichtszeitraum neu als BNE- und Nachhaltige Schule ausgezeichnet und damit der „Whole Institution Approach“ als zentrales Vehikel zur strukturellen Verankerung nachhaltiger Entwicklung in Bildungseinrichtungen gefördert.

Im Berichtszeitraum führte das Pädagogische Landesinstitut mehr als 50 einschlägige Fortbildungen für Lehrkräfte durch: Hier gehörten Veranstaltungen wie „Sachunterricht in der Grundschule – Erneuerbare Energien“, „Lernen durch Lehren am Beispiel der erneuerbaren Energien“ oder „MI(N)T-Reden: Wasserstoff – ein Schlüssel-molekül für unser Energiesystem“. Für Lehrende im Fortbildungsbereich und BNE-Multiplikatoren an Schulen wurde zudem

das BNE-Basis-Modul um Aspekte der Klimaneutralität und erneuerbarer Energien erweitert. Konzepte und Praxisbeispiele energetisch und energiepädagogisch wirksamer Schulen aus Rheinland-Pfalz wurden ebenfalls im Rahmen der neu geschaffenen und am 4. Mai 2022 von mehr als 200 Lehrkräften, außerschulischen Bildner/innen und weiteren Partnern besuchten BNE-Landestagung an der Puricelli-Realschule plus in Rheinböllen vorgestellt und diskutiert.

Rheinland-pfälzische Schulen nehmen auch weiterhin erfolgreich an Wettbewerben teil und können mit ihren Energie- und Klimakonzepten überzeugen: Hauptpreise errangen zum Beispiel beim „Energiesparmeister“-Wettbewerb von CO₂-Online und Bundesumweltministerium im Jahr 2020 die Mannlich-Realschule plus Zweibrücken mit der eigens entwickelten Energiespar-App, 2021 die nachhaltigen Stadtplaner des Heinrich Böll-Gymnasiums Ludwigshafen und 2022 die Grundschule am Jakobsberg Ockenheim mit ihrem Mitmach-Kalender zum CO₂-Sparen.

Energieforschung in rheinland-pfälzischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen

Die Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Rheinland-Pfalz sind für die Landesregierung wichtige Partner bei der Energiewende.

Energieforschung wird im Rahmen von Lehre, Grundlagenforschung und angewandter Forschung in unterschiedlichen technischen und naturwissenschaftlichen Bereichen geleistet. Die Hochschulen und Forschungseinrichtungen bringen Kompetenzen und Forschungsaktivitäten aus zahlreichen Wissenschaftsfeldern wie dem Maschinenbau, der Elektrotechnik, den Informationstechnologien, der Chemie, der Biotechnologie, den Materialwissenschaften oder der Mathematik ebenso ein wie aus dem Umweltrecht oder der Regionalstatistik.

Neben der Förderung durch private Unternehmen, Stiftungen sowie öffentliche Drittmittelgeber wie der EU, der Deutschen Forschungsgemeinschaft oder dem Bund mit seinem umfangreichen Energieforschungsprogramm fördert auch das Land mittelbar oder unmittelbar Forschung mit Energiebezug in den Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Hochschulen und Forschungseinrichtungen des Landes sind untereinander und mit Unternehmen regional und überregional vernetzt. Gemeinsam führen sie wertvolles Fachwissen in Querschnittsprojekten zusammen und entwickeln innovative Lösungsansätze für die großen Herausforderungen der Energieforschung. Dies umfasst auch verschiedene Aspekte der Wasserstoff-Technologien.

Für das Gelingen der Energiewende werden gut ausgebildete Fachkräfte im Energiebereich benötigt, die neue Ideen aufnehmen, weiterentwickeln und zu zukunftsfähigen Produkten ausbauen. Die Hochschulen setzen daher einen Schwerpunkt auf die Ausbildung von Fachkräften und eine enge Zusammenarbeit mit der Wirtschaft, den Kammern und Verbänden.

Zahlreiche Forschungsschwerpunkte und Forschungszentren der Hochschulen für angewandte Wissenschaften, die im Rahmen der Forschungsinitiative des Landes gefördert werden, beschäftigen sich mit Fragen der Energieforschung z.B. mit Themenstellungen, die dem Grundlagenverständnis energetischer Prozesse oder der Materialentwicklung dienen. Die komplexen Herausforderungen der Energiewende machen dabei in vielen Fällen eine interdisziplinäre Herangehensweise über Fächergrenzen hinweg notwendig.

Für die einzelnen Hochschulregionen sind im Anhang die Lehrstühle und Forschungsverbände genannt, die sich mit Fragestellungen aus der Energieforschung beschäftigen und die mit ihren vernetzten Projekten dazu beitragen, die Energiewende erfolgreich umzusetzen. Die angeführten Beispiele geben einen Eindruck über die breite thematische Aufstellung und die Vernetzung der Akteure.

3.9 Das Land als Vorbild

Energieversorgung im Kontext der Landes- und Regionalplanung

Landes- und Regionalplanung in Rheinland-Pfalz leisten einen wichtigen Beitrag zu einer sicheren und nachhaltigen Energieversorgung des Landes. Kernaufgabe dieser fachübergreifenden und überörtlichen gesamträumlichen Planungsebenen ist die Umsetzung der Leitvorstellung einer nachhaltigen Raum- und Siedlungsentwicklung.

Die Ziele und Grundsätze des Landesentwicklungsprogramms (LEP IV) und der regionalen Raumordnungspläne orientieren sich am Leitbild einer sicheren, kostengünstigen, umweltverträglichen und Ressourcen schonenden Energieversorgung. Die Raumordnungspläne legen in verschiedenen Themenbereichen Ziele und Grundsätze mit energierelevantem Bezug fest. Dies beinhaltet Vorgaben zur Energieeinsparung, einer effizienten Energieverwendung und der Stärkung der eigenen Energieversorgung. Eine wesentliche Bedeutung kommt dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien und deren Flächensicherung zu.

Für einen deutlich verstärkten Ausbau der Windenergie- und der Fotovoltaiknutzung hat die Landesregierung im April 2022 den

Entwurf einer Vierten Landesverordnung zur Änderung der Landesverordnung über das Landesentwicklungsprogramm mit neuen planerischen Rahmenbedingungen beschlossen.

Wesentliche Änderungen betreffen insbesondere die Reduzierung der bisherigen Mindestabstände zu bestimmten Siedlungsgebieten von 1.000 m bzw. 1.100 m für Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe über 200 m auf einheitlich nunmehr 900 m Mindestabstand. Für das Repowering sind deutliche Erleichterungen geschaffen; dies betrifft auch die Reduzierung der neuen Abstandsvorgaben um weitere 20%.

Die bislang als Ziele formulierten Vorgaben des Konzentrationsgebotes sowie des strikten Ausschlusses von Windenergieanlagen in Naturparkkernzonen sind nunmehr als Grundsätze der Raumordnung eingestuft. Zudem erfolgt die Bemessung der Mindestsiedlungsabstände von der Mastfußmitte der Windenergieanlage aus.

In den Regionalplänen müssen neben Vorranggebieten für Windenergie nunmehr auch Gebietsfestlegungen für Freiflächen-Fotovoltaikanlagen getroffen werden.

Die Landesregierung hat am 17. Januar 2023 die Rechtsverordnung über die Änderung des Landesentwicklungsprogramms beschlossen. Die Vierte Teilfortschreibung des LEP IV ist am 31. Januar 2023 in Kraft getreten.¹⁴

Energiemanagement in Landesliegenschaften

Zur Erfolgskontrolle der Energieeinsparmaßnahmen in Landesliegenschaften wurde die Erfassung und Auswertung der Energieverbrauchswerte fortgeschrieben. Die Auswertungsergebnisse für die Landesliegenschaften im Portfolio des Landesbetriebes Liegenschafts- und Baubetreuung (LBB) können für die Jahre 2002 bis 2021 in ausführlicher Darstellung dem LBB-Energiebericht 2023 entnommen werden. Der LBB-Energiebericht 2023 ist auf der Internetpräsenz des LBB ab Mitte 2023 digital abrufbar unter <https://lbb.rlp.de/de/service/publikationen/energiebericht/>.

Bereits 2006 erstellte der Landesbetrieb LBB eine Richtlinie zum energieeffizienten Bauen und Sanieren, die eine Unterschreitung der gesetzlichen Vorgaben nach Energieeinsparverordnung (EnEV) vorgab. Unter Anwendung der Richtlinie wurde nicht nur ein besonders vorbildlicher, die gesetz-

lichen Anforderungen übertreffender, energetischer Standard für alle Landesliegenschaften umgesetzt. Es entstanden zahlreiche „Leuchtturm“-Projekte im Bestand und im Neubau bis hin zum zertifizierten Passivhausstandard und zum EnergiePlus- oder Energiegewinnhaus. Diese Richtlinie steht ebenfalls in der aktuellen Fassung „Klimaneutrale Landesgebäude -Richtlinie für Neubau und energetische Gebäudesanierung beim Landesbetrieb LBB“ digital unter <https://lbb.rlp.de/de/service/publikationen/> zur Verfügung. Neben der Umsetzung von hohen energetischen Baustandards wird der LBB bei seinen Bautätigkeiten zukünftig auf die Verwendung des fossilen Energieträgers Erdgas verzichten.

Verbrauchs- und Kostenentwicklung in den Liegenschaften des LBB mit Universitäten und Hochschulen der angewandten Wissenschaften bzw. Fachhochschulen

Für die Jahre 2007 bis 2021 hat der Landesbetrieb LBB Energieverbrauchs- und Kostenanalysen für LBB-Liegenschaften, Universitäten und Hochschulen erstellt, die in zusammengefasster Form der Tabelle 1 auf der nachfolgenden Seite zu entnehmen sind.

¹⁴ Vierte Landesverordnung zur Änderung der Landesverordnung über das Landesentwicklungsprogramm vom 18. Januar 2023 (GVBl. S. 4).

Tab. 1

**Energieverbrauchs- und Kostenanalysen für LBB-Liegenschaften,
Universitäten und Hochschulen**

	Wärme			Strom	
	Verbrauch unbereinigt	Verbrauch klimabereinigt	Kosten	Verbrauch	Kosten
2007	341,08 GWh	408,77 GWh	18,6 Mio.€	187,81 GWh	24,2 Mio.€
2008	359,43 GWh	405,44 GWh	22,5 Mio.€	193,05 GWh	26,7 Mio.€
2009	346,69 GWh	392,38 GWh	21,7 Mio.€	192,99 GWh	27,6 Mio.€
2010	385,13 GWh	386,21 GWh	21,0 Mio.€	195,30 GWh	30,6 Mio.€
2011	322,53 GWh	393,10 GWh	18,9 Mio.€	197,50 GWh	33,0 Mio.€
2012	355,15 GWh	382,39 GWh	19,3 Mio.€	197,97 GWh	33,7 Mio.€
2013	357,99 GWh	378,78 GWh	20,4 Mio.€	193,23 GWh	34,4 Mio.€
2014	303,96 GWh	380,13 GWh	17,8 Mio.€	196,68 GWh	38,2 Mio.€
2015	334,77 GWh	377,63 GWh	17,8 Mio.€	193,35 GWh	37,8 Mio.€
2016	327,03 GWh	376,19 GWh	17,4 Mio.€	191,25 GWh	33,6 Mio.€
2017	322,39 GWh	375,89 GWh	15,6 Mio.€	187,84 GWh	33,0 Mio.€
2018	313,42 GWh	388,00 GWh	15,4 Mio.€	189,18 GWh	33,8 Mio.€
2019	325,85 GWh	383,90 GWh	16,4 Mio.€	191,47 GWh	37,7 Mio.€
2020	308,49 GWh	386,47 GWh	16,2 Mio.€	172,97 GWh	35,3 Mio.€
2021	350,06 GWh	379,75 GWh	20,1 Mio.€	172,38 GWh	29,5 Mio.€

Die Kosten der LBB-Liegenschaften inkl. Hochschulen für die Wärmeversorgung betrugen in 2021 etwa 20 Millionen €, die Stromkosten beliefen sich auf 29,5 Millionen €.

Der klimabereinigte Energieverbrauch für Beheizung und Warmwasserbereitung sank von 409 GWh im Jahr 2007 auf 380 GWh im Jahr 2021. Das entspricht einer Abnahme um 7,1%. Gründe dafür liegen vor allem in den fortlaufenden energetischen Sanierungen im Bestand. Weitere Einsparungen werden durch die seit Jahren unternommenen Maßnahmen in den Bereichen Betriebsoptimierung, Energie-Einspar-Contracting und Energiecontrolling erzielt. Ebenso wird über die „LBB-Energie-

Richtlinie“ ein besonders energieeffizienter Standard im Neubau sichergestellt, der die Verbräuche des Gesamtportfolios reduziert.

Der Stromverbrauch ist nach Jahren des Anstiegs von 2007 bis 2014 wieder auf ca. 172 GWh zurückgegangen.

Bei den Verbräuchen von 2020 und 2021 ist zu beachten, dass durch eine hohe Homeoffice Quote und vor allem durch den Onlinelehrbetrieb an den Hochschulen und Universitäten ein im Vergleich zu den Vorjahren untypisches Nutzungsverhalten vorlag.

Die verbrauchsbedingten Treibhausgasemissionen der Liegenschaften des LBB werden als Teil der Folgebilanz „Klimaneutralen Landesverwaltung“ und im LBB-Energiebericht 2023 veröffentlicht.

Nutzung von regenerativen Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Zur weiteren Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen ist der Landesbetrieb LBB bestrebt, für seine Immobilien den Anteil an regenerativ erzeugter Energie deutlich zu erhöhen. Dazu zählen vor allem der Einsatz von Fotovoltaikanlagen zur Stromerzeugung, die Nutzung von Umweltenergie mittels Wärmepumpentechnik, der Einbau von Solarthermieanlagen und der Einbau von Wärmeerzeugern, die mit Biomasse befeuert werden. Auch der Anteil der über Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Energie wird ständig ausgebaut. In Form von Blockheizkraftwerken (BHKW) wird effizient Wärme und gleichzeitig über einen Generator Strom erzeugt.

Eine Zusammenstellung der Anlagen zur regenerativen Energieerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung befindet sich im Anhang.

3.10 Gesamtwirtschaftliche und -gesellschaftliche Effekte der Energiewende

Wirtschaftliche Aspekte der Energiewende

Die Energiewende hat mehrere wirtschaftliche Dimensionen. Zum einen schafft der Ausbau der erneuerbaren Energien, die Sanierung und klimaneutrale Wärmeversorgung von Gebäuden, die Mobilitätswende oder auch Effizienztechnologien für Unternehmen tausende von zukunftsfähigen und hochqualifizierten Arbeitsplätze vom Handwerk bis zur Industrie, in Kommunen und der Zivilgesellschaft.

Zum anderen wird insbesondere der Ausbau der erneuerbaren Energien zunehmend zu einem wichtigen Standortfaktor für Investitionsentscheidungen von Unternehmen. In vielen Regionen und Städten ist die Energiewende zunehmend ein Treiber von neuen Geschäftsmodellen und Industrieanordnungen. In der Folge steigt der Bedarf an grünem Strom in Unternehmen spürbar an und oft kann das verfügbare Angebot diesen nicht befriedigen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit eines dynamischen Ausbaus der erneuerbaren Energien in der Nähe der regionalen Verbrauchszentren.

Die KfW gibt an, dass im Jahr 2021 rund 870.000 Unternehmen in Deutschland ins-

gesamt 55 Milliarden Euro in Vorhaben investierten, die auch dem Klimaschutz dienen. Das entspricht 23% aller Unternehmen in Deutschland. Damit wurde im Jahr 2021 rund jeder achte Euro der Investitionen des Unternehmenssektors für Klimaschutzinvestitionen aufgewendet. Der Bundesverband Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) geht davon aus, dass Investitionen in Dekarbonisierung insgesamt eine durchschnittliche jährliche Bruttowertschöpfung von 18,9 Milliarden Euro zwischen 2020 und 2022 bzw. jährlich 19,6 Milliarden Euro ab 2023 in Deutschland generieren. Sie sichern bzw. schaffen im Durchschnitt für die Jahre 2020 – 2030 jährlich etwa 270.000 Arbeitsplätze.

Eine besondere Bedeutung für den Wirtschaftsstandort wird der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft haben. Laut Wasserstoffstudie Rheinland-Pfalz mit Roadmap ist davon auszugehen, dass konservativ gerechnet bis zum Jahr 2045 im Rheinland-Pfalz für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur 1.800 Arbeitsplätze neu geschaffen werden. Von weit größerer Bedeutung wird voraussichtlich das Vorhandensein einer funktionierenden Wasserstoffinfrastruktur für Investitionsentscheidungen von Unter-

nehmen sein. Hier gibt es einen Zusammenhang mit dem Ausbau der Windenergie. So werden die Potenzialregionen zur H₂-Erzeugung maßgeblich durch die ausreichende regenerative EE-Erzeugung vor Ort und in der Umgebung beeinflusst, da eine verbrauchsnahe EE-Erzeugung einen geringeren Netzausbau erfordert und den Importanteil von grünem Wasserstoff reduzieren kann. In Rheinland-Pfalz zeigen die kostenoptimalen Hauptstandorte für die H₂-Erzeugung zudem eine gute Übereinstimmung mit den derzeit bereits existierenden bzw. geplanten Elektrolysestandorten, was Potenziale für eine zukünftige Wertschöpfung im Land eröffnet.

Bürgerenergiegenossenschaften

Die Energiewende braucht engagierte Menschen, die diese voranbringen. Bürgerenergiegenossenschaften, die ihren eigenen Strom oder ihre Wärme direkt vor Ort erzeugen, verbrauchen oder verkaufen leisten dazu einen wichtigen Beitrag. Dabei kann sich jeder bereits mit kleinen Beträgen an den genossenschaftlichen Energieprojekten beteiligen. Durch ihre demokratische Organisation verfügt jedes Mitglied einer Energiegenossenschaft über das gleiche Mitspracherecht – unabhängig vom eingesetzten Kapital. Da Energiegenossenschaften ihre Projekte vor allem in ihrem Umfeld umsetzen, stärken sie die regionale Wertschöpfung und die Akzeptanz der Energiewende.

Landesnetzwerk BürgerEnergieGenossenschaften Rheinland-Pfalz e.V. - LaNEG



Das LaNEG gründete sich am 18. März 2012 und wird vom Land gefördert. Mittlerweile sind 30 Bürgerenergiegenossenschaften aus Rheinland-Pfalz Mitglied. Daneben sind das Netzwerk Energiewende jetzt e.V., der Genossenschaftsverband – Verband der Regionen e.V. sowie eine Energiegenossenschaft aus Nordrhein-Westfalen und eine mit Sitz im Saarland Netzwerkmitglied.

Die 30 rheinland-pfälzischen Bürgerenergiegenossenschaften haben bisher über 90 Millionen Euro in lokale Erneuerbare-Energien-Anlagen investiert. In den vergangenen Jahren haben sich Energiegenossenschaften verstärkt die Geschäftsfelder „Stromvertrieb“ und „e-Carsharing“ erschlossen. Mittlerweile sind 34 Fahrzeuge von 7 Energiegenossenschaften an 32 Standorten in Rheinland-Pfalz im Einsatz. Eine professionelle e-Carsharing-Plattform bietet die aus der LaNEG-Mitgliederschaft heraus gegründete bundesweit aktive Dachgenossenschaft Vianova eG.

Das Landesnetzwerk hat sich als zentraler Ansprechpartner für Fragen rund um die

Bürgerenergie etabliert. Es vertritt die Interessen der rheinland-pfälzischen Energiegenossenschaften, fördert den Erfahrungsaustausch untereinander sowie die Vernetzung mit anderen Akteuren der Energiewende und unterstützt die Energiegenossenschaften bei der Erschließung neuer Geschäftsfelder. Als Mitglied sowohl im Energiebeirat als auch im Klimaschutzbeirat der Landesregierung Rheinland-Pfalz berät es diese in Bezug auf Bürgerbeteiligung an der Energiewende.

Weitere Informationen zum Landesnetzwerk und seinen Mitgliedern sind unter www.laneg.de zu finden.

Rolle der Kommunen in der Energiewende

Die Kommunen sind der Schlüsselakteur für eine erfolgreiche Energiewende und das Erreichen der Klimaschutzziele. Als Planungs- und Genehmigungsbehörde haben sie Einfluss auf die Umsetzung von Klimaschutz- und Energieeffizienzmaßnahmen sowohl in privaten Haushalten als auch in Unternehmen.

Im Rahmen des seit 2017 laufenden Landesprogramms „Wärmewende im Quartier“ werden in rheinland-pfälzischen Kommunen Quartiersanierungskonzepte erarbeitet. Die Landes-Co-Förderung flankiert die von der KfW bezuschusste energetische Sanierung in kommunalen Quartieren. Im

Fokus steht dabei die Verknüpfung unterschiedlicher Handlungsfelder im Quartier hin zur klimagerechten Dorf- bzw. Stadtentwicklung, z. B. das Zusammenwirken der energetischen Sanierung des Gebäudebestands mit der Grün- und Freiraumplanung.

Mittel- und langfristig soll kommunales Energiemanagement daher zum Standard in rheinland-pfälzischen Gemeinden werden. Dazu werden seit 2017 mit Unterstützung des Umweltministeriums entsprechende EFRE-Programme umgesetzt. Im Fokus steht dabei die systematische Erfassung und das Controlling der Energiedaten in den kommunalen Liegenschaften um den Energieverbrauch, die damit verbundenen Kosten und letztlich die Treibhausgasemissionen zu senken.

Einfluss auf eine klimaneutrale Entwicklung können Kommunen vor allem über die Bauleitplanung nehmen. Das Umwelt- und Klimaschutzministerium unterstützt daher seit 2020 in ausgewählten Pilotgemeinden die Durchführung von Muster-Bebauungsplanverfahren zur Entwicklung möglichst klimaneutraler Baugebiete.

3.11 Übersicht über die Förderprogramme des Landes im Energiebereich

Berichtszeitraum 2020 – 2022

Förderrichtlinie Zukunftsfähige Energieinfrastruktur (ZEIS)

Fördergegenstand:

ZEIS-Wärmeprojekte, ZEIS-LED-Straßenbeleuchtungsmodernisierung, ZEIS kommunale Modellprojekte Sektorenkopplung, ZEIS-Durchführbarkeitsstudien

Antragsteller:

Kommunale Gebietskörperschaften, Zweckverbände, Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts, Eigengesellschaften kommunaler Gebietskörperschaften, Unternehmen sowie Energiegenossenschaften.

Privatpersonen sind nicht antragsberechtigt.

Förderquote:

bis 20% bei ZEIS-Wärme und ZEIS-LED, bis 30% bei ZEIS kommunale Modellprojekte Sektorenkopplung, bis 50% bei ZEIS Durchführbarkeitsstudien

Inanspruchnahme von Fördermitteln:

- ZEIS-Beleuchtung:
35 Neubewilligungen, 1.216.088 EUR

- ZEIS-Durchführbarkeitsstudien:
22 Neubewilligungen, 395.086 EUR
- ZEIS-Wärme:
8 Neubewilligungen, 1.582.117 EUR

Förderrichtlinie Wärmewende im Quartier

Fördergegenstand:

Integrierte energische Quartierskonzepte und insbesondere die Umsetzung durch ein Sanierungsmanagement (Aufstockung KfW 432-Bundesförderung)

Antragsteller:

Kommunale Gebietskörperschaften

Förderquote:

bis 15-20%

Inanspruchnahme von Fördermitteln:

- Wärmewende im Quartier Teil A:
20 Neubewilligungen, 280.200 EUR
- Wärmewende im Quartier Teil B:
37 Neubewilligungen, 772.614 EUR

Verringerung der CO₂-Emissionen und Ressourcenschutz durch regenerative und effiziente Energienutzung“

Fördergegenstand:

Es sollen Hemmnisse und Informationsdefizite identifiziert und beseitigt werden, zukunftsweisende Modell- und Demonstrationsvorhaben mit Klimaschutzinnovationen initiiert und ihre Marktdurchdringung unterstützt werden. Neben innovationsbezogenen Ansätzen sollen Energieeffizienzmaßnahmen in öffentlichen Gebäuden und Infrastrukturen unterstützt werden, sofern diese auf kommunalen Strategien zum Klimaschutz (z.B. kommunale Klimaschutzkonzepte) aufbauen.

Antragsteller:

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU), Genossenschaften, Kommunen, Zweckverbände, Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts sowie Eigengesellschaften kommunaler Gebietskörperschaften.

Förderquote:

Variabel

Inanspruchnahme von Fördermitteln:

15 Neubewilligungen, 10.111.003 EUR

Solar-Speicher-Programm

Fördergegenstand:

Errichtung von stationären Batteriespeichern in Rheinland-Pfalz, die im Zusammenhang mit einer neuen Fotovoltaik-Anlage (PV-Anlage) beschafft werden.

Antragsteller:

Insbesondere Privathaushalte und kommunale Gebietskörperschaften

Förderquote:

100 EUR/kWh Speicherkapazität mit Deckelung

Inanspruchnahme von Fördermitteln:

rund 10.000 Neubewilligungen,
8,8 Mio. EUR

Kommunales Investitionsprogramm 3.0 - Rheinland-Pfalz (KI 3.0)

5 Neubewilligungen, 380.642 EUR

4. ENTWICKLUNG VON ENERGIEERZEUGUNG UND -VERBRAUCH IN RHEINLAND-PFALZ

4.1. Rahmenbedingungen und Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs

Wesentliche Informationen für das Energiemonitoring auf Landesebene liefert die Energiebilanz. Mit der Energiebilanz lässt sich der Energieverbrauch in Rheinland-Pfalz umfassend darstellen.

Der Energieverbrauch hängt zum einen von natürlichen Gegebenheiten ab, z. B. den

Temperatur- bzw. Witterungsbedingungen. Sie verursachen kurzfristige bzw. saisonale Schwankungen des Energieverbrauchs, z. B. durch den Heizbedarf im Winter. Zum anderen wird der Energieverbrauch durch ökonomische Faktoren bestimmt. Hierzu zählt z. B. die Wirtschaftslage. Hinzu kommen gesellschaftliche Rahmenbedingungen wie die

Energiebilanz

Um den Energieverbrauch in einer Volkswirtschaft umfassend darzustellen, werden Energiebilanzen erstellt. Eine Energiebilanz zeigt das Aufkommen, die Umwandlung und die Verwendung von Energie nach Energieträgerarten und Verbrauchssektoren für ein Wirtschaftsgebiet und einen bestimmten Zeitraum. Die wichtigsten Berechnungsgrößen der Energiebilanz sind der Primärenergieverbrauch und der Endenergieverbrauch des Landes. Bei der Primärenergie handelt es sich um das gesamte Energieaufkommen aus Importen (also den Energielieferungen aus anderen Ländern) zuzüglich der eigenen Energiegewinnung im Inland abzüglich der Energielieferungen an andere Länder. Nach den Umwandlungsprozessen (z. B. in Verbrennungskraftwerken) und dem nicht-energetischen Verbrauch der Grundstoffe (z. B. in der Chemischen Industrie) verbleibt die für die Verbraucher verwertbare Endenergie (z. B. in Form von Heizöl, Strom, Benzin). Der Endenergieverbrauch umfasst also die Energiemenge, die den Endverbrauchern (z. B. privaten Haushalten) zur Verfügung steht. Letztlich werden z. B. Strom oder Gas in Licht bzw. Wärme umgewandelt (sogenannte Nutzenergie), was aber nicht mehr genau nachzuverfolgen ist. Deshalb ist die Nutzenergie nicht mehr Teil der Energiebilanzierung der Bundesländer.

In Rheinland-Pfalz erstellt das Statistische Landesamt jährlich die Energiebilanz des Landes im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (MKUEM). Um Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen für die Bundesländer zu gewährleisten, werden die Energiebilanzen nach einer einheitlichen Methodik des Länderarbeitskreises Energiebilanzen erstellt. Die Bilanzrechnungen basieren auf Ergebnissen der amtlichen Energiestatistiken und auf verschiedenen Statistiken, die von Verbänden der Energiewirtschaft erstellt werden, sowie einzelnen Schätzungen. Die Methodik des Länderarbeitskreises Energiebilanzen richtet sich nach internationalen und europäischen Vorgaben. Da die Erstellung und Auswertung der verschiedenen Statistiken aufwendig ist und Zeit benötigt, liegt zwischen dem Berichtsjahr und der Fertigstellung der Energiebilanz eine vergleichsweise lange Zeitspanne. Für diesen Bericht stehen Daten für das Berichtsjahr 2021 zur Verfügung (Berechnungsstand: Juni 2023).

Zahl der Haushalte sowie gesetzliche Regelungen, z. B. der Vorrang für erneuerbare Energien nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz.

Vor allem die Industriestruktur spielt eine wichtige Rolle für das Niveau des Energieverbrauchs in einem Land. Konjunkturelle Entwicklungen verursachen eher kurz- und mittelfristige Schwankungen des Energieverbrauchs. Außerdem wird der Energieverbrauch durch die Preisentwicklungen an den Energiemärkten beeinflusst.

Die fossilen Energieträger, insbesondere Erdgas und Erdöl, sind trotz der langfristig steigenden Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen wie Windkraft und Solarenergie weiterhin von wesentlicher Bedeutung für die Energieversorgung. Im Jahr 2021 belief sich der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz auf 14%. Der gesamte Primärenergieverbrauch stieg gegenüber dem Jahr zuvor um 2,3%. Damit lag der Energieverbrauch 2021 etwa auf dem Niveau des Jahres 2000.

In der Coronakrise 2020 führte der Einbruch der globalen Wirtschaftsleistung zu einer Verringerung des Energieverbrauchs. In Rheinland-Pfalz hatte das deutlich verringerte Ver-

kehrsaufkommen den größten Dämpfungseffekt. Im Jahr 2021 folgte – international wie in Rheinland-Pfalz – eine wirtschaftliche Erholung, die mit einer steigenden Nachfrage nach Energie verbunden war. Zudem sorgten die Witterungsbedingungen 2021 im Gegensatz zu den Vorjahren zu einem vergleichsweise hohen Heizbedarf.

Als Folge der wirtschaftlichen Erholung und der steigenden Energienachfrage zogen die globalen Energiepreise im Verlauf des Jahres 2021 kräftig an. Nach dem russischen Angriff auf die Ukraine im Frühjahr 2022 verschärfen sich hierzulande die Angebotsknappheiten bei den fossilen Energieressourcen: Es kam zu einem endgültigen Stopp der Erdgaslieferungen aus Russland nach Deutschland und die europäischen Einfuhrbeschränkungen gegenüber der russischen Föderation betrafen die weiteren fossiler Energieträger. Als Reaktion darauf zogen die Preise auf den Energiemärkten massiv an. Dies führte in Deutschland – nach dem Anstieg 2021 – nach vorläufigen Ergebnissen wieder zu einer Verringerung des Energieverbrauchs 2022.¹⁵ Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass die außergewöhnlich hohe Zuwanderung 2022, insbesondere aus der Ukraine, auch einen erhöhenden Einfluss auf den Strom- und Heizbedarf hatte. Dies gilt für Rheinland-Pfalz wie für Deutschland.

¹⁵ Die vorläufigen Angaben zum Energieverbrauch 2022 stammen aus dem Jahresbericht der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB); Onlineabruf: <https://ag-energiebilanzen.de/presse/berichte> [Stand: 17. Juli 2023].

Ein Maß für den effizienten Umgang mit Energieressourcen in einem Land ist die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität. Sie setzt das Bruttoinlandsprodukt ins Verhältnis zum Primärenergieverbrauch. Der Primärenergieverbrauch zeigt den Energieeinsatz vor sämtlichen Umwandlungsprozessen.¹⁶ Je höher die Wirtschaftsleistung pro eingesetzter Einheit Energie ist, desto effizienter ist der Umgang mit den Energieressourcen. Mithilfe des Bruttoinlandsprodukts bzw. seiner Veränderung werden das Niveau bzw. die Entwicklung der wirtschaftlichen Aktivitäten in einer Volkswirtschaft gemessen. Das Bruttoinlandsprodukt umfasst den Wert aller produzierten Waren und Dienstleistungen (Produktionswert) innerhalb eines Wirtschaftsgebietes abzüglich des Wertes der Güter, die für die Produktion verbraucht werden (Vorleistungen). Grundsätzlich erfordert eine Erhöhung des gesamtwirtschaftlichen Outputs einen höheren Einsatz an Inputs, also auch einen höheren Energieeinsatz. Investitionen und technologischer Fortschritt können allerdings für Produktivitätssteigerungen sorgen und dazu beitragen, Energie einzusparen.

In Rheinland-Pfalz 2021 wurden mit einer Megawattstunde (MWh) bzw. 1.000 Kilowattstunden (kWh) Primärenergie im Schnitt

902 Euro Bruttoinlandsprodukt erwirtschaftet; in Deutschland waren es 1.042 Euro.¹⁷

Um die reale Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Produktion im Zeitablauf zu erfassen, wird das nominale Bruttoinlandsprodukt um Preisänderungen bereinigt. In Rheinland-Pfalz stieg das Bruttoinlandsprodukt zwischen 1991 und 2021 preisbereinigt um 36%. Der Primärenergieverbrauch nahm im gleichen Zeitraum um 8,6% zu. Somit ist der Energieeinsatz nicht in gleichem Maß gestiegen wie die reale Wirtschaftsleistung. Mit einer Einheit Primärenergie wird heute mehr Inlandsprodukt erstellt als zu Beginn des Betrachtungszeitraums. Seit 1991 stieg die preisbereinigte Energieproduktivität um 25%. In Deutschland fielen die Produktivitätszuwächse höher aus als in Rheinland-Pfalz: Die Energieproduktivität nahm in Deutschland zwischen 1991 und 2021 um 70% zu. Die Energieproduktivität ist damit in Rheinland-Pfalz nicht nur auf einem niedrigeren Niveau als in Deutschland, sondern hat sich langfristig auch nur unterdurchschnittlich entwickelt.

Die deutlichen Unterschiede zwischen Rheinland-Pfalz und Deutschland bei der Energieproduktivität sind zum einen auf ein langfristig kräftigeres Wirtschaftswachstum in

¹⁶ Teilweise wird zur Ermittlung der Energieproduktivität auch der Endenergieverbrauch herangezogen. Der Endenergieverbrauch zeigt die Energieverwendung durch die Letztverbraucher. Der nicht-energetische Verbrauch bleibt dabei unberücksichtigt.

¹⁷ Die Endenergieproduktivität belief sich 2021 in Rheinland-Pfalz auf 1.184 Euro/kWh und in Deutschland auf 1.496 Euro/kWh.

Deutschland zurückzuführen (+47% zwischen 1990 und 2021). Zum anderen war der Energieverbrauch in Deutschland im Betrachtungszeitraum rückläufig. Er sank zwischen 1991 und 2021 um 15%.

Die Wirtschaftsstruktur in Rheinland-Pfalz ist durch besonders energieintensive Branchen geprägt. Vor allem in den 1990er-Jahren stieg der Verbrauch fossiler Energieträger hierzulande unter anderem auch deshalb, weil sie als Grundstoffe für sogenannte nicht-energetische Zwecke eingesetzt werden (z. B. in der Chemischen Industrie). Dagegen nahm der Primärenergieverbrauch in Deutschland im Zuge des Strukturwandels nach der Wiedervereinigung ab. Insbesondere der Verbrauch von Braunkohle ging in den ostdeutschen Bundesländern zurück. Die Wirtschaft entwickelte sich nach der Wende in den neuen Bundesländern mit zweistelligen Wachstumsraten zunächst überdurchschnittlich. Dies hatte positive Auswirkungen auf die bundesweite Entwicklung der Energieproduktivität.

Der Verbrauch von fossilen Energieträgern für nicht-energetische Zwecke ist in Rheinland-Pfalz überdurchschnittlich. Insbesondere in der für Rheinland-Pfalz sehr bedeutenden Chemieindustrie wird Erdgas z. B. bei der Herstellung von Ammoniak eingesetzt.

Rohbenzin (Naphtha) wird in der Chemischen Industrie verarbeitet, um z. B. Vorprodukte für Kunststoffe, Lacke, Lösemittel oder Pflanzenschutzmittel herzustellen.

Die langfristige Steigerung der Energieproduktivitäten in Rheinland-Pfalz und in Deutschland ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass veraltete Verfahren und Technologien nach und nach durch modernere und effizientere abgelöst wurden. Ein anderer wesentlicher Grund dürfte die langfristige Veränderung der Wirtschaftsstruktur sein: Der Dienstleistungsbereich, der im Vergleich zur Warenproduktion mit einem vergleichsweise geringen Energieeinsatz auskommt, hat im Betrachtungszeitraum deutlich an Bedeutung gewonnen. Obwohl der Anteil des vergleichsweise energieintensiven Verarbeitenden Gewerbes an der Wertschöpfung seit Anfang der 1990er-Jahre sank, hat dieser Wirtschaftsbereich in Rheinland-Pfalz immer noch einen relativ hohen Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung. Dieser Anteil lag 2021 bei 23% (2022: ebenfalls 23%); das waren zwei Prozentpunkte mehr als in Deutschland (2022: 2,9 Prozentpunkte). Hierbei ist die Chemische Industrie als Branche mit einem besonders hohen Energiebedarf hervorzuheben: Sie ist hierzulande der wichtigste Industriezweig¹⁸ und

¹⁸ Die Industrie wird hier mit dem Verarbeitenden Gewerbe (Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008, Abschnitt C) gleichgesetzt.

trägt zusammen mit der Kokerei und Mineralöl-verarbeitung 5% zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung bei; in Deutschland sind es dagegen nur rund 2%. An der Wertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes ist die Chemieindustrie mit 22% beteiligt (Deutschland: 9%).

Die energieintensiven Industriebranchen kamen in Rheinland-Pfalz 2021 auf einen Umsatzanteil von 48%. In Deutschland belief sich dieser Anteil dagegen nur auf 25%.¹⁹ Die Chemische Industrie benötigte hierzulande für 1.000 Euro Umsatz einen durchschnittlichen Energieeinsatz von rund 2.000 kWh (einschließlich nicht-energetischem Verbrauch). Mit einem deutlichen Abstand folgten die Glas- und Keramikindustrie sowie die Papier- und Pappwarenbranche (1.300 kWh bzw. 1.200 kWh je 1.000 Euro).

Einerseits verbraucht die Industrie zwar Energie und trägt dadurch zur Entstehung von Treibhausgasemissionen bei. Andererseits profitiert sie aber auch durch neue Geschäftsfelder vom Umwelt- und Klimaschutz und durch Investitionen in den Umweltschutz. Die Industrie erzielte 2021 mit Gütern und Leistungen für den Umweltschutz einen Erlös von 4,9 Milliarden Euro. Davon wurden 2,7

Milliarden Euro bzw. 56% im Bereich Klimaschutz erwirtschaftet. Investitionen in den Umweltschutz wurden 2021 in Höhe von 280 Millionen Euro getätigt. Dies waren 8,8% der gesamten Investitionen des Industriesektors. Auf den Klimaschutz entfielen 87 Millionen Euro. Dies entspricht 31% der gesamten Umweltschutzinvestitionen.

Nicht nur die Industrie, sondern auch die Haushalte sowie die Verbraucher aus dem Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen tragen mit der Nutzung von Strom und ihrem Heizverhalten einen wesentlichen Teil zum rheinland-pfälzischen Energieverbrauch bei. Hinzu kommt – unabhängig von gewerblichen oder privaten Zwecken – der Energieverbrauch im Verkehr. Bestimmungsfaktoren für die Höhe des Energieverbrauchs sind hier z. B. die demografische Entwicklung, aber auch die Zahl der Haushalte sowie die Wohn- und Verkehrsverhältnisse.

In Rheinland-Pfalz stieg die Zahl der Einwohnerinnen und Einwohner zwischen 1991 und 2021 stärker als in Deutschland (+8,2% gegenüber +4%). In dem gleichen Zeitraum wuchs die Zahl der Haushalte um 21% (Deutschland: +18%).²⁰ Hinzu kommt, dass

¹⁹ Die Abgrenzung energieintensiver Branchen erfolgt hier auf Basis der Jahreserhebung über die Energieverwendung im Verarbeitenden Gewerbe (Energieverbrauch einschließlich nicht-energetischem Verbrauch bezogen auf den Branchenumsatz).

²⁰ Die Ergebnisse stammen aus dem Mikrozensus. Im Betrachtungszeitraum wurden methodische Änderungen vorgenommen, welche die zeitliche Vergleichbarkeit einschränken können.

die Wohnfläche je Einwohnerin bzw. Einwohner heute deutlich größer ist als 1995²¹ (+31% in Rheinland-Pfalz; +27% in Deutschland). Dies dürfte gesamtwirtschaftlich mit einem steigenden Bedarf an Nutzenergie, also z. B. Wärme und Licht, einhergegangen sein. Aber auch im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher wurde die Energienutzung durch den technologischen Fortschritt effizienter.

Bei den Wohnverhältnissen sind zwischen Rheinland-Pfalz und Deutschland strukturelle Unterschiede erkennbar: Die Rheinland-Pfälzerinnen und Rheinland-Pfälzer verfügen im Schnitt mit rund 53 Quadratmetern über 6,5 Quadratmeter mehr Wohnfläche pro Kopf als die Bundesbürgerinnen und -bürger. Zudem ist die Einfamilienhausquote, also der Anteil der Einfamilienhäuser an allen Wohngebäuden, die mit Energie versorgt werden müssen, mit 73% höher als im Bundesdurchschnitt (67%). Der durchschnittliche Endenergieverbrauch im Sektor Haushalte ist dementsprechend hierzulande höher. Er lag 2021 bei durchschnittlich 9.800 kWh je Einwohnerin bzw. Einwohner; dies waren etwa 1.500 kWh mehr als in Deutschland.

Unterschiede gibt es auch im Bereich Verkehr. Die Zahl der Fahrzeuge ist in Rheinland-Pfalz deutlich höher als bundesweit. Im Jahr 2021 kamen hierzulande auf 1.000 Haushalte 1.341 Pkw. Das waren 155 Pkw mehr als in Deutschland. Dies dürfte u. a. damit zusammenhängen, dass in Rheinland-Pfalz vergleichsweise viele Berufstätige zwischen Wohnort und Arbeitsort pendeln. Der durchschnittliche Endenergieverbrauch im Straßenverkehr belief sich 2021 auf rund 7.600 kWh pro Kopf; dies waren etwa 800 kWh mehr als in Deutschland.

²¹ Vergleichbare Daten für die Jahre vor 1995 liegen nicht vor.

4.2 Entwicklung der Energiepreise

Energiepreise unterliegen vielfältigen Einflüssen. Für die Deckung des Energiebedarfs sind in Rheinland-Pfalz – wie für Deutschland – Importe von entscheidender Bedeutung. Dies gilt vor allem für die fossilen Energieträger wie Mineralöle bzw. Mineralölprodukte und Erdgas. Die Energiepreise, die Unternehmen und Haushalte hierzulande zahlen, hängen deshalb auch von den Entwicklungen auf den internationalen Energiemärkten ab. Das Handeln der privaten Akteure in der EU und Deutschland wird außerdem durch die staatliche Regulierung der Energiemärkte maßgeblich beeinflusst. Die Sicherstellung der Energieversorgung zählt zur Daseinsvorsorge durch den Staat. Außerdem sind mit der angestrebten Energiewende strukturelle Änderungsprozesse verbunden. Die energie- bzw. umwelt- und klimapolitischen Regelungen, z. B. das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), wirken sich auf die Energiepreise aus. Die letzten Jahre waren geprägt von außergewöhnlichen Ereignissen, die sich in der Entwicklung der Preise für Energie widerspiegeln: In der Coronakrise 2020 ging die globale Nachfrage nach Energie zurück, woraufhin weltweit die Energiepreise sanken. Hinzu kam in Deutschland die Senkung der Mehrwertsteuer, die im Rahmen eines Konjunkturpakets im zweiten Halbjahr 2020 dafür sorgte, dass Energie für private Endverbraucher zeitweise günstiger wurde. Zu Beginn

des Jahres 2021 war wieder der übliche Mehrwertsteuersatz fällig, so dass Energie für private Energieverbraucher wieder teurer wurde. Außerdem trug 2021 auch die Einführung der nationalen CO₂-Bepreisung in den Bereichen Verkehr und Wärme dazu bei, dass sich die Verbraucherpreise für fossile Energieträger erhöhten. Die Energiepreise stiegen 2021 aber auch als Reaktion auf die weltweit wieder zunehmende Nachfrage nach Energie. Diese lässt sich insbesondere auf die Erholung der globalen Wirtschaftslage zurückführen.

Nach der russischen Invasion in der Ukraine im Februar 2022 kam es zu der weltweiten Energiekrise, die extreme Preissteigerungen auslöste und den Aufschwung zum Erliegen brachte. Der Bedarf an Erdgas wird in Deutschland seit dem Wegfall der russischen Erdgasimporte vor allem durch Lieferungen über die Niederlande und aus Norwegen gedeckt.

Die negativen Folgen der Energiekrise für Wirtschaft und Gesellschaft sollten in Deutschland durch verschiedene staatliche Maßnahmen abgemildert werden. Zu den Maßnahmen, die sich direkt auf die Energiepreise auswirkten, gehörten die temporäre Reduzierung der Energiesteuer auf Kraftstoffe in den Sommermonaten 2022, die befristete Senkung des Umsatzsteuersatzes bei

Gas bzw. Fernwärme seit Oktober 2022 sowie die Dezember-Soforthilfe zur Kostendämpfung bei Erdgas und Wärme für Haushalte und Kleinverbraucher.

Außerdem wurde 2022 die Ökostromumlage nach dem EEG vorzeitig zum 1. Juli abgeschafft. Die EEG-Umlage diente der Finanzierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien. Sie war Teil des Strompreises und musste von den Stromverbrauchern gezahlt werden. Die Strompreise enthalten aber weiterhin andere Umlagen und Steuern. Bei dem am Stichtag 1. April 2022 von einem durchschnittlichen deutschen Haushalt zu zahlenden Preis von 36,06 ct/kWh (2021: 32,63 ct/kWh) entfielen 40% auf Steuern und Umlagen (2021: 51%). Darunter fiel die im April 2022 noch bestehende EEG-Umlage von 3,72 ct/kWh (2021: 6,5 ct/kWh). Die Strombeschaffung und der Vertrieb inklusive Gewinnmarge der Anbieter machten 38% des Strompreises aus (2021: 26%). Als weitere wichtige Komponente des Strompreises ist das Netznutzungsentgelt bzw. Netzentgelt zu nennen: Dabei handelt es sich um regional unterschiedliche staatlich regulierte Preise, die die Nutzer des Stromversorgungsnetzes für die Durchleitung des Stroms an die Netzbetreiber zahlen. Die Entgelte für die Netznutzung werden von den Stromlieferanten

auf die Letztverbraucher umgewälzt. Am durchschnittlichen Haushaltspreis hatte das Netzentgelt (einschließlich Entgelt für Messung und Messstellenbetrieb) 2022 einen Anteil von 23% (2021: ebenfalls 23%). Es belief sich im Schnitt auf 8,12 ct/kWh (2021: 7,52 ct/kWh) und stieg damit das vierte Jahr in Folge. Ursächlich für die zunehmenden Netznutzungsentgelte sind nach Angaben der Bundesnetzagentur die Kosten für den Ausbau des Stromnetzes und für Maßnahmen zur Systemsicherheit.²²

Um preisliche Veränderungen im Zeitablauf darstellen zu können, werden Energiepreisindizes verwendet. Dabei ist zwischen Verbraucher- und Erzeugerpreisen zu unterscheiden.

Der Verbraucherpreisindex misst die durchschnittliche Entwicklung der Preise aller Waren und Dienstleistungen, die von privaten Haushalten für Konsumzwecke gekauft werden. In den Verbraucherpreisindex gehen die Preise von rund 700 Waren und Dienstleistungen ein („Warenkorb“), darunter auch von Energieträgern.

Der Verbraucherpreisindex nahm in Rheinland-Pfalz zwischen 1995 und 2021 jährlich um durchschnittlich 1,4% zu (1995 bis 2022: +1,6%).²³ Der gesamte Zuwachs seit 1995 belief sich bis 2021 auf 42% (bis 2022:

²² Die Angaben zur Zusammensetzung und Höhe des Strompreises stammen aus den jährlichen Monitoringberichten der Bundesnetzagentur; Abruf unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Monitoringberichte/start.html> [Stand: 31. Juli 2023].

²³ Der Betrachtungszeitraum für die in diesem Energiebericht dargestellten Ergebnisse der Energiebilanz liegt bei 1990 bis 2021. Aus der Verbraucherpreisstatistik liegen bereits Daten für 2022 vor, jedoch nicht für den Zeitraum vor 1995.

+52%). In den Jahren 2021 und 2022 stiegen die Verbraucherpreise außergewöhnlich stark. Besonders hohe Teuerungsraten mussten die Verbraucher im Bereich Energie hinnehmen. Bei Elektrizität, Heizung und Kraftstoffen sind Mengenreaktionen bei steigenden Preise nur in einem vergleichsweise geringen Ausmaß vorhanden, da die Ausweichmöglichkeiten oft begrenzt sind, z. B. wäre der Wechsel einer Heizungsanlage zumindest kurzfristig nicht umsetzbar. Der Verbraucherpreisindex erhöhte sich 2021 insgesamt um 3% (2020: +0,6%), während Energie sich um 11% verteuerte (2020: –3,8%). Im Jahr 2022 belief sich die allgemeine Teuerungsrates auf überdurchschnittliche 6,6%; die Energiepreise verzeichneten mit +26% einen extremen Zuwachs.

Die Verbraucherpreise für die sogenannte Haushaltsenergie, also für Strom, Gas und andere Brennstoffe, stiegen zwischen 1995 und 2021 um 127% (1995 bis 2022: +187%). Im Jahr 2021 legten die Preise für Haushaltsenergie um 3,1% zu; 2022 wurde ein sprunghafter Anstieg um 27% gemessen.

Die Preise für Strom erhöhten sich zwischen 1995 und 2021 in Rheinland-Pfalz um 130% (1995 bis 2022: +164%). Die Gaspreise stiegen für die Haushalte im Betrachtungszeitraum bis 2021 um 105% (bis 2022: +182%). Im Jahr 2021 belief sich die Strompreissteigerung auf 1,7% (2020: +5,4%). Im Folgejahr nahm der Preisindex für Strom um 15% zu. Bei Gas lag die Steigerung 2021 bei 5,2%

und 2022 bei 38% (2020: +1,7%). Die Preissteigerungen 2021 und 2022 fielen somit bei Erdgas höher aus als bei Strom. Noch deutlicher zogen in den letzten beiden Jahren allerdings die Verbraucherpreise für Heizöl an. Nachdem der durchschnittliche Heizölpreis in der Coronakrise 2020 – im Gegensatz zu Strom und Gas – zunächst kräftig gesunken war (–19%), stieg er 2021 um 8,7%. Im Jahr 2022 verzeichneten die Heizölpreise eine Rekordsteigerung von 72% gegenüber dem Vorjahr. Zwischen 1995 und 2021 nahmen die Preise für Heizöl in Rheinland-Pfalz um 153% zu (1995 bis 2022: +336%).

Für Heizöl gab es 2022 keine Steuervergünstigungen zur kurzfristigen Eindämmung der Preisspitzen. Stattdessen wurde 2023 die Möglichkeit für private Haushalte geschaffen, Heizkostenhilfen ab einer bestimmten Preissteigerungsgrenze rückwirkend für 2022 zu beantragen. Diese nachträglichen Hilfen hatten jedoch keinen Einfluss auf die Preisentwicklung im Jahr 2022. Die extreme Preissteigerung bei Heizöl 2022 stand auch im Zusammenhang mit den Handelsbeschränkungen der EU gegenüber Russland. Die Preisentwicklung für Mineralöle und Mineralölprodukte ist allerdings grundsätzlich vor allem geprägt von der Angebotssteuerung durch die Anpassung der Rohölfördermengen des Ölkartells „OPEC“ (Organisation der Erdöl exportierenden Länder) sowie der weiteren Förderländer. Russland gehört nicht zur

OPEC, ist aber Teil der Kooperationsplattform „OPEC plus“ (auch „OPEC+“). Für die Heizölpreise gilt wie für die gesamte Mineralölpreisentwicklung, dass sie auch kurzfristig von weltweiten politischen und wirtschaftlichen Entwicklungen beeinflusst werden und deshalb sehr volatil sind.

Auch die Preise für Kraftstoffe zogen mit der Erholung der Weltwirtschaft 2021 kräftig an. Im Jahr zuvor waren sie mit dem Höhepunkt der Coronakrise auf ein vergleichsweise niedriges Niveau gefallen. Die Preissteigerung bei Kraftstoffen belief sich in Rheinland-Pfalz 2021 gegenüber dem Jahr zuvor auf 23% (2020: –10%). Im Jahr 2022 verteuerten sich Kraftstoffe noch einmal um 26%. Die durchschnittliche jährliche Preissteigerung lag in Rheinland-Pfalz zwischen 1995 und 2021 bei 2,8% (zwischen 1995 und 2022: +3,6%). Im Betrachtungszeitraum bis 2021 ist insgesamt ein Anstieg von 106% zu verzeichnen (bis 2022: +159%).

Der Erzeugerpreisindex gewerblicher Produkte misst die durchschnittliche Preisentwicklung von Rohstoffen und Industrieerzeugnissen, die in Deutschland hergestellt und verkauft werden. Der Erzeugerpreisindex für Energie ist Teil des Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte und misst dementsprechend die durchschnittliche Preisentwicklung von Energieträgern, die im

Inland hergestellt bzw. verkauft werden. Allerdings kann hier nur die Entwicklung für Deutschland dargestellt werden, weil keine Erzeugerpreisindizes für Rheinland-Pfalz berechnet werden.

Der deutsche Erzeugerpreisindex für Energie stieg im längerfristigen Vergleich zwischen 2000 und 2021 um 97% (zwischen 2000 und 2022: +267%). Damit fiel die Steigerung des Erzeugerpreisindex für Energie deutlich stärker aus als der Zuwachs des Erzeugerpreisindex für gewerbliche Produkte ohne Energie (+30% bzw. +48%).²⁴

In den Jahren 2021 und 2022 waren die Steigerungsraten der Erzeugerpreise außergewöhnlich hoch. Der Energiepreisindex lag 2021 um 25% über dem Niveau des Jahres zuvor (2020: –4%); 2022 wurde ein Plus von 86% gemessen. Der Erzeugerpreisindex für gewerbliche Produkte ohne Energie stieg 2021 um 6,1% und 2022 um 14% (2020: keine Veränderung).

Mit einem Plus von 42% wurde 2021 ein besonders hoher Preis bei Erdgas erreicht. In der Energiekrise 2022 wurde dieser Höchstwert durch einen extremen Preissprung von 133% noch weit übertroffen. Der Erzeugerpreis für Strom stieg 2021 um 25%; 2022 belief sich der Zuwachs auf 95%.

²⁴ Daten zum Erzeugerpreisindex liegen erst seit dem Jahr 2000 vor.

4.3 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs

In der Energiebilanz kann der Primärenergieverbrauch auf der Entstehungsseite als Summe der Energiegewinnung im eigenen Land, dem Saldo aus Bestandsentnahmen und -aufstockungen sowie dem Saldo aus Energiebezügen aus anderen Ländern und den Energielieferungen an andere Länder abgelesen werden. Der weitaus größte Teil des rheinland-pfälzischen Energiebedarfs wird über die Energiebezüge aus anderen Ländern gedeckt. Die Bedeutung der eigenen Energiegewinnung in Rheinland-Pfalz nahm allerdings langfristig deutlich zu: Heute werden etwa 18% des Primärenergieverbrauchs über die rheinland-pfälzische Energiegewinnung gedeckt (1990: 1,9%). Dabei kommen überwiegend erneuerbare Energieträger wie Biomasse, Wind und Sonne zum Einsatz. Bei den importierten Energieträgern handelt es sich dagegen vor allem um fossile bzw. konventionelle (also nicht erneuerbare) Energieträger wie Erdgas und Mineralöle bzw. Mineralölprodukte.

Im Jahr 2021 belief sich der Primärenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz auf 179,8 TWh. Gegenüber dem Jahr zuvor stieg er um 2,3%. Eine Ursache hierfür ist, dass die Industrie-

produktion nach dem coronabedingten Wirtschaftseinbruch 2020 wieder zulegen. Zum anderen war die Witterung im Vergleich zu den milden Vorjahren vergleichsweise kühl, was zu einem höheren Heizbedarf führte. Im Jahr 2020 war der Primärenergieverbrauch um 1,6% zurückgegangen. Dies ist hauptsächlich auf das reduzierte Verkehrsaufkommen in der Coronakrise zurückzuführen.

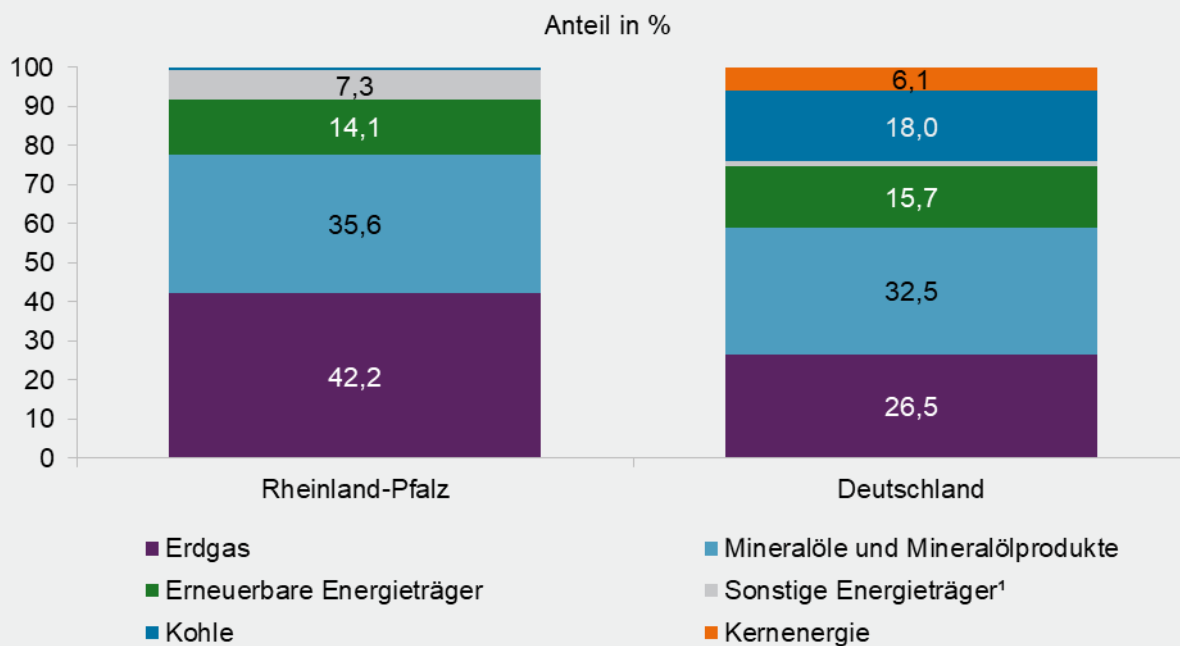
Wenn der Primärenergieverbrauch um Temperatureinflüsse bereinigt wird, ergibt sich ein fiktiver Verbrauchswert, der sich eingestellt hätte, wenn die Temperaturen des betrachteten Jahres dem sogenannten meteorologischen langjährigen Mittel entsprochen hätten.²⁵ Der temperaturbereinigte Primärenergieverbrauch war 2021 mit 178,8 TWh etwas niedriger als der unbereinigte Wert. Im Vergleich zum Vorjahr sank der Verbrauch temperaturbereinigt geringfügig, und zwar um 1,2%. Ursache hierfür war der Rückgang des temperaturbereinigten Energieverbrauchs der Haushalte (-8%). Dieser Rückgang dürfte mit den Preissteigerungen für Heizenergie zusammenhängen.

Für die Energieversorgung sind sowohl in Rheinland-Pfalz als auch in Deutschland die

²⁵ Die Temperaturbereinigung erfolgt bisher ausschließlich auf der Basis von „Heiztagen“. Eine Berücksichtigung von Hitzeperioden mit „Kühltagen“ ist bisher noch nicht Teil des standardisierten Temperaturbereinigungsverfahrens der Länder.

Abb. 1

Primärenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz und in Deutschland 2021 nach Energieträgern



1 Stromaustauschsaldo, Abfälle (fossiler Anteil), sonstige hergestellte Gase, Fernwärme.
 Quellen: Energiebilanzen Rheinland-Pfalz (Berechnungsstand: Juni 2023), Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (Berechnungsstand: März 2023)

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

fossilen Energieträger von wesentlicher Bedeutung: Sie trugen 2021 in Rheinland-Pfalz mit 86% den Hauptanteil zur Deckung des Primärenergieverbrauchs bei. In Deutschland war dieser Anteil mit 84% ähnlich. Der wichtigste fossile Energieträger für Rheinland-Pfalz war Erdgas, das 42% des Primärenergieverbrauchs deckte, dicht gefolgt von Mineralölen bzw. Mineralölprodukten mit einem Anteil von 36% (Deutschland: 27% bzw. 32%).

Konventionelle Energieträger sind im Gegensatz zu erneuerbaren Energien nur begrenzt verfügbar. Die Verbrennung von fossilen Energieträgern ist darüber hinaus mit klima-

und umweltschädlichen Emissionen verbunden. Hinzu kommt die starke Importabhängigkeit, die 2022 in den Fokus der politischen und öffentlichen Aufmerksamkeit rückte, nachdem Russland die Ukraine überfiel. Im Jahr 2021 importierte Deutschland noch Erdgas und Erdöl im Wert von 19,4 Milliarden Euro aus Russland. Im September 2022 beendete Russland die Lieferung von Erdgas über Pipelines nach Deutschland. Die Handelssanktionen der Europäischen Union gegenüber Russland, die u. a. den Ölimport betrafen, traten im Dezember 2022 in Kraft. Der russische Anteil am Gesamtwert der deutschen Erdgas- und Erdölimporte sank von 27% im Jahr 2021 auf 15% im Jahr 2022.

Trotzdem lag der Wert der importierten Mengen an russischem Erdgas und Erdöl mit 18,7 Milliarden Euro nur 4,1% unter dem Importwert von 2021. Dass dieser Rückgang nicht kräftiger ausfiel, ist auf die massiven Steigerungen der Energiepreise zurückzuführen.

Der fossile Energieträger Kohle ist in Rheinland-Pfalz heute vernachlässigbar: Der Anteil an der Deckung des Primärenergieverbrauchs lag 2021 bei 0,8% (1990: 8,8%). Bundesweit hatte die Kohle über den gesamten Betrachtungszeitraum einen weitaus höheren Stellenwert als in Rheinland-Pfalz. Der Kohleanteil belief sich 2021 in Deutschland auf 18% (1990: 37%). Für den geplanten Kohleausstieg bis 2038 soll die Stromerzeugung aus Kohle schrittweise reduziert werden. Die Regelungen zum Ausstiegsprozess wurden jedoch (befristet bis März 2024) aufgrund der drohenden Versorgungsengpässe 2022 teilweise unterbrochen.

Kernenergie spielte – abgesehen von der kurzzeitigen Nutzung des Kernkraftwerks Mülheim-Kärlich in den 1980er-Jahren – für die Energieerzeugung in Rheinland-Pfalz nie eine Rolle. Über den Importstrom wird in Rheinland-Pfalz jedoch trotzdem Kernenergie genutzt. In Deutschland wurden im April 2023 die letzten Atomkraftwerke außer Betrieb gesetzt. Im Jahr 2021 hatte die deutsche Kernenergie noch einen Anteil von 6,1% an der Deckung des Primärenergieverbrauchs (1990: 11%; 2000: 13%).

Die erneuerbaren Energien trugen 2021 einen Anteil von 14% zur Deckung des Primärenergieverbrauchs in Rheinland-Pfalz bei (Deutschland: 16%). Trotz des noch hohen Anteils der fossilen Energieträger gewinnen die erneuerbaren Energien in Rheinland-Pfalz wie in Deutschland an Bedeutung. Im Jahr 2000 wurden hierzulande erst 1,9% des Primärenergieverbrauchs mit erneuerbaren Energien gedeckt (Deutschland: 2,9%).

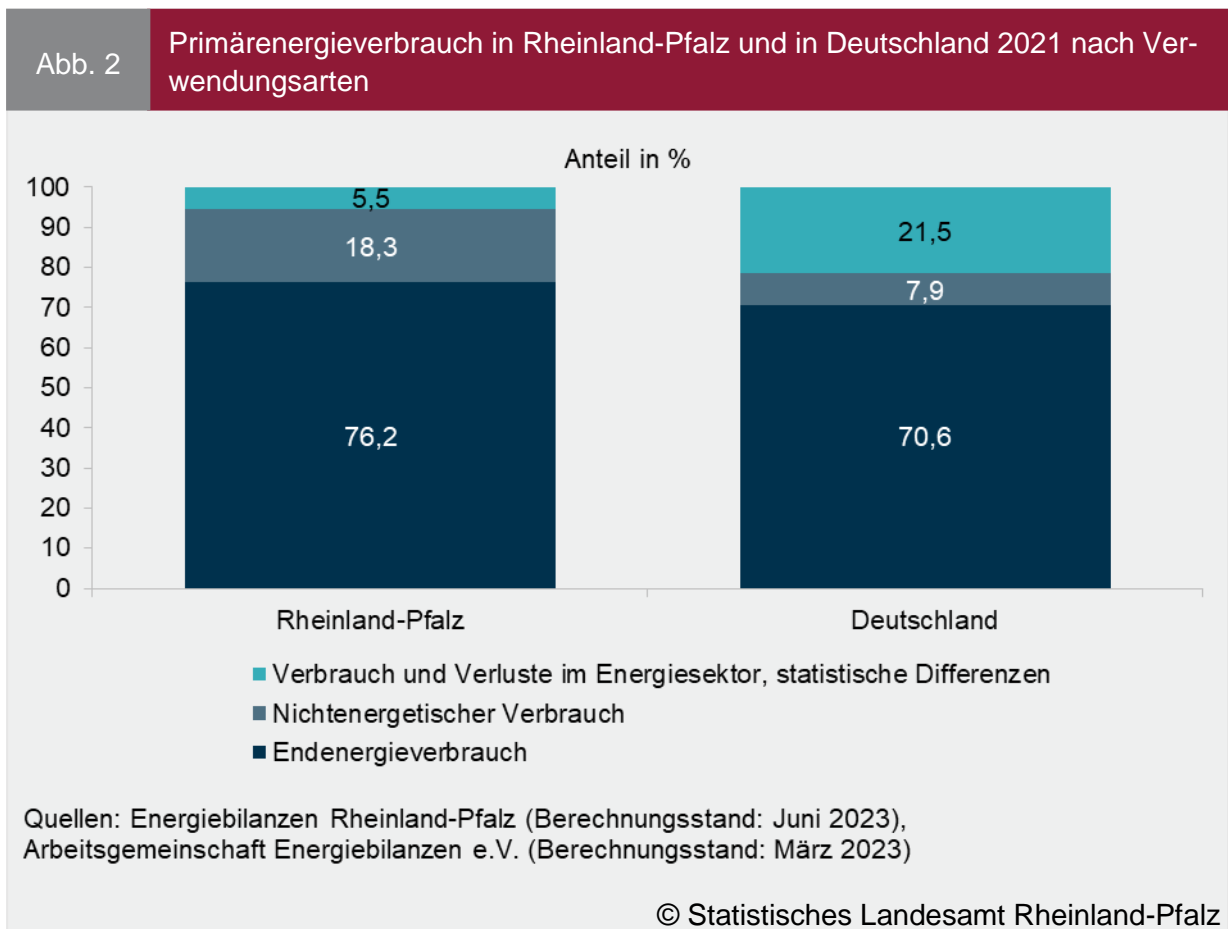
Unter den erneuerbaren Energien ist Biomasse der wichtigste Energieträger. Der Anteil von Biomasseenergie an den erneuerbaren Energien lag 2021 bei 55%. Zur Biomasse zählen insbesondere feste biogene Stoffe (vor allem Brennholz). An zweiter und dritter Stelle folgen in Rheinland-Pfalz Windkraft und Solarenergie (Anteile 2021: 26% und 10%). Wind- und Solarenergie werden hauptsächlich zur Stromerzeugung eingesetzt. Hierbei ist zu beachten, dass Details über die Erzeugungs- und Lieferstrukturen von Strom aus anderen Bundesländern bzw. dem Ausland aus den verfügbaren Statistiken nicht bekannt sind. Der nach Rheinland-Pfalz eingeführte Strom dürfte jedoch zunehmend aus erneuerbaren Energieträgern stammen.

Gegenüber 1990 nahm der Primärenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz um 12% zu. Insbesondere in den 1990er-Jahren wuchs der Verbrauch von Mineralölen und Mineralölprodukten sowie von Erdgas kräftig. Trotzdem war der Verbrauch von Mineralölen und

Mineralölprodukten über den gesamten Betrachtungszeitraum von 1990 bis 2021 rückläufig (-21%). Der Verbrauch von Erdgas stieg seitdem dagegen um 71%.

Im Gegensatz zu Rheinland-Pfalz lag der Primärenergieverbrauch in Deutschland im gesamten Betrachtungszeitraum durchgehend unter dem Niveau von 1990. Zwischen 1990 und 2021 verringerte sich der Verbrauch um 17%. Einer der Gründe für die unterschiedliche Entwicklung in Rheinland-Pfalz und Deutschland ist, dass nach der Wiedervereinigung Deutschlands der Energieverbrauch im Zuge des Strukturwandels der Industrie in den ostdeutschen Bundesländern rückläufig

war. Dies schlug sich in den Deutschlandwerten zu Beginn der 1990er-Jahre nieder. In Rheinland-Pfalz legte der Energieverbrauch der Industrie dagegen kräftig zu. Hierbei ist zu beachten, dass die rheinland-pfälzische Industrie durch einen vergleichsweise hohen Anteil energieintensiver Branchen geprägt ist. Vor allem die Menge an Energieträgern, die in Rheinland-Pfalz für nicht-energetische Zwecke eingesetzt wird (z. B. Rohbenzin und Erdgas in der Chemischen Industrie), ist vergleichsweise hoch. Zwischen 1990 und 2021 nahm der nicht-energetische Verbrauch hierzulande um 15% zu, während er in Deutschland nur um 2,3% stieg. Die Menge belief sich 2021 auf 32,9 TWh. Dies entspricht 18% des



Primärenergieverbrauchs. In Deutschland lag dieser Anteil nur bei 7,9%. Der Anteil des nicht-energetischen Verbrauchs in Rheinland-Pfalz am nicht-energetischen Verbrauch Deutschlands lag 2021 bei 12%. Der gesamte rheinland-pfälzische Verbrauch von Primärenergie machte dagegen nur 5,2% des Bundesverbrauchs aus.

Neben dem nicht-energetischen Verbrauch umfasst der Primärenergieverbrauch (nach der Verwendungsseite der Energiebilanz) auch die Menge an Energie, die für die Umwandlungsprozesse eingesetzt wird (z. B. der Einsatz von Erdgas in einem Stromkraftwerk). Der Verbrauch von Energie für die Umwandlungsprozesse der Energieerzeugung (einschließlich der Leitungsverluste, z. B. beim Stromtransport) belief sich 2021 auf 9,9 TWh. Hier spiegelt sich die in Rheinland-Pfalz vergleichsweise geringe Eigenerzeugungsquote bei Strom wider: Im Jahr 2021 machten der Verbrauch und die Verluste bei der Energieumwandlung nur 5,5% des Primärenergieverbrauchs aus. Bundesweit belief sich der Anteil dagegen auf 22%. Der größte Teil der Primärenergie wird in Rheinland-Pfalz wie in Deutschland für den Endverbrauch eingesetzt (2021: 76% bzw. 71%).

4.4 Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Der Endenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz belief sich 2021 auf 137 TWh. Er umfasst die Energiemenge, die von den Endverbrauchern z. B. in Form von Heizöl, Strom und Benzin eingesetzt wurde. Im Vergleich zum Jahr zuvor nahm der Endenergieverbrauch 2021 um 2,9% zu (Deutschland: +4,6%), nachdem er 2020 um 2,3% zurückgegangen war (Deutschland: –6,4%).

Der temperaturbereinigte Endenergieverbrauch fiel in Rheinland-Pfalz 2021 eine Terawattstunde geringer aus als der unbereinigte Verbrauchswert. Dies ist auf die vergleichsweise kühle Witterung mit einer relativ hohen Zahl an „Heiztagen“ zurückzuführen. Zuvor gab es mehrere Jahre in Folge eher milde Winter mit einem vergleichsweise geringen durchschnittlichen Heizbedarf.

Zwischen 1990 und 2021 nahm der Endenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz um 16% zu. Dies steht – analog zum Primärenergieverbrauch – im Gegensatz zur bundesweiten Entwicklung. In Deutschland wird heute weniger Endenergie verbraucht als zu Beginn des Betrachtungszeitraums (1990 bis 2021: –7,3%). Dies hängt unter anderem mit den Entwicklungen in den 1990er-Jahren im Industriesektor zusam-

men. Während in Rheinland-Pfalz der Energieverbrauch in der Industrie (abgesehen von kurzfristigen Schwankungen) kräftig zunahm, brach der Verbrauch in Deutschland nach der Wiedervereinigung ein. Im Zeitraum 2000 bis 2021 ging der Endenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz wie in Deutschland zurück (–0,8% in Rheinland-Pfalz gegenüber –4,9% in Deutschland).

Bei der Interpretation dieser Werte ist grundsätzlich zu beachten, dass die Datenverfügbarkeit für die Bilanzierung der Energieverbräuche in Rheinland-Pfalz und in Deutschland teilweise unterschiedlich ist. Dies gilt insbesondere für den Endenergieverbrauch, der zu einem großen Teil auf der Basis von Statistiken über abgesetzte Mengen ermittelt wird. Die befragten Unternehmen (z. B. Gas- oder Stromversorger) sind jedoch oft bundesweit tätig und unterteilen ihre Absatzregionen in der Regel nicht nach Bundesländern. Deshalb muss die Verteilung der Absatzmengen auf die Bundesländer zum Teil nachträglich erfolgen. Bei diesen Zuordnungen können Unsicherheiten bestehen.

Der Endenergieverbrauch wird in drei Verbrauchssektoren (bzw. -gruppen) gegliedert. Es handelt sich dabei um die Bereiche Industrie, Verkehr sowie „Haushalte

und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ (kurz: Haushalte/GHD oder Haushalte und Kleinverbraucher).

Den höchsten Verbrauch verursachte 2021 der Sektor Haushalte/GHD. Er umfasst Privathaushalte, kleingewerbliche Betriebe, den öffentlichen und privaten Dienstleistungsbereich, den Groß- und Einzelhandel, die Landwirtschaft und das Militär. Der Verbrauch an Endenergie in diesem Sektor belief sich 2021 auf 60,1 TWh. Dies waren 44% des gesamten Endenergieverbrauchs in Rheinland-Pfalz. Auch bundesweit verbraucht der Sektor Haushalte/GHD prozentual die meiste Energie (2021: ebenfalls 44%).

Der Endenergieverbrauch der Haushalte und Kleinverbraucher liegt heute auf einem höheren Niveau als 1990 (+16%). In Deutschland ging der Endenergieverbrauch in diesem Sektor im Betrachtungszeitraum dagegen zurück (-7,1%). Der Unterschied zwischen Rheinland-Pfalz und Deutschland lässt sich nur bedingt mit einem stärkeren Bevölkerungszuwachs bzw. größeren Wohnflächen erklären. Er fällt insbesondere seit 2018 auffällig hoch aus. Dies dürfte zumindest teilweise mit methodischen Neuerungen bei der Energiebilanzierung zusammenhängen. In diesem Jahr wurde in den Bundesländern unter anderem erstmalig die Erhebung über die Abgabe von Mineralölprodukten durchgeführt

und für die Energiebilanzierung herangezogen.

Gegenüber dem Jahr zuvor nahm der Energieverbrauch im Sektor Haushalte/GHD 2021 um 3,5% zu (Deutschland: +2,9%). Besonders kräftig stieg der Verbrauch von Erdgas. Obwohl die Verbraucherpreise für Heizenergie in diesem Jahr zunahmen, erhöhte sich die Nachfrage nach Erdgas. Dies dürfte mit der vergleichsweise kühleren Witterung zusammenhängen. Der Verbrauch von Heizöl ging allerdings trotzdem deutlich zurück. Aufgrund der Preissteigerungen dürfte die Auffüllung der Lagerbestände teilweise verschoben worden sein.

Den zweithöchsten Endenergieverbrauch verursacht in Rheinland-Pfalz der Industriesektor. Mit einer Menge von 44,3 TWh belief sich der Anteil am gesamten Endenergieverbrauch im Land 2021 auf 32%. Bei der Interpretation dieser Werte ist zu beachten, dass der Energieverbrauch im Umwandlungsbereich (z. B. in Industriekraftwerken) sowie der nicht-energetische Verbrauch (z. B. von Rohöl in der Chemischen Industrie) nicht zum Endenergieverbrauch zählen und hier deshalb nicht enthalten sind.

Der Anteil des Industriesektors am Endenergieverbrauch ist hierzulande um 2,7 Prozentpunkte höher als in Deutsch-

land. Die Ursache für den Unterschied ist, dass die besonders energieintensiven Industriebranchen, vor allem die Chemische Industrie, für die rheinland-pfälzische Wertschöpfung eine deutlich größere Rolle spielen als für die Wertschöpfung in Deutschland.

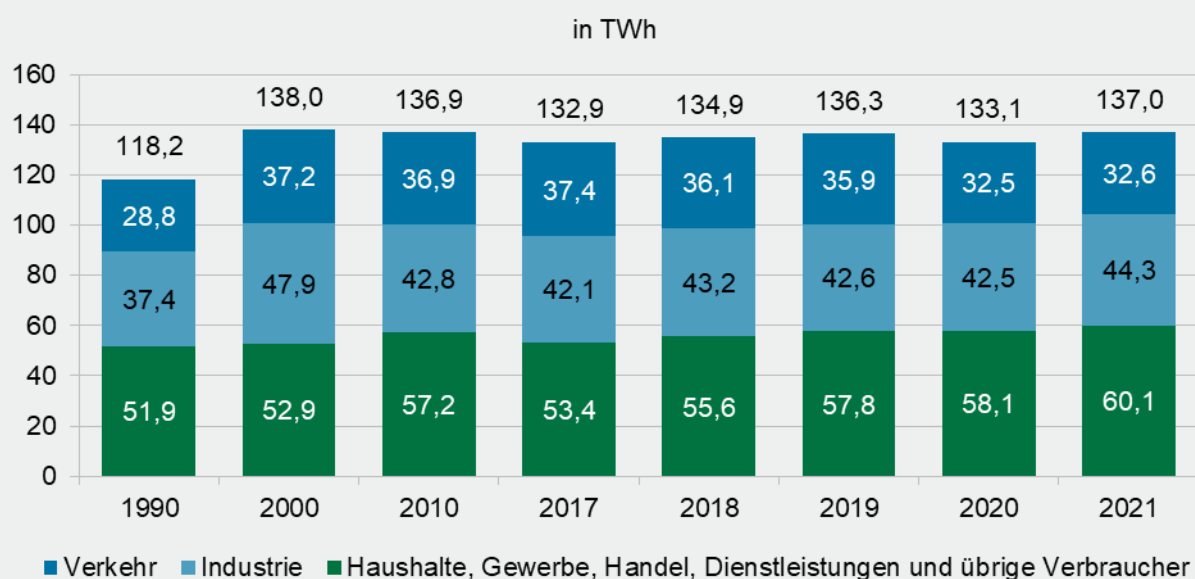
Der Energieverbrauch in der Industrie war 2021 um 18% höher als 1990 (Deutschland: –12%). Dies ist auf die Entwicklung in den 1990er-Jahren zurückzuführen. Später wurde der Energieeinsatz im rheinland-pfälzischen Industriesektor im Gegensatz zu Deutschland reduziert; gegenüber 2000 ist ein Minus von 7,4% zu verzeichnen. Mehr Energieeffizienz und verbesserte Technologien dürften hierfür ursächlich gewesen sein. Die Verbrauchseinsparungen wurden allerdings im Wesentlichen zwischen 2000 und 2010 realisiert. Seitdem ist der Energieverbrauch in der Industrie – abgesehen von den jährlichen Schwankungen – relativ stabil.

Im Vergleich zum Jahr zuvor nahm der Energieverbrauch im Industriesektor 2021 um 4,2% zu (Deutschland: +8,8%). Dies hängt mit der wirtschaftlichen Entwicklung zusammen. Nach dem heftigen pandemiebedingten Konjunkturerinbruch 2020 befand sich die Industrie 2021 wieder auf Wachstumskurs. Die Umsätze in der rheinland-pfälzischen Industrie legten (in laufenden Preisen) um 17% zu. Die Bruttowert-

schöpfung im Verarbeitenden Gewerbe stieg preisbereinigt um 8,3%.

Der Verkehrssektor in Rheinland-Pfalz hatte 2021 einen Anteil von 24% am Endenergieverbrauch (Deutschland: 27%). Dies entspricht einer Verbrauchsmenge von 32,6 TWh, was im langfristigen Vergleich ein äußerst niedriger Wert für den Verkehrssektor ist. In der Coronapandemie hatte es in Rheinland-Pfalz wie in Deutschland einen massiven Rückgang des Verkehrsaufkommens gegeben. Der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor lag vor der Coronapandemie in Rheinland-Pfalz noch 25% über dem Niveau von 1990. Im Zuge der Lockdownphasen 2020 und der Wirtschaftskrise verringerte sich das Verkehrsaufkommen und der Energieverbrauch des Sektors fiel deutlich geringer aus als im Jahr zuvor. Im Jahr 2021 blieb der verkehrsbedingte Energieverbrauch im langfristigen Vergleich weiterhin auf einem sehr geringen Level. Der Energieverbrauch war 2021 aber trotzdem noch 13% höher als 1990. In Deutschland war das Verbrauchsniveau nach dem kräftigen Einbruch etwa so hoch wie zu Beginn des Betrachtungszeitraums (1990 bis 2021: – 1%).

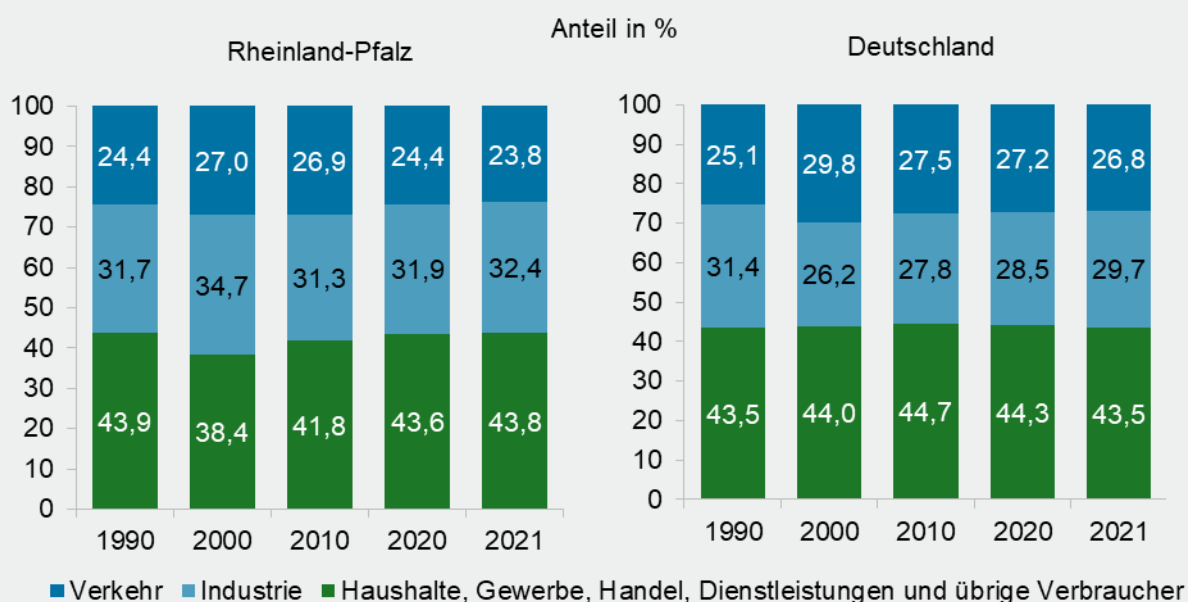
Abb. 3 Endenergieverbrauch 1990 - 2021 nach Verbrauchergruppen



Quellen: Energiebilanzen Rheinland-Pfalz (Berechnungsstand: Juni 2023)

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

Abb. 4 Endenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz und in Deutschland 1990 - 2021 nach Verbrauchergruppen



Quellen: Energiebilanzen Rheinland-Pfalz (Berechnungsstand: Juni 2023),
Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (Berechnungsstand: März 2023)

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

Bei der Zusammensetzung des Energieträgermix unterscheidet sich der Endenergieverbrauch vom Primärenergieverbrauch. Die Unterschiede ergeben sich vor allem durch die Umwandlungsprozesse in den Kraftwerken. Dadurch ist beispielsweise der ausgewiesene Anteil der erneuerbaren Energien beim Primärenergieverbrauch höher als beim Endenergieverbrauch: Erneuerbare Energien, die indirekt – vor allem in Form von Strom – für die Deckung des Endenergieverbrauchs zum Einsatz kommen, werden hier nicht separat ausgewiesen, sondern gehen in den Bereich Strom ein. Beim Endverbrauch wird so nur die direkte Nutzung von Energie aus regenerativen Energiequellen berücksichtigt. Der Anteil der erneuerbaren Energien zur Deckung des Primärenergieverbrauchs belief sich 2021 auf 14% (Deutschland: 16%); während der direkt ausgewiesene Anteil am Endenergieverbrauch dagegen bei 7,6% des Energieverbrauchs lag (Deutschland: 8,7%).²⁶

Bei der Deckung des Endenergieverbrauchs kommt den fossilen Energieträgern die größte Bedeutung zu. In Rheinland-Pfalz werden zwei Drittel des Verbrauchs über die fossilen Energieträger Mineralöle bzw. Mineralölprodukte und

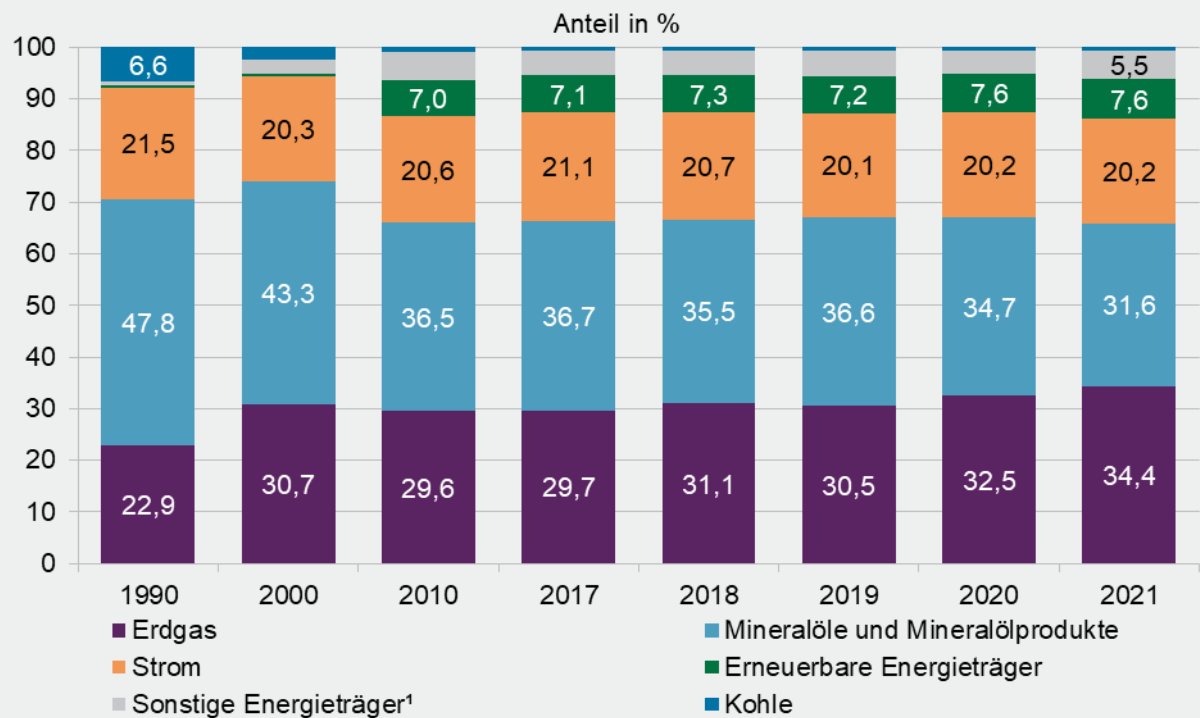
Erdgas gedeckt. Der Verbrauch von Erdgas belief sich 2021 auf 47,1 TWh. Dies entspricht einem Anteil an der Deckung des Energieverbrauchs von 34%. Der Anteil nahm langfristig zu (1990: 23%). Mineralöle bzw. Mineralölprodukte kamen 2021 auf 43,3 TWh und einen Anteil von 32%. Der Anteil der Mineralöle und Mineralölprodukte ist seit 1990 rückläufig (1990: 48%).

Strom machte 2021 mit 27,7 TWh gut ein Fünftel des Endenergieverbrauchs aus. Damit liegt der Anteilswert in etwa auf dem gleichen Niveau wie zu Beginn des Betrachtungszeitraums.

Bundesweit ist der Energieträgermix ähnlich: Der Endenergieverbrauch wird ebenfalls größtenteils durch Mineralöle und Mineralölprodukte (2021: 33%) sowie Erdgas (2021: 26%) gedeckt. Der Erdgasanteil ist bundesweit deutlich geringer als in Rheinland-Pfalz (Differenz 2021: 8,5 Prozentpunkte). Dafür kommt dem Einsatz von Kohle bundesweit eine höhere Bedeutung zu als hierzulande. Der Kohleanteil belief sich in Rheinland-Pfalz 2021 nur auf 0,7%, in Deutschland aber auf 5,2%. Erneuerbare Energieträger hatten bundesweit einen ähnlichen Stellenwert wie in Rheinland-

²⁶ Würde die Nutzung von den in Rheinland-Pfalz eingesetzten erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung – entgegen der hier zugrundeliegenden Systematik – zusätzlich berücksichtigt, ergäbe sich ein Anteil von ca. 16%. Hinzu kämen die eingesetzten erneuerbaren Energien für die Stromimporte nach Rheinland-Pfalz. Hierüber liegen jedoch keine Informationen vor.

Abb. 5 Endenergieverbrauch 1990 - 2021 nach Energieträgern



¹ Fernwärme, Abfälle (fossile Fraktion) und sonstige hergestellte Gase.

Quellen: Energiebilanzen Rheinland-Pfalz (Berechnungsstand: Juni 2023)

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

Pfalz. In den drei Verbrauchssektoren ist die Zusammensetzung der eingesetzten Energieträger unterschiedlich:

Für den Sektor Haushalte/GHD ist Erdgas der wichtigste Energieträger; der Beitrag zur Deckung des sektorspezifischen Endenergieverbrauchs belief sich 2021 auf 41% (24,5 TWh). Mineralöle und Mineralölprodukte (im Wesentlichen leichtes Heizöl) lieferten einen Beitrag von 21%. Dies entsprach einem Verbrauch von 12,4 TWh. Auf Strom entfiel im Sektor Haushalte/GHD ebenfalls ein Anteil von 21% (12,8 TWh).

Erneuerbare Energieträger haben bei den Haushalten und Kleinverbrauchern einen höheren Stellenwert als in der Industrie und im Verkehrssektor. Der Anteil zur Deckung des Energieverbrauchs des Sektors Haushalte/GHD belief sich 2021 auf 13% (direkt, d. h. ohne Berücksichtigung von Strom und Fernwärme). Dies entspricht 7,7 TWh. Die Energie aus erneuerbaren Quellen stammte zu 78% aus Brennholz bzw. Holzprodukten.

Wie für den Sektor Haushalte/GHD hat Erdgas als Energiequelle auch für den En-

den Energieverbrauch des Industriesektors die größte Bedeutung. Im Jahr 2021 wurden in der Industrie 22,6 TWh Erdgas verbraucht. Die Menge deckte rund die Hälfte des Verbrauchs der Industrie für energetische Zwecke (2021: 51%). Im Industriesektor ist die Chemische Industrie der größte Endverbraucher von Erdgas; sie verbrauchte 2021 57% des gesamten im Industriesektor eingesetzten Erdgases. Darüber hinaus werden größere Erdgasmengen in den Betrieben der keramik- und glasverarbeitenden Industrie, in der Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie in der Papierproduktion verbraucht.

Die zweitwichtigste Energiequelle für die Industrie ist Elektrizität. Mit 14,4 TWh entfiel auf den Verbrauch von Strom 2021 ein Anteil von 33%. Auch hier ist die Chemiebranche der größte Endverbraucher innerhalb des Industriesektors (Anteil 2021: 47%).

Alle anderen Energieträger kamen in der Industrie nur in geringem Maß zum Einsatz. Die fossilen Energieträger Mineralöle bzw. Mineralölprodukte und Kohle deckten 2021 zusammen 2,8% des energetischen Verbrauchs der Industrie. Die Gruppe der sonstigen Energieträger, zu der u. a. Fernwärme und Abfall zählen, deckte 2021 mit 5 TWh 11% des Endenergieverbrauchs der Industrie. Die erneuerbaren Energien kamen auf einen Anteil von 2,3% (auch hier

ohne Berücksichtigung der indirekten Nutzung beim Verbrauch von Strom- und Fernwärme).

Im Verkehrssektor haben die mineralölbasierten Energieträger derzeit mit Abstand die größte Bedeutung. Trotz der Steigerung der Biokraftstoffanteile und einer steigenden Zahl von Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien hatten Otto-, Diesel- und Flugturbinenkraftstoffe 2021 bisher weiterhin einen Anteil von 93% an der Deckung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor. Dieser Anteil veränderte sich seit Mitte der 2000er-Jahre nur unwesentlich (Anteil: 2010: ebenfalls: 93%).

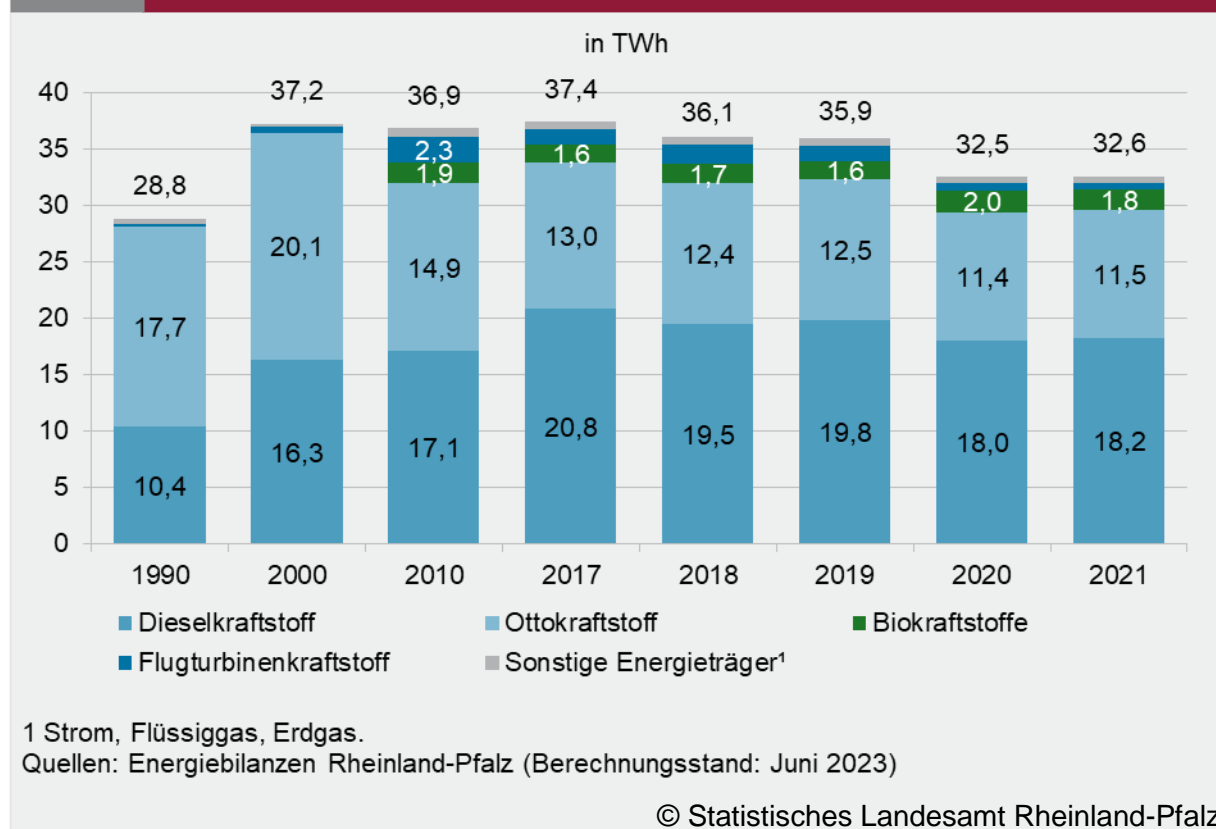
4.5 Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Bereich der Mobilität

Bisher dominieren im Bereich der Mobilität „klassische“ Fahrzeugtechnologien auf der Basis der Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Diesel- und Ottokraftstoffen. Dies ist nicht nur mit global klimaschädlichen Treibhausgasemissionen verbunden, sondern auch mit lokalen Schadstoff- und Lärmemissionen. Der Umstieg auf neue Technologien und die Verkehrsverlagerung (z. B. von der Straße auf die Schiene) sind Teil der umwelt- bzw. verkehrspolitischen Zielsetzungen auf der Landes- und der Bundesebene sowie in der Europäischen

Union. In Rheinland-Pfalz war der Verkehrssektor 2021 für 26% der gesamten Treibhausgasemissionen verantwortlich (1990: 15%). Hierbei stammten die Emissionen zu 99% aus dem Straßenverkehr, verursacht insbesondere durch den Verbrauch von Benzin und Dieselmotoren.

In der Coronapandemie sank der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor auf ein außergewöhnlich niedriges Niveau. Im ersten Jahr der Pandemie verringerte er sich um 9,4% auf 32,5 TWh. Im Jahr 2021 blieb er

Abb.6 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor 1990 - 2021 nach Energieträgern



gegenüber dem Vorjahr nahezu unverändert (32,6 TWh; +0,2%). Trotz des coronabedingten Rückgangs war der Verbrauch aber immer noch 13% höher als 1990. Vor dem Ausbruch der Pandemie hatte er allerdings 25% über dem Niveau von 1990 gelegen.

Die Entwicklung des mobilitätsbedingten Energieverbrauchs wird maßgeblich durch den Straßenverkehr bestimmt. Dieser machte 2021 rund 96% des gesamten Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor aus. Der meistgenutzte Kraftstoff im Verkehrssektor ist Diesel. Er trug 2021 rund 56% zur Deckung des Endverbrauchs im Verkehrssektor bei (2020: 55%). Die getankte Menge an Dieselmotorkraftstoff (ohne den biogenen Anteil) hatte 2021 einen Energiegehalt von umgerechnet 18,2 TWh (davon für den Straßenverkehr 17,8 TWh). Gegenüber dem Jahr zuvor stieg der Verbrauch von Diesel um 1,1%.

Der Verbrauch von Ottokraftstoffen belief sich 2021 auf 11,5 TWh (+0,7% gegenüber 2020). Dies entspricht einem Anteil von 35% am gesamten verkehrsbedingten Energieverbrauch (2020: ebenfalls 35%). In den 1990er-Jahren wurde dagegen noch mehr als die Hälfte des Energiebedarfs mit Ottokraftstoffen gedeckt. Mit der systematischen steuerlichen Bevorteilung von Diesel bei der Mineralöl- bzw. Energiesteuer stiegen jedoch die Anreize für eine Umstellung

auf dieselbetriebene Kraftfahrzeuge, insbesondere bei Energieverbrauchern mit einer hohen durchschnittlichen Jahresfahrleistung. Der Verbrauch von Diesel machte 2012 erstmals im Betrachtungszeitraum mehr als die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs im Verkehrssektor aus.

Gemeinsam decken Diesel- und Ottokraftstoffe rund 90% des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor (2021: 91%; 2020: 90%). Im Straßenverkehr ist dieser Anteil noch etwas höher (2021: 94%; 2020: 93%). Die zunehmende Zahl an neuzugelassenen Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben bzw. als Hybridvarianten hatte bisher noch keine erkennbaren Auswirkungen auf die Verbrauchsmengen der klassischen fossilen Kraftstoffe. Vor der Coronakrise schwankte der Verbrauch von Diesel- und Ottokraftstoffen 15 Jahre lang um einen Wert von 32 TWh.

Der Anteil der Benzin- und Dieselfahrzeuge am gesamten Fahrzeugbestand ist zwar leicht rückläufig, aber die konventionell angetriebenen Fahrzeuge haben weiterhin eine sehr hohe Bedeutung für den Straßenverkehr: Am Stichtag 1. Januar 2022 machten die Benzin- und Dieselfahrzeuge 96% des Gesamtbestands in Rheinland-Pfalz aus (2021: 97%; 2023: 94%).

Berechnungen über die Fahrleistungen der in Rheinland-Pfalz zugelassenen Kraftfahr-

zeuge liegen aus den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder (UGRdL) für den Zeitraum 2008 bis 2019 vor.²⁷ Abgesehen von einem Methodenbruch im Jahr 2017, der den Zeitvergleich einschränkt, nahmen die Fahrleistungen in diesem Zeitraum durchgehend zu. Der Energieverbrauch im Straßenverkehr folgte dieser Entwicklung jedoch nicht, sondern blieb (trotz jährlicher Schwankungen) auf einem ähnlichen Niveau. Dass der Energieverbrauch trotz der zunehmenden Fahrleistung nicht stieg, ist die Folge effizienterer Motortechnologien, die langfristig zu geringeren durchschnittlichen Kraftstoffverbräuchen je gefahrenem Kilometer führten.

Daten zur Fahrleistung in Rheinland-Pfalz differenziert nach diesel- und benzinbetriebenen Fahrzeugen liegen in der amtlichen Statistik nicht vor. Allerdings weisen Dieselfahrzeuge im Jahresdurchschnitt üblicherweise eine höhere Fahrleistung auf als Fahrzeuge mit Benzinmotor. Zudem sind Lastkraftwagen in der Regel mit Dieselmotoren ausgestattet (am 1. Januar 2023: 94%). Dies erklärt, weshalb in Rheinland-Pfalz mehr Diesel- als Ottokraftstoff getankt wird, obwohl der Durchschnittsverbrauch bei Diesel im Vergleich zu Benzin pro ge-

fahrenem Kilometer geringer ist und Benzinfahrzeuge rund 60% des Kfz-Bestands ausmachen.

Auf Preisänderungen reagieren die Kraftfahrer eher schwach, weil die Nachfrage nach Kraftstoffen grundsätzlich relativ preisunelastisch ist. Eine Steigerung des Benzin- bzw. Dieselpreises führt also nicht sofort zu einem Rückgang der Kraftstoffnachfrage. Dies gilt auch bei kräftigen Preisänderungen: Der Preisanstieg bei Kraftstoffen war 2021 mit +23% außergewöhnlich hoch. Dennoch nahm der Endenergieverbrauch im Straßenverkehr geringfügig zu (+0,4%).

Biokraftstoffe deckten 2021 im Straßenverkehr 5,5% des Energieverbrauchs (2020: 6,3%). Erdgas und Flüssiggas kamen gemeinsam auf 0,5% (2020: 0,4%). Der Stromverbrauch im Straßenverkehr war bisher vernachlässigbar: Strom machte 2021 nur 0,2% des Energieverbrauchs aus (2020: 0,1%). Durch eine zunehmende Zahl an Elektrofahrzeugen könnte sich dies ändern: Am 1. Januar 2023 waren in Rheinland-Pfalz 56.018 Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb und 109.410 Hybride zugelassen. Dies entspricht zusammen einem Anteil von 5,1% am gesamten Kfz-Bestand

²⁷ Die Ergebnisse der UGRdL sind online abrufbar unter: <https://www.statistikportal.de/de/ugrdl> (Stand: 19. September 2023).

(Deutschland: 5,8%). Am Stichtag 1. Januar 2022 lagen die Anteilswerte erst bei 3,4% in Rheinland-Pfalz und bei 4% in Deutschland (1. Januar 2021: 1,9% bzw. 2,3%).

Der Energieverbrauch durch den Schienenverkehr ist für den Verkehrssektor nur von nachrangiger Bedeutung. Der Schienenverkehr kam 2021 auf einen Anteil von 2% am mobilitätsbedingten Endenergieverbrauch (2020: ebenfalls 2%). Dieser Anteil veränderte sich in den letzten 20 Jahren kaum. Im Schienenverkehr überwiegt durch die Elektrifizierung des Streckennetzes der Verbrauch von Strom. Im Jahr 2021 wurden 0,41 TWh Fahrstrom eingesetzt. Dies entsprach 1,3% des gesamten mobilitätsbedingten Endenergieverbrauchs. Der Verbrauch von Energie aus Dieselkraftstoff lag bei 0,22 TWh bzw. 0,7% bezogen auf den gesamten mobilitätsbedingten Endenergieverbrauch.

Für den Luftverkehr ist Flugturbinenkraftstoff (Kerosin) mit einem Anteil von 98% der bedeutendste Energieträger. Otto- und Dieselkraftstoffe, die in den motorbetriebenen Kleinflugzeugen eingesetzt werden, sind demgegenüber vernachlässigbar. Der Energieverbrauch durch den Luftverkehr belief sich 2021 auf 0,6 TWh. Dies entspricht 1,8% des Energieverbrauchs im Verkehrssektor. Der höchste Energieverbrauch im Betrachtungszeitraum wurde

2007 mit 2,4 TWh verzeichnet. In den folgenden Jahren ging der Treibstoffverbrauch im Luftverkehr zurück, was auf ein geringer werdendes Beförderungsaufkommen am Flughafen Hahn zurückzuführen war. Infolge der Coronapandemie und dem reduzierten Verkehrsaufkommen 2020 und 2021 ging der Verbrauch noch weiter zurück.

Die Binnenschifffahrt hat hierzulande im Vergleich zu den anderen Verkehrsarten die geringste Bedeutung. Im Jahr 2021 kamen in der Binnenschifffahrt 0,16 TWh Dieselkraftstoff zum Einsatz (z. T. mit biogenen Beimischungen).

Erneuerbare Energien im Verkehr

Biokraftstoffe spielen seit Mitte der 2000er-Jahre eine nennenswerte Rolle für die Mobilität in Rheinland-Pfalz. Die Menge an getankten Biokraftstoffen lag 2021 bei 1,8 TWh. Damit belief sich der Beitrag der Biokraftstoffe zur Deckung des gesamten Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor laut Energiebilanz auf 5,4%. Bundesweit lag der Anteil der Biokraftstoffe nach der Energiebilanz für Deutschland bei 5,3%.

Mit der Erneuerbare-Energien-Richtlinie von 2009 wurde in der EU ursprünglich das Ziel festgelegt, den Anteil erneuerbarer Energien am sogenannten Bruttoendenergieverbrauch im Verkehrssektor bis 2020 auf mindestens 10% zu erhöhen. In der

Neufassung von 2018 wurde ein Mindestwert von 14% bis 2030 festgesetzt. Diese Zielsetzung wurde 2023 noch einmal überarbeitet: Der Mindestanteil, der bis 2030 zu erreichen ist, wurde auf 29% erhöht. Alternativ gilt das Ziel nach der Änderung von 2023 als erreicht, wenn die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen um ein bestimmtes Maß gesenkt werden. Der Bruttoendenergieverbrauch ist eine spezielle Bezugsgröße in der EU zur Quantifizierung der Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien. Er unterscheidet sich vom Endenergieverbrauch, der in der Energiebilanz direkt nachgewiesen wird, u. a. durch die Einbeziehung von Umwandlungs- und Übertragungsverlusten sowie dem in der Energiewirtschaft anfallenden Eigenverbrauch. Für die Berechnung des Anteils der erneuerbaren Energien werden außerdem die unterschiedlichen Arten von Biokraftstoffen und Strom aus erneuerbaren Quellen nach speziellen Kriterien gewichtet. Nach der EU-Methode lag der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch im Verkehrssektor in

Deutschland 2021 bei 8%. Auf die Länderebene lässt sich die Berechnungsmethode der EU nicht direkt übertragen, u. a. weil keine Informationen über die Zusammensetzung der Biokraftstoffe vorliegen.²⁸

Nach dem Energiekonzept der Bundesregierung belief sich der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in Deutschland 2021 auf 6,8 %. Für Rheinland-Pfalz lässt sich ein Anteil von 6,1% schätzen. Bei diesem Ansatz wird der aus erneuerbaren Energien gewonnene Strom, der im Verkehr genutzt wird, zu dem Biokraftstoffanteil hinzugerechnet.

Bei der Interpretation dieser Anteilswerte sowie bei Vergleichen zwischen Ländern bzw. Regionen ist zu beachten, dass es unterschiedliche Kennzahlen zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor gibt. Die Angaben können – je nach verwendeter Methode und unterstellten Annahmen – voneinander abweichen.

²⁸ Details zur Berechnung sind dem Methodenhandbuch der EU zu entnehmen: „SHARES Tool Manual“, Version 2021.081222; Abruf im Internet unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data-base/additional-data> [Stand: 29.09.2023]. Die vom Länderarbeitskreis Energiebilanzen veröffentlichten Angaben für die Bundesländer basieren nicht auf den aktuellen Methodenvorgaben dieses Handbuchs. Für Rheinland-Pfalz ergibt sich nach der Methode des Länderarbeitskreises Energiebilanzen ein Anteil von 5,5%.

4.6 Entwicklung der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs

Stromerzeugung

Die Erzeugung von Strom in Rheinland-Pfalz reicht bisher nicht aus, um den eigenen Bedarf im Land zu decken, obwohl die Erzeugung von Strom in Rheinland-Pfalz langfristig kräftig zunahm. Im Jahr 2021 wurde hierzulande 186% mehr Strom produziert als 1990; im Vergleich zu 2000 beläuft sich der Anstieg auf 150%. Dieser Zuwachs ist maßgeblich auf den Ausbau der erneuerbaren Energien zurückzuführen. Rund die Hälfte der im Land produzierten Strommenge stammt aus erneuerbaren Energieträgern (2021: 51%; 2020: 52%); 1990 waren es erst 12% (2000: 17%).

Energieträgerspezifische Daten für die erneuerbaren Energien liegen seit 2005 vor. Seitdem belief sich der Zuwachs bei der Erzeugung von „grünem“ Strom auf +358%. Kurzfristig kommt es bei den erneuerbaren Energieträgern oft zu witterungsbedingten Schwankungen. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern nahm 2021 gegenüber dem Jahr zuvor um 7,3% auf 10,9 TWh ab (2020: +7%). Zudem war 2021 die Stromerzeugung aus nicht erneuerbaren Energieträgern rückläufig (-3,1%). Die ge-

samte Stromerzeugung ging damit in Rheinland-Pfalz gegenüber dem Jahr zuvor um 5,3% zurück (2020: +5,1%); sie lag bei 21,4 TWh (2020: 22,5 TWh).

Die Windkraft als bedeutendster erneuerbarer Energieträger einen besonders hohen Rückgang von 14% aus. Der Anteil der Windkraft am rheinland-pfälzischen Strommix belief sich damit auf 31% (2020: 34%). Dies entspricht einer Strommenge von 6,5 TWh (2020: 7,6 TWh). Die Abnahme gegenüber dem Vorjahr lässt sich darauf zurückzuführen, dass 2021 windschwächer war als 2020. Zudem fiel der Nettozubau nach Angaben der Bundesnetzagentur nicht mehr so kräftig aus wie in den Jahren zuvor.²⁹ Die Zunahme der installierten Leistung der Windkraftanlagen belief sich in Rheinland-Pfalz auf 69 MW (2020: 88 MW). Die kumulierte installierte Leistung der Windenergie betrug 2021 somit 3.794 MW.

An zweiter Stelle folgt bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien die Fotovoltaik. Im Jahr 2021 stammten 10% der rheinland-pfälzischen Stromproduktion aus Fotovoltaikanlagen. Dies entspricht einer Menge von 2,2 TWh. Obwohl die Anlagenkapazität

²⁹ Siehe Bundesnetzagentur, Onlineabruf unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR> [Stand: 16. Oktober 2023].

laut Bundesnetzagentur stieg war die Stromerzeugung aus Fotovoltaikanlagen leicht rückläufig (0,3% gegenüber 2020). Die Zahl der Sonnenstunden fiel nach Informationen des Deutschen Wetterdienstes 2021 geringer aus als im besonders sonnenreichen Jahr 2020.

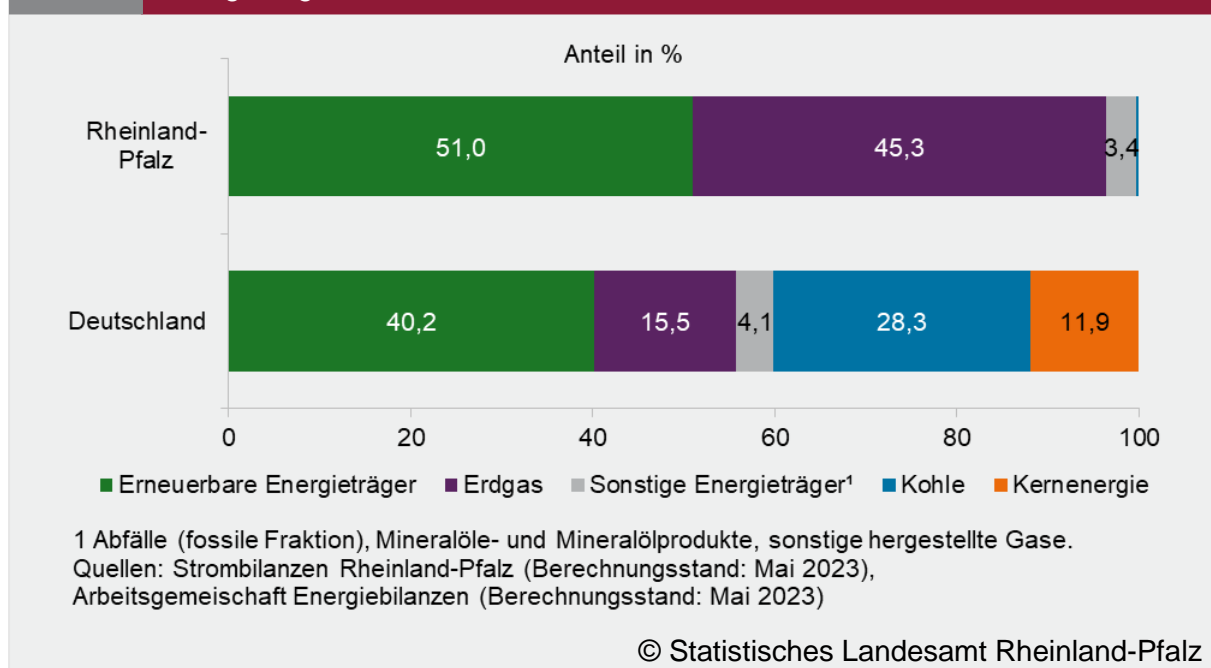
Biomasse und Wasserkraft sind für den Strommix in Rheinland-Pfalz weniger bedeutend. Sie kamen 2021 zusammen auf einen Anteil von 10%. Aus Biomasse wurden 1,2 TWh Strom gewonnen (2020: 1,1 TWh). Wasserkraftanlagen erzeugten 2021 mit einer Terawattstunde wieder mehr elektrische Energie als im Jahr zuvor (+30%). Im Jahr 2020 war die Stromerzeugung aus Wasserkraft aufgrund von Niedrigwasserphasen vergleichsweise gering ausgefallen.

Mit dem langfristigen Wachstum der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern sank der Anteil der fossilen Energieträger an der heimischen Stromerzeugung von 80% im Jahr 2005 auf 49% im Jahr 2021. Absolut blieb die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern auf annähernd gleichem Niveau. Die Produktionsmenge unterliegt aber jährlichen Schwankungen. Eine Ursache hierfür dürfte u. a. sein, dass fossile Kraftwerke bei Engpässen in der Stromversorgung zugeschaltet werden. Die erzeugte Menge Strom auf Basis fossiler Energieträger belief sich 2021 auf 10,5 TWh.

Der Vergleich zwischen Rheinland-Pfalz und Deutschland zeigt strukturelle Unterschiede beim Strommix: Der Anteil der erneuerbaren Energieträger an der Stromproduktion lag

Abb.7

Stromerzeugung in Rheinland-Pfalz und in Deutschland 2021 nach Energieträgern



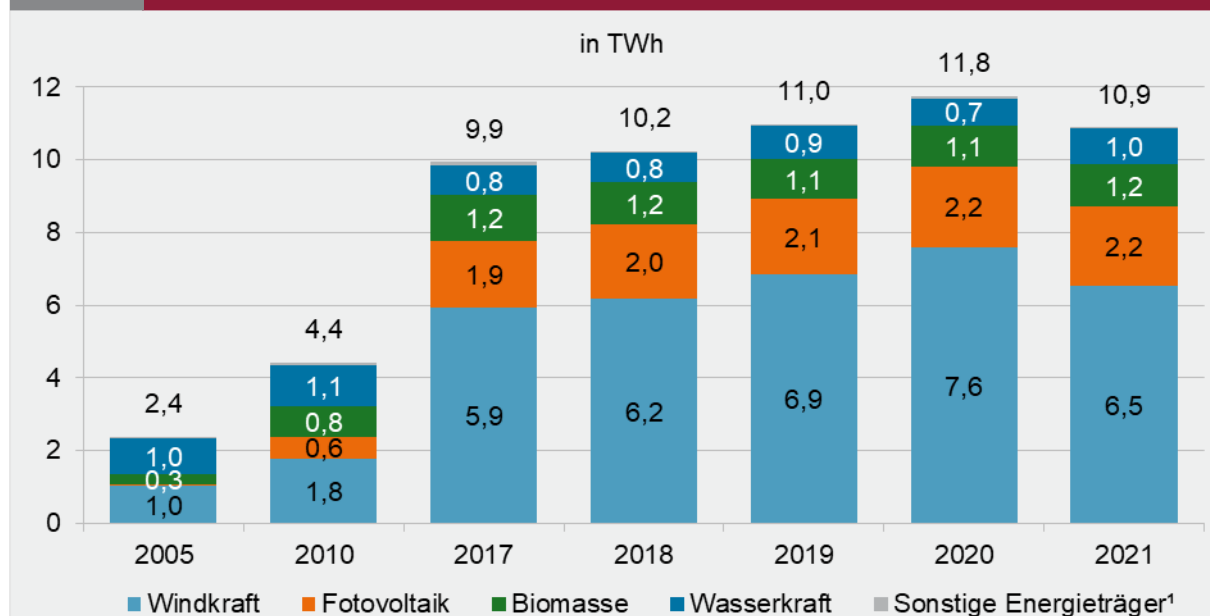
2021 auf der Bundesebene mit 40% deutlich unter dem rheinland-pfälzischen Niveau (Unterschied: 11 Prozentpunkte). Im langfristigen Vergleich hatte die regenerative Stromerzeugung in Rheinland-Pfalz durchweg einen höheren Anteilswert als in Deutschland. Allerdings reichte die jährlich produzierte Strommenge in Deutschland im Gegensatz zu Rheinland-Pfalz in der Regel aus, um den eigenen Bedarf selbst decken zu können.

Der wichtigste fossile Energieträger für die Stromerzeugung in Rheinland-Pfalz ist Erdgas. Dieser Energieträger hatte 2021 einen Anteil von 45% am rheinland-pfälzischen Strommix. Im deutschen Strommix belief sich der Anteil hingegen nur auf 16%. Rheinland-

Pfalz ist dadurch vergleichsweise stark abhängig von Erdgasimporten. Die Stromerzeugung aus Erdgas ist allerdings im Vergleich mit anderen fossilen Energieträgern, insbesondere Kohle, mit deutlich weniger CO₂-Emissionen verbunden.

Mit einem Anteil von 19% an der Stromerzeugung ist die Braunkohle der wichtigste fossile Energieträger für die deutsche Stromherstellung. Rechnet man Steinkohle hinzu, wurden rund 28% des deutschen Strommixes aus Kohle gewonnen. Für die rheinland-pfälzische Stromherstellung spielte Kohle dagegen keine nennenswerte Rolle; ihr Anteil an der Stromerzeugung war 2021 mit 0,3% sehr gering.

Abb.8 Stromerzeugung¹ aus erneuerbaren Energieträgern 2005 - 2021



¹ Geothermie, Klär- und Deponiegas.

Quellen: Strombilanzen Rheinland-Pfalz (Berechnungsstand: Mai 2023)

In Rheinland-Pfalz wird kein Strom aus Atomkraft erzeugt. In Deutschland hatte die Kernkraft 2021 mit 12% dagegen noch einen erheblichen Anteil an der Stromerzeugung. Aufgrund des Atomausstiegs spielt die Kernenergie seit April 2023 auch bundesweit keine Rolle mehr.

Bei den meisten Kraftwerken in Rheinland-Pfalz handelt es sich um reine Stromerzeugungsanlagen. Sie produzierten 2021 netto rund 10,9 TWh Strom. Dies entspricht einem Anteil von 55% an der gesamten Nettostromerzeugung in Rheinland-Pfalz. Bei den Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden elektrischer Strom und thermische Energie als Kuppelprodukte gleichzeitig erzeugt. In Rheinland-Pfalz lag die Nettostromerzeugung aus KWK 2021 bei 9 TWh.³⁰ Im Vergleich zum Jahr zuvor stieg sie um 8,9%. Der Anteil erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung aus KWK-Anlagen lag bei 3,3%.³¹

Seit 2010 schwankte die Stromerzeugung aus KWK zwischen 8 und 9,1 TWh. Der Anteil des Stroms aus den KWK-Anlagen an der rheinland-pfälzischen Stromerzeugung belief sich 2021 auf rund 45% (2020: 39%). In

Deutschland spielen KWK-Anlagen eine weniger bedeutende Rolle als in Rheinland-Pfalz. Der Anteil des Stroms aus KWK-Anlagen lag 2021 bei 22%.

Stromverbrauch

Der Stromverbrauch belief sich in Rheinland-Pfalz 2021 auf 29,2 TWh; er war 2,4% höher als im Jahr zuvor. Im Vergleich zu 1990 stieg der Verbrauch um 7,2%. Seit 2010 verändert sich der Stromverbrauch allerdings kaum noch. Er bewegt sich um einen Wert von 29 TWh. Geringfügige jährliche Verbrauchsschwankungen sind üblich und lassen sich teilweise auf kurzfristige konjunkturelle Entwicklungen zurückführen.

Der rheinland-pfälzische Stromverbrauch wird zum einen durch die Erzeugung von Strom im Land sowie zum anderen durch Stromimporte aus anderen Bundesländern oder aus dem Ausland gedeckt. Von dem Stromaußenhandel ist allerdings nur der Saldo aus Importen und Exporten bekannt. Rheinland-Pfalz weist einen Importüberschuss auf. Durch den langfristigen Zuwachs der heimischen Stromproduktion bei einem gleichbleibenden Stromverbrauch nahm der

³⁰ Hier werden ausschließlich Anlagen mit einer Nettonennleistung elektrisch von mindestens einem MW und mehr berücksichtigt. Bei der Stromerzeugung aus KWK können lediglich Netto-Werte angegeben werden. Bei der Nettostromerzeugung handelt es sich um die Bruttostromerzeugung abzüglich der Netzverluste sowie des Eigenverbrauchs der Erzeugungsanlagen.

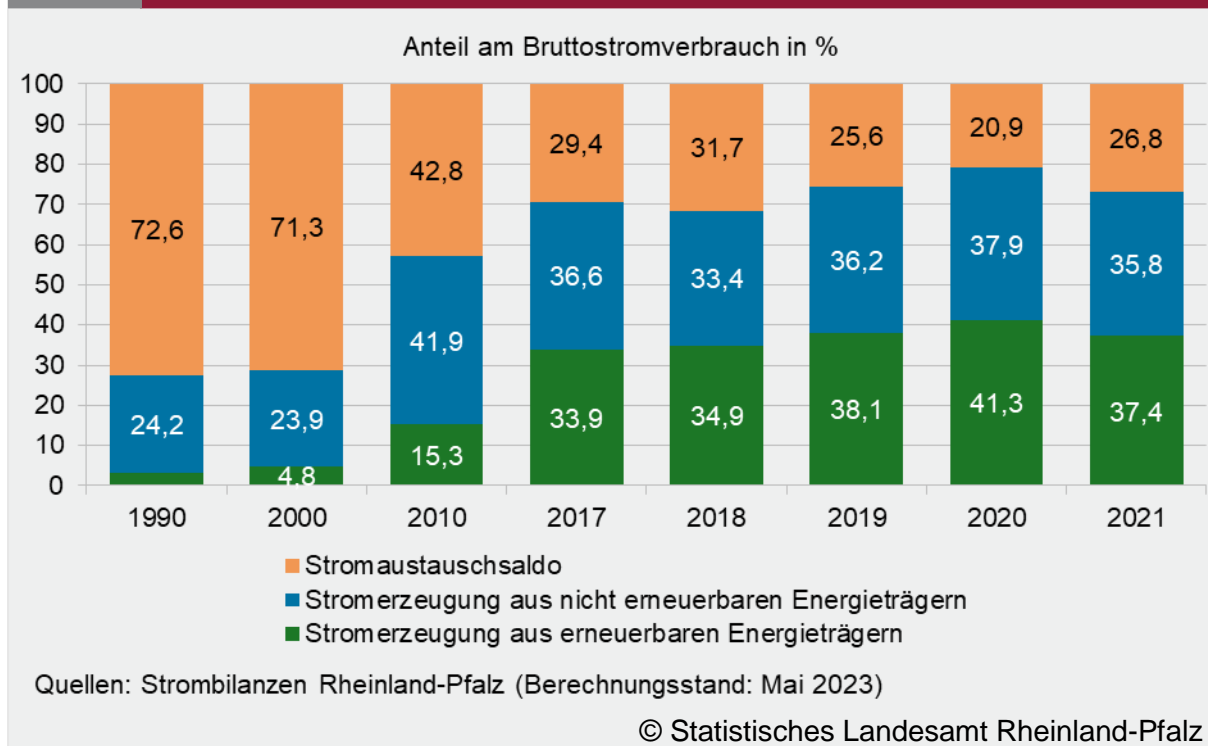
³¹ Seit 2018 liegen auch Informationen für Anlagen mit einer Nettonennleistung elektrisch von unter einem MW vor. Bei Berücksichtigung dieser Anlagen belief sich der Anteil erneuerbarer Energieträger an der gesamten Stromerzeugung aus KWK-Anlagen 2021 auf 3,4%.

Importüberschuss langfristig ab. Somit verringerte sich in den letzten Jahren die Abhängigkeit des Landes von Stromimporten.

Der Stromaustauschsaldo (Nettostromimport) sank 2020 auf 6 TWh. Dies war der niedrigste Wert im gesamten Betrachtungszeitraum. Im Jahr 2021 ist der Nettostromimport durch die gesunkene inländische Stromerzeugung aber wieder auf 7,8 TWh gestiegen. Im Vergleich zu 2000 verringerte sich der Stromaustauschsaldo um 63%. Im Jahr 1990 wurde noch 73% des rheinland-pfälzischen Stromverbrauchs durch Nettoimporte gedeckt. Seitdem nahm der Beitrag der Eigenenerzeugung kräftig zu. Im Jahr 2021 mussten nur noch 27% des Stromverbrauchs durch Importe gedeckt werden.

Die heimische Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen deckte 37% des Stromverbrauchs in Rheinland-Pfalz. Dies entspricht einem Minus von 3,9 Prozentpunkten gegenüber 2020. In welchem Umfang der nach Rheinland-Pfalz importierte Strom aus erneuerbaren oder nicht erneuerbaren Quellen gewonnen wurde, lässt sich nicht ermitteln. Der genaue Strommix, der dem rheinland-pfälzischen Endenergieverbrauch zugrunde liegt, ist daher nicht bestimmbar. Da außerhalb von Rheinland-Pfalz Energieträger wie Kohle und Kernenergie immer noch eine Rolle spielen, dürfte sich dies auch im heimischem Verbrauch widerspiegeln.

Abb.9 Stromverbrauch¹ nach Erzeugungsstruktur 1990 - 2021



4.7 Entwicklung der Wärmeerzeugung und des Wärmeverbrauchs

Der Energieverbrauch lässt sich nicht nur nach Energieträgern und Verbrauchergruppen bzw. -sektoren differenzieren, sondern auch nach Nutzungsarten. Bei der Energienutzung werden in der Regel die drei Bereiche Wärme bzw. Kälte, Strom und Verkehr unterschieden.³² Es handelt sich dabei um die sogenannten Anwendungsbereiche.

Die wichtigsten Energieträger zur Erzeugung von Wärme sind fossile Energieträger, insbesondere Erdgas und Mineralöle bzw. Mineralölprodukte. Diese beiden Energieträger deckten 2021 zwei Drittel des Endenergieverbrauchs in Rheinland-Pfalz (Erdgas: 34%; Mineralöle bzw. Mineralölprodukte: 32%). Bundesweit belief sich der Anteil auf 59% (Mineralöle bzw. Mineralölprodukte: 33%; Erdgas: 26%). Erdgas wird hauptsächlich zur Wärmeerzeugung, aber auch zur Stromerzeugung genutzt. Energieträger auf Mineralölbasis sind neben der Verwendung im Wärmebereich insbesondere für den Verkehr in Form von Kraftstoffen von großer Bedeutung.

Die Energiebilanz weist den Energieverbrauch zum einen nach Energieträgern und zum anderen nach Verbrauchergruppen aus. Die letzte Stufe der Energieverwendung, die Umwandlung der Energieträger in „anwendungszweckbezogene Nutzenergien“ wie Raumwärme bzw. -kälte, mechanische Energie, Licht etc. kann nicht auf Basis der Energiebilanz nachgewiesen werden. Eine Unterscheidung nach Anwendungsbereichen ist somit nicht möglich. Für den Anwendungsbereich Wärme ist nur der Teil des Endenergieverbrauchs, der über Fernwärme gedeckt wird, direkt aus der Energiebilanz ersichtlich (2021 in Rheinland-Pfalz 3,3% und in Deutschland 5%). Es gibt jedoch auf der Bundesebene zu diesem Thema weiterführende Analysen, deren Ergebnisse auch Rückschlüsse für die Bundesländer zulassen. Somit lassen sich Aussagen über die Energienutzung in den drei Anwendungsbereichen Wärme bzw. Kälte, Strom und Verkehr in Rheinland-Pfalz treffen.

Die Angaben zur Nutzenergie in den drei Anwendungsbereichen sind Teil der Berechnungen zum sogenannten Bruttoend-

³² Bei der Verwendung dieser Begriffe ist der jeweilige Kontext zu beachten: Beispielsweise zählt Strom bzw. Elektrizität für die Erzeugung von Licht oder den Betrieb von elektronischen Geräten nicht nur zu den Nutzungsarten bzw. Anwendungsbereichen: Strom ist zugleich ein sekundärer Energieträger, der z. B. aus dem Primärenergieträger Erdgas gewonnen wird.

energieverbrauch. Diese Kennzahl ist die Bezugsgröße bei der Quantifizierung der Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien in der Europäischen Union (EU). Nach der Erneuerbare-Energien-Richtlinie in der Fassung von 2018 sollte der Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch EU-weit bis 2030 auf 32% steigen. Eine Überarbeitung der Zielsetzung von 2023 sieht eine Steigerung auf mindestens 42,5% bis 2030 vor.

Die Daten zum Bruttoendenergieverbrauch und die Anteile der erneuerbaren Energien werden für die Mitgliedstaaten der EU von Eurostat veröffentlicht.³³ Angaben für die Bundesländer liegen für den Zeitraum 2005 bis 2019 vor. Sie werden auf der Basis einer Methode des Länderarbeitskreises Energiebilanzen nach einem einheitlichen Standard für die Bundesländer geschätzt, sind aber nur eingeschränkt mit den Werten für die nationale Ebene vergleichbar.

Der Bereich Wärme bzw. Kälte besitzt von den drei Anwendungsbereichen die größte

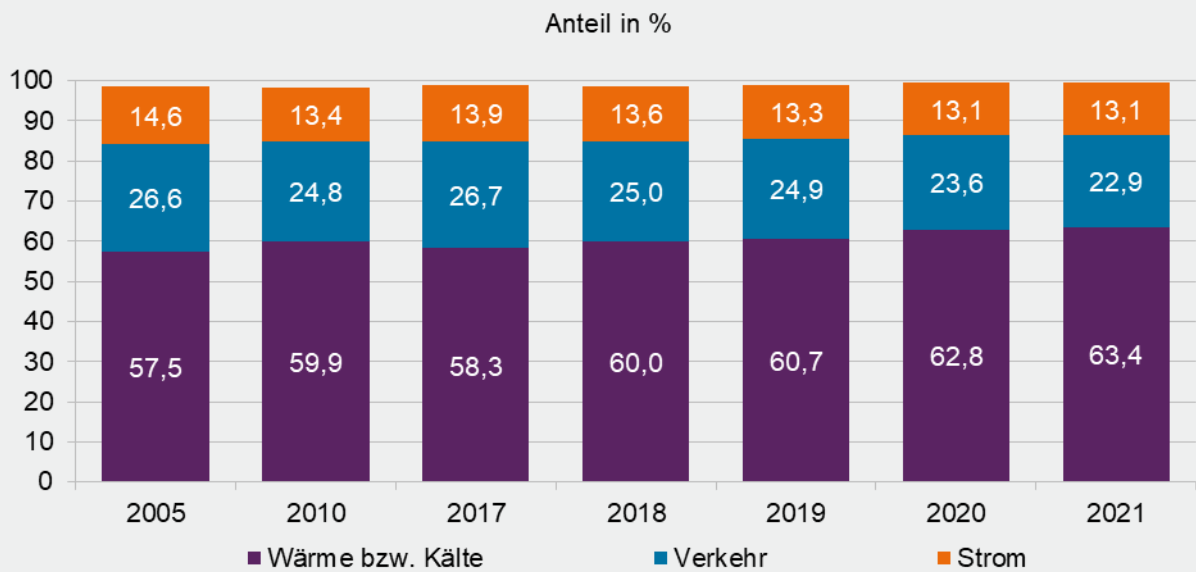
Bedeutung für den Bruttoendenergieverbrauch. Im Jahr 2021 wurden in diesem Bereich in Rheinland-Pfalz 88,2 TWh Energie eingesetzt. Dies entspricht einem Anteil am gesamten Bruttoendenergieverbrauch von 63%.³⁴ An zweiter Stelle folgt der Verkehrssektor mit einem Energieverbrauch von 31,9 TWh bzw. einem Anteil von 23%. Der Bereich Strom steht an dritter Stelle: In Form von Elektrizität wurden 18,2 TWh bzw. 13% der Bruttoenergie eingesetzt.³⁵

Die erneuerbaren Energieträger trugen 2021 etwa 12% zur Deckung des Bruttoendenergieverbrauchs im Bereich Wärme bzw. Kälte bei. Im Jahr 2005 belief sich der Anteil der erneuerbaren Energieträger zur Deckung des Bruttoendenergieverbrauchs im Bereich Wärme bzw. Kälte erst auf 5,6%. Die Steigerung fand vor allem zu Beginn des Betrachtungszeitraums statt. Seit 2011 schwankt der Anteilswert zwischen 11% und 12%. Damit liegt Rheinland-Pfalz beim Vergleich der Bundesländer im Mittelfeld.

³³ Die Angaben zum Bruttoendenergieverbrauch unterscheiden sich von den Werten zum Endenergieverbrauch, die auf der Basis der Energiebilanz ermittelt werden. Der Unterschied zwischen dem Bruttoendenergieverbrauch nach der EU-Abgrenzung und dem Endenergieverbrauch laut Energiebilanz belief sich 2021 in Rheinland-Pfalz auf 2 TWh.

³⁴ Es ist anzumerken, dass die Summe des Bruttoendenergieverbrauchs in den drei Anwendungsbereichen aus methodischen Gründen nicht exakt dem über einen anderen Berechnungsweg ermittelten gesamten Bruttoendenergieverbrauch entspricht; für 2021 ergibt sich eine Differenz von 0,7 TWh.

³⁵ An anderer Stelle in diesem Bericht werden Stromverbrauchswerte von knapp 30 TWh ausgewiesen. Der Grund für die unterschiedliche Größenordnung ist, dass ein Teil der Verbrauchsmenge an Strom in Wärme bzw. Kälte umgewandelt wird.

Abb.10 Bruttoendenergieverbrauch¹ 2005 - 2021 nach Anwendungsbereichen

1 Aus methodischen Gründen ergibt die Summe der Teilbereiche nicht 100%.

Quelle: Berechnung auf Basis einer Methode des Länderarbeitskreises Energiebilanzen (Berechnungsstand: Juni 2023)

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

Werden alle drei Anwendungsbereiche bzw. -sektoren (Wärme bzw. Kälte, Strom und Verkehr) zusammen betrachtet, ergibt sich der Anteil, den die erneuerbaren Energien zur Deckung des gesamten Bruttoendenergieverbrauchs beitragen. Dieser Anteil lag hierzulande 2021 bei 17%. In Deutschland belief sich der Beitrag der erneuerbaren Energien 2021 im Bereich Wärme bzw. Kälte auf 15% (2005: 7,7%). In allen drei Anwendungsbereichen zusammen kamen die erneuerbaren Energien auf einen Anteil 19%. Aufgrund der unterschiedlichen Berechnungsansätze ist ein direkter Vergleich mit Rheinland-Pfalz nicht sinnvoll.

Bisher dominieren im Wärmebereich noch immer die fossilen Energieträger. In Rheinland-Pfalz strebt die Landesregierung laut Koalitionsvertrag für die Periode 2021 bis 2026 eine „möglichst hohe und schnelle Durchdringung des Wärmesektors“ mit erneuerbaren Energien an. Die Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes des Bundes von 2023 sieht zudem bei neuen Heizungen Regelungen zur verpflichtenden Nutzung von erneuerbaren Energien ab 2024 vor.

5. ENTWICKLUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN 1990 - 2021 (KURZBERICHTERSTATTUNG GEMÄß §7 ABS. 2 NR. 1 LKSG)

5.1 Treibhausgasemissionen seit 1990: Gesamtentwicklung und Bewertung

Treibhausgasmonitoring

Neben Kohlendioxid (CO₂) zählen Methan (CH₄) und Lachgas (Distickstoffoxid bzw. N₂O) zu den wichtigsten Treibhausgasen. Hinzu kommen die sogenannten F-Gase (fluorierte Treibhausgase). Mit CO₂-Äquivalenzfaktoren werden die unterschiedlichen Treibhausgase normiert und bezüglich ihrer Auswirkungen auf das Klima miteinander vergleichbar gemacht.

Das Monitoring über die Entwicklung der Treibhausgase in Rheinland-Pfalz umfasst nach § 7 Landesklimaschutzgesetz sowohl die Entwicklung der energiebedingten Treibhausgasemissionen als auch die Entwicklung der sonstigen Treibhausgasemissionen. Die Ermittlung der Treibhausgasemissionen für Rheinland-Pfalz erfolgt durch das Statistische Landesamt nach den Methodenstandards des Arbeitskreises Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (AK UGRdL). Die Berechnungen für die Länderebene lehnen sich soweit wie möglich an internationale Berichtsstandards und die Vorgehensweise des Umweltbundesamtes (UBA) an.

Mit mehr als 80% machen die energiebedingten CO₂-Emissionen den größten Teil der Treibhausgasemissionen in Rheinland-Pfalz aus. Die Angaben hierzu stammen aus der CO₂-Bilanz, die nach Maßgabe des Länderarbeitskreises Energiebilanzen auf Basis der rheinland-pfälzischen Energiebilanz erstellt wird. In die Berechnung der Emissionen gehen außerdem spezifische, auf den Heizwert eines Energieträgers bezogene CO₂-Faktoren ein. Diese Emissionsfaktoren stellt das Umweltbundesamt differenziert nach Energieträgern und Einsatzbereichen zur Verfügung.

Bis alle notwendigen Informationen für die Bundesländer für ein Berichtsjahr vorliegen, vergeht eine vergleichsweise lange Zeitspanne. Die Angaben für das Berichtsjahr 2021 sind deshalb teilweise noch vorläufig, insbesondere bei den Treibhausgasen Methan und Lachgas. Der Berechnungsstand ist Oktober 2023. Mit dem aktuellen Berechnungsstand haben sich rückwirkend Änderungen für die vorhergehenden Berichtsjahre ergeben, insbesondere durch eine Anpassung der CO₂-Äquivalenzfaktoren analog zu einer Umstellung des Umweltbundesamts für die Bundesebene entsprechend der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen.

Die Treibhausgasemissionen beliefen sich in Rheinland-Pfalz 2021 auf 31,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Dies waren 37% weniger als 1990. In Deutschland gingen die Treibhausgasemissionen im gleichen Zeitraum um 39% zurück. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist zu beachten, dass die Entwicklung kurzfristig zum Teil kräftigen Schwankungen unterliegt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Emissionen im Wesentlichen aus dem Energieverbrauch resultieren. Der Energieverbrauch ist unter anderem von den Witterungsbedingungen und der konjunkturellen Entwicklung abhängig.

Im Schnitt emittierte 2021 jede Rheinland-Pfälerin bzw. jeder Rheinland-Pfälzer 7,6 Tonnen Treibhausgase (gemessen in CO₂-Äquivalenten), 5,7 Tonnen bzw. um 43% weniger als 1990. In Deutschland ging der Ausstoß von Treibhausgasen pro Kopf um 42% zurück.

Ein Großteil der Emissionsminderung in Rheinland-Pfalz erfolgte bereits in den 1990er-Jahren. Ursächlich hierfür war im Wesentlichen die Reduktion von Lachgas. Seitdem hat sich der Minderungsprozess deutlich verlangsamt. In den letzten zehn Jahren des Betrachtungszeitraums schwankte der jährliche Treibhausgasausstoß um einen Wert von 31,6 Millionen Ton-

nen CO₂-Äquivalente (1990: 49,7 Millionen Tonnen).

Die Jahre 2020 und 2021 waren maßgeblich durch die Coronakrise geprägt. Im Jahr 2020 fiel der Ausstoß an Treibhausgasen in Rheinland-Pfalz 2,5% niedriger aus als im Jahr zuvor. Dies war auf rückläufige Energieverbräuche, vor allem im Bereich der Mobilität, zurückzuführen. Doch im Jahr 2021 nahm der Energieverbrauch im Zuge der sich verbessernden Wirtschaftslage teilweise wieder zu und der Ausstoß an Treibhausgasen stieg mit einem Plus von 0,3% geringfügig. Das Niveau der Treibhausgase blieb 2021 aber 2,3% unterhalb des Vorkrisenniveaus von 2019.

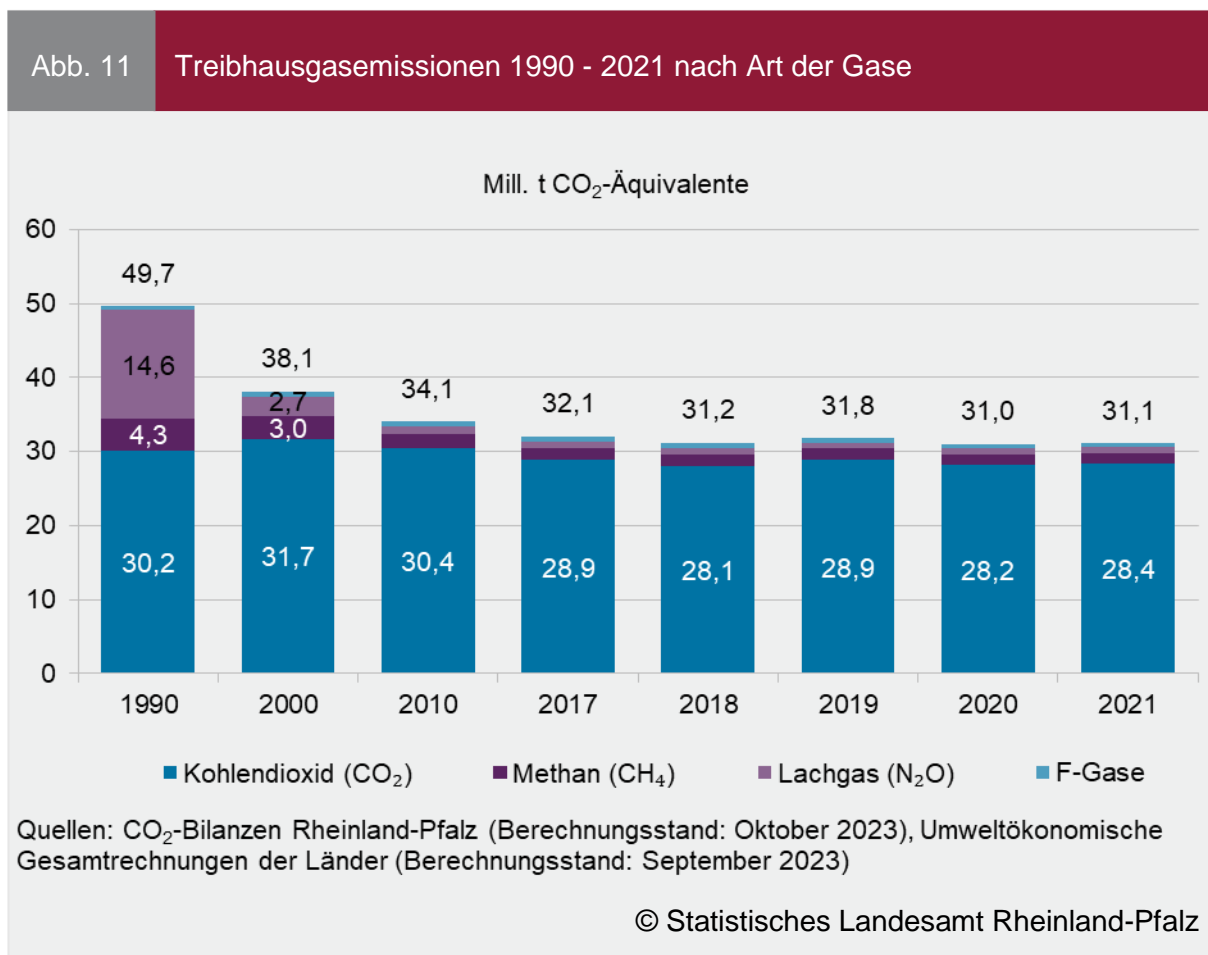
In Deutschland fielen die Emissionsschwankungen in den von der Coronapandemie geprägten Jahren wesentlich kräftiger aus als hierzulande (2020: -8%; 2021: +4%). Nach Angaben des Umweltbundesamtes (UBA) ist aber davon auszugehen, dass der deutliche Emissionsrückgang in Deutschland 2020 nicht nur durch die Produktions- und Mobilitätseinbrüche im Zusammenhang mit der Coronakrise verursacht wurde, sondern vor allem auf eine verminderte Braun- und Steinkohleverstromung zurückzuführen ist. Im Jahr 2021 wurde Kohle allerdings wieder stärker für

die Stromerzeugung genutzt.³⁶ Dies hing damit zusammen, dass die Stromnachfrage wieder zulegte, während die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, insbesondere aus Windkraft, geringer ausfiel als im Jahr zuvor.

Im Gegensatz zu Deutschland wird für die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern in Rheinland-Pfalz hauptsächlich Erdgas genutzt, was mit weniger klimaschädlichen Emissionen verbunden ist als die

Stromerzeugung aus Kohle. In Rheinland-Pfalz wird jedoch Strom importiert, der auch aus Kohlekraftwerken stammen dürfte.³⁷

Langfristig nahm die Stromproduktion in Rheinland-Pfalz zu. Dadurch ging zwar der Bedarf an Stromimporten zurück, aber es entstanden hierzulande zusätzliche Emissionen, die sich nach dem hier anzuwendenden Quellen- bzw. Territorialprinzip in der Treibhausgasbilanz des Landes niederschlagen.



³⁶ Die Daten und begleitende Berichte zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen veröffentlicht das UBA im Internet: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen> [Stand: 08.11.2023].

³⁷ Die genaue Zusammensetzung des importierten Stroms nach Energieträgern ist nicht bekannt.

Die Entwicklung der Treibhausgase wird heute maßgeblich durch die Kohlendioxidemissionen bestimmt. Im Jahr 2021 hatten sie in Rheinland-Pfalz einen Anteil von 91% an den Treibhausgasen. Der Anteil ist seit 1990 – insbesondere durch die Reduzierung der Lachgasemissionen – deutlich gestiegen, sodass die Bedeutung von Kohlendioxid im Vergleich zu den anderen Arten von Treibhausgasen zunahm. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums lag der Anteil von CO₂ an den Treibhausgasemissionen erst bei 61%.

Die Kohlendioxidemissionen resultieren im Wesentlichen aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern (2021: 92%). Hinzu kommen CO₂-Emissionen aus industriellen Produktionsprozessen und nicht-energiebedingte CO₂-Emissionen aus der Landwirtschaft. Für die Realisierung der Klimaschutzziele sind damit die Entwicklungen bei den energiebedingten Kohlendioxidemissionen ausschlaggebend. Sie haben mittlerweile das höchste Gewicht und damit den stärksten Einfluss auf das Minderungspotenzial der Treibhausgase. Methan und Lachgas kamen 2021 gemeinsam auf einen Anteil von 7% an den Treibhausgasen. Die F-Gase machten 1,8% der Treibhausgasemissionen aus.

Mit 28,4 Millionen Tonnen war der gesamte Kohlendioxidausstoß 2021 rund 1,8 Millionen Tonnen niedriger als 1990. Die CO₂-Emissionen lagen damit 2021 um 6% unter dem Niveau von 1990. Im Vergleich zu den anderen Treibhausgasen fiel die Emissionsminderung bei CO₂ sehr gering aus. In den letzten zehn Jahren des Betrachtungszeitraums schwankten die jährlichen CO₂-Emissionen um einen Wert von 28,5 Millionen Tonnen. Die Emissionen der anderen Treibhausgase (Methan, Lachgas und F-Gase) gingen seit 1990 um 86% zurück. Von diesen Treibhausgasen hatte Lachgas den größten Einfluss auf die Entwicklung der gesamten Emissionen. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums war der Ausstoß von Lachgas in Rheinland-Pfalz im Vergleich zu anderen Bundesländern sehr hoch. Der Grund hierfür waren die produktionsbedingten Emissionen der heimischen Industrie, insbesondere der Chemischen Industrie, die damals wie heute von wesentlicher Bedeutung für die rheinland-pfälzische Wirtschaft ist. Mithilfe verfahrenstechnischer Maßnahmen wurden die Lachgasemissionen erheblich reduziert. Es ist zumindest kurzfristig nicht absehbar, dass ein vergleichbares weiteres Ausschöpfungspotenzial technologischer Neuerungen zur Reduzierung der Gesamtmenge an Treibhausgasen in Rheinland-Pfalz besteht.

Nach dem rheinland-pfälzischen Klimaschutzgesetz von 2014 sollten die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40% gegenüber 1990 gesenkt werden. Bis zur Erreichung dieses Zielwerts fehlten 2020 nach aktuellem Berechnungsstand noch 2,4 Prozentpunkte. Die Lücke bis zur 40%-Marke vergrößerte sich 2021 geringfügig; sie belief sich auf 2,6 Prozentpunkte.

Bis spätestens 2040 wird nach dem Koalitionsvertrag Treibhausgasneutralität angestrebt, wobei die Treibhausgasemissionen mindestens um 90% gegenüber 1990 reduziert werden sollen. Die dafür erforderliche Verringerung der Emissionen liegt bezogen auf 2021 bei mindestens 26,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Dies entspricht dem 1,4-Fachen der zwischen 1990 und 2021 erreichten Emissionsminderung.

5.2 Treibhausgasemissionen nach Sektoren

Die Treibhausgase lassen sich verschiedenen Sektoren bzw. Quellgruppen zuordnen. Nach dem Bundesklimaschutzgesetz (KSG) von 2019 werden folgende Sektoren unterschieden:

- Industrie
- Gebäude
- Verkehr
- Energiewirtschaft
- Landwirtschaft
- Abfallwirtschaft und Sonstiges
- Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land-Use Change and Forestry bzw. LULUCF)

Der Industriesektor emittierte 11,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente bzw. 36% des gesamten rheinland-pfälzischen Treibhausgasvolumens im Jahr 2021. Damit ist die Industrie – unter den Sektoren, die im

KSG unterschieden werden – für den größten Teil der rheinland-pfälzischen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Da die rheinland-pfälzische Industrie durch einen vergleichsweise hohen Anteil energieintensiver Branchen geprägt ist, entstehen hier verhältnismäßig mehr Treibhausgasemissionen als bundesweit. In Deutschland belief sich der Beitrag der Industrie 2021 nur auf 24%.

Zwischen 1990 und 2021 ging der Ausstoß von Treibhausgasen im Industriesektor um 53% zurück. Die rheinland-pfälzische Industrie erzielte den größten Teil der Einsparungen im ersten Drittel des Betrachtungszeitraums: Zwischen 1990 und 2000 ging die Menge an Emissionen um 47% zurück. Danach wurde noch eine Emissionsminderung von 11% realisiert.

Ursächlich für den kräftigen Rückgang der Emissionen im Industriesektor waren die

Sektordefinition nach dem Bundesklimaschutzgesetz (KSG)

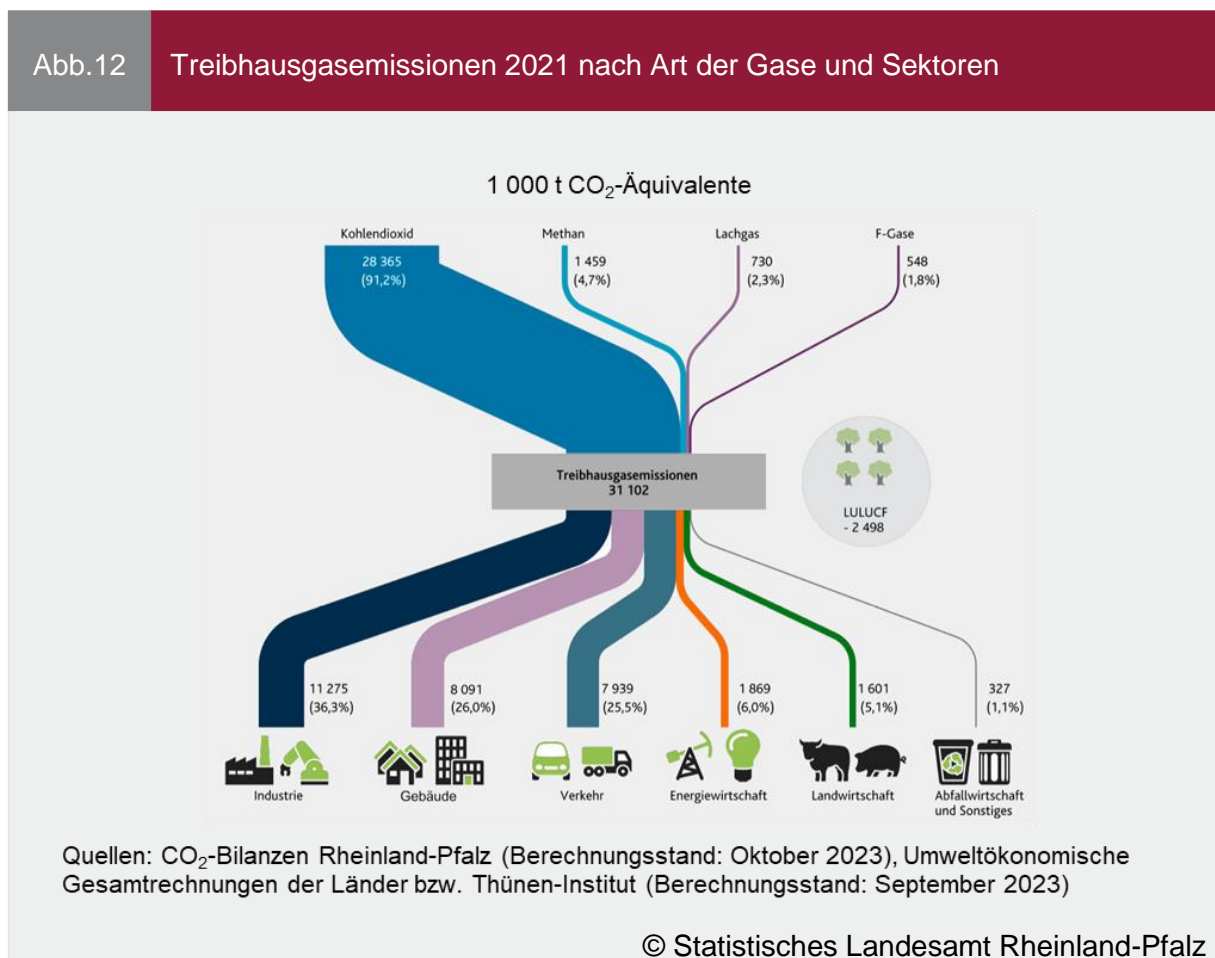
Obwohl die Begriffe zum Teil gleich lauten, unterscheidet sich die Sektorabgrenzung nach dem KSG von der üblichen Abgrenzung der Emittentensektoren in der CO₂-Bilanzierung. Zudem unterscheidet sich die Abgrenzung der Sektoren nach dem KSG auch von der in der internationalen Emissionsberichterstattung üblichen Gliederung nach dem Common Reporting Format (CRF), z. B. beim Sektor Industrie. Für die Sektoraufteilung entsprechend der Abgrenzung nach dem KSG gibt es für die Bundesländer derzeit noch keine abgestimmte Vorgehensweise. Deshalb lassen sich die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse für Rheinland-Pfalz nicht uneingeschränkt mit ähnlichen Publikationen bzw. Berichten anderer Bundesländer vergleichen. Im Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (AK UGRdL) wird derzeit ein Methodenstandard entwickelt, der zukünftig für alle Bundesländer gelten soll.

Minderungen beim Ausstoß von Lachgas (1990 bis 2021: –99%), insbesondere in der Chemischen Industrie. Lachgas machte 1990 in Rheinland-Pfalz 58% der Treibhausgasemissionen der Industrie aus; 2021 waren es nur noch 1,1%. Die Bedeutung von Kohlendioxid nahm dagegen deutlich zu. Bis 2021 stieg der Anteil in der Industrie auf 93% (1990: 40%). Die insgesamt emittierte Menge Kohlendioxid des Sektors erhöhte sich zwischen 1990 und 2021 um 10%. Dies hängt im Wesentlichen mit dem zunehmenden Verbrauch von Erdgas zusammen. Die energiebedingten Emissionen des Industriesektors stammen

nicht nur aus dem Endenergieverbrauch der Industrie, sondern zum Teil auch aus der Stromerzeugung in den Industriekraftwerken („Umwandlungsbereich“).

Mit einem Anteil von jeweils rund 26% an den Treibhausgasemissionen sind der Gebäudesektor und der Verkehrssektor ebenfalls von wesentlicher Bedeutung für die Entstehung von Treibhausgasen in Rheinland-Pfalz. Im Jahr 2021 stammten 8,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente aus dem Gebäudesektor. Dem Verkehrssektor waren 7,9 Millionen Tonnen zuzuordnen. In

Abb.12 Treibhausgasemissionen 2021 nach Art der Gase und Sektoren

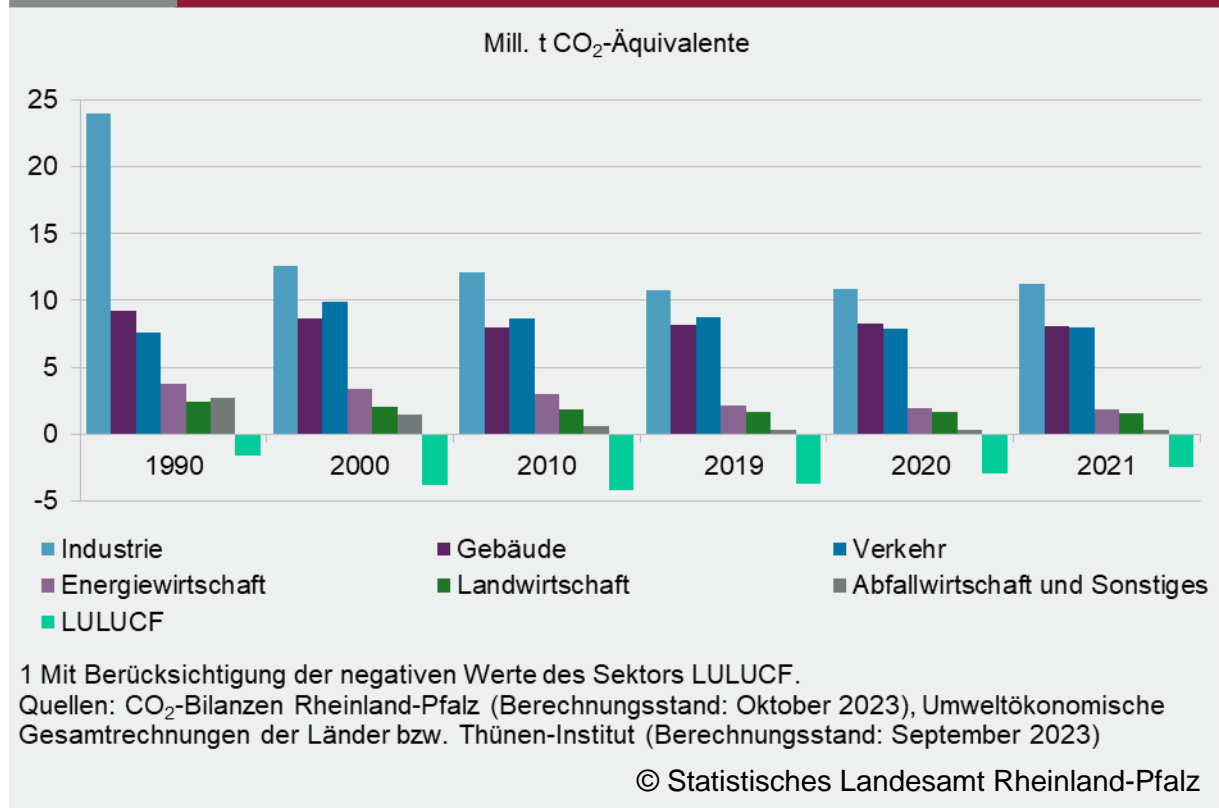


Deutschland belief sich der Anteil der Emissionen des Gebäudesektors an den Gesamtemissionen auf 16%; auf den Verkehrssektor 19%.

Die Emissionen des Gebäudesektors stammen hauptsächlich aus dem Energieverbrauch der privaten Haushalte und des GHD-Bereichs für Heizzwecke. Dabei handelt es sich auch hier vor allem um CO₂ (in Rheinland-Pfalz wie in Deutschland 2021: 99%). Seit 1990 ging der Treibhausgasausstoß aus dem Gebäudesektor in Rheinland-Pfalz um 13% zurück, was vor allem auf eine Modernisierung der Heizungsanlagen zurückzuführen sein dürfte.

Der Großteil der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen stammt aus dem Straßenverkehr (2021: 99%). Auch hier handelt es sich im Wesentlichen um Kohlendioxid. Die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors stiegen in Rheinland-Pfalz zwischen 1990 und 2021 um 4,8%. Bei der Interpretation dieser Entwicklung ist zu beachten, dass es in der Coronakrise zu einem kräftigen Rückgang der Verkehrsleistung kam. Der Treibhausgasausstoß lag deshalb in den Jahren 2020 und 2021 auf einem außergewöhnlich niedrigen Niveau. Im Jahr 2019 überstiegen die Emissionen des Verkehrssektors das Niveau von 1990 noch um 15%. Die bisher für das Jahr 2022

Abb. 13 Treibhausgasemissionen 1990 - 2021 nach Sektoren¹



vorliegenden Informationen zeigen einen Anstieg der verkehrsbedingten Emissionen gegenüber dem Jahr zuvor, allerdings blieb die Emissionsmenge zunächst unterhalb des „Vor-Corona-Niveaus“.

In Rheinland-Pfalz stammten 6% der Gesamtemissionen 2021 aus der Energiewirtschaft (1,9 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente). Im Gegensatz zu Rheinland-Pfalz ist dieser Sektor in Deutschland für den größten Teil der Treibhausgasemissionen verantwortlich (2021: 32%). Der Energiewirtschaft werden im Wesentlichen die Treibhausgasemissionen zugeordnet, die in den Kraftwerken für die allgemeine Strom- und Wärmeversorgung entstehen. Emissionen aus Industriekraftwerken werden hierbei nach der Sektordefinition des KSG nicht berücksichtigt. Da die rheinland-pfälzischen Kraftwerke für die allgemeine Energieversorgung im Land eine vergleichsweise kleine Rolle spielen, ist die Bedeutung dieses Sektors für die Gesamtemissionen hierzulande geringer als in Deutschland. Im Jahr 2021 wurden 27% des rheinland-pfälzischen Stromverbrauchs über Nettoimporte gedeckt. Die dadurch verursachten Treibhausgase sind bei der Treibhausgasbilanzierung dem Entstehungsort zuzuordnen, also den Kraftwerks- bzw. Einspeisestandorten außerhalb von Rheinland-Pfalz.

Zwischen 1990 und 2021 gingen die Treibhausgasemissionen der Energiewirtschaft in Rheinland-Pfalz um 51% zurück. Für die langfristige Emissionsminderung war auch hier die Entwicklung der CO₂-Emissionen maßgeblich. Im Jahr 2021 machte Kohlendioxid 92% der Treibhausgase der rheinland-pfälzischen Energiewirtschaft aus (1990: 91%).

Aus der Landwirtschaft resultieren heute wie zu Beginn des Betrachtungszeitraums rund 5% der Treibhausgasemissionen (1990: 4,9%; 2021: 5,1%). Es handelt sich dabei hauptsächlich um Methan und Lachgas (2021: 53% bzw. 29%). Die Menge der Treibhausgasemissionen war in der Landwirtschaft langfristig rückläufig. Die Emissionen sanken zwischen 1990 und 2021 um 34%.

Im Sektor Abfallwirtschaft und Sonstiges entsteht vor allem das Treibhausgas Methan. Insbesondere in der Abfalldeponierung wurde die Freisetzung von Methan im Betrachtungszeitraum erheblich reduziert. Zwischen 1990 und 2021 gingen die Treibhausgase dieses Sektors um 88% zurück. Im Jahr 2021 machte der Treibhausgasausstoß des Sektors Abfallwirtschaft und Sonstiges 1,1% der gesamten Emissionsmenge des Landes aus. Seit 1990 verringerte sich dieser Anteil um 4,3 Prozentpunkte.

Die Emissionsbilanz des Sektors LULUCF ist in der Regel insgesamt negativ. Dies liegt daran, dass in diesem Sektor nicht nur Emissionsquellen, sondern auch Kohlenstoffsenken, die als CO₂-Speicher fungieren, erfasst werden. Es werden die Kategorien Wald, Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungen und sonstiges Land unterschieden. Durch Landnutzungsänderungen können sich die Emissionsquellen bzw. -senken verändern. So wird z. B. nach einer Umwandlung von Grünland in Ackerland weniger CO₂ gebunden als zuvor. Umgekehrt wird bei einer Umwandlung von Acker- in Grünland eine zusätzliche CO₂-Senke geschaffen (Emissionsminderung). Als wichtigste Senke ist in Rheinland-Pfalz der Wald zu nennen, der insbesondere über die Biomasse und über Mineralböden eine vergleichsweise hohe Menge Emissionen aufnehmen kann und deshalb eine negative Emissionsbilanz aufweist.

Die Emissionsbilanz des Sektors LULUCF wird in der Treibhausgasberichterstattung nachrichtlich ausgewiesen. In Rheinland-Pfalz unterlagen die jährlichen Werte teilweise kräftigen Schwankungen. Der Sektor LULUCF konnte 2021 zwar mehr Emissionen kompensieren als 1990, aber weniger als 2000 und 2010. Seit 2017 verschlechterte sich diese Fähigkeit durchgehend.

Der Sektor LULUCF nahm 2021 netto rund 2,5 Millionen Tonnen CO₂ auf. Daraus ergibt sich ein Minderungseffekt von 8% bezogen auf die Gesamtmenge an emittierten Treibhausgasen in Rheinland-Pfalz 2021.

5.3 CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch

Die energiebedingten CO₂-Emissionen entstehen vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdgas und Erdöl für die Strom- und Wärmeerzeugung sowie im Verkehr. Die Berechnungsbasis für die Ermittlung der CO₂-Emissionen ist die rheinland-pfälzische Energiebilanz.

CO₂-Emissionen nach der Quellenbilanz

Nach der Quellenbilanz beliefen sich die CO₂-Emissionen in Rheinland-Pfalz 2021 auf 26,4 Millionen Tonnen. Gegenüber dem Jahr zuvor nahmen die Emissionen um 0,6% zu. Der Anstieg lässt sich hauptsächlich auf einen höheren Erdgasverbrauch zurückführen. Der CO₂-Ausstoß durch die Nutzung von Erdgas lag 6,4% über dem Niveau des Jahres zuvor. Zum einen fiel durch die kühlere Witterung der Heizbedarf höher aus als 2020. Zum anderen steigerte die Industrie ihre Produktionsmengen 2021 wieder, nachdem diese 2020, im ersten Jahr der Coronapandemie, verringert worden waren. Dadurch kam vermehrt Erdgas zum Einsatz, da es im Industriesektor der Hauptenergieträger ist.

Mit 49% stammte 2021 fast die Hälfte der CO₂-Emissionen aus dem Verbrauch von Erdgas. Im Jahr 1990 lag dieser Anteil erst bei 25%. Die Emissionsmenge belief sich 2021 auf 12,8 Millionen Tonnen (1990:

6,8 Millionen Tonnen). Die CO₂-Emissionen durch den Verbrauch von Erdgas stiegen seit 1990 um 87%. Diese kräftige Zunahme ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass in Rheinland-Pfalz heute deutlich mehr Strom aus Erdgas erzeugt wird als zu Beginn des Betrachtungszeitraums. Dies gilt insbesondere für die Industriekraftwerke. Außerdem ersetzte Erdgas zunehmend Heizöl als Hauptenergieträger zur Erzeugung von Wärme.

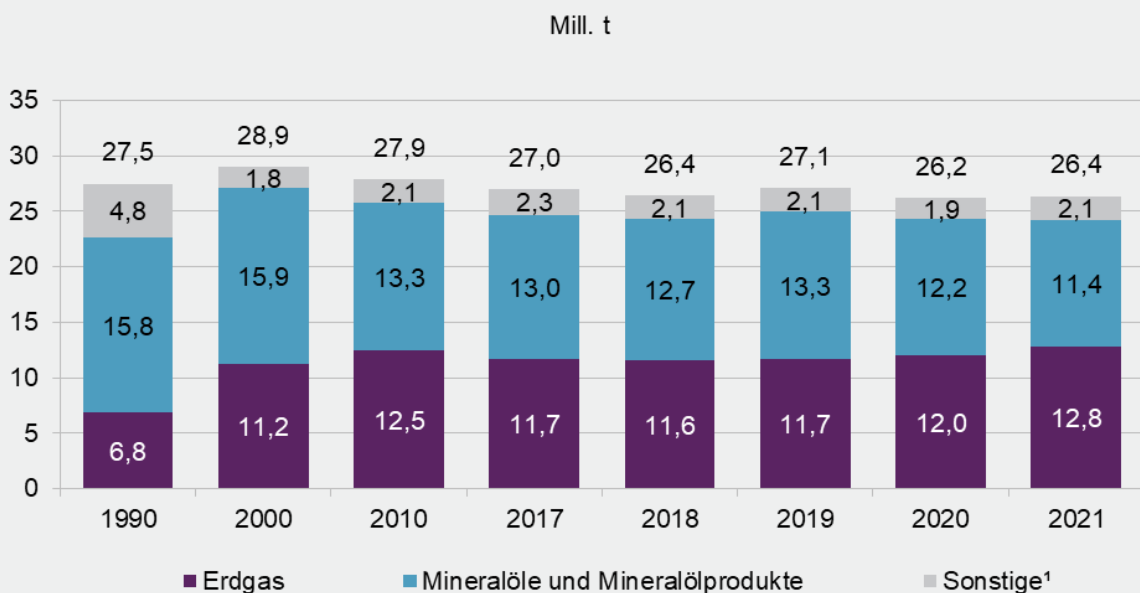
Der Einsatz von Mineralölen und Mineralölprodukten führte 2021 in Rheinland-Pfalz zu einem Ausstoß von 11,4 Millionen Tonnen Kohlendioxid. Der Mineralölverbrauch verursachte damit 43% der energiebedingten Kohlendioxidemissionen. Im Jahr 1990 belief sich dieser Anteil noch auf 58%. Der Verbrauch von Mineralölen und Mineralölprodukten ist heute also weniger bedeutend für die Gesamtemissionen als zu Beginn des Betrachtungszeitraums. Im Gegensatz zu Erdgas ging der CO₂-Ausstoß durch den Verbrauch von Mineralölen und Mineralölprodukten langfristig zurück, und zwar auch ohne Berücksichtigung des pandemiebedingten Sondereffekts. Zwischen 1990 und 2019 sank die jährliche Emissionsmenge um 16%; im Jahr 2021 war sie 28% geringer als 1990. Zwar sind die Emissionen aus dem Verbrauch von Mineralölen

und -produkten langfristig rückläufig, kurzfristig unterliegen sie jedoch Schwankungen. Im Jahr 2021 nahmen sie das zweite Jahre in Folge ab (2019: +4,3%, 2020: -7,6%; 2021: -6,5%). Die Ursache für den Rückgang 2021 war ein sinkender Heizölabsatz. Trotz des witterungsbedingt vergleichsweise hohen Heizbedarfs wurde die Auffüllung der Lagerbestände teilweise verschoben, was auf Preissteigerungen bei Heizöl zurückzuführen sein dürfte. Im Jahr 2020 war die Ursache für den Rückgang der CO₂-Emission hauptsächlich der sinkende Verbrauch von Diesel- und Ottokraftstoffen infolge der niedrigen Fahrleistungen in der Coronapandemie. Auch

2021 blieben die verkehrsbedingten Emissionen trotz eines leichten Plus von 0,4% auf einem vergleichsweise geringen Niveau, was weiterhin mit der außergewöhnlich geringen Fahrleistung in der Coronakrise zusammenhing.

In Deutschland fiel der Anstieg der energiebedingten CO₂-Emissionen 2021 nach Angaben des Umweltbundesamtes mit einem Plus von 4,8% kräftiger aus als in Rheinland-Pfalz (Unterschied: 4,2 Prozentpunkte). Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass für die Stromerzeugung 2021 in Deutschland wieder vermehrt

Abb. 14 CO₂-Emissionen (Quellenbilanz) 1990 - 2021 nach Energieträgern



¹ Kohle, Abfälle (fossile Fraktion) und sonstige hergestellte Gase.

Quellen: CO₂-Bilanzen Rheinland-Pfalz (Berechnungsstand: Oktober 2023)

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

Stein- und Braunkohlen zum Einsatz kamen. In Rheinland-Pfalz spielt Kohle dagegen nur noch eine sehr geringe Rolle. Rheinland-Pfalz importiert allerdings im Gegensatz zu Deutschland Strom, um den eigenen Bedarf im Land decken zu können. Die Quellenbilanz bietet aber ausschließlich Informationen über die energiebedingten CO₂-Emissionen, die innerhalb des Landes entstehen. Dabei werden unter anderem Emissionen ausgewiesen, die auf die Erzeugung von Strom zurückzuführen sind, auch wenn ein Teil dieser Menge exportiert wird. Die von den Endenergieverbrauchern durch Stromimporte indirekt verursachten Emissionen bleiben hingegen unberücksichtigt.

Durch die Stromproduktion in Rheinland-Pfalz entstanden 2021 rund 3,4 Millionen Tonnen CO₂. Obwohl die Kapazitäten zur Stromerzeugung in Rheinland-Pfalz langfristig ausgebaut wurden und immer weniger Strom importiert werden muss, um die Nachfrage zu decken, war der CO₂-Ausstoß durch die Stromerzeugung in Rheinland-Pfalz zu Beginn des Betrachtungszeitraums 2,2% höher als 2021. Dies hängt damit zusammen, dass die Stromerzeugung aus Kohle rückläufig war. Die Kohleverstromung ist mit deutlich höheren CO₂-Emissionen verbunden als die Stromerzeugung

aus Erdgas. Der rheinland-pfälzische Strom wurde 2021 hauptsächlich aus Erdgas gewonnen, gefolgt von Windkraft und Fotovoltaik.

Der durchschnittliche CO₂-Ausstoß je erzeugter Kilowattstunde Strom lag in Rheinland-Pfalz 2021 bei 160 Gramm. Dieser Wert ist 62% geringer als der bundesdurchschnittliche Wert (420 g je kWh). Im Vergleich zum Referenzjahr 1990 sanken die CO₂-Emissionen je erzeugter Kilowattstunde Strom in Rheinland-Pfalz um fast zwei Drittel, während sie in Deutschland um 45% zurückgingen. Ursächlich für die Verringerung ist in Rheinland-Pfalz wie in Deutschland vor allem der langfristig steigende Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung. Die erneuerbaren Energien werden als klimaneutral bewertet, das heißt, es wird davon ausgegangen, dass die Nutzung von erneuerbaren Energieträgern keine CO₂-Emissionen verursacht.³⁸

Der Unterschied zwischen Rheinland-Pfalz und Deutschland ist auf die unterschiedliche Energieträgerstruktur bei der Stromproduktion (Strommix) zurückzuführen: Im Gegensatz zu Rheinland-Pfalz spielt Kohle in Deutschland – trotz sinkender Bedeutung – immer noch eine wesentliche Rolle

³⁸ Grundsätzlich können erneuerbare Energieträger wie Windkraft oder Fotovoltaik aber mit sogenannten indirekten Emissionen verbunden sein, die z. B. bei der Herstellung von Anlagen zur Energieumwandlung entstehen.

für die Stromerzeugung. Außerdem ist der Anteil der erneuerbaren Energien geringer.

Die gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen gingen in Deutschland zwischen 1990 und 2021 wesentlich kräftiger zurück als in Rheinland-Pfalz, und zwar um 36%. Die Quellenbilanz für Rheinland-Pfalz weist gegenüber 1990 nur einen Rückgang um 4% aus. Bei einem Vergleich dieser Werte sind die strukturellen Unterschiede zwischen Rheinland-Pfalz und Deutschland zu beachten. Einer der Gründe für die unterschiedliche Entwicklung in Rheinland-Pfalz und Deutschland ist, dass in Deutschland ein vergleichsweise hohes CO₂-Einsparpotenzial ausgeschöpft wurde, weil die erneuerbaren Energien in der Stromproduktion fossile Energieträger, insbesondere Kohlen, ersetzen konnten. Die rheinland-pfälzische Stromproduktion wurde hingegen ausgebaut. Dies geschah zwar hauptsächlich durch die Nutzung von erneuerbaren Energien, aber auch durch einen steigenden Einsatz des fossilen Energieträgers Erdgas. Außerdem ist zu beachten, dass es in Deutschland die starke Verringerung der Emissionen in den neuen Bundesländern zu Beginn der 1990er-Jahre gab. Im Zuge des Strukturwandels nach der Wende gingen in den neuen Bundesländern vor allem die CO₂-Emissionen aus dem Verbrauch von Braunkohle deutlich zurück. Hinzu kommt, dass besonders energieintensive

Industriebranchen, vor allem die Chemische Industrie, für die rheinland-pfälzische Wertschöpfung nach wie vor eine wesentlich größere Rolle spielen als für die Wertschöpfung in Deutschland.

Während die CO₂-Emissionen in Rheinland-Pfalz – wenn auch im Vergleich zu Deutschland im geringeren Ausmaß – langfristig zurückgingen, stieg der Primärenergieverbrauch im Betrachtungszeitraum um 12%. Hier spiegelt sich wieder, dass der Anteil der emissionsrelevanten bzw. CO₂-intensiven fossilen Energieträger an der Deckung des Energieverbrauchs abnahm. Die Zusammensetzung des Energiemixes in Rheinland-Pfalz ist heute weniger klimaschädlich als 1990. Der Effekt ist aber in der Quellenbilanz weniger ausgeprägt als bei der verursacherbezogenen Bilanzierung. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die Emissionen durch Stromimporte in der Quellenbilanz nicht berücksichtigt werden. Aufgrund der Unterschiede zwischen Rheinland-Pfalz und Deutschland, insbesondere beim Strom, ist es sinnvoll, für Rheinland-Pfalz auch eine verursacherorientierte Betrachtung vorzunehmen.

CO₂-Emissionen nach der Verursacherbilanz

Die Verursacherbilanz liegt nur für die Landesebene vor. Während bei der Quellenbilanz der Entstehungsort der Emissionen im

Fokus der Betrachtung steht, weist die Verursacherbilanz nach, wie viele CO₂-Emissionen auf die Endenergieverbraucher zurückgehen. Die Verursacherbilanz berücksichtigt also z. B. auch die Emissionen aus der Erzeugung von importiertem Strom. Aus der Verursacherbilanz ergibt sich für Rheinland-Pfalz – insbesondere durch die zusätzliche Berücksichtigung der Stromimporte – ein wesentlich höherer Wert für die Kohlendioxidemissionen als aus der Quellenbilanz. Der in der Verursacherbilanz für Rheinland-Pfalz nachgewiesene energiebedingte Ausstoß an Kohlendioxid war 2021 um 7,3 Millionen Tonnen höher als der Ausstoß laut Quellenbilanz. Beim Stromverbrauch ist eine modellhafte Herangehensweise erforderlich: Die Anrechnung der Emissionsmenge erfolgt auf der Grundlage des durchschnittlichen Brennstoffverbrauchs aller Stromerzeugungsanlagen in Deutschland. Daraus ergibt sich der bundesweite sogenannte Generalfaktor für CO₂ aus der Stromerzeugung. Detaillierte Informationen über die Stromliefermengen anderer Bundesländer bzw. aus dem Ausland nach Rheinland-Pfalz liegen nicht vor.

Nach der Verursacherbilanz beliefen sich die energiebedingten Kohlendioxidemissionen in Rheinland-Pfalz 2021 auf 33,7 Millionen Tonnen. Gegenüber dem Jahr zuvor stiegen die Emissionen um 5,4%. Ursäch-

lich für den Anstieg war nicht nur der höhere Energieverbrauch. Auch der Generalfaktor für CO₂ aus der Stromerzeugung nahm zu, da 2021 bundesweit wieder mehr Kohle zur Stromerzeugung eingesetzt wurde. Die Stromerzeugung aus Kohle ist mit mehr klimaschädlichen Emissionen verbunden als beispielsweise die Stromerzeugung aus Erdgas.

Trotz der Zunahme der CO₂-Emissionen 2021 wurde langfristig ein rückläufiger Trend verzeichnet. Bereits vor der Coronapandemie (2019) waren die Kohlendioxidemissionen nach der Verursacherbilanz 20% geringer als 1990. Im ersten Jahr der Coronakrise 2020 erreichte der durch den Endenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz verursachte Ausstoß von Kohlendioxid den niedrigsten Stand seit 1990. Im Jahr 2021 lagen die CO₂-Emissionen 21% unter dem Niveau von 1990. Trotzdem überstieg der Endenergieverbrauch 2021 den Verbrauch von 1990 um 16%. Dies war möglich, weil die vergleichsweise CO₂-intensiven Energieträger wie Kohlen und Mineralöle bzw. Mineralölprodukte langfristig immer mehr durch Erdgas und erneuerbare Energieträger ersetzt wurden.

Pro-Kopf-Ausstoß von CO₂

In Rheinland-Pfalz lag der durchschnittliche Pro-Kopf-Ausstoß von Kohlendioxid nach der Quellenbilanz 2021 bei 6,4 Tonnen und damit deutlich unter dem Niveau, das für

Deutschland ermittelt wurde (7,6 Tonnen). Dies liegt zum einen daran, dass in dem Wert für Rheinland-Pfalz die Emissionen aus den Stromimporten nicht enthalten sind. Zum anderen werden bei der Berechnung der CO₂-Emissionen in der Quellenbilanz nur die vergleichsweise niedrigeren Emissionswerte der rheinland-pfälzischen Stromerzeugung berücksichtigt. Werden die auf importierte Strommengen entfallenden Kohlendioxidemissionen miteinbezogen und wird bei der Bewertung des CO₂-Ausstoßes des rheinland-pfälzischen Stromverbrauchs der durchschnittliche Emissionsfaktor der bundesdeutschen Stromerzeugung (der Generalfaktor) zugrunde gelegt, ergeben sich nach der Verursacherbilanz höhere CO₂-Emissionen für Rheinland-Pfalz: Mit 8,2 Tonnen verursachen die Energieverbraucherinnen und -verbraucher in Rheinland-Pfalz im Schnitt einen um 8,3% höheren Pro-Kopf-Ausstoß an CO₂ als im Bundesdurchschnitt.

CO₂-Ausstoß nach Emittenten³⁹

In der Quellenbilanz werden die CO₂-Emissionen, die bei den Umwandlungsprozessen entstehen, separat nachgewiesen. Es handelt sich dabei um die Emissionen, die

bei der Umwandlung von fossilen Energieträgern, z. B. Erdgas, in den Strom- und Wärmekraftwerken entstehen. Im Jahr 2021 belief sich der CO₂-Ausstoß in dem sogenannten Umwandlungsbereich auf 4,2 Millionen Tonnen. Dies entspricht 16% der gesamten in der Quellenbilanz nachgewiesenen Emissionen.

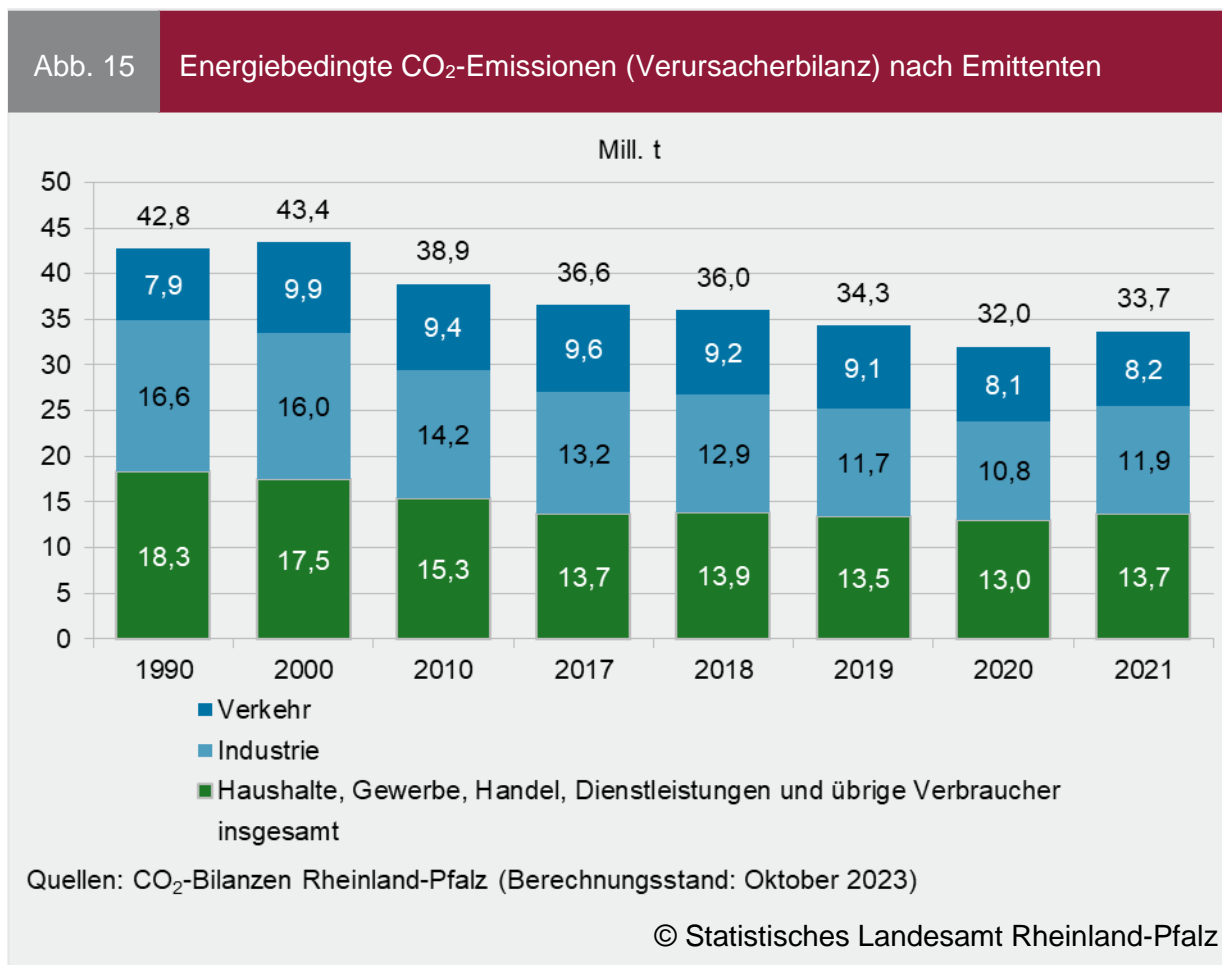
Der Hauptteil der in der Quellenbilanz nachgewiesenen Emissionen resultiert aus dem Endenergieverbrauch (2021: 84%). In der Gruppe der Haushalte sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Haushalte/GHD) entstanden 8,2 Millionen Tonnen Kohlendioxid. Danach folgte mit einem CO₂-Ausstoß von acht Millionen Tonnen der Verkehrssektor. Insbesondere aufgrund des pandemiebedingten Rückgangs der Verkehrsleistung im Straßenverkehr wurde 2020 und 2021 im gesamten Verkehrssektor deutlich weniger Kohlendioxid emittiert als in den Jahren zuvor (2019: neun Millionen Tonnen). Aus dem Endenergieverbrauch der Industrie resultierten 2021 rund 5,9 Millionen Tonnen Kohlendioxid. Damit weist die Industrie von den drei Emittentengruppen bzw. -sektoren, die nach der Quellenbilanz im Endenergieverbrauchsbereich unterschieden werden, die

³⁹ Die Definition der Emittentensektoren nach den Methodenstandards des LAK Energiebilanzen für die CO₂-Bilanzierung ist nicht direkt mit der Abgrenzung der Emittentensektoren nach dem KSG des Bundes von 2019 vergleichbar, obwohl die Bezeichnungen zum Teil gleich lauten. Dies gilt z. B. für den Sektor Industrie. Im Kapitel 5.1 dieses Berichts sind die Treibhausgase in Rheinland-Pfalz entsprechend der Sektorabgrenzung des KSG dargestellt.

niedrigsten CO₂-Emissionen auf. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die durch Umwandlungsprozesse bei der Erzeugung von Strom und Wärme verursachten Emissionen in der Quellenbilanz nicht den Endenergieverbrauchern zuzurechnen sind, sondern dem Umwandlungsbereich. Der Strombedarf der Endenergieverbraucher in den Sektoren Industrie und Haushalte/GHD führt dazu, dass die Emissionsanteile dieser beiden Sektoren in der Quellenbilanz deutlich geringer ausfallen als in der Verursacherbilanz. Für den Verkehrssektor spielt der Umwandlungsbereich

(speziell die Stromerzeugung für die Elektromobilität) bisher keine nennenswerte Rolle.

Nach der rheinland-pfälzischen Verursacherbilanz 2021 lag der Kohlendioxidausstoß des Sektors Haushalte/GHD bei 13,7 Millionen Tonnen. Dies entspricht 41% des gesamten CO₂-Ausstoßes laut Verursacherbilanz. Der Industriesektor kam mit 11,9 Millionen Tonnen auf den zweitgrößten Anteil an den gesamten Emissionen (2021: 35%). Danach folgte der Verkehrssektor mit 8,2 Millionen Tonnen bzw. einem Anteil von 24%.



Die CO₂-Emissionen nach der Verursacherbilanz gingen seit 1990 im Sektor Haushalte/GHD um 25% zurück. Die Industrie konnte ihren CO₂-Ausstoß langfristig um 28% reduzieren. Im Verkehrssektor wurden dagegen langfristig keine Minderungen der energiebedingten CO₂-Emissionen realisiert. Die Emissionen des Verkehrssektors stiegen langfristig sogar, und zwar um 4% zwischen 1990 und 2021. Durch die Coronakrise wurde der Anstieg der CO₂-Emissionen aufgrund des zeitweise geringen Verkehrsaufkommens kurzfristig gedämpft: Zwischen 1990 und 2019 belief sich das Plus bei den Emissionen des Verkehrssektors auf 16%. Für die Zunahme ist vor allem der Straßenverkehr verantwortlich, der innerhalb des Betrachtungszeitraums eine kräftige Steigerung des Energieverbrauchs verzeichnete (+14% bis 2021 bzw. +23% bis 2019).

5.4 CO₂-Emissionen aus Produktionsprozessen (nicht energiebedingt) und weitere Treibhausgasemissionen

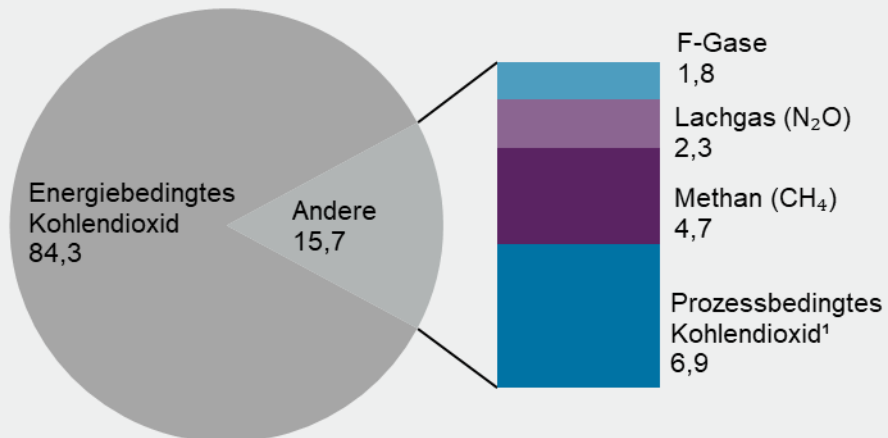
Die energiebedingten CO₂-Emissionen machen zwar den Hauptteil der Treibhausgasemissionen aus, aber 16% der Gesamtemissionen entfielen 2021 auf CO₂-Emissionen aus Produktionsprozessen der Industrie und der Landwirtschaft (nicht energiebedingte CO₂-Emissionen) sowie auf die weiteren klimarelevanten Treibhausgase Methan, Lachgas und die F-Gase. Für den Nachweis in der Treibhausgasbilanzierung

ist analog zur CO₂-Quellenbilanz der Entstehungsort der Emissionen maßgeblich.

Der Ausstoß von Kohlendioxid aus Industrieprozessen belief sich 2021 auf 2,1 Millionen Tonnen bzw. auf 6,8% des gesamten Ausstoßes an Treibhausgasen in Rheinland-Pfalz. Dies war zwar ein höherer Anteil als 1990 (5,2%), aber die Emissionsmenge lag 18% unter dem Niveau von 1990. Be-

Abb. 16 Treibhausgasemissionen 2021 nach Art der Gase

Anteil an den Treibhausgasemissionen insgesamt in %



¹ Einschließlich der nicht-energiebedingten Kohlendioxidemissionen aus der Landwirtschaft.
Quellen: CO₂-Bilanzen Rheinland-Pfalz (Berechnungsstand: Oktober 2023), Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (Berechnungsstand: September 2023)

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

reits vor der Coronakrise waren die prozessbedingten CO₂-Emissionen auf ein vergleichsweise niedriges Level gesunken. Der Höchstwert im Betrachtungszeitraum wurde mit 3,4 Millionen Tonnen 2004 verzeichnet. Seit 2015 belaufen sich die Emissionen auf 2,1 bis 2,2 Millionen Tonnen jährlich. Im Jahr 2021 nahmen sie im Vergleich zum Jahr zuvor um 1,2% zu.

Ein Teil der prozessbedingten CO₂-Emissionen entsteht in der rheinland-pfälzischen Industrie bei der Produktion von Ammoniak. Zudem werden insbesondere beim Brennen von Zementklinker und bei der Kalkherstellung größere CO₂-Mengen freigesetzt. In der Glas- und Keramikherstellung fallen dagegen nur vergleichsweise geringe Mengen an.

Wie bei Industrieprozessen entstehen auch in der Landwirtschaft Kohlendioxidemissionen, die nicht aus dem Energieverbrauch resultieren. Ihr Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen des Landes ist allerdings mit 0,1% sehr gering (1990: 0,3%). Die Emissionen stammen aus der Verwendung von Kalk- und Harnstoffdüngern.

Der Anteil von Methan an den gesamten Treibhausgasemissionen belief sich 2021

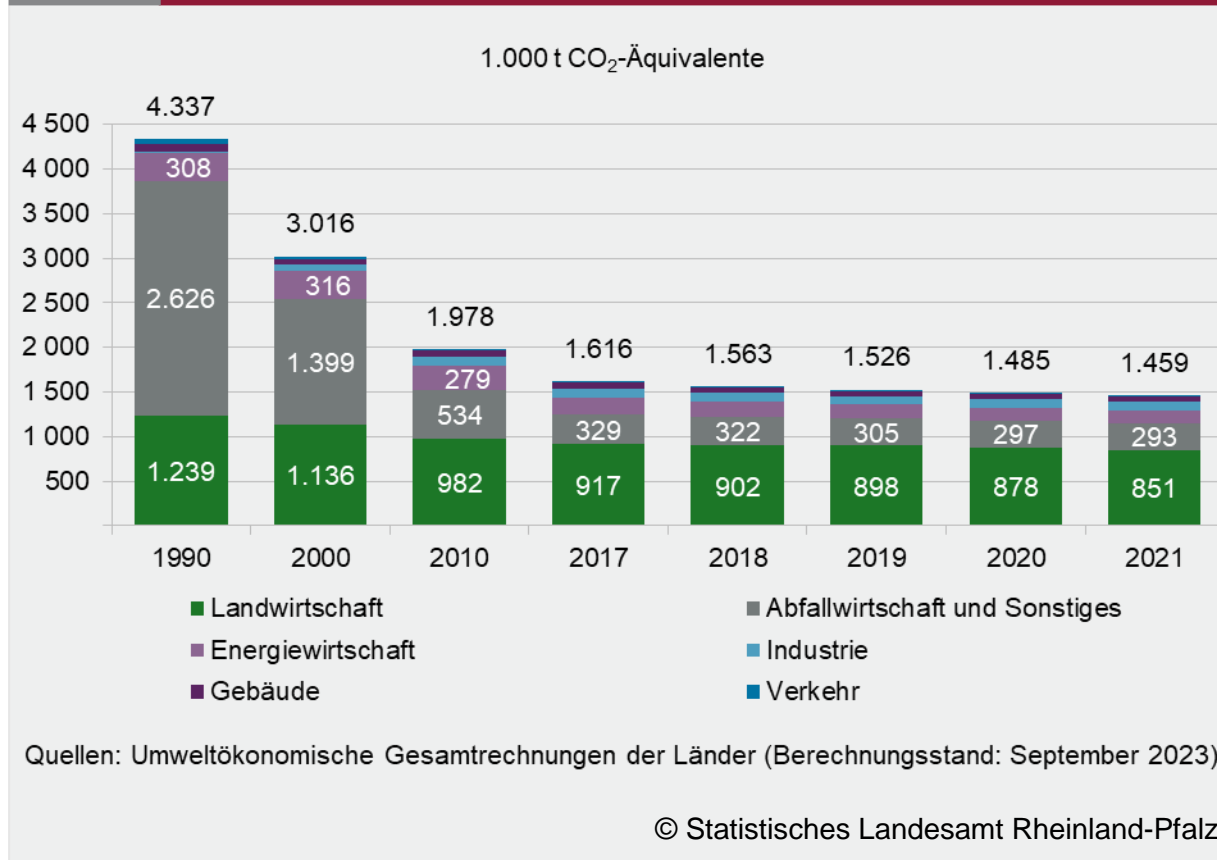
auf 4,7% (1990: 8,7%). Die Methanemissionen gingen im Betrachtungszeitraum deutlich zurück. Im Jahr 2021 wurden noch 1,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente Methan freigesetzt. Dies waren 66% weniger als 1990.

Die Lachgasemissionen haben heute mit 2,3% nur noch einen sehr kleinen Anteil an den Treibhausgasen. Im Jahr 1990 machten sie noch 29% der Gesamtemissionen aus. Zwischen 1990 und 2021 sanken die Lachgasemissionen um 95%. Insbesondere durch verfahrenstechnische Maßnahmen in der Chemischen Industrie wurden sie im Betrachtungszeitraum von 14,6 Millionen Tonnen auf 0,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente verringert. Die Gesamtreduktion der Treibhausgasemissionen in Rheinland-Pfalz seit 1990 ist zu einem wesentlichen Teil darauf zurückzuführen.

Für Methan und Lachgas liegen aus dem AK UGRdL Informationen vor, die es ermöglichen, eine Sektorabgrenzung vorzunehmen, die der Definition des Bundesklimaschutzgesetzes (KSG) von 2019 entspricht.⁴⁰

⁴⁰ Der AK UGRdL nutzt bisher standardmäßig eine andere Abgrenzung der Sektoren; die Daten sind im Internet abrufbar: <https://www.statistikportal.de/de/ugrdl/ergebnisse/gase#eckzahlen> [Stand: 08.11.2023]. Die Daten liegen aber grundsätzlich auch nach der international üblichen Systematik im Common Reporting Format (CRF) vor. Eine Umbuchung in die KSG-Systematik ist möglich.

Abb. 17 Methanemissionen 1990 - 2021 nach Sektoren



Die Methanemissionen stammten 2021 hauptsächlich aus der Landwirtschaft. Dieser Sektor war nach vorläufigen Ergebnissen für den Ausstoß von 851.000 Tonnen Methan (in CO₂-Äquivalenten) verantwortlich. Dies entsprach 58% des gesamten Methanausstoßes in Rheinland-Pfalz.

In der Landwirtschaft kommt der Großteil der Emissionen aus der Viehhaltung, insbesondere aus der Rinderhaltung. Daneben spielt die Verwendung der Wirtschaftsdünger aus der Viehhaltung eine größere Rolle. Mit sinkenden Viehbeständen und effizienteren Verfahren bei der Ausbringung von

Wirtschaftsdünger gingen im Betrachtungszeitraum die Methanemissionen aus der Landwirtschaft deutlich zurück (-31%).

Im Bereich Abfallwirtschaft und Sonstiges wurden 2021 rund 293.000 Tonnen CO₂-Äquivalente Methan emittiert. Mit einem Anteil von 20% am gesamten Methanausstoß gehört dieser Bereich gemeinsam mit der Landwirtschaft zu den bedeutenden Verursachern der Methanemissionen. Der wesentliche Teil der Emissionen stammt aus der Deponierung von Abfällen aus organischen Materialien.

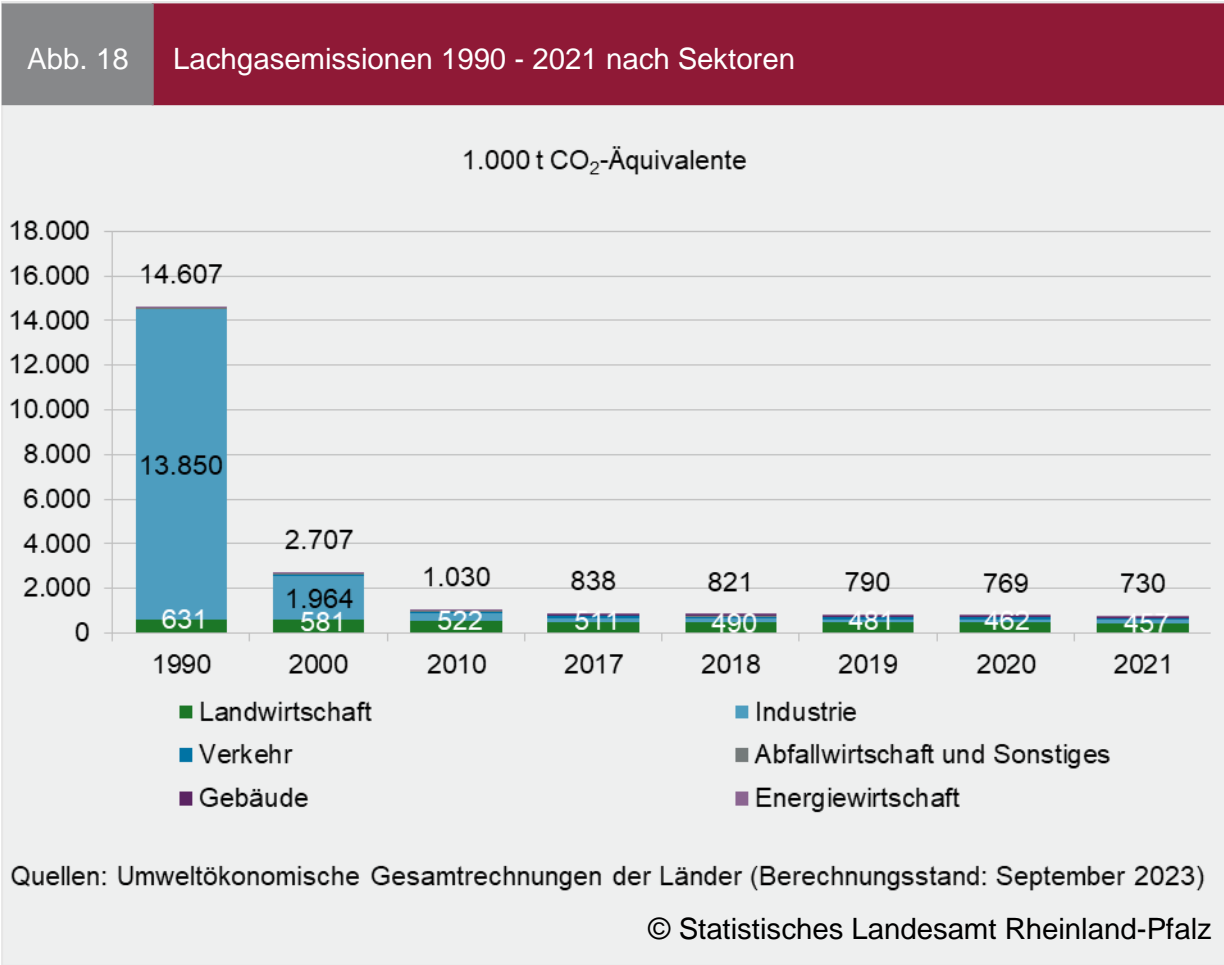
Die Emissionen im Bereich Abfallwirtschaft und Sonstiges waren im Betrachtungszeitraum stark rückläufig (–89%). Deshalb wurde auch der Anteil am gesamten Methan ausstoß im Betrachtungszeitraum deutlich kleiner. Im Jahr 1990 war der Bereich Abfallwirtschaft und Sonstiges mit einem Anteil von 61% hauptverantwortlich für die Methanemissionen; die Landwirtschaft kam nur auf 29%.

Im Jahr 2021 entfielen 9,7% der Methanemissionen auf die Energiewirtschaft (1990: 7,1%). Gegenüber 1990 sank der Methan ausstoß in der Energiewirtschaft um 54%. Die Emissionen werden hauptsächlich bei der Weiterleitung und Verteilung von Erdgas freigesetzt.

Die weiteren Sektoren haben nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung für die gesamte Menge an Methanemissionen. Die Industrie kam 2021 auf einen Anteil von 6,9%. Zu nennen sind hier vor allem die prozessbedingten Emissionen aus der Chemischen Industrie. Nach dem Industriesektor folgte 2021 der Gebäudebereich, der insbesondere durch die Heizungsanlagen privater Haushalte auf einen Anteil von 4,3% an den gesamten Methanemissionen kam. Der Verkehrssektor verursacht kaum Methanemissionen; der Anteil an den gesamten Methanemissionen belief sich 2021 auf lediglich 0,7%.

Wie bei dem Treibhausgas Methan ist die Landwirtschaft auch der Hauptverursacher des Ausstoßes von Lachgas. Im Jahr 2021 stammten 62% der Lachgasemissionen aus diesem Sektor. Dies entspricht 457.000 Tonnen CO₂-Äquivalente. Die Emissionen sind größtenteils eine Folge der Eingriffe in den natürlichen Bodenhaushalt, z. B. durch Pflanzenbau, Düngung und Viehhaltung. Gegenüber 1990 ist in diesem Sektor ein Minus von 28% zu verzeichnen.

Industrielle Prozesse waren 2021 für 124.000 Tonnen CO₂-Äquivalente Lachgas verantwortlich. Dies entspricht einem Anteil von 17% an den gesamten Lachgasemissionen. Dieser Anteil lag zu Beginn des Betrachtungszeitraums noch bei 95%. Damals wurden in der Industrie 13,9 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente Lachgas emittiert. Seit Ende der 1990er-Jahre wird Lachgas, welches unter anderem in der Adipinsäureproduktion als unerwünschtes Reaktionsprodukt anfällt, thermisch zersetzt. Die langfristige Minderung vollzog sich in zwei Schritten. Der größte Teil der Einsparungen erfolgte zwischen 1995 und 2000 (–87%). Danach schwankte der Ausstoß zunächst um einen Durchschnittswert von 1,9 Millionen Tonnen jährlich und sank dann von 2005 bis 2010 um weitere 1,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (–82%). Von 2010 bis 2021 sanken die Lachgasemissionen der Industrie nur noch um 246.000



Tonnen. Über den gesamten Betrachtungszeitraum 1990 bis 2021 ergibt sich eine Reduktion der Lachgasemissionen im Industriesektor um 99%.

Der Anteil der Lachgasemissionen, der aus den übrigen Emittentensektoren stammt, an den gesamten Treibhausgasemissionen ist mit lediglich 0,5% vernachlässigbar (2021: 150.000 Tonnen CO₂-Äquivalente). Ausschließlich auf die Lachgasemissionen bezogen verursachten diese Sektoren (Verkehr, Abfallwirtschaft und Sonstiges, Gebäude sowie Energiewirtschaft) zusammen einen Anteil von 21%. Hierunter ist

eine der Emissionsquellen der Straßenverkehr. Er war 2021 für 10% der Lachgasemissionen verantwortlich. Außerdem werden bei der Abwasserbehandlung geringe Mengen Lachgas freigesetzt. Der Anteil an den gesamten Lachgasemissionen belief sich 2021 auf 2,9%.

6. ENTWICKLUNG DER ENERGIEBEDINGTEN EMISSIONEN VON SO₂ UND NO_x

Hintergrund und Methodik der Emissionsberechnung

Schadstoffemissionen können sich lokal und überregional negativ auf die Luftqualität auswirken. Die Verbreitung von Luftschadstoffen hängt dabei u. a. von meteorologischen und topografischen Gegebenheiten ab. Eine hohe Konzentration von Luftschadstoffen ist für eine Reihe von Umweltproblemen verantwortlich und kann zu Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit führen. In Rheinland-Pfalz betreibt das Landesamt für Umwelt zur Messung der lokalen Konzentrationen im

Auftrag des MKUEM das Zentrale Immissionsmessnetz (ZIMEN).⁴¹

Die Emissionen aus den verschiedenen Verbrennungsvorgängen zur Gewinnung von Energie spielen eine zentrale Rolle für die Luftqualität. Darüber hinaus können Schadstoffemissionen aber auch bei Produktionsprozessen (z. B. in der Chemischen Industrie), in der Landwirtschaft oder der Abfall- und Abwasserbehandlung entstehen. In diesem Bericht werden ausschließlich Luftschadstoffemissionen betrachtet, die bei der Verbrennung von

Schwefeldioxid (SO₂)

„Schwefeldioxid entsteht überwiegend bei Verbrennungsvorgängen fossiler Energieträger wie Kohle und Öl durch Oxidation des im Brennstoff enthaltenen Schwefels. [...] Da die SO₂-Konzentrationen bundesweit sehr deutlich unter den geltenden Grenzwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit liegen, sind heute durch SO₂ verursachte Gesundheitsprobleme in Deutschland nicht mehr zu befürchten. [...] Schwefeldioxid kann Pflanzen schädigen und nach Ablagerung in Ökosysteme Versauerung von Böden und Gewässern bewirken. Durch den starken Rückgang der Schwefelemissionen seit Beginn der 90er Jahre wird die Versauerung heute hauptsächlich von Stickstoffeinträgen verursacht.“

Stickstoffoxide (NO_x)

„Stickstoffoxide gehören zu den so genannten reaktiven Stickstoffverbindungen, die zu einer Vielzahl von negativen Umweltwirkungen führen können. Zusammen mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen sind Stickstoffoxide für die sommerliche Ozonbildung verantwortlich. Stickstoffoxide tragen zudem zur Feinstaubbelastung bei. [...] Die Hauptquellen von Stickstoffoxiden sind Verbrennungsmotoren und Feuerungsanlagen für Kohle, Öl, Gas, Holz und Abfälle. In Ballungsgebieten ist der Straßenverkehr die bedeutendste NO_x-Quelle.“

Quelle: Umweltbundesamt,

Abruf unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick>

[Stand: 06.09.2023].

⁴¹ Siehe: <https://luft.rlp.de/de/startseite> [Stand: 14.11.2023].

Energieträgern für energetische Zwecke entstehen. Außerdem beschränkt sich die Berichterstattung auf die Emissionen von Schwefeldioxid (SO₂) und Stickstoffoxiden (NO_x). In Deutschland ist ein Großteil dieser Emissionen energiebedingt (2021: SO₂ 74% und NO_x 83%). Daten zu weiteren relevanten Luftschadstoffen in Deutschland, z. B. Feinstaub, veröffentlicht das Umweltbundesamt jährlich im Rahmen internationaler Berichtspflichten.

Die Emissionen für Rheinland-Pfalz werden über eine Modellrechnung ermittelt. Für die Bundesländer gibt es über allgemeine internationale Richtlinien hinaus keine standardisierten Berechnungsmethoden. Die Ermittlung der energiebedingten Emissionen von SO₂ und NO_x erfolgt seit dem 14. Energiebericht durch das Statistische Landesamt Rheinland-Pfalz. Hierfür werden die Energiebilanzen nach dem jeweils aktuellen Berechnungsstand herangezogen. Die Berechnung der Emissionen erfolgt über energieträgerspezifische Emissionsfaktoren je verbrauchter Mengeneinheit Energie. Diese Faktoren zeigen die durchschnittliche Höhe des Schadstoffausstoßes. Bei den in diesem Bericht

angesetzten Emissionsfaktoren handelt es sich um Werte für Deutschland, die das Umweltbundesamt (UBA) im Rahmen seiner EU-Berichtspflichten ermittelt. Die Emissionsfaktoren sind weitgehend im „German Informative Inventory Report“ online veröffentlicht. Für eine vollständige Berechnung der Emissionen für Rheinland-Pfalz, insbesondere für den Zeitvergleich, werden darüber hinaus weitere Publikationen des UBA herangezogen.⁴²

Die Ermittlung der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs erfolgt auf der Basis von energieträgerspezifischen durchschnittlichen Emissionsfaktoren je gefahrenem Fahrzeugkilometer nach Fahrzeugkategorien. Diese Faktoren stammen aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA).⁴³ Angaben zur Fahrleistung nach Fahrzeugkategorien in Rheinland-Pfalz stehen zum Teil aus den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder zur Verfügung. Darüber hinaus wird neben dem Kraftstoffverbrauch und der Entwicklung des Kfz-Bestands in Rheinland-Pfalz die Entwicklung der Fahrleistung auf der Bundesebene berücksichtigt.⁴⁴

⁴² Eine vollständige Quellenübersicht ist im Anhang zu diesem Bericht zu finden.

⁴³ Dieses Handbuch erstellt das Forschungsinstitut INFRAS. Es wurde ursprünglich im Auftrag der Umweltbundesämter von Deutschland, der Schweiz und Österreich erstellt. Inzwischen wird HBEFA von weiteren Ländern (Schweden, Norwegen, Frankreich) wie auch von JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission) unterstützt.

⁴⁴ Hierfür werden Auswertungen des BMDV (Verkehr in Zahlen) und Statistiken des Kraftfahrzeugbundesamts herangezogen.

Die Angaben in diesem 15. Energiebericht weichen für alle Berichtsjahre von den bisher veröffentlichten Berechnungsergebnissen des Statistischen Landesamts ab. Ursache dafür ist eine Revision der Energiebilanzierung, die in Rheinland-Pfalz nach länder einheitlichen Vorgaben umgesetzt wurde.⁴⁵ Außerdem ergeben sich Abweichungen durch neue Informations- bzw. Datenstände bei den Emissionsfaktoren, die aus den weiteren oben angeführten Quellen stammen.

Analog zur Emissionsberechnung des Treibhausgases CO₂ ist für die Luftschadstoffe SO₂ und NO_x eine quellenorientierte und eine verursacherorientierte Betrachtung möglich.⁴⁶ Die Quellenbilanz ermöglicht Aussagen über die Gesamtmenge der im Land emittierten energiebedingten Luftschadstoffe auf der Entstehens- bzw. Aufkommenseite. Dabei werden z. B. auch die Emissionen ausgewiesen, die beim Einsatz fossiler Energieträger für die heimische Stromerzeugung entstehen. Dies gilt auch, wenn ein Teil der produzierten Strommenge exportiert wird. Die Emissionen aus der Stromerzeugung außerhalb des Landes bleiben dagegen unberücksichtigt – auch, wenn der Strom wie in

Rheinland-Pfalz teilweise importiert wird. Die Nettostromimporte (Strom austauschsaldo) deckten 2021 in Rheinland-Pfalz 27% des Stromverbrauchs; im Jahr 2005 lag dieser Anteil sogar bei 60%. Die Stromerzeugung in Deutschland war dagegen in der Regel im Betrachtungszeitraum so hoch, dass die erzeugte Menge nicht nur ausreichte, um den Verbrauch vollständig zu decken, sondern auch um geringe Exportüberschüsse zu erzielen.

Die Quellenbilanzierung ist methodisch mit der Vorgehensweise des UBA, bei der die Emissionen an Luftschadstoffen nach internationalen Methodenkonventionen ermittelt werden, vergleichbar. Aufgrund der strukturellen Unterschiede zwischen Rheinland-Pfalz und Deutschland, insbesondere beim Stromverbrauch, ist es jedoch sinnvoll, für Rheinland-Pfalz auch eine verursacherorientierte Betrachtung vorzunehmen.

Die Verursacherbilanz zeigt die Emissionen aus der Verwendung von Endenergie durch die Verbrauchssektoren. Für Strom erfolgt die Anrechnung der Emissionsmenge auf der Grundlage des durchschnittlichen Brennstoffverbrauchs

⁴⁵ Informationen zur Revision der Energiebilanzen sind auf der Internetseite des LAK Energiebilanzen zu finden: <http://www.lak-energiebilanzen.de/methodik-der-energiebilanzen/> [Stand: 24.11.2023].

⁴⁶ Eine detaillierte Erklärung zum Unterschied zwischen Quellen- und Verursacherbilanz veröffentlicht der LAK Energiebilanzen im Internet unter: <https://www.lak-energiebilanzen.de/methodik-der-co2-bilanzen/> [Stand: 14.11.2023].

aller Stromerzeugungsanlagen in Deutschland. Diese pauschale Herangehensweise ist (analog zur Energiebilanz) zwar mit Bewertungsungenauigkeiten verbunden, aber genauere Informationen liegen auf der Ebene der Bundesländer nicht vor. Es lassen sich die drei Verbrauchs- bzw. Emittentengruppen Industrie, Verkehr und Haushalte/GHD unterscheiden, wobei der Teilbereich GHD (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) auch alle sonstigen Verbraucher, z. B. die öffentliche Verwaltung umfasst.

Gesamtergebnisse auf der Landes- ebene

SO₂-Emissionen

Die SO₂-Emissionen sind im Vergleich zu anderen Luftschadstoffen nur noch von geringer Bedeutung. Deutschlandweit gingen die energiebedingten SO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2021 um 96% zurück. Der größte Teil der Reduktion erfolgte bereits in den 1990er-Jahren. Dennoch sind die SO₂-Emissionen auch danach weiter gesunken. In Rheinland-Pfalz nahmen die SO₂-Emissionen nach der Quellenbilanz im Zeitraum von 2005 bis 2021 um 58% ab. Im Jahr 2021 wurden insgesamt 2.400 Tonnen SO₂ emittiert. Die wesentliche Ursache für die Entstehung von SO₂-Emissionen ist in Rheinland-Pfalz die Verbrennung von Biomasse. Sie verursachte 2021 rund 38% des gesamten SO₂-Austoßes, gefolgt von der Verbrennung von Mineralölen und

Mineralölprodukten (31%) und Kohle (27%). Zu Beginn des Betrachtungszeitraums war die Bedeutung der Mineralöle und Mineralölprodukte noch deutlich höher als heute. Ihre Verbrennung verursachte 2005 rund 77% der in Rheinland-Pfalz emittierten Menge SO₂ (Kohle: 15%, Biomasse: 6,7%).

Betrachtet man nicht nur die Emissionen, die nach der Quellenbilanzierung direkt in Rheinland-Pfalz entstehen, sondern auch die Emissionen, die laut Verursacherbilanz von den rheinland-pfälzischen Endenergieverbrauchern herbeigeführt werden, ist die Nutzung von Strom für den größten Teil der Emissionen verantwortlich. Der Anteil lag 2021 bei 76% (2005: ebenfalls 76%). Strom als sekundärer Energieträger lässt sich bei der Emissionsbilanzierung nicht nach den primär eingesetzten Energieträgern differenzieren.

Die ermittelte Gesamtmenge an SO₂-Emissionen ist nach der Verursacherbilanz deutlich höher als nach der Quellenbilanz, weil ein Teil des in Rheinland-Pfalz verbrauchten Stroms nicht im Land selbst produziert wird. Die SO₂-Emissionen laut Verursacherbilanz beliefen sich 2021 auf 7.539 Tonnen. Dies waren 67% weniger als 2005.

NO_x-Emissionen

Die Menge an NO_x-Emissionen, die in Rheinland-Pfalz nach der Quellenbilanzie-

rung entsteht, belief sich 2021 auf 36.600 Tonnen. Gegenüber 2005 gingen die NO_x-Emissionen um 43% zurück.

Mit 58% ist laut Quellenbilanzierung bei NO_x der größte Teil der gesamten Emissionsmenge auf die Verbrennung von Mineralölen und Mineralölprodukten zurückzuführen. An zweiter und dritter Stelle folgen Erdgas mit 21% und Biomasse mit 17%.

Nach der Verursacherbilanz ist neben der Verbrennung von Mineralölen und Mineralölprodukten auch der Verbrauch von Strom von vergleichsweise hoher Bedeutung für die Entstehung von NO_x. Aus der Verbrennung von Mineralölen und Mineralölprodukten resultierten 2021 laut Verursacherbilanz 49% der Gesamtemissionen. Der Verbrauch von Strom verursachte 25% der NO_x-Emissionen; im Vergleich zu SO₂ (76%) ist der Stromanteil hier also geringer.

Der gesamte NO_x-Ausstoß belief sich laut Verursacherbilanz 2021 auf 43.600 Tonnen. Dies entspricht einem Minus von 42% gegenüber 2005.

Ergebnisse nach Emittenten

(Verursacherbilanz)

SO₂-Emissionen nach Verbrauchergruppen

Der Ausstoß von SO₂ resultiert im Wesentlichen aus dem Verbrauch von schwefelhaltigen Brennstoffen in den Verbraucher-

gruppen Industrie und Haushalte/GHD. Der Industriesektor kam laut Verursacherbilanz 2021 auf einen Anteil von 50% (2005: 45%), der Sektor Haushalte/GHD auf 48% (2005: 53%). Der Industriesektor verursachte 2021 absolut 3.800 Tonnen SO₂. Dies sind 63% weniger als 2005. Der Sektor Haushalte/GHD kam auf einen SO₂-Ausstoß von 3.600 Tonnen. Auch hier ist gegenüber 2005 eine deutliche Reduktion zu verzeichnen (-70%).

Die verkehrsbedingten SO₂-Emissionen beliefen sich nach der Verursacherbilanz 2021 auf 163 Tonnen (-67% gegenüber 2005). Die Emissionen dieser Verbrauchergruppe waren aber bereits zu Beginn des Betrachtungszeitraums mit 490 Tonnen auf einem sehr niedrigen Niveau. Der wesentliche Grund hierfür ist, dass seit 2003 nur noch schwefelarme Kraftstoffe im Straßen- und Schienenverkehr zugelassen sind.

Die SO₂-Emissionen aus dem Verkehrssektor hatten 2021 einen Anteil von 2,2% an den gesamten SO₂-Emissionen. Im Jahr 2005 lag der Anteil ebenfalls bei 2,2%.

NO_x-Emissionen nach Verbrauchergruppen

Der Verkehr verursacht zwar nur noch vergleichsweise wenig SO₂-Emissionen, ist aber für einen Großteil der NO_x-Emissionen verantwortlich. Im Jahr 2021

war nach der Verursacherbilanz die Hälfte der NO_x-Emissionen verkehrsbedingt (50%). Gegenüber 2005 nahm die Bedeutung des Verkehrssektors allerdings ab. Der Anteil an den gesamten NO_x-Emissionen lag zu Beginn des Betrachtungszeitraums noch bei 67%.

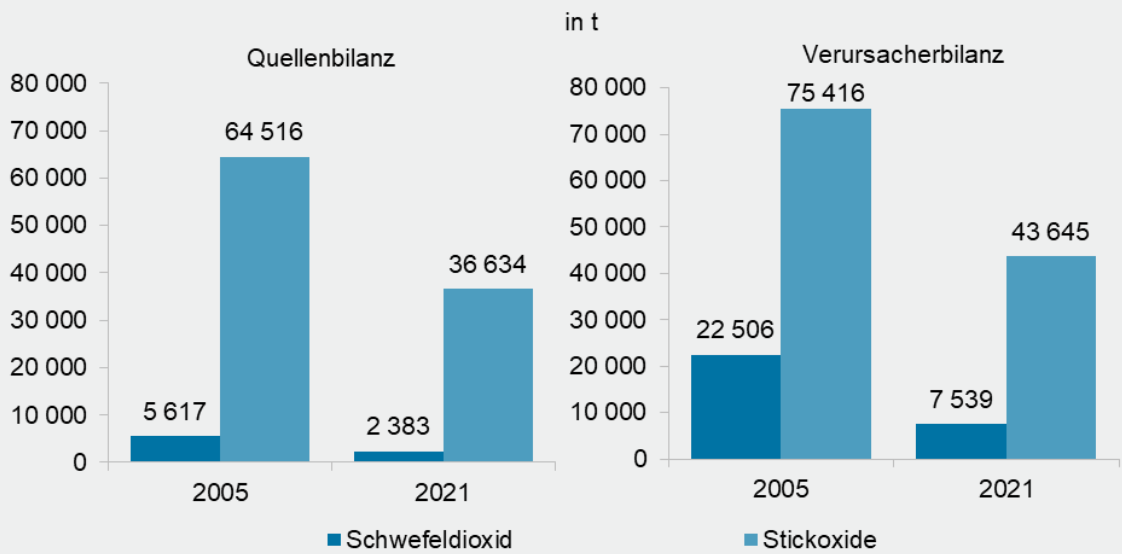
Die NO_x-Emissionen aus dem Verkehrssektor beliefen sich laut Verursacherbilanz 2021 auf 21.900 Tonnen. Die NO_x-Emissionen stammen dabei im Wesentlichen aus dem Straßenverkehr, vor allem von Fahrzeugen mit Dieselmotoren. Im Jahr 2005 wurden im Verkehrssektor noch 50.700 Tonnen NO_x ausgestoßen. Der Rückgang dürfte vor allem auf die geltenden EU-Abgasnormen („Euro-Normen“) zurückzuführen sein. Die Typgenehmigungen wurden im Betrachtungszeitraum an strenger werdende Grenzwerte für Schadstoffe, u. a. für NO_x, gebunden.

Der Industriesektor war 2021 für 11.500 Tonnen NO_x verantwortlich. Dies waren 26% der gesamten rheinland-pfälzischen NO_x-Emissionen (Verursacherbilanz). Die teilweise sehr energieintensive Industrie in Rheinland-Pfalz erreichte im Betrachtungszeitraum eine Emissionsreduktion um 0,8%.

Auch im Sektor Haushalte/GHD fielen die Emissionsminderungen weniger kräftig aus

als im Verkehr, aber der Sektor Haushalte/GHD verzeichnete im Gegensatz zur Industrie ein deutlich zweistelliges Minus. Es belief sich im Betrachtungszeitraum nach der Verursacherbilanzierung auf 22%. Dies dürfte im Wesentlichen auf die Veränderungen im deutschen Strommix zurückzuführen sein, dessen Zusammensetzung insbesondere durch die zunehmende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, aber auch durch den deutschlandweit im Betrachtungszeitraum sinkenden Einsatz von Kohle, der 2021 mit wesentlich weniger NO_x-Emissionen verbunden war als 2005. Außerdem entstehen im Sektor Haushalte/GHD auch weniger NO_x-Emissionen beim Energieverbrauch für die Erzeugung von Wärme mit Heizöl und Erdgas. Hierfür dürften Neuerungen bzw. Verbesserungen bei Heizungsanlagen ursächlich sein. In Deutschland gibt es sowohl für kleine Feuerungsanlagen im häuslichen Bereich als auch für Großfeuerungsanlagen technische Vorgaben bzw. Grenzwerte, die nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz bzw. den Bundesimmissionsschutzverordnungen einzuhalten sind. Der Sektor Haushalte/GHD verursachte 2021 einen Ausstoß von 10.300 Tonnen NO_x. An den gesamten NO_x-Emissionen hatte der Sektor damit einen Anteil von 24%.

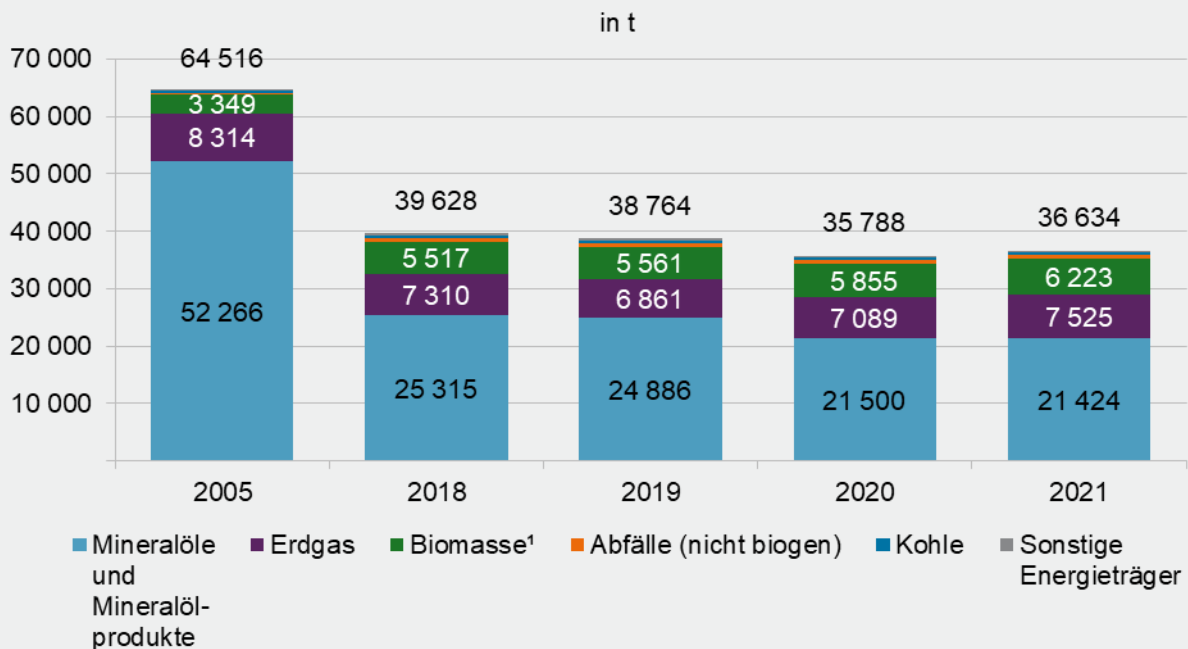
Abb. 19 Emissionen von SO₂ und NO_x 2005 - 2021



Berechnungsstand: September 2023

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

Abb. 20 NO_x-Emissionen (Quellenbilanz) 2005 - 2021 nach Energieträgern



¹ enthält auch Klärgas und Deponiegas.

Berechnungsstand: September 2023

© Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz



RheinlandPfalz

MINISTERIUM FÜR
KLIMASCHUTZ, UMWELT,
ENERGIE UND MOBILITÄT

Kaiser-Friedrich-Str. 1
55116 Mainz

poststelle@mkuem.rlp.de
www.mkuem.rlp.de