INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

Ergänzende Untersuchung Energie- und Klimaschutzszenarien 2030 für das Land Bremen

Berechnungen und Ziele (**Endbericht**)

Benjamin Gugel (Projektleitung), Frank Dünnebeil, Julia Lempik, Dominik Räder

Heidelberg, Mai 2021

ifeu Wilckensstraße 3 - 69120 Heidelberg Telefon +49 (0)6 221. 47 67 - 0 Telefax +49 (0)6 221. 47 67 - 19 E-Mail ifeu@ifeu.de www.ifeu.de

Inhalt

1 Zusammenfassung 1

2 Vorbemerkung 8

3 Methodik und Grundlagen 10

3.1 Bilanzierungsgrundlage für die Szenarien 2030 10

3.1.1 Bilanzierungsmethodik für die Szenarien 2030 10

3.1.2 Unterschiede der LAK-Methodik gegenüber der KEP-Methodik 11

3.1.3 Auswirkungen der neuen CO_2-Bilanzierung 12

3.2 Definition der Szenarien 13

3.2.1 Der Szenario-Begriff 13

3.2.2 Fünf Entwicklungspfade im Klimaschutz im Land Bremen bis zum Jahr 2030 14

3.3 Berechnung der Szenarien 17

3.3.1 Inputs von lokalen Akteuren 17

3.3.2 Nutzung verschiedener Berechnungsmodelle 18

3.3.3 Entwicklung der Rahmendaten 19

4 Referenz-Szenario 22

4.1 Annahmen des Referenz-Szenarios 22

4.1.1 Stationäre Sektoren 22

4.1.2 Verkehr 24

4.2 Ergebnisse des Referenz-Szenarios 25

4.2.1 Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen nach Energieträgern 25

4.2.2 Sektorspezifische Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen 28

4.2.4 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie 32

5 Referenz 2-Szenario 34

5.1 Annahmen des Referenz 2-Szenarios 34

5.1.1 Stationäre Sektoren 34

5.1.2 Verkehr 38

Inhalt

5.2 Ergebnisse des Referenz 2-Szenarios 39
5.2.1 Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen nach Energieträgern 39
5.2.2 Sektorspezifische Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen 42
5.3 Berücksichtigung der Stahlindustrie im Referenz 2-Szenario 43
5.3.1 Berechnung der CO_2-Emissionen der Stahlindustrie 44
5.3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie 44

6 Klimaschutz-Szenario 46
6.1 Zu Grunde liegende Maßnahmen des Klimaschutz-Szenarios 46
6.2 Annahmen des Klimaschutz-Szenarios 52
6.2.1 Stationäre Sektoren 52
6.2.2 Verkehr 54
6.3 Ergebnisse des Klimaschutz-Szenarios 55
6.3.1 Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) nach Energieträgern 55
6.3.2 Sektorspezifische Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen 58
6.4 Berücksichtigung der Stahlindustrie im Klimaschutz-Szenario 60

7 Klimaschutz+ Szenario 62
7.1 Annahmen des Klimaschutz+ Szenarios 62
7.1.1 Stationäre Sektoren 62
7.1.2 Verkehr 64
7.2 Ergebnisse des Klimaschutz+ Szenarios 65
7.2.1 Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) nach Energieträgern 65
7.2.2 Sektorspezifische Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen 68
7.3 Berücksichtigung der Stahlindustrie im Klimaschutz+ Szenario 70

8 Szenarien-Vergleich (Forecast-Szenarien) 72

Inhalt

8.1 Vergleich der Entwicklung des Endenergieverbrauchs 72
8.2 Vergleich der Entwicklung der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) 74
8.3 Vergleich der Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen mit Stahlindustrie 78

9 Ziel-Szenario -80 % 80
9.1 Grundannahmen des Ziel-Szenarios 80
9.2 Ergebnisse des Ziel-Szenarios 85
9.3 Vergleich zum Klimaschutz+ Szenario 89
9.4 CO_2-Ziellücke zwischen Klimaschutz+ Szenario und den Zielpfaden 90
9.5 Sensitivität zum Ziel-Szenario 93

10 Szenarien und Zielsetzung für den Klimaschutz für das Jahr 2030 94
10.1 Ambitionsgrad für Klimaschutzziele des Landes Bremen 94
10.2 Empfehlungen zur Ausdifferenzierung der Klimaschutzziele 100

11 Anhang: Tabellen 103

12 Literaturverzeichnis 113

1 Zusammenfassung

Ausgangslage

Laut Bremischem Klimaschutz- und Energiegesetz ist der Senat dazu verpflichtet, ein quantitatives Klimaschutzziel für das Jahr 2030 festzulegen. Zur fachlichen Vorbereitung hatte der damalige Senator für Umwelt, Bau und Verkehr im April 2018 einen Auftrag zur Erarbeitung von Energie- und Klimaschutzszenarien für das Land Bremen mit dem Zeithorizont 2030 vergeben. Auftragnehmer war das ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Unterauftrag war die beks EnergieEffizienz GmbH als lokaler Partner beteiligt. Der Endbericht für das Projekt wurde dem Senator für Umwelt, Bau und Verkehr im April 2019 vorgelegt.

Die Bremische Bürgerschaft hat mit Beschluss vom 30. Januar 2020 erklärt, dass sich das Land Bremen in einer Klimanotlage befindet und in diesem Zusammenhang den Senat u.a. aufgefordert, *„… die anstehende Fortschreibung des Klima- und Energieprogramms an einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2030 von mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 zu orientieren …“*. Vor diesem Hintergrund wurde das ifeu im März 2020 von der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau beauftragt, eine ergänzende Untersuchung zu den vorliegenden Energie- und Klimaschutzszenarien zu erstellen. Im Rahmen dieses Auftrags war insbesondere ein Ziel-Szenario zu erarbeiten, in dem die CO_2-Emissionen im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) bis zum Jahr 2030 um 80 Prozent gegenüber dem Basisjahr 1990 gesenkt werden. Außerdem waren die im April 2019 vorgelegten Szenarien zu aktualisieren.

Bilanzierungsmethodik für die Szenarien

Für die Bilanzierungsmethodik im Land Bremen wurde im Oktober 2018 empfohlen, in Zukunft die CO_2-Verursacherbilanz des Statistischen Landesamtes für das Klimaschutz-Monitoring zu nutzen. Entsprechende Bilanzen werden vom Statistischen Landesamt jährlich für das Land Bremen und die Städte Bremen und Bremerhaven erstellt. Die CO_2-Verursacherbilanz basiert auf dem Endenergieverbrauch und den damit verbundenen CO_2-Emissionen. Beispielsweise werden die CO_2-Emissionen aus Stromverbrauch mit einem bundesweit einheitlichen Generalfaktor gerechnet. Aufgrund folgender Vorteile wurde diese Empfehlung ausgesprochen:

- Wesentliche Aspekte der Klimaschutzaktivitäten (Energieverbrauchsreduktion, Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmebereich) können durch die Methodik abgebildet werden. Auch wird der in Zukunft voraussichtlich steigende Strom- und Fernwärmeverbrauch entsprechend berücksichtigt.
- Die Bilanzierungsmethodik ist im Rahmen des Länderarbeitskreises Energiebilanzen (LAK) abgestimmt und wird regelmäßig mit anderen Bundesländern überprüft und gegebenenfalls angepasst. Eine Vergleichbarkeit mit anderen Ländern ist somit gegeben. So richten auch die anderen Stadtstaaten Hamburg und Berlin ihre Klimaschutzziele an der LAK-Verursacherbilanz aus.
- Die LAK-Verursacherbilanz war bisher wesentliche Datengrundlage für die Energie- und CO_2-Bilanzierung für das Land Bremen. Eine dauerhafte Fortschreibung ist durch den gesetzlichen Auftrag an die Statistischen Landesämter gegeben. Auch liegt die Bilanz lückenlos bereits bis zurück ins Jahr 1990 vor.

Für verschiedene mit der neuen Bilanzmethodik verbundene Nachteile bzw. die fehlende Darstellung regionaler Klimaschutzbemühungen (z. B. im Bereich der lokalen Stromerzeugung) wurden in den Empfehlungen zur Bilanzierungsmethodik ergänzende Differenzierungsansätze und weitere Auswertungsmöglichkeiten innerhalb der Einzelsektoren aufgezeigt (vgl. Abschnitt 3.1).

Fünf Entwicklungspfade im Klimaschutz im Land Bremen bis zum Jahr 2030

Szenarien können u.a. dazu dienen, die Wirkung von verschiedenen Rahmenbedingungen auf die zukünftige Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen abzuschätzen. Für das Land Bremen und die zwei Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven wurden in Abstimmung mit der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau in der vorliegenden Studie fünf Szenarien für das Jahr 2030 definiert, berechnet und gegenübergestellt. Die in der Vorläuferstudie enthaltenen drei Szenarien wurden entsprechend aktualisiert und angepasst (vgl. Abschnitt 3.2).

In vier Forecast-Szenarien wurde überprüft, wie sich verschiedene Maßnahmen auf die CO_2-Emissionen des Landes auswirken. Je nach Intensität der Maßnahmen unterscheiden sich die Berechnungsergebnisse. Neben einem Referenz-Szenario wurden ein Referenz 2-Szenario, ein Klimaschutz-Szenario sowie ein Klimaschutz+ Szenario seitens des Gutachter-Teams berechnet, welche sich folgendermaßen unterscheiden:

- Das Referenz-Szenario beschreibt den hypothetischen Fall, dass bestehende Klimaschutzmaßnahmen auf Ebene des Landes Bremen und seiner beiden Stadtgemeinden ab dem letzten vorliegenden Bilanzjahr (2017) nicht weiter fortgeführt werden und auch das Klimaschutzprogramm 2030 auf Bundesebene nicht umgesetzt wird.
- Das Referenz 2-Szenario berücksichtigt im Unterschied zum Referenz-Szenario zusätzlich, welche Auswirkungen die Maßnahmen des von der Bundesregierung verabschiedeten Klimaschutzprogramms 2030 haben.
- Das Klimaschutz-Szenario baut auf dem Referenz 2-Szenario auf und beschreibt darüber hinaus, welche Auswirkungen mit einer Fortsetzung und Intensivierung der Klimaschutzaktivitäten auf Landes- und kommunaler Ebene verbunden sind. Hierbei werden auch die in der Koalitionsvereinbarung 2019 vorgesehenen Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt.
- Im Klimaschutz+ Szenario werden die Klimaschutzaktivitäten auf Landes- und kommunaler Ebene nochmals intensiviert und durch eine ambitionierte Klimaschutzpolitik auf überregionaler Ebene begleitet. Das Klimaschutz+ Szenario geht demnach von einer Intensivierung der Klimaschutzaktivitäten auf allen politischen Ebenen aus.

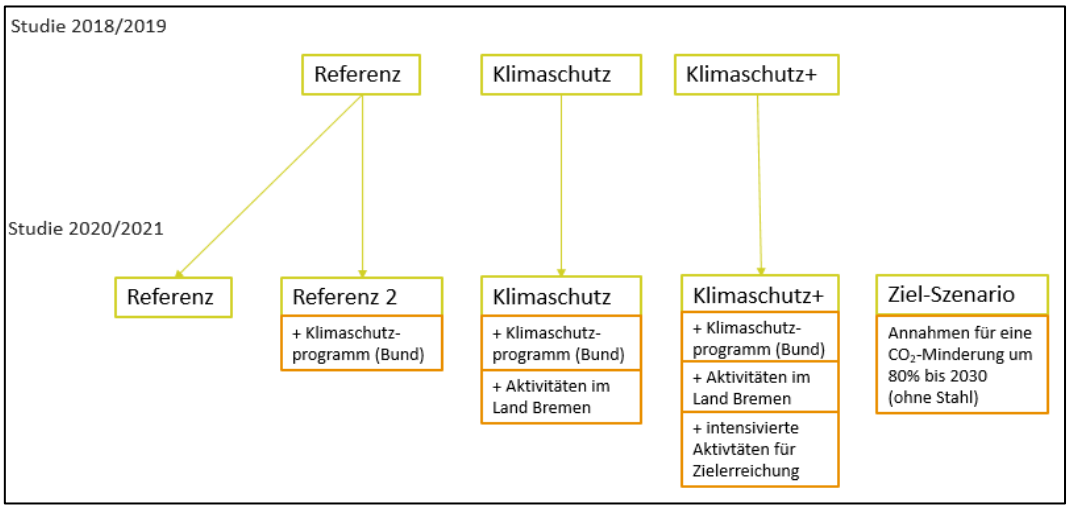

Abbildung 1-1: Übersicht über die Szenarien der ursprünglichen und aktuellen Studie

Neben den vier Forecast-Szenarien wurde ein Backcast-Szenario erstellt, welches prüft, unter welchen Annahmen sich die CO_2-Emissionen im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) bis zum Jahr 2030 um 80 % reduzieren lassen. Da dieses Ziel-Szenario nicht Maßnahmen-basiert ist, wurden zwei Zielpfade dargestellt, welche jeweils unterschiedliche Strategien im Klimaschutz abbilden:

- Senkung des Energieverbrauchs durch Effizienz/Suffizienz
- Dekarbonisierung des Energiesystems durch erneuerbare Energien

Mit beiden Pfaden wird das 80%-Ziel bis zum Jahr 2030 erreicht. Aufgrund des kurzen Zeitraums von knapp neun verbleibenden Jahren enthalten beide Pfade viele Aspekte des anderen Bereichs. Die Pfade bilden die äußeren Bandbreiten eines noch nicht definierten Zielpfades ab, der letztendlich für Bremen ausgehandelt werden müsste.

Grundlagen für die Szenarien

Die Szenarien wurden anhand verschiedener für das Land Bremen kalibrierter Modelle des ifeu-Instituts, Informationen zu absehbaren Trendentwicklungen relevanter Rahmenbedingungen (z.B. Bevölkerung, Verkehrsmengen) sowie in Hinblick auf geplante oder diskutierte Klimaschutzaktivitäten im Land Bremen (u.a. Analyse des KEP-Programms) definiert (vgl. Abschnitt 3.3). Eine weitere wichtige Grundlage für die Erstellung des Klimaschutz-Szenarios und des Klimaschutz+ Szenarios waren Gespräche über vorgesehene und zukünftige Klimaschutzaktivitäten mit verschiedenen zentralen Akteuren im Land Bremen, welche im Sommer 2018 und – in kleinerem Rahmen – noch einmal im Sommer 2020 geführt wurden.

Des Weiteren wurden die Rückmeldungen aus einem Szenario-Workshop mit Akteuren aus Bremen und Bremerhaven im Oktober 2018 in der ergänzenden Studie berücksichtigt. Eine Frage, welche von den Teilnehmer*innen des Szenarien-Workshops diskutiert wurde, war, inwieweit bei den Klimaschutzzielen die Stahlindustrie berücksichtigt werden soll. In der Energie- und CO_2-Bilanz des Landes Bremen macht alleine dieser Sektor nahezu die Hälfte des Energieverbrauchs und der damit verbundenen CO_2-Emissionen aus. Es wurde mehrheitlich gewünscht, dass die Szenarien sowohl mit als auch ohne Stahlindustrie berechnet und dargestellt werden sollen. Inwieweit die Stahlindustrie letztlich Teil der Klimaschutzziele sein soll, wird in den Empfehlungen erörtert (vgl. Abschnitt 10.2).

Zentrale Ergebnisse der Szenarien

Für die insgesamt fünf Szenarien wurden auf Basis der modifizierten Annahmen der Endenergieverbrauch und die damit verbundenen CO_2-Emissionen ermittelt. Sie wurden in Hinblick auf ihre Entwicklung gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 berechnet. Darüber hinaus wurden die Szenarien sowohl ohne Stahlindustrie (vgl. Abbildung 1-2) als auch mit Stahlindustrie (Tabelle 1-1) berechnet. Der Vergleich der Szenarien findet sich im Kapitel 8 (Forecast-Szenarien) und Abschnitt 9.4 (Klimaschutz+ und Ziel-Szenario).

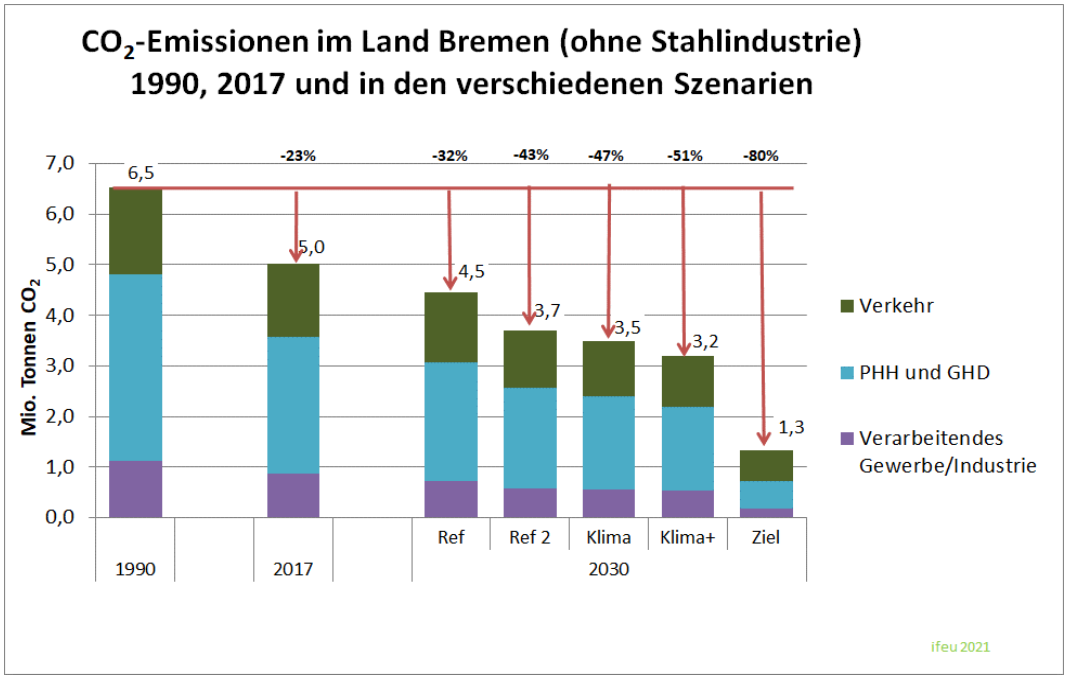

Abbildung 1-2: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) der verschiedenen Szenarien 2030 (ohne Stahlindustrie)

Bis zum Jahr 2017 konnten ohne Berücksichtigung der Stahlindustrie 23 % an CO_2 gegenüber dem Jahr 1990 im Land Bremen eingespart werden. Im Referenz-Szenario wurde berechnet, dass die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 um 32 % sinken können (vgl. Kapitel 4). Im Referenz 2-Szenario können aufgrund der Abschätzungen der Wirkungen des Klimaschutzprogramms 2030 bis zu 43 % eingespart werden (vgl. Kapitel 5). Durch weitere Aktivitäten der Bremer Akteure, welche im Klimaschutz-Szenario berücksichtigt werden, können die CO_2-Emissionen um 47 % gegenüber 1990 gesenkt werden (vgl. Kapitel 6). Im Klimaschutz+ Szenario sind durch intensivierte Klimaschutzaktivitäten auf allen Ebenen CO_2-Einsparungen bis zu 51 % gegenüber 1990 erreichbar (vgl. Kapitel 7). Im Ziel-Szenario können die angestrebten Einsparungen von 80 % unter den in Kapitel 9 aufgeführten Annahmen erreicht werden.

Betrachtet man die Ursachen für die Differenz zwischen Referenz- und Klimaschutz+ Szenario von knapp 1,4 Mio. Tonnen CO_2 finden sich im stationären Bereich, der 0,9 Mio. Tonnen verzeichnet, v.a. zwei Ursachen: Neben der Bereitstellung eines klimafreundlicheren Strommixes spielen Aspekte der Energieeinsparung, insbesondere der Steigerung der energetischen Sanierungsrate und der Steigerung der jährlichen Energieproduktivität im Industriesektor, eine wichtige Rolle. Im Verkehr mit etwa 0,4 Mio. Tonnen Einsparungen zwischen den beiden Szenarien sind v.a. die Nutzung erneuerbarer Kraftstoffe und Reduktionen im Lkw-Verkehr (Effizienz und Reduktion Verkehrsmenge) relevant (vgl. dazu Kapitel 8).

Die zusätzlichen CO_2-Minderungen im Ziel-Szenario gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario von 1,9 Mio. Tonnen werden in den zwei Pfaden auf unterschiedliche Weise erreicht. Während in Zielpfad 1 v.a. Energieeffizienzaspekte und Suffizienz im stationären Bereich die Einsparungen ausmachen, leistet in Zielpfad 2 auch die Umstellung der Wärmeversorgung auf klimafreundlichere Energieträger einen erheblichen Beitrag. Der verbesserte Strommix macht mit etwa einem Drittel eine zusätzliche Reduktion gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario aus. Im Verkehrsbereich sind in Zielpfad 1 die Verminderung des motorisierten Individualverkehres (MIV), die Elektromobilität und die Verbesserung des Strommixes wichtig. In Zielpfad 2 spielen zunächst erneuerbare Kraftstoffe und der verbesserte Strommix eine Rolle (vgl. dazu Abschnitt 9.4). An dritter Stelle für die Unterschiede zwischen den Szenarien wurde die unterschiedlichen Annahmen zur Elektromobilität identifiziert.

In Tabelle 1-1 wird dargelegt, wie sich die Ergebnisse ändern, wenn die Bremer Stahlindustrie in die Betrachtung mit einbezogen wird. So konnten zwischen 1990 und 2017 13 % der CO_2-Emissionen eingespart werden, da in der Stahlindustrie die Emissionen im gleichen Zeitraum um 2 % gestiegen sind und somit die Minderungen in den anderen Sektoren entsprechend kompensiert haben. Zukünftige CO_2-Einsparungen liegen im Referenz-Szenario im Jahr 2030 gegenüber 1990 bei rund 26 %. Im berechneten Referenz 2-Szenario erhöhen sich die Einsparungen gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 auf 35 % und im Klimaschutz-Szenario auf insgesamt 37 %. Im Klimaschutz+ Szenario können unter Einbezug der Stahlindustrie die CO_2-Emissionen um insgesamt 39 % gegenüber 1990 reduziert werden[1].

Tabelle 1-1: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) der verschiedenen Szenarien 2030 (mit Stahlindustrie)

	1990	2017	2030 Referenz	2030 Referenz 2	2030 Klimaschutz	2030 Klimaschutz+
Land Bremen (ohne Stahlindustrie) (Mio. Tonnen CO_2)	6,5	5,0	4,5	3,7	3,5	3,2
Stahlindustrie (Mio. Tonnen CO_2)	4,7	4,8	3,9	3,6	3,6	3,6
Land Bremen (einschließlich Stahlindustrie) (Mio. Tonnen CO_2)*	**11,2**	**9,8**	**8,3**	**7,3**	**7,1**	**6,8**
Gegenüber 1990 (in %)		**-13 %**	**-26 %**	**-35 %**	**-37 %**	**-39 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

[1] Im Rahmen der Studie war eine Berechnung der Stahlindustrie für das Ziel-Szenario nicht beauftragt.

Empfehlungen zur Festlegung von Klimaschutzzielen 2030 für das Land Bremen

Die Empfehlungen zur Festlegung von Klimaschutzzielen in der Studie 2019 griffen u.a. die Meinungsbilder im Szenarien Workshop im Oktober 2018 auf. Dort wurden von einem Großteil der Teilnehmer*innen ambitionierte und ausdifferenzierte Klimaschutzziele gewünscht. In der ergänzenden vorliegenden Studie werden verschiedene Möglichkeiten bei der Festlegung der Klimaschutzziele anhand der vorgestellten Szenarien diskutiert (vgl. Kapitel 9.5).

Ambitionsgrad der Ziele

Aus Sicht des Gutachter-Teams kann der Ambitionsgrad der Klimaschutzziele des Landes auf Basis der Szenarien unter den folgenden drei Prämissen diskutiert werden:

1) Erreichung der Mindest-Langfristziele: Klimaschutzziele in Anlehnung an das Klimaschutz-Szenario

Sollen die Langfristziele 2050 im Klimaschutz erfüllt werden, wird mit dem Klimaschutz-Szenario ein Szenario präsentiert, in dem ein Erreichen des unteren Spektrums der langfristigen Bremer Klimaschutzziele (-80 % bis 2050) möglich erscheint. Dafür müssten die jährlichen CO_2-Minderungen nach 2030 in gleicher Weise fortgeführt werden, wie sie bis 2030 im Szenario berechnet wurden.

Ein Merkmal des Klimaschutz-Szenarios ist, dass es im Gegensatz zum Klimaschutz+ Szenario bereits mit der Intensität der aktuellen und geplanten Maßnahmen im Rahmen der Koalitionsvereinbarung sowie einer entsprechenden Weiterentwicklung des KEP im Land Bremen voraussichtlich erreichbar ist. Die Wahrscheinlichkeit, den gesetzten Zielwert zu verfehlen, ist damit deutlich geringer als bei den ambitionierteren vorgestellten Szenarien.

2) Erreichung ambitionierter Langfristziele: Klimaschutzziele in Anlehnung an das Klimaschutz+ Szenario

Mit den Ergebnissen des Klimaschutz+ Szenarios würde das Land Bremen sich auf einen Pfad bewegen, der in etwa mit aktuellen Mittel- und Langfristzielen auf Bundesebene übereinstimmt. Mit dem Klimaschutz+ Szenario wäre auch ein Ziel von -95 % CO_2-Reduktion im Jahr 2050 in Bremen zu erreichen (vgl. Abbildung 1-3). Voraussetzung dafür ist, dass auch nach 2030 noch ähnlich hohe jährliche Minderungsraten erreicht werden wie im untersuchten Zeitraum bis 2030. Die Zielerreichung wird vom Gutachter-Team aus Sicht bestehender Instrumente und Maßnahmen bereits als ambitioniert bewertet. Soll dieses Ziel erreicht werden, dann müssen bis dahin entsprechende zusätzliche Maßnahmen in allen Sektoren und über alle politischen Entscheidungsebenen hinweg ergriffen werden. Mit den aktuellen beschlossenen und berücksichtigten Maßnahmen im Klimaschutz-Szenario besteht gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario noch eine Ziellücke. Hier müsste also sowohl auf Landes- als auch auf Bundesebene noch nachgesteuert werden.

3) Hochambitionierter Klimaschutz mit noch auszuformulierenden Maßnahmen: Klimaschutzziele in Anlehnung an das Ziel-Szenario

Die Wirkungen des Klimaschutzprogramms 2030 in den Szenarien zeigen, dass sich das Land Bremen in einem Multilevel Governance System befindet und Maßnahmen(pakete) verschiedener Ebenen miteinander interagieren. Nur wenn alle Ebenen diese Maßnahmen miteinander verzahnen und aufeinander abstimmen, besteht im Grunde die Chance, dass letztendlich die Akteure vor Ort zu klimafreundlichem Handeln bewegt werden. Vom Ambitionsgrad der Klimaschutzziele auf verschiedene Ebenen hängt wiederum die Schärfe und Tiefe der Maßnahmen ab.

Die aufgeführten Annahmen in den beiden Zielpfaden des Ziel-Szenarios müssten mit entsprechend scharfen und tiefen Maßnahmen auf allen Ebenen unterlegt werden, um bereits im Jahr 2030 eine Einsparung von 80 % CO_2 gegenüber 1990 erzielen zu können. Das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung ist derzeit jedoch darauf ausgelegt, ein nationales Klimaschutzziel von -55 % der Treibhausgase (THG) bis 2030 zu erreichen. Mit

diesem Klimaschutzziel als Rahmenbedingung stehen die Länder vor der Herausforderung in Eigenregie ambitioniertere Klimaschutzziele zu verfolgen, solange die übergeordneten Rahmenbedingungen nicht auf ambitioniertere Ziele ausgelegt sind.

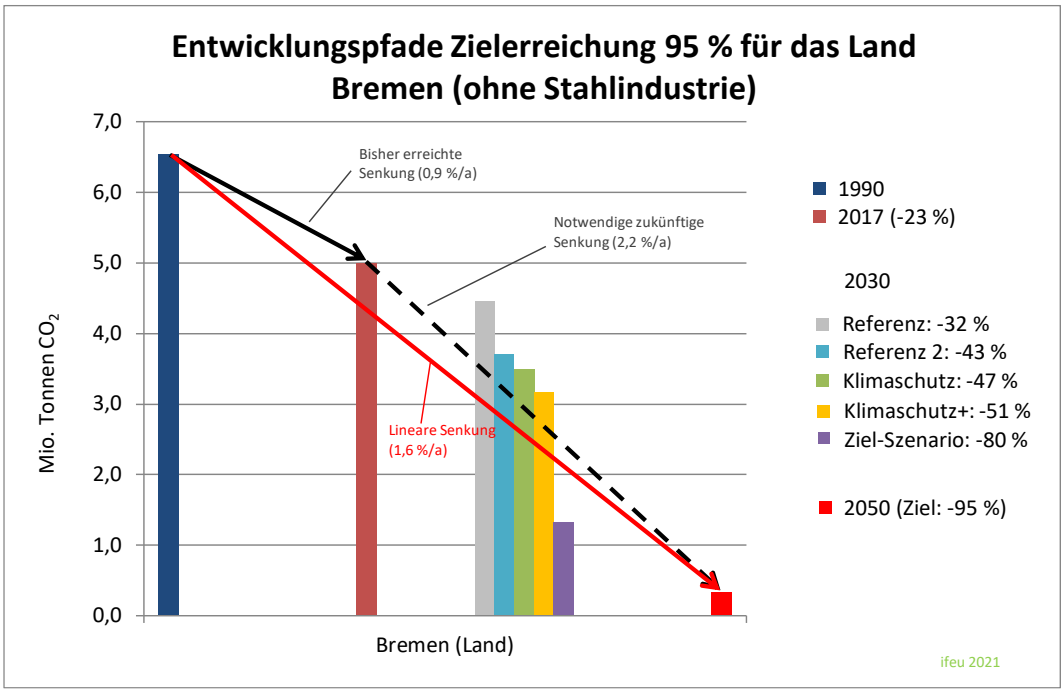

Abbildung 1-3: Möglicher Entwicklungspfad für die Zielerreichung 95 % von 1990 bis zum Jahr 2050

Ausdifferenzierung der Ziele

Auf dem Szenarien-Workshop im Oktober 2018 wurden zusätzliche Ausdifferenzierungen des Klimaschutzziels des Landes Bremen diskutiert. Je nachdem, welches Szenario als Grundlage der Klimaschutzziele 2030 ausgewählt wird, lassen sich die Klimaschutzziele weiter ausdifferenzieren bzw. mit Hilfe von Indikatoren überprüfen. Dies kann unterschiedlich detailliert erfolgen, was in Abbildung 1-4 abgebildet ist.

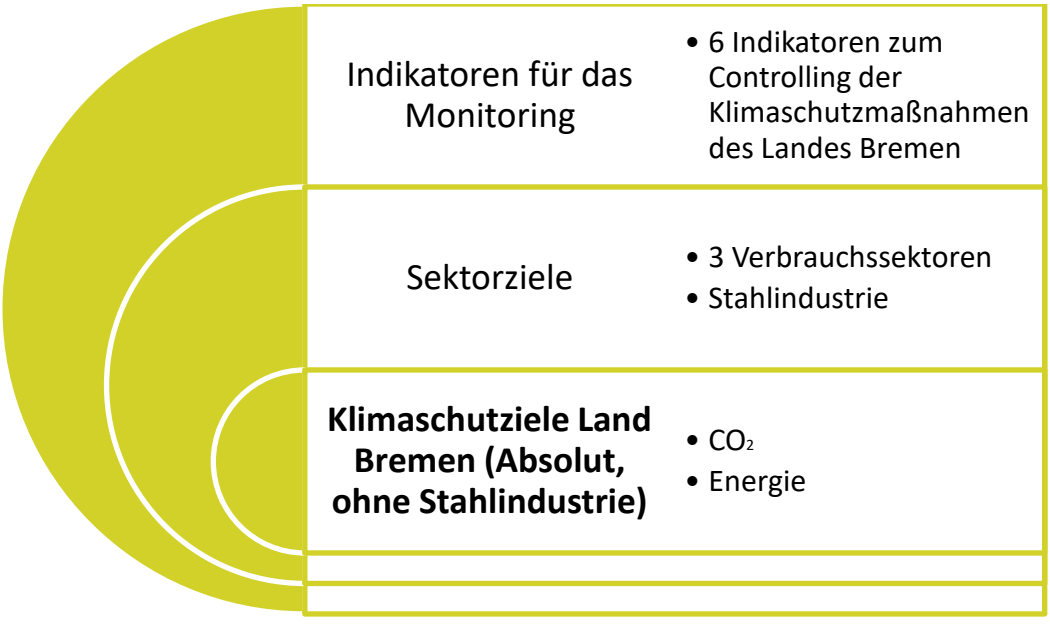

Abbildung 1-4: Verschiedene mögliche Klimaschutzziele des Landes Bremen

Das Kernziel in diesem Vorschlag beinhaltet die Reduktion der gesamten CO_2-Emissionen im Land und des damit verbundenen Energieverbrauchs. Es wird dringend empfohlen, die Entwicklung des Energieverbrauchs zu berücksichtigen, da nachhaltige Klimaschutzpolitik nur mit gleichzeitiger Reduzierung des Energieverbrauchs einhergeht und auch auf Bundesebene Energieverbrauchsminderungsziele im Klimaschutz formuliert sind.

Auf Basis der Szenarien lassen sich im nächsten Schritt zusätzliche Sektorziele (inkl. Stahlindustrie) für einzelne Verbrauchssektoren ableiten. Damit bietet sich die Möglichkeit zu prüfen, inwieweit sich jeder Verbrauchssektor auf dem angestrebten Klimaschutzpfad befindet, um die erforderlichen Sektorbeiträge zur Erreichung der Gesamtziele für Energieverbrauch und CO_2-Emissionen zu leisten.

Für das Klimaschutz-Monitoring und eine detaillierte Bewertung der Zielerreichung können wiederum die im CO_2-Monitoring berechneten Ergebnisse sowie ergänzende statistische Größen und Befragungsergebnisse für verschiedene Indikatoren abgeleitet und dafür Ziele formuliert werden.

2 Vorbemerkung

Laut Bremischem Klimaschutz- und Energiegesetz ist der Senat dazu verpflichtet, ein quantitatives Klimaschutzziel für das Jahr 2030 festzulegen. Zur fachlichen Vorbereitung hatte der damalige Senator für Umwelt, Bau und Verkehr im April 2018 einen Auftrag zur Erarbeitung von Energie- und Klimaschutzszenarien für das Land Bremen mit dem Zeithorizont 2030 vergeben. Auftragnehmer war das ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Unterauftrag war die beks EnergieEffizienz GmbH als lokaler Partner beteiligt. Der Endbericht für das Projekt wurde dem Senator für Umwelt, Bau und Verkehr im April 2019 vorgelegt.

In der Folge wurden im Rahmen der Vereinbarung zur Zusammenarbeit in einer Regierungskoalition für die 20. Wahlperiode der Bremischen Bürgerschaft (2019-2023) vom Juli 2019 („Koalitionsvereinbarung“) folgende Aussagen getroffen:

„Wir bekennen uns zum Klimaschutzabkommen von Paris und dessen Ziel, die Erderwärmung auf deutlich unter 2°C zu begrenzen. Unsere Klimapolitik orientieren wir am dafür verbleibenden CO_2-Budget. Für das Bremer Klimaziel bis 2030 bedeutet das eine Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um 80 Prozent.“

Die Bremische Bürgerschaft hat mit Beschluss vom 30. Januar 2020 erklärt, dass sich das Land Bremen in einer Klimanotlage befindet und in diesem Zusammenhang den Senat u.a. aufgefordert, *„… die anstehende Fortschreibung des Klima- und Energieprogramms an einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2030 von mindestens 80 Prozent gegenüber 1990 zu orientieren, darin geeignete Maßnahmen und Szenarien zum Erreichen dieses Ziels zu beschreiben und die Fortschreibung zeitnah vorzulegen …“*

Vor diesem Hintergrund wurde das ifeu von der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau im März 2020 beauftragt, eine ergänzende Untersuchung zu den vorliegenden Energie- und Klimaschutzszenarien zu erstellen.

Der Auftrag aus dem Jahr 2018 wurde in zwei Teile untergliedert. In Teil A des Auftrages sollten die bislang genutzte Bilanzierungsmethodik zur Bewertung der Umsetzung des Klimaschutz- und Energieprogramms (KEP-Systematik) geprüft und Vorschläge für eine mögliche methodische Anpassung benannt werden. Diese Prüfung erfolgte auf Basis bestehender Bilanzierungsmethoden sowie einem Austausch mit lokalen Akteuren, die im Rahmen eines Workshops zur Energie- und CO_2-Bilanzierungsmethodik im August 2018 konsultiert wurden. Das Ergebnis wurde im Oktober des Jahres 2018 in einem Endbericht präsentiert. Nach Abwägung verschiedener Aspekte wurde für die zukünftige Energie- und CO_2-Bilanzierung des Landes die Methode der Verursacherbilanz nach dem Länderarbeitskreis Energiebilanzen (LAK) empfohlen.

Auf Basis dieser Empfehlung wurden in Teil B die Szenarien für das Jahr 2030 berechnet. Grundlage der Szenarienerstellung war ein Austausch mit lokalen Stakeholdern zu geplanten Aktivitäten, welche in die Szenarien eingeflossen sind. In einem Szenarien-Workshop im Oktober 2018 wurde zudem mit lokalen Akteuren diskutiert, inwieweit die Ziele des Landes und die damit verbundenen Aktivitäten ausdifferenziert werden sollten. Diese Wünsche sind in die Berechnungen und Empfehlungen des Berichts von April 2019 eingeflossen.

Der vorliegende Bericht ist nun eine ergänzende Untersuchung zu Teil B aus dem Jahr 2019. Für die Leser*innen wurde er jedoch so verfasst, dass er als eigenständige Studie gelesen werden kann.

Im Rahmen des vorliegenden Berichts wurde zum einen ein Ziel-Szenario erstellt, welches prüft, mit welchen Annahmen sich die CO_2-Emissionen im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) bis 2030 um 80 % gegenüber 1990 reduzieren lassen. Daneben wurden die bislang vorliegenden Szenarien aktualisiert. In der Studie 2019 bestanden in einigen Bereichen noch Unsicherheiten, welche Strategien die lokalen Stakeholder umsetzen wollen. In den vergangenen zwei Jahren wurden diese Strategien konkretisiert. So wurde z.B. nun eine Nachfolgelösung für den Kohlestandort Hastedt festgelegt und der Grundstein für die neue Anlage gelegt. Auch auf Bundesebene erfolgte mit dem „Klimaschutzprogramm 2030“ der Bundesregierung eine Konkretisierung der überregionalen Rahmenbedingungen, die direkt und indirekt Bremer Akteure bzw. deren Energieverbräuche und CO_2-Emissionen betreffen.

Im vorliegenden Bericht findet sich dementsprechend nun ein Backcast-Szenario mit zwei Zielpfaden für eine Reduktion der CO_2-Emissionen um 80 % bis 2030. Diese Zielpfade sind (noch) nicht Maßnahmen-basiert und die Erreichung der Ziele ist daher noch nicht absehbar. Die beiden Zielpfade stellen Bandbreiten dar, welche entweder eine Energieeinsparung (Effizienz und Suffizienz) oder klimafreundliche Energiebereitstellung (Konsistenz) im Fokus haben. Die konkrete Ausgestaltung eines für das Land Bremen geeigneten Zielpfades könnte innerhalb dieses Zielkorridors im Rahmen lokaler Aushandlungsprozesse erfolgen.

Die Wirkung von verschiedenen (geplanten) Maßnahmen finden sich in den aktualisierten Forecast-Szenarien, welche die Klimaschutzmaßnahmen auf regionaler und überregionaler Ebene bewerten und die resultierenden CO_2-Einsparungen berechnen.

3 Methodik und Grundlagen

3.1 Bilanzierungsgrundlage für die Szenarien 2030

3.1.1 Bilanzierungsmethodik für die Szenarien 2030

In Teil A des ursprünglichen Auftrages wurde das ifeu seitens des Landes Bremen beauftragt, die bislang genutzte Bilanzierungsmethodik zur Bewertung der Umsetzung des Klimaschutz- und Energieprogramms (KEP-Systematik) zu prüfen und Vorschläge für eine mögliche methodische Anpassung zu nennen[2]. Diese Prüfung erfolgte auf Basis bestehender Bilanzierungsmethoden sowie eines Austausches mit lokalen Akteuren, die im Rahmen eines Workshops zur Energie- und CO_2-Bilanzierungsmethodik konsultiert wurden. Untersucht wurden im Rahmen von Teil A folgende mögliche Bilanzierungsmethoden:

- KEP-Systematik: Die zugrundeliegende Methodik wurde im Rahmen der Erstellung des Klimaschutz- und Energieprogramms 2020 entwickelt. Diese Bilanzierung basiert auf den Energiebilanzen des Statistischen Landesamtes, wurde jedoch an verschiedenen Stellen methodisch angepasst.
- Bilanzierungsstandard Kommunal (BisKo): Dieser Standard wurde vom ifeu im Rahmen eines Projekts für das Bundesumweltministerium zur Standardisierung von Energie- und CO_2-Bilanzen für Kommunen entwickelt. Ziel dieses Standards ist, dass alle Kommunen in Deutschland einheitlich bilanzieren.
- CO_2-Verursacherbilanz und CO_2-Quellenbilanz des Statistischen Landesamtes: Beide Bilanzen werden seitens des Statistischen Landesamtes jährlich ermittelt und basieren auf der vom Landesarbeitskreis Energiebilanzen (LAK) bundesweit festgelegten Bilanzierungsmethodik für die Bundesländer.

Nach Auswertung der verschiedenen Bilanzen, der Ergebnisse des Workshops und der Gespräche mit verschiedenen Akteuren empfahl das Gutachter-Team, für die regelmäßige Überprüfung der Klimaschutzziele des Landes Bremen zukünftig die LAK-Verursacherbilanz zu nutzen und diese mit verschiedenen Zusatzauswertungen zu begleiten.

Folgende Gründe, welche in dieser Reihenfolge die Zielrelevanz der Teilnehmer*innen des Workshops widerspiegeln, waren ausschlaggebend für diese Empfehlung:

- Wesentliche Aspekte der Klimaschutzaktivitäten (Energieverbrauchsreduktion inkl. Stromverbrauch, Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmebereich) können durch die LAK-Methodik abgebildet werden. Andere Aspekte bzw. Aktivitäten können nur bedingt abgebildet werden, worauf aber in Zusatzauswertungen in den betreffenden Bereichen eingegangen werden kann (vgl. Unterabschnitt 3.1.2).
- Die LAK-Verursacherbilanz stellte bereits bisher die wesentliche Datengrundlage für die Energie- und CO_2-Bilanzierung für das Land Bremen dar. Eine dauerhafte Fortschreibung ist durch den gesetzlichen Auftrag an die Statistischen Landesämter gegeben.

[2] vgl. Endbericht des ifeu zu Teil A des Ursprungsauftrages im Oktober 2018

- Die Bilanzierungsmethodik ist im Rahmen des Länderarbeitskreises Energiebilanzen abgestimmt und wird regelmäßig mit anderen Bundesländern überprüft und gegebenenfalls angepasst. Somit liegt eine Vergleichbarkeit mit anderen Ländern vor[3]. Da die KEP-Ziele sich auf das Bundesland Bremen beziehen, wird empfohlen, dass sich die Ziele an dieser vergleichbaren Landesbilanz-Methodik orientieren.
- Die LAK-Verursacherbilanzen liegen gegenüber den anderen beiden Varianten lückenlos seit dem Jahr 1990 vor.

3.1.2 Unterschiede der LAK-Methodik gegenüber der KEP-Methodik

Methodisch unterscheidet sich die bisherige KEP-Methodik von der LAK-Methodik in verschiedenen Punkten, welche im Folgenden kurz erläutert werden.

Bewertung von Stromverbrauch

In der KEP-Methodik wurde zur Bewertung des Stromverbrauchs ein eigener lokaler Strommix ermittelt, um die mit dem Stromverbrauch verbundenen CO_2-Emissionen zu bewerten. Dazu wurde der Stromverbrauch mit für die beiden Städte Bremen und Bremerhaven spezifischen Emissionsfaktoren multipliziert. Für die Berechnung des Strommixes werden weitestgehend alle Erzeugungsanlagen berücksichtigt, die in den Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven einspeisen. Unberücksichtigt bleiben das Kraftwerk Farge, das in das überregionale Verbundnetz einspeist, sowie die Erzeugung von Fahrstrom für die Deutsche Bahn im Kraftwerk Mittelsbüren der swb-Gruppe. Die Zurechnung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erfolgt nach dem Territorialprinzip, d. h. in die Berechnung der Emissionsfaktoren gehen alle Anlagen ein, die sich auf dem Gebiet der Stadtgemeinde Bremen bzw. der Stadtgemeinde Bremerhaven befinden. Dementsprechend wird angenommen, dass kein erneuerbarer Strom importiert wird. Für die Bewertung der Stromimporte wurde der mittlere CO_2-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes ohne erneuerbare Stromerzeugung zugrunde gelegt.

Bei der LAK-Verursacherbilanz wird in allen Bundesländern mit einem einheitlichen Bundesstrommix (Generalfaktor) gerechnet. Die Einspeisung der Erzeugungsanlagen im Land Bremen ist zwar in diesem enthalten, hat jedoch nur eine sehr geringe Auswirkung.

Für die Szenarienberechnung bedeutet dies, dass eine Umstellung des Kraftwerksparks im Land Bremen (z.B. ein Kohleausstieg oder Ausbau erneuerbarer Energien) nur über den Bundesmix abgebildet wird. Die Emissionen der lokalen Anlagen finden sich neben der Zuordnung zum Bundesmix bei Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)-Prozessen zusätzlich noch bei der Bewertung der CO_2-Intensität der bereitgestellten Fernwärme (vgl. nächster Punkt).

Allokation von KWK-Produkten (Bewertung der Fernwärme)

Neben der Ermittlung des Stromemissionsfaktors ist der Fernwärmeemissionsfaktor ein weiterer wichtiger Emissionsfaktor in der CO_2-Bilanzierung. Bei KWK-Anlagen stellt sich die Frage nach der Aufteilung der entstehenden Emissionen auf die beiden Koppelprodukte Strom und Wärme. Hierbei gibt es unterschiedliche Berechnungsverfahren.

In der KEP-Methodik werden Großanlagen nach der Brennstoffmehraufwand-Methode berechnet und kleinere dezentrale KWK-Anlagen nach der finnischen Methode.

In der LAK-Verursacherbilanz wird nur nach der finnischen Methode gerechnet. Die finnische Methode, die u.a. über die EU-Dienstleistungsrichtlinie eingebracht wurde, begünstigt bei der Allokation der entstehenden

[3] Beispielsweise richten die beiden anderen Stadtstaaten Hamburg und Berlin ihre Klimaschutzziele ebenfalls an der LAK Verursacherbilanz aus (Berlin: http://www.bgmr.de/system/publications/files/000/000/021/original/B_Klimaneutrales_Berlin_2050.pdf?1522997369; Hamburg: https://www.hamburg.de/klimaplan/13254806/verursacherbilanz-2017/

CO_2-Emissionen die Stromseite zu Ungunsten der Wärmeseite. Aus diesem Grund eignet sie sich nur bedingt dazu, die Relevanz lokaler KWK-Wärme zu bewerten. Daher wurde empfohlen, für die Fernwärme neben der LAK-Methodik noch weitere Bewertungsmethoden im Land Bremen zu installieren. In den vorliegenden Szenarien wird jedoch mit der finnischen Methode gemäß der LAK-Methodik gerechnet.

Zuordnung der CO_2-Emissionen durch Abfallverbrennung

Im Rahmen der KEP-Systematik werden die CO_2-Emissionen von Abfallverbrennungsanlagen im Land Bremen vollständig der Funktion der Abfallentsorgung zugeordnet. Dies bedeutet, dass die kompletten CO_2-Emissionen dem Sektor „Verarbeitenden Gewerbe“ (Wirtschaftszweig „Sonstige Wirtschaftszweige“) zugeordnet werden. Um eine Doppelzählung zu vermeiden, werden die in den Anlagen erzeugten Produkte Strom und Fernwärme mit einem Emissionsfaktor von 0 t CO_2/MWh bewertet.

Bei den LAK-Verursacherbilanzen werden die CO_2-Lasten der Abfallverbrennung nicht dem Entsorgungssektor, sondern den Umwandlungsprodukten zugeordnet. Bei diesem Prinzip werden die mit der Verbrennung verbundenen Emissionen ermittelt und die CO_2-Lasten nach der finnischen Methode (s.o., Allokation von KWK-Produkten) den Produkten Strom und Wärme zugeordnet. Ziel dieses Prinzips ist es, die im Kraftwerk erzeugten CO_2-Emissionen dem Endverbraucher der erzeugten Produkte Strom und Fernwärme zuzuordnen. Für die Szenarienberechnung hat dies zur Folge, dass Fernwärme aus Abfall nicht emissionsfrei bewertet wird.

3.1.3 Auswirkungen der neuen CO_2-Bilanzierung

Nach der LAK-Verursacherbilanz ist der absolute Wert der CO_2-Emissionen im Land Bremen (inklusive Stahlindustrie) im Jahr 2017 mit 9,8 Mio. Tonnen um 0,7 Mio. Tonnen (6,6 %) geringer als nach der KEP-Bilanz mit 10,5 Mio. Tonnen (vgl. Abbildung 3-1). Dies ist v.a. darauf zurückzuführen, dass der KEP-Stromfaktor höher ist als der Bundesmix. Zudem werden die CO_2-Emissionen der Abfallverbrennungsanlagen im Land Bremen in der KEP-Bilanz in vollem Umfang berücksichtigt. Die unterschiedliche Allokation der Fernwärme hat nur eine geringe Bedeutung für die Gesamtbilanz. Im Verkehrsbereich ändert sich zwischen der bisher genutzten KEP-Methodik oder der LAK-Verursacherbilanz nichts.

Bei einer Umstellung der Methodik sollten außerdem nach neuer Methodik berechnete Vergleichsdaten für das Basisjahr 1990 und – nach Möglichkeit – auch für weitere Berichtsjahre in der Vergangenheit verfügbar sein. Dies ist bei der LAK-Verursacherbilanz gewährleistet, da die entsprechenden CO_2-Bilanzen jährlich vom Statistischen Landesamt erstellt und veröffentlicht wurden und für den gesamten Zeitraum ab 1990 lückenlos vorliegen.

Wie sich die Wahl der Bilanzierungsmethodik auf die berechnete Entwicklung der CO_2-Emissionen im Land Bremen (inklusive Stahlindustrie) auswirkt, zeigt Abbildung 3-1 am Beispiel der Jahre 1990 und 2017. Danach unterscheiden sich die nach den beiden Methoden berechneten CO_2-Minderungsraten um 2,7 %-Punkte (12,6 % nach LAK-Verursacherbilanz bzw. 9,9 % nach KEP-Methodik). Die Änderung der Methodik zur Berechnung des Generalfaktors ist hier bereits berücksichtigt.[4] Letztere kann als eine der wesentlichen Ursachen dafür angesehen werden, dass die hier dargestellte Abweichung zwischen den beiden Bilanzierungsmethoden größer ausfällt als in den entsprechenden Darstellungen der 2019 vorgelegten Studie.

[4] Die Methodik zur Berechnung des Generalfaktors wurde seitens des LAK Energiebilanzen kürzlich überarbeitet. Die neuen Werte des Generalfaktors liegen zurzeit für das Basisjahr 1990 sowie für die Berichtsjahre 2003 bis 2017 vor. In der vorliegenden Untersuchung wurde die neue Berechnungsmethodik bereits berücksichtigt.

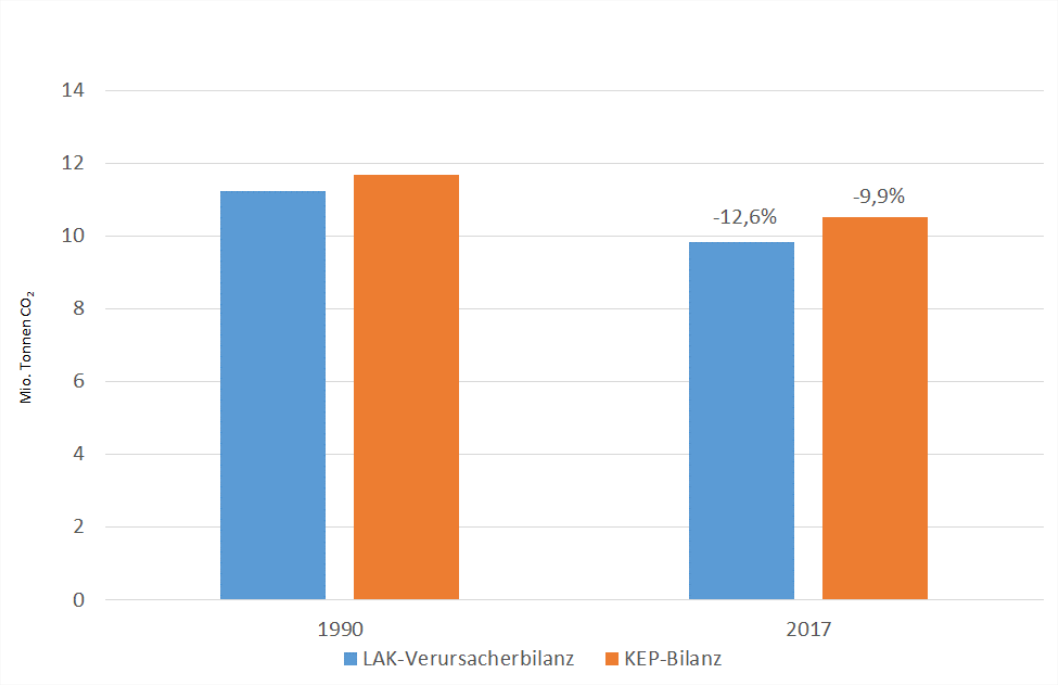

Abbildung 3-1: CO_2-Emissionen im Land Bremen im Jahr 1990 und 2017 (einschl. Stahlindustrie) nach LAK-Verursacherbilanz und KEP-Bilanz. Die Veränderung zwischen beiden Jahren wird in Prozent angegeben.

3.2 Definition der Szenarien

3.2.1 Der Szenario-Begriff

Die Erstellung von Szenarien wird häufig mit konkreten Prognosen verwechselt. Allerdings handelt es sich hierbei um zwei verschiedene Bezeichnungen: Unter einer Prognose versteht man die Vorhersage oder Voraussage der Zukunft. Dies ist im Rahmen von energiewirtschaftlichen Berechnungen nicht möglich, da zukünftige wirtschaftliche, technische und soziale Entwicklungen und Entscheidungen aus heutigem Kenntnisstand heraus nur mit erheblichen Unsicherheiten beurteilt werden können.

Bereits kleine Änderungen und insbesondere Strukturbrüche können zu völlig anderen Zukunftsentwicklungen führen. Aus diesem Grund wird in vielen wissenschaftlichen Studien zur Beurteilung zukünftiger Entwicklungen die Szenario-Technik angewendet. Ein so genanntes Forecast-Szenario untersucht, welche Wirkung die Änderung an wichtigen Stellschrauben auf den Untersuchungsgegenstand in der Zukunft hat und welche Entwicklungen sich daraus unter bestimmten Rahmenbedingungen ergeben. Im Rahmen eines Backcast-Szenarios wiederum ist ein Ziel vorgegeben und innerhalb des Szenarios wird geprüft, mit welchen Stellschrauben das Ziel erreicht werden kann.

Szenarien können u.a. dazu dienen, die Wirkung von verschiedenen Rahmenbedingungen auf die zukünftige Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen abzuschätzen. Sie legen zum Beispiel dar, welche Wirkung eine Änderung der Fahr- und Transportleistungen, der Energieeffizienz der Fahrzeuge, der eingesetzten Energieträger oder die Grenzwertgesetzgebung auf den zukünftigen Energieverbrauch und die Emissionen im Verkehrsbereich hätten.

3.2.2 Fünf Entwicklungspfade im Klimaschutz im Land Bremen bis zum Jahr 2030

Für das Land Bremen und die zwei Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven wurden in Abstimmung mit der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau fünf Szenarien definiert, berechnet und gegenübergestellt. Diese basieren auf unterschiedlichen Annahmen und es ergeben sich dementsprechend unterschiedliche Ergebnisse. Neben einem Referenz-Szenario wurden ein Referenz 2-Szenario, ein Klimaschutz-Szenario sowie ein Klimaschutz+ Szenario seitens des Gutachter-Teams ermittelt. Zusätzlich zu diesen Forecast-Szenarien wurde als Teil des ergänzenden Gutachtens ein Ziel-Szenario generiert, in dem aufgezeigt wird, unter welchen Annahmen die CO_2-Emissionen im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) bis zum Jahr 2030 um 80 % gegenüber dem Niveau des Basisjahres 1990 gesenkt werden könnten (Backcast-Szenario).

Referenz-Szenario

Das Referenz-Szenario bietet die Grundlage für die Szenarienberechnung. Es bildet die Entwicklung von Rahmenbedingungen ab, die unabhängig von der Energie- und Klimaschutzpolitik des Landes Bremen und seiner beiden Stadtgemeinden angenommen werden. Hierzu gehören:

- Demografische Entwicklung
- Wirtschaftliche Entwicklung
- Energiepreisentwicklung
- Sonstige energierelevante Trends (z.B. technischer Fortschritt)
- Energie- und Klimaschutzpolitik auf nationaler und europäischer Ebene (vor 2019).

Im Referenz-Szenario wird eine Entwicklung beschrieben, die in zweifacher Hinsicht hypothetischer Natur ist. Auf der Bundesebene spiegelt das Szenario die Rechtslage vor Beschluss des Klimaschutzprogramms 2030 wider, d.h. es wird angenommen, dass das im Jahr 2019 von der Bundesregierung beschlossene Klimaschutzprogramm 2030 nicht umgesetzt wird. Auf der Ebene des Landes Bremen und seiner beiden Stadtgemeinden beschreibt das Szenario den hypothetischen Fall, dass die im Klimaschutz- und Energieprogramm (KEP) enthaltenen Klimaschutzaktivitäten auf Landes- und kommunaler Ebene seit dem letzten vorliegenden Bilanzjahr (2017) nicht weiter fortgeführt werden.

Eine Ausnahme findet sich bei der Bewertung der von der swb-Gruppe in Aussicht genommenen Stilllegungen der mit Steinkohle befeuerten Kraftwerksblöcke 6 (HKW Hafen) und 15 (HKW Hastedt). Dies wird als Ergebnis einer bundesweiten Entwicklung schon vor dem Klimaschutzprogramm 2030 sowie des verschärften EU-Emissionshandels interpretiert. Daher werden die Stilllegungen bereits im Referenz-Szenario berücksichtigt. Gleiches gilt für die Anpassungsmaßnahmen im Bereich der Fernwärmeversorgung, die infolge der Kraftwerksstilllegungen erforderlich werden. Ebenso wird angenommen, dass die seitens der Stahlindustrie aufgeführten Entwicklungen aufgrund der steigenden CO_2-Emissionshandelspreise erfolgen. Diese Maßnahmen werden deswegen bereits im Referenz-Szenario berücksichtigt.

Das Referenz-Szenario der vorliegenden Studie entspricht in dieser Form dem Referenz-Szenario der ursprünglichen Studie.

Referenz 2-Szenario

Seit Erstellung des letzten Gutachtens wurde seitens der Bundesregierung im Herbst 2019 das Klimaschutzprogramm 2030 verabschiedet. Es enthält einen breiten Maßnahmenkatalog, welcher dafür sorgen soll, dass die Klimaschutzziele des Bundes bis zum Jahr 2030 erreicht werden. Dieser breite und über alle Sektoren entwickelte Maßnahmenkatalog hat auch Auswirkungen auf das Land Bremen und die beiden Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven. Im Referenz 2-Szenario werden diese Auswirkungen der Maßnahmen spezifisch auf die lokalen Verhältnisse bewertet und berechnet. Ein wesentlicher Aspekt des Klimaschutzprogramms 2030 ist der Ausstieg aus der Kohleverstromung und der verstärkte Ausbau erneuerbarer Energien, welcher entsprechende Auswirkungen auf den Generalfaktor zur Bewertung der Stromemissionen hat.

Das Szenario wurde gegenüber der ursprünglichen Studie neu erstellt, um die neuen im Klimaschutzprogramm 2030 festgelegten Rahmenbedingungen auf Bundesebene darstellen zu können.

Klimaschutz-Szenario

Im Klimaschutz-Szenario wird davon ausgegangen, dass die aktuell beschlossene Rechtslage (einschließlich Klimaschutzprogramm 2030) auf EU- und Bundesebene gültig ist. Im Unterschied zum Referenz-Szenario und zum Referenz 2-Szenario wird jedoch davon ausgegangen, dass die Klimaschutzmaßnahmen auf Landes- und kommunaler Ebene bis 2030 weitergeführt und regelmäßig mit einem ähnlichen Intensitätsniveau fortgeschrieben werden. Darüber hinaus werden in diesem Szenario auch geplante Maßnahmen aus der Vereinbarung zur Zusammenarbeit in einer Regierungskoalition für die 20. Wahlperiode der Bremischen Bürgerschaft (2019-2023) aus dem Sommer 2019 berücksichtigt. Das Klimaschutz-Szenario bildet somit die Auswirkungen der Energie- und Klimaschutzpolitik des Landes Bremen und seiner beiden Stadtgemeinden ab.

Im Wesentlichen entspricht dieses Szenario dem Klimaschutz-Szenario der ursprünglichen Studie, indem die Wirkung der lokalen Klimaschutzaktivitäten dargestellt werden. Neu ist, dass diesem Szenario das Referenz 2-Szenario mit den Maßnahmen und Wirkungen des Klimaschutzprogramms 2030 vorgeschaltet ist.

Klimaschutz+ Szenario

Im Klimaschutz+ Szenario werden auf allen Ebenen (EU, Bund, Länder, Kommunen) die energie- und klimaschutzpolitischen Anstrengungen weiter verschärft. Dies basiert auf der Annahme, dass auf die Anzeichen einer Zielverfehlung entsprechend reagiert wird. Z.B. wird mit dem Klimaschutzprogramm 2030 auf Bundesebene eine Ziellücke von etwa 3 % prognostiziert (vgl. Prognos 2020). Für die Erreichung einer Reduktion von -55 % an Treibhausgas(THG)-Emissionen bis 2030 müssten die Maßnahmen auf Bundesebene noch einmal nachgeschärft werden.

In diesem Szenario wird abgebildet, welche CO_2-Minderungen im Land Bremen aufgrund diverser Aktivitäten erreicht werden könnten (z.B. höhere CO_2-Preise, zusätzlich beschleunigter Hochlauf von Elektromobilität und erneuerbaren Kraftstoffen). Ein erhöhter Ambitionsgrad beim Klimaschutz betrifft auch die Klimaschutzanstrengungen auf Landes- und kommunaler Ebene, welche bei der Fortschreibung des Klimaschutz- und Energieprogramms intensiviert werden müssten.

In dieser Form entspricht das Szenario dem Klimaschutz+ Szenario der ursprünglichen Studie. Wie sich alle Szenarien gegenüber der ursprünglichen Studie verhalten bzw. welche Unterschiede zwischen den Szenarien in der vorliegenden Studie bestehen, wird in Abbildung 3-2 dargestellt.

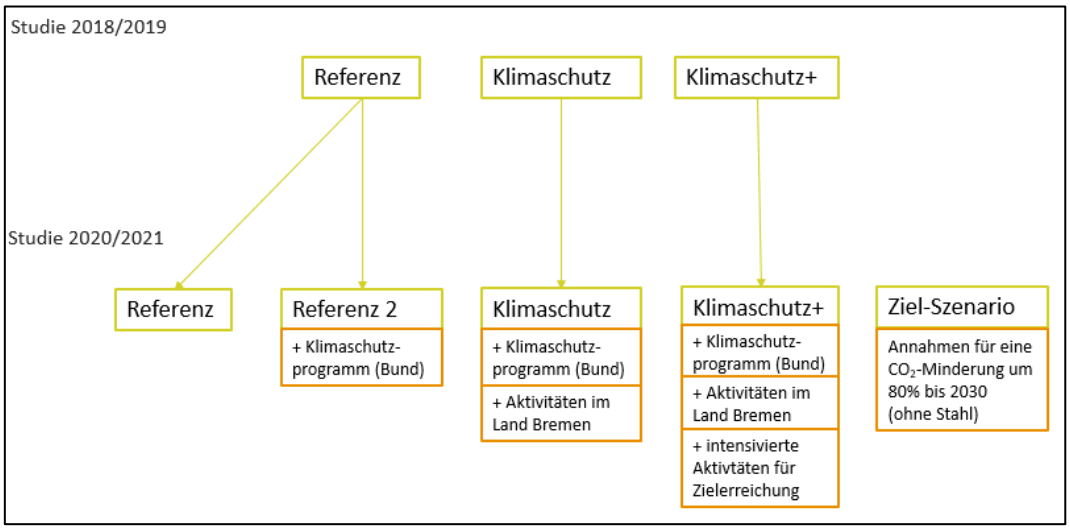

Abbildung 3-2: Übersicht über die Szenarien der ursprünglichen und aktuellen Studie

Ziel-Szenario

Bei den oben vorgestellten Szenarien handelt es sich um so genannte Forecast-Szenarien. Bei diesen wird berechnet, welche CO_2-Einsparungen bei unterschiedlicher Intensität von Maßnahmen erwartet werden können. Hingegen handelt es sich beim Ziel-Szenario um ein Backcast-Szenario. Hier geht man von einem konkreten Ziel aus (-80 % CO_2 bis zum Jahr 2030) und ermittelt die dafür benötigten Annahmen. Der wesentliche Unterschied ist, dass dieses Szenario und die dahinterliegenden Annahmen (noch) nicht Maßnahmen-basiert sind. Die im Szenario aufgeführten Annahmen müssten seitens des Bundes und des Landes mit entsprechenden Maßnahmen hinterlegt werden, damit das vorgegebene Ziel erreicht werden könnte.

Um eine mit der Zielvorgabe vereinbare Entwicklung zu beschreiben, können unterschiedliche Pfade mit unterschiedlichen Annahmen gewählt werden. Allen diesen Pfaden ist gemein, dass die Annahmen, die zu diesem Ziel im Jahr 2030 führen, aus heutiger Sicht sehr schwer zu realisieren sind.

Da die Wahl des Minderungspfades theoretisch noch offen ist und in einem lokalen Aushandlungsprozess festgelegt werden müsste, sollen im vorliegenden Gutachten zwei beispielhafte Pfade vorgestellt werden. Diese Pfade bilden zwei unterschiedliche Strategien im Klimaschutz ab:

- Senkung des Energieverbrauchs durch Effizienz/Suffizienz
- Dekarbonisierung des Energiesystems durch erneuerbare Energien (Konsistenz)

Mit beiden Pfaden wird das Ziel erreicht. Aufgrund des kurzen Zeitraums von knapp neun verbleibenden Jahren enthalten beide Pfade jeweils viele Aspekte des anderen Bereichs. Die Pfade bilden die äußeren Rahmen eines möglichen Zielpfades ab, der letztendlich für Bremen ausgehandelt werden müsste. Dabei gilt es zu beachten, dass Abweichungen von einem der Pfade bedeuten, dass Aspekte des anderen Pfades verstärkt werden müssten: Werden beispielsweise weniger ambitionierte Annahmen im Bereich der Energieeffizienz getroffen, müssen die Annahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien höhergesteckt werden. Dies wird in Abbildung 3-3 grafisch veranschaulicht.

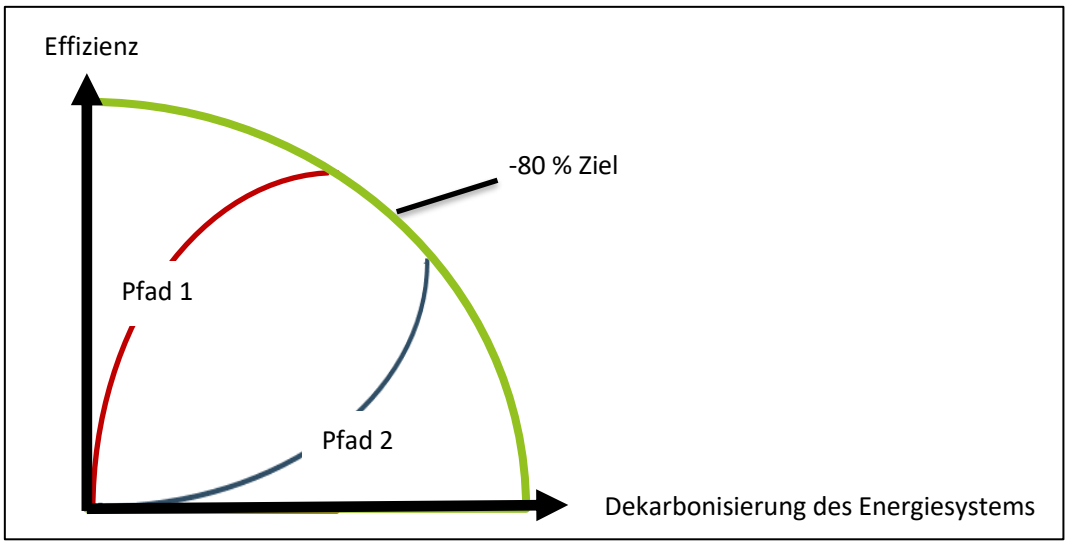

Abbildung 3-3: Mögliche Pfade als Leitplanken für das Ziel-Szenario 2030

3.3 Berechnung der Szenarien

Die Szenarien wurden für die beiden Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven separat berechnet und in einem zweiten Schritt für das Land Bremen zusammengefasst. Hierfür wurden verschiedene Quellen und Modelle genutzt, welche im Folgenden erläutert werden. Zudem werden die Rahmenbedingungen dargestellt, welche für alle Forecast-Szenarien gleichermaßen genutzt werden. Zur Ermittlung des Ziel-Szenarios wurden verschiedene Suffizienzaspekte berücksichtigt, die bei den Rahmenbedingungen (vgl. Unterabschnitt 3.3.3) erläutert werden.

Die Auswirkungen, welche Bundesmaßnahmen auf die Bremer Akteure und die einzelnen Sektoren aus dem Klimaschutzprogramm 2030 hätten, wurden für das Referenz 2-Szenario aus zwei Studien abgeleitet, die zeitgleich im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums und des Umweltbundesamtes erstellt wurden[5].

3.3.1 Inputs von lokalen Akteuren

Eine wichtige Grundlage für die Erstellung des Klimaschutz-Szenarios und des Klimaschutz+ Szenarios waren Gespräche über geplante und zukünftige Klimaschutzaktivitäten mit verschiedenen zentralen Akteuren im Land Bremen. Dazu erfolgte eine Abstimmung mit folgenden Akteuren im Rahmen des Gutachtens 2019 und für die ergänzende Untersuchung:

- ArcelorMittal Bremen (AMB) (2018 und 2020)
- swb/wesernetz (2018 und 2020)
- Daimler (2018)
- Wohnungsbaugesellschaften (GEWOBA, STÄWOG) (2018)
- Städtische Verkehrsplanung in Bremen (2018 und 2020)
- Betreiber von Abfallverbrennungsanlagen (2018)

Zudem wurden die KEP-Maßnahmen (Stand 2020) und deren Fortführung analysiert und deren Wirkung auf verschiedene Annahmen des Klimaschutz-Szenarios abgeleitet. Darüber hinaus wurden aus der Koalitionsvereinbarung die Klimaschutz-relevanten Projekte und Planungen entnommen. Waren die Planungen zum Zeitpunkt der Studienabgabe noch nicht abgeschlossen oder bekannt, wurden hierfür Annahmen getroffen, welche im Kapitel zum Klimaschutz-Szenario erläutert werden (vgl. Abschnitt 6.2). Des Weiteren konnten in der vorliegenden Studie ebenfalls neue Maßnahmen, welche sich noch in Planung befinden, berücksichtigt werden. Dazu zählen die langfristige Fernwärmeausbaustrategie der swb/wesernetz[6] und die von Seiten der swb aufgeführte Wasserstoffstrategie (in Abstimmung mit AMB). Darüber hinaus wurden Aspekte aus der laufenden Teilfortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans miteinbezogen.

Diese Aspekte und die daraus resultierenden Annahmen flossen in verschiedene Modelle des ifeu (vgl. Unterabschnitt 3.3.2) ein.

[5] Prognos (2019): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050;
UBA (2020): Abschätzung der Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung. Teilbericht des Projektes „THG-Projektion: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der EU-Effort Sharing Decision im Projektionsbericht 2019 („Politikszenarien IX“)“. Umweltbundesamt. UBA-Texte 33/2020.

[6] swb AG/wesernetz Bremen GmbH (2020): DER WEG DER WÄRME IN DIE ZUKUNFT: Langfristige Wärmestrategie für Bremen und Bremerhaven

3.3.2 Nutzung verschiedener Berechnungsmodelle

Drei zentrale Szenarien-Modelle des ifeu konnten im Rahmen der Erstellung der Energie- und CO_2-Szenarien für das Land Bremen genutzt werden. Anhand dieser Berechnungsmodelle können auf Basis des aktuellen Energieverbrauchs und der aktuellen Energieumwandlungsprozesse sowie entsprechender Annahmen verschiedene Szenarien berechnet werden.

Mit Hilfe des Gebäudemodells GEMOD[7] kann der Energieverbrauch für Raumwärme und Trinkwarmwasser in Gebäuden ermittelt werden. Außerdem kann, basierend auf dem Ist-Zustand, der zukünftige Verlauf des Verbrauchs unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen entwickelt werden. Auf der Nutzungsdauer von Bauteilen und Heizungstechnologien aufbauend, errechnet GEMOD die Austauschzyklen und damit die Zeitpunkte für mögliche energetische Sanierungen. Ferner können Dämmstoffstärken bzw. U-Werte der Bauteile, verschiedene Sanierungstiefen sowie der Anteil an erneuerbaren Wärmeerzeugern bei Ersetzen alter Heizungstechnologien vorgegeben werden. Eine detaillierte Darstellung des Ablaufschemas ist in Abbildung 3-4 dargestellt.

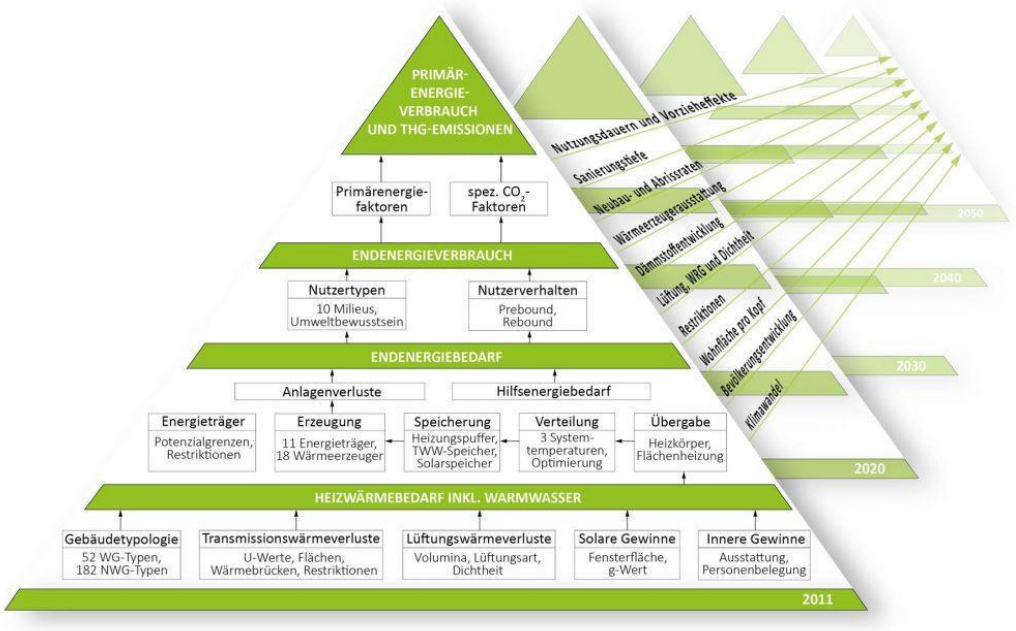

Abbildung 3-4: Ablaufschema der Berechnungen im Gebäudemodell GEMOD

Für die Kalibrierung des Ist-Zustandes konnten Daten aus dem Wärmeatlas aus dem Jahr 2020 für Bremen und Bremerhaven genutzt werden, die vom Fraunhofer IFAM und der Universität Bremen zur Verfügung gestellt wurden. Hierbei handelte es sich um Daten zum witterungsbereinigten Endenergieverbrauch, die differenziert nach Energieträgern, Verbrauchssektoren und – für den Wohngebäudebestand – Baualtersklassen vorlagen. Zur Differenzierung des Nichtwohngebäudebestandes wurde angenommen, dass eine ähnliche Verteilung der Gebäudetypologien wie auf Bundesebene vorliegt.

Zur Potenzialermittlung der Stromreduktion sowie zur Berechnung der Stromszenarien für die Sektoren Private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wurde das ifeu-interne Strommodell EMOD verwendet. Zur Berechnung der CO_2-Reduktionspotenziale wurden zur Verfügung stehende Daten aus der Energiebilanz weiter in die verschiedenen Anwendungsfelder und Gerätegruppen differenziert. Um die Stromeinsparpotenziale zu ermitteln, werden diejenigen Maßnahmen untersucht, bei denen der spezifische Stromverbrauch für eine bestimmte Dienstleistung durch eine investive Maßnahme reduziert wird. Dies beinhaltet vor

[7] Nähere Details zum Gebäudemodell finden sich unter: https://www.ifeu.de/methoden/modelle/gebaeudemodell/

allem den Austausch ineffizienter Elektrogeräte (z.B. weiße Ware, TV-Geräte) und Anlagen (z.B. Motoren, Pumpen) zugunsten effizienter Bestgeräte unter Berücksichtigung der Entwicklung des Gerätebestands und des Effizienzstandards. Dabei wird die erzielbare Stromeinsparmenge ermittelt, die wirtschaftlich-technisch zu erreichen ist (innerhalb marktüblicher Austauschzyklen). Für die Szenarienermittlung werden zusätzlich Prognosen zur allgemeinen Entwicklung des Strombedarfs, die demographische Entwicklung im Land Bremen, Prognosen zur Entwicklung der SV-Beschäftigten sowie Annahmen zum Rebound-Effekt (großvolumigere Geräte, steigende Nutzungszeiten) miteinbezogen. Im Industriebereich wurden auf Basis der Entwicklung der lokalen Energieproduktivität einerseits und der abbildbaren bundesweiten Entwicklungen andererseits verschiedene Annahmen für die Szenarien abgeleitet und berechnet.

Für die verschiedenen möglichen Varianten bei der Entwicklung der Fernwärmeerzeugung wurde eine Excel-basierte Berechnung entwickelt. Anhand dieser können die Varianten für die Städte Bremen und Bremerhaven mit der LAK-Methodik ermittelt und verglichen werden.

Das Emissionsberechnungsmodell TREMOD (Transport Emission Model) bildet den motorisierten Verkehr in Deutschland hinsichtlich seiner Verkehrs- und Fahrleistungen, Energieverbräuche und den zugehörigen Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen für den Zeitraum 1960 bis 2018, sowie in Szenarien bis 2050 ab. Es wurde vom ifeu-Institut im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelt und wird seit vielen Jahren kontinuierlich fortgeschrieben (ifeu 2020). TREMOD wird angewendet u.a. vom Umweltbundesamt, der Bundesanstalt für Straßenwesen und von verschiedenen Bundesministerien für die Umweltberichterstattung (Kyoto, NEC) zur Vorbereitung von Gesetzesvorlagen und politischen Entscheidungen. Es bildet damit eine in Deutschland allgemein akzeptierte Datengrundlage für Energie- und Emissionsdaten aus dem Bereich Verkehr. Zur Berechnung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen im Verkehr im Land Bremen wurden, als Ergänzung zu den lokalen Verkehrsdaten für Bremen und Bremerhaven, TREMOD-Daten insbesondere bezüglich elektrischer Fahranteile, spezifischer Kraftstoffverbräuche und spezifischer CO_2-Emissionen herangezogen.

3.3.3 Entwicklung der Rahmendaten

Nachfolgend werden die Rahmendaten erläutert, welche allen Szenarien zugrunde liegen. Dabei wird auf die angenommene Bevölkerungsentwicklung, die wirtschaftlichen Rahmendaten, Neubautätigkeiten und die damit verbundene Entwicklung der Wohnflächen, Energiepreise sowie die Entwicklung der CO_2-Zertifikatspreise des EU-Emissionshandels eingegangen.

- Bevölkerung 2030: +1,3 % gegenüber 2017 (Quelle: Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Landesamtes 2019).

  Im Dezember 2019 veröffentlichte das Statistische Landesamt Bremen eine aktualisierte Bevölkerungsprognose für das Land Bremen und die Städte Bremen und Bremerhaven. Zusätzlich wurde einkalkuliert, dass sich der prognostizierte Bevölkerungsstand in der Stadt Bremen nach Einschätzung des Statistischen Landesamtes gegenüber der Bevölkerungsvorausberechnung vom Dezember 2019 voraussichtlich um etwa 4.000 Personen verringern wird. Ursächlich hierfür ist eine Melderegisterbereinigung, die im Dezember 2019 und im Januar 2020 im Bereich Bremen-Stadt durchgeführt wurde.

  Somit geht man in den angepassten Daten für das Land Bremen von einer Bevölkerungszahl von 689.689 Personen im Jahr 2030 aus, was einem Bevölkerungszuwachs von 1,3 % gegenüber dem Jahr 2017 entspricht (vgl. Abbildung 3-5). Für die Stadt Bremen wird ein Bevölkerungszuwachs von 1,4 % auf 576.031 Personen im Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 2017 erwartet. Die Stadt Bremerhaven hat einen Bevölkerungszuwachs von 0,6 % gegenüber 2017, was einer Bevölkerungszahl von 113.658 Personen im Jahr 2030 entspricht.

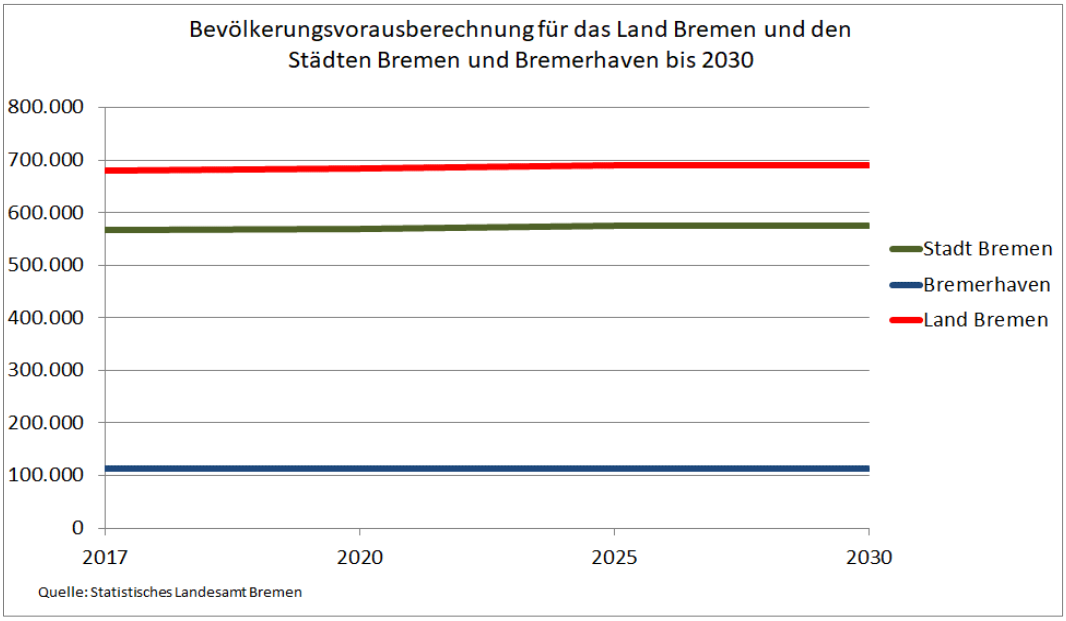

Abbildung 3-5: Prognose Bevölkerung im Land Bremen und den beiden Städten Bremen und Bremerhaven

- Wohneinheiten 2030: +5 % gegenüber 2017 (Quelle: eigene Berechnung aus Bevölkerungsvorausberechnung 2019, GEWOS Wohnraumprognose und Angaben verschiedener Akteure in Interviews)
- Mit der steigenden Bevölkerung im Land Bremen und dem damit einhergehenden Wohnflächenbedarf steigt entsprechend auch die Zahl der neuen Wohneinheiten. Auf Grundlage der Bevölkerungsprognose 2019 wurde die obere Variante der Wohnraumprognose 2030 als Grundlage genutzt und auf Basis der neuen Daten angepasst. Im Land Bremen werden demnach bis 2030 ca. 16.500 (vgl. Abbildung 3-6) neue Wohneinheiten erwartet, wobei ein Großteil des Neubaus in den nächsten Jahren stattfinden wird. In der Stadt Bremen werden gegenüber dem Bestand 2017 (294.355 Wohneinheiten) 5 % zugebaut, in Bremerhaven werden gegenüber dem Bestand 2017 (64.645) 2 % an zusätzlichen Wohneinheiten erwartet.

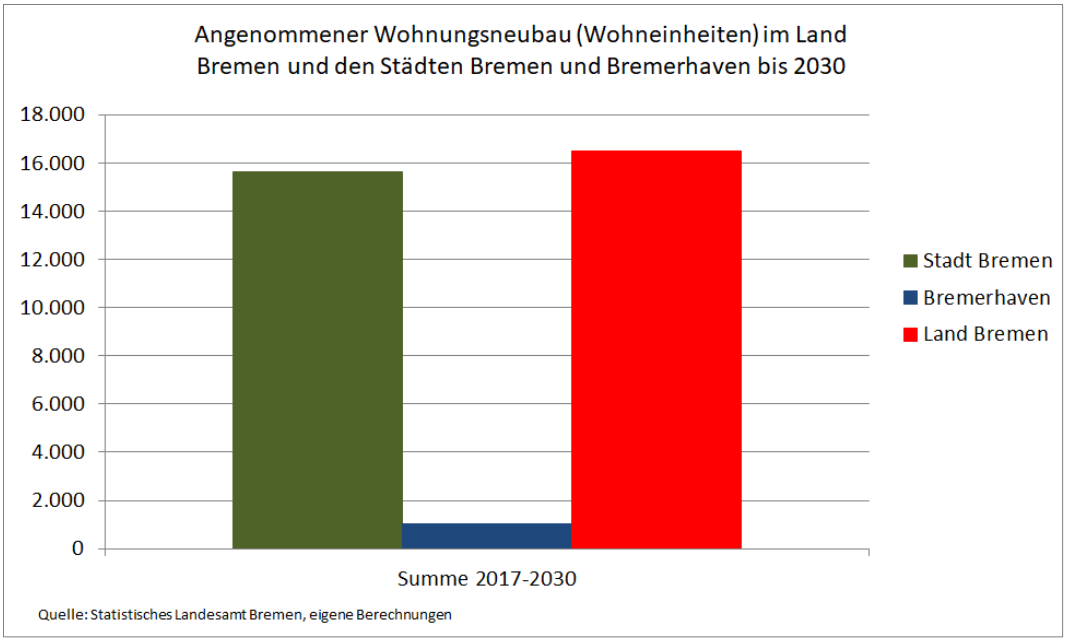

Abbildung 3-6: Annahmen zum Wohnungsneubau im Land Bremen und in den Städten Bremen und Bremerhaven

- Für die durchschnittliche Wohnfläche der Neubauten wird die Entwicklung seit 2009-2019 bis zum Jahr 2030 fortgeschrieben. Demnach werden im Land Bremen neue Wohneinheiten durchschnittlich mit 42,7 m^2 pro Person geplant (Stadt Bremen 42,7 m^2, Bremerhaven 43,2 m^2). Die Ursache dafür, dass die Steigerung des Wohnraums pro Person gegenüber der bundesweiten Entwicklung niedriger ist, lässt sich im städtischen Charakter des Landes Bremen finden. Durch die damit verbundene Flächenknappheit ist auch in Zukunft von kleineren Wohneinheiten als im Bundesschnitt auszugehen.
- Diese Werte werden für alle Forecast-Szenarien angewendet. Im Ziel-Szenario allerdings kommen Suffizienzaspekte zum Tragen, so dass dort die angenommene Wohnfläche in Neubauten pro Person nur zwischen 35 m^2 (Zielpfad 1) und 40 m^2 (Zielpfad 2) beträgt.
- Bruttoinlandsprodukt: ca. 1,4 %/a, ab 2020: 1 %/a (Quelle: Statistisches Landesamt)
- Die Annahmen zur Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts beruhen auf einer Schätzung des Statistischen Landesamtes aus dem Jahre 2018. Demnach wurde eine durchschnittliche Steigerung von 1,4 % bis 2020 im Land Bremen erwartet. Die weitere Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes von 2020 bis 2030 wurde mit 1 % Wachstum eher konservativ angegeben. Diese Schätzung gilt für die Städte Bremen und Bremerhaven in gleichem Maße und wurde trotz des Corona-bedingten Wirtschaftseinbruchs im Jahr 2020 so beibehalten. Bereits die Entwicklungen nach der Finanzkrise 2007 bis 2009 konnten aufzeigen, dass die Wirtschaft sich nach drastischen Einbrüchen schnell wieder erholen kann; somit werden Rückschläge oftmals über mehrere Jahre hinweg ausgeglichen und haben kaum Auswirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt.
- Gewerbeflächen 2030: +1,1 %/a (Quelle: GEMOD-Modell ifeu). Hierbei wird von einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum für Ballungszentren in Deutschland ausgegangen. Die Annahme gilt sowohl für Gewerbeflächen in der Stadt Bremen als auch in Bremerhaven.
- Energiepreise: Wärme +1,5 %/a, Strom mittelfristig gleichbleibend (Quelle: ifeu et al. 2018). Die Energiepreiseentwicklung spielt eine große Rolle für die Wirtschaftlichkeit und die damit verbundene Umsetzungsgeschwindigkeit von Klimaschutzmaßnahmen. Im Wärmebereich wird über alle Wärmeenergieträger gemittelt eine Preissteigerung von durchschnittlich 1,5 % pro Jahr angenommen. Aufgrund der steigenden EEG-Umlage wird der Strompreis in den Szenarien bis 2020 weiter zunehmen und dann bis 2025 auf gleichem Niveau bleiben. Im Jahr 2030 wird der Strompreis aufgrund der sinkenden EEG-Umlage wieder das Ausgangsniveau des Jahres 2017 besitzen.

3.3.4 Umgang mit der Stahlindustrie im Land Bremen in den Szenarien

Die Stahlindustrie nimmt mit dem Werk von ArcelorMittal Bremen in der Energie- und CO_2-Bilanz des Landes Bremen mit einem Anteil von knapp 50 % an den Gesamtemissionen im Jahr 2017 eine dominierende Rolle ein.

Daher wurde im Rahmen der Ausgangsstudie im Oktober 2018 im Szenarien-Workshop mit den Akteuren diskutiert, wie mit diesem Wirtschaftszweig umgegangen werden könnte. Ein Ergebnis des Workshops war, dass sowohl in der Ausgangsstudie als auch im vorliegenden Bericht zunächst die Energie- und CO_2-Szenarien für das Land Bremen und die beiden Städte Bremen und Bremerhaven ohne Stahlindustrie dargestellt werden. In einem zweiten Schritt werden die Kalkulationen für das Land Bremen zusätzlich unter Einbezug der Stahlindustrie präsentiert.

Inwieweit die Stahlindustrie bei der Formulierung von Klimaschutzzielen für das Land Bremen involviert sein soll, wird bei den Empfehlungen in Kapitel 9.5 erläutert.

4 Referenz-Szenario

4.1 Annahmen des Referenz-Szenarios

Die berechneten Szenarien basieren auf verschiedenen Annahmen. Die unten aufgeführten Annahmen verändern rechnerisch den Energieverbrauch bzw. die CO_2-Emissionen im Land Bremen auf unterschiedlichste Weise und sind eng verknüpft mit dem aktuellen Energieverbrauch und den damit verbundenen CO_2-Emissionen. Beispielsweise haben die CO_2-Emissionen aus dem Stromverbrauch (ohne Stahlindustrie) einen Anteil von 31 % an den Gesamtemissionen des Landes. Werden nun in den Szenarien für das Jahr 2030 um 10 % niedrigere Emissionen pro Energieeinheit angenommen, sinken die gesamten CO_2-Emissionen im Land Bremen bereits um 3 %.

Im Folgenden werden zunächst die Annahmen für die stationären Sektoren aufgeführt, bevor die Annahmen im Verkehrsbereich erläutert werden.

4.1.1 Stationäre Sektoren

Unter stationäre Sektoren versteht man folgende Energieverbrauchssektoren: Private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleitungen (PHH und GHD), Verarbeitendes Gewerbe/Industrie sowie die Energieversorgungsinfrastruktur im Wärmebereich. Die vom Gutachter-Team empfohlene Bilanzierungsmethodik bedingt, dass Veränderungen in der Stromerzeugung im Land Bremen (z.B. Ausbau der Windkraft, stromseitige Auswirkungen der Stilllegung von Kohlekraftwerken) in den Szenarien nicht abgebildet werden. Aktivitäten im Land Bremen, wie z.B. ein Kohleausstieg fließen in die Verbesserung des bundesweiten Emissionsfaktors ein. Über den Strombundesmix profitieren die Akteure im Land Bremen auf diese Weise indirekt in den Szenarien.

Es gibt sowohl dezentrale Annahmen, welche für breiter gefasste Kreise gelten (z.B. Private Haushalte) sowie zentrale Annahmen, welche sich auf einzelne größere Akteure im Land Bremen beziehen. Im Referenz-Szenario werden Klimaschutzaktivitäten seitens zentraler Akteure nur dann berücksichtigt, wenn die Maßnahmen aufgrund einer bundesweiten Entwicklung interpretiert werden können (vgl. Unterabschnitt 3.2.2). Da die verschiedenen Umsetzungsoptionen in den meisten Fällen noch nicht beschlossen sind, unterscheiden sich die Maßnahmen gegenüber dem Klimaschutz-Szenario in Hinblick auf deren Ambitionsgrad für den Klimaschutz. Die Annahmen zu dezentralen Aspekten orientieren sich an bundesweiten Entwicklungen und beinhalten noch keine Effekte durch Klimaschutzbemühungen seitens der verschiedenen Klimaschutzakteure im Land Bremen.

Veränderungen der Energieverbrauchsentwicklung werden deswegen im Gebäudebestand durch Sanierung der Gebäude und Neubau in überwiegend gesetzlich konformer Weise nach Energieeinsparverordnung (EnEV) verursacht. Auch im Strombereich können Einsparungen durch den Kauf energieeffizienterer Geräte erzielt werden. Gleichzeitig reduzieren Rebound-Effekte, welche durch größere Geräte, zusätzliche Anwendungen und neue Geräte entstehen, diese Einsparungen wieder. Im Industriebereich wird weiterhin eine Steigerung der Energieproduktivität angenommen.

Die Veränderung hin zu einem klimafreundlicheren Energieträgermix im Wärmebereich erfolgt in ähnlicher Geschwindigkeit wie in der Vergangenheit. Dies bedeutet, dass Heizölkessel mit gleichem Brennstoffmix substituiert, erneuerbare Energien im Wärmebereich in gleicher Ausbauquote installiert und keine Neubaugebiete an die Fernwärmeleitung angeschlossen werden.

Größere Auswirkungen auf das Szenario hat die angenommene Veränderung des Bundesstrommixes, dessen spezifischer CO_2-Emissionsfaktor sich im Referenz-Szenario um knapp 20 % gegenüber dem Jahr 2017 reduziert (vgl. Infobox in Abschnitt 5.1). Der Ausstieg aus der Kohle-basierten Fernwärmeerzeugung wird bereits im Referenz-Szenario angenommen. Für die künftige Fernwärmeerzeugung wird im Referenz-Szenario angenommen, dass die bisherige Fernwärmeerzeugung im Kohleblock 15 des HKW Hastedt zum Teil durch Fernwärmelieferungen aus dem MHKW Bremen ersetzt wird. Die hierfür erforderliche und zurzeit in Planung befindliche Fernwärmeverbindungsleitung zwischen den Fernwärmenetzen Uni und Ost wird deshalb bereits im Referenz-Szenario berücksichtigt. Darüber hinaus wird eine zusätzliche Fernwärmeerzeugung aus Blockheizkraftwerken und Spitzenkesseln auf Erdgasbasis angenommen. Hier werden die aktuellen Planungen der swb am Standort Hastedt mit einer modularem Erdgas BHKW-Lösung mit 93 $MW_{th.}$ berücksichtigt. Zudem geht man von einer Stilllegung des Kohleblocks 6 im Kraftwerk Hafen aus und es wird eine Nachfolgelösung für die Fernwärme auf Basis von Klärschlammverbrennung und Nutzung von Fernwärme aus dem Mittelkalorik-Kraftwerk (MKK) berechnet.

Tabelle 4-1 veranschaulicht, auf welche wesentlichen Annahmen das Referenz-Szenario aufbaut:

Tabelle 4-1: Zusammenfassung der Annahmen des Referenz -Szenarios

	Referenz
Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalente)	1,2 %
Sanierungsqualität Anteil ambitionierter Sanierungen (über gesetzliche Standards hinaus)	11 %
Neubaustandards	Gesetzliche Standards
Stromeffizienz Lebensdauer Geräte 10-15 Jahre	Austausch Effizienzklasse F-G
Neue Stromanwendungen	+9 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +7 % Stromverbrauch durch Klimatisierung
Jährliche Steigerung der Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes (in %/a)	+1 %/a
Klimaneutralität im Daimler-Werk	Wird überwiegend durch Kompensationsmaßnahmen (außerhalb Bremens) erreicht
Stromfaktor 2030 (Generalfaktor)	417 g/kWh
Resultierender Anteil EE in der Nettostromerzeugung	51 %
Substitution fossile Wärmeversorgung/a	3,6 % (Heizöl: 50 % Wärmemix, 50 % Heizöl; Erdgas: 100 % Erdgas)
Entwicklung Fernwärmeabsatz für Gewerbe und Private Haushalte	-5 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand
Energieträgeranteile am Wärmemix im Sektor HH/GHD	• Heizöl: 14 % • Erdgas: 72 % • Solarthermie: 0,4 % • Biomasse: 0,3 % • Wärmepumpen 0,8 % • Fernwärme: 13 %
Fernwärmeerzeugung	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %

4.1.2 Verkehr

Das Referenz-Szenario zeigt eine mögliche Entwicklung der CO_2-Emissionen, wenn sich der Trend aus heutiger Sicht fortsetzt und der verkehrspolitische Stand von 2019 eintritt. Dabei spielen insbesondere die Annahmen zu lokalen Änderungen von Fahr- und Verkehrsleistungen eine Rolle. Technische Entwicklungen (z.B. Effizienzverbesserungen) sowie Anteile alternativer Energieträger am Endenergieverbrauch im Verkehr (Biokraftstoffe, Elektromobilität) werden entsprechend der Trends auf Bundesebene angenommen. Mögliche Wirkungen von zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen, sowohl auf Landes- und kommunaler Ebene und als auch in Bund und EU, sind im Referenz-Szenario nicht enthalten. Im berechneten Referenz-Szenario wird demnach eine hypothetische Entwicklung beschrieben, welche die Rechtslage auf Bundesebene vor Beschluss des Klimaschutzprogramms 2030 widerspiegelt.

Die Pfadannahmen für den Verkehr im Referenz-Szenario wurden weitgehend aus dem Referenz-Szenario in der Szenarienstudie des Jahres 2019 übernommen.

- Wesentliche Grundlage der angenommenen Verkehrsentwicklungen in Bremen ist das Basisszenario im Verkehrsentwicklungsplan 2025 (SUBV, 2014). Hierfür wurde im Rahmen der Studie 2019 eine aktuelle Referenzentwicklung bis 2030 durch das Verkehrsplanungsbüro IVV Aachen direkt bereitgestellt, die nach Einschätzung der städtischen Verkehrsplanung in Bremen weiterhin aktuell ist. Auch für Bremerhaven wurde die Verkehrsentwicklung aus der Studie von 2019 direkt übernommen.
- Zukünftige Flottenentwicklungen (Effizienz, Anteile Elektromobilität) sowie die Anteile erneuerbarer Kraftstoffe werden im Referenz-Szenario in Bremen und Bremerhaven an den Bundestrend angelehnt. Dabei werden aktuelle fahr- und verkehrsleistungsspezifische Kraftstoffverbrauchs- und Emissionsfaktoren aus dem Modell TREMOD verwendet. In TREMOD[8] werden der durchschnittliche technische Stand der Fahrzeugflotte in Deutschland im jeweiligen Bezugsjahr sowie der Einfluss von Geschwindigkeit und Fahrsituation (z. B. Innerortsstraßen, Autobahn) berücksichtigt. Weiterhin sind Randbedingungen wie die CO_2-Minderungsziele der Europäischen Kommission, die Zunahme des Anteils von Diesel-Pkw, Beimischung von Biokraftstoffen, etc. abgebildet. Gegenüber der Studie von 2019 wurden im überarbeiteten Referenz-Szenario die verwendeten Faktoren auf die TREMOD-Version 6.03 (Stand 2020) aktualisiert. Darin sind Anpassungen der Verbrauchsfaktoren an aktuelle Erkenntnisse zu den spezifischen Realverbräuchen in Europa aus der neuen Version des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA 4.1 vom Herbst 2019 enthalten. Dort erfolgten umfangreiche Überarbeitungen der deutschlandweit verwendeten Emissionsfaktoren aller Fahrzeugkategorien (insbesondere Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Lkw), welche alle Fahrzeugschichten (Antriebskonzepte, Altersklassen etc.) betreffen. Die spezifischen Realverbräuche wurden gegenüber dem bisherigen Kenntnisstand durch eine bessere Berücksichtigung realer Einflussparameter wie Zusatzausrüstungen, erhöhtes Gewicht, nicht optimale Reifen und Wettereinflüsse deutlich nach oben korrigiert. Gegenüber der vorigen HBEFA-Version 3.3 ergeben sich vor allem für neuere Fahrzeuge der Abgasstandards Euro 5 und Euro 6 Anhebungen der mittleren Realverbräuche bei Pkw um 24-38 %, bei leichten Nutzfahrzeugen sogar über 50 %[9]. Auch für die Zukunft werden in TREMOD deutlich abgeschwächte Effizienzsteigerungen bei Pkw mit Verbrennungsmotor gegenüber früheren Szenarien erwartet.

Die Annahmen des Referenz-Szenarios im Verkehr sind in Tabelle 4-2 zusammengefasst. Die Maßnahmen des im Herbst 2019 verabschiedeten Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung sind im Referenz-Szenario noch nicht enthalten. Deren zusätzliche Auswirkungen werden im Referenz 2-Szenario abgebildet.

[8] TREMOD (Transport Emission Model) ist Grundlage für die Emissionsberichterstattung der Bundesregierung. Mit dem Modell können die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte sowie einzelfahrzeugspezifische verbrauchs- bzw. emissionsrelevante Parameter für die Bezugsjahre 1960-2050 berücksichtigt werden. TREMOD wird fortlaufend aktualisiert und an aktuelle Entwicklungen im Verkehr angepasst.

[9] Vgl. Hintergrundinformationen des Umweltbundesamtes zu HBEFA 4.1: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/20190920_hbefa41_release_hintergrunddokument_v2.pdf

Tabelle 4-2: Zusammenfassung der Annahmen des Referenz-Szenarios im Verkehr gegenüber dem Jahr 2017

	Referenz
MIV-Verkehrsentwicklung	Bremen: +5,1 % ggü. 2017 Bremerhaven: +2,8 % ggü. 2017
Lkw-Verkehrsentwicklung	Bremen: +9,5 % ggü. 2017 Bremerhaven: +8,6 % ggü. 2017
ÖPNV-Verkehrsentwicklung	Bremen: +5,1 % ggü. 2017 Bremerhaven: -2,2 % ggü. 2017
Kfz: Effizienz	Spezifischer Verbrauch: - Pkw: -0,8 % pro Jahr - Lkw: -0,3 % pro Jahr
Kfz: Elektroanteile	Elektroanteile an den Fahrleistungen im Jahr 2030: - Pkw: 6,8 % - Lkw: < 1 %
ÖPNV: Elektroanteile	Elektroanteil Bus 2030: 15,3 %
Erneuerbare Kraftstoffe	Biokraftstoffanteil: 6,7 % (nach Vorgaben RED II) Keine strombasierten Kraftstoffe (PtX)

4.2 Ergebnisse des Referenz-Szenarios

Im Folgenden werden zunächst die Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen für das Land Bremen sowie die Städte Bremen und Bremerhaven beschrieben, bevor im Anschluss auf die Entwicklungen in den einzelnen Sektoren im Land Bremen sowie in der Stahlindustrie eingegangen wird.

4.2.1 Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen nach Energieträgern

Land Bremen

Im Land Bremen sank der Energieverbrauch zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im ermittelten Referenz-Szenario sinkt der Energieverbrauch sehr leicht weiter. Der berechnete Energieverbrauch liegt somit im Jahr 2030 etwa 17 % unter dem Wert von 1990 (vgl. Tabelle 4-3).

Tabelle 4-3: Zusammenfassung der Ergebnisse (Endenergie) im Referenz-Szenario für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030
Energieverbrauch (PJ)	72,5	61,8	60,1
% gegenüber 1990		-15 %	-17 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Anhand der Entwicklung des Verbrauchs nach Energieträgern seit 1990 (vgl. Tabelle 4-4) werden nun die verschiedenen Entwicklungen im Referenz-Szenario skizziert.

Der Erdgasverbrauch im Land Bremen stieg zwischen 1990 und 2017 um 37 %. Im Jahr 2030 wird laut Referenz-Szenario der Erdgasverbrauch weiterhin leicht zunehmen und um 42 % höher liegen als im Jahr 1990.

Tabelle 4-4: Entwicklung Energieverbrauch für verschiedene Energieträger im Referenz-Szenario 2030 für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Energiever-brauch 1990 (PJ)	Energieverbrauch 2017 (PJ)	% gegen-über 1990	Energiever-brauch 2030 (PJ)	% gegen-über 1990
Kohle	1,3	0,2	-84 %	0,2	-87 %
Heizöl leicht	16,9	4,6	-73 %	3,6	-78 %
Kraftstoffe	23,9	19,5	-18 %	17,7	-26 %
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-82 %	0,0	-100 %
Erdgas	15,0	20,4	+37 %	21,2	+42 %
Strom	10,9	11,6	+6 %	11,7	+7 %
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	+830 %	1,5	+1.235 %
Fernwärme	3,3	4,3	+29 %	4,1	+25 %
Summe/Veränderung*	**72,5**	**61,8**	**-15 %**	**60,1**	**-17 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

(Nicht erneuerbare) Kraftstoffe, welche insbesondere im Verkehrsbereich zum Einsatz kommen, haben zwischen 1990 und 2017 um 18 % abgenommen. Bis 2030 wird im Referenz-Szenario gegenüber 1990 eine Minderung von 26 % erreicht. Diese Reduktion fällt damit deutlich geringer aus als im ermittelten Referenz-Szenario der Studie von 2019. Grund dafür ist die Aktualisierung der Kfz-Verbrauchsfaktoren an neue Erkenntnisse zu den spezifischen Realverbräuchen bei Pkw und Lkw in Europa, welche deutlich schwächere Effizienzsteigerungen gegenüber früheren Einschätzungen abbilden (vgl. Erläuterungen in Unterabschnitt 4.1.2).

Der Stromverbrauch hat sich zwischen 1990 und 2017 um 6 % erhöht. Bis zum Jahr 2030 wird im Referenz-Szenario eine weitere leichte Steigerung des Stromverbrauchs um 7 % gegenüber 1990 erwartet.

Der Fernwärmeverbrauch konnte zwischen 1990 und 2017 im Land Bremen um 29 % erhöht werden. Gegenüber dem Jahr 1990 wird im Referenz-Szenario der Fernwärmeverbrauch nur um insgesamt 25 % steigen. Diese leichte Reduktion des Verbrauchs im Referenz-Szenario ergibt sich u.a. aufgrund von Effizienzgewinnen im Gebäudebestand und fehlenden Fernwärmeausbaumaßnahmen.

Im Land Bremen konnte der Heizölverbrauch zwischen 1990 und 2017 um 73 % reduziert werden. Bis zum Jahr 2030 kann der Heizölverbrauch im Referenz-Szenario um 78 % gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden. Es wird also davon ausgegangen, dass der aktuelle Heizölverbrauch weiter vermindert wird aufgrund des Austausches alter Kessel und einer teilweisen Substitution mit anderen Energieträgern.

Erneuerbare Energien (Wärme und Kraftstoffe) konnten zwischen 1990 und 2017 relativ deutlich ausgebaut werden. Von 0,1 PJ im Jahr 1990 wurden diese im Jahr 2017 auf 1,0 PJ erhöht. Dies entspricht einer Zunahme von 830 %. Bis zum Jahr 2030 wird im Referenz-Szenario mit einem weiteren Ausbau auf insgesamt 1,5 PJ gerechnet, was einer Erhöhung um 1.235 % gegenüber 1990 gleichkommt. Andere Energieträger spielten im Jahr 2017 kaum noch eine Rolle.

Die Entwicklungen für das Land Bremen sowie die Stadt Bremen und die Stadt Bremerhaven werden in Abbildung 4-1 dargestellt. Eine tabellarische Übersicht findet sich zudem im Anhang.

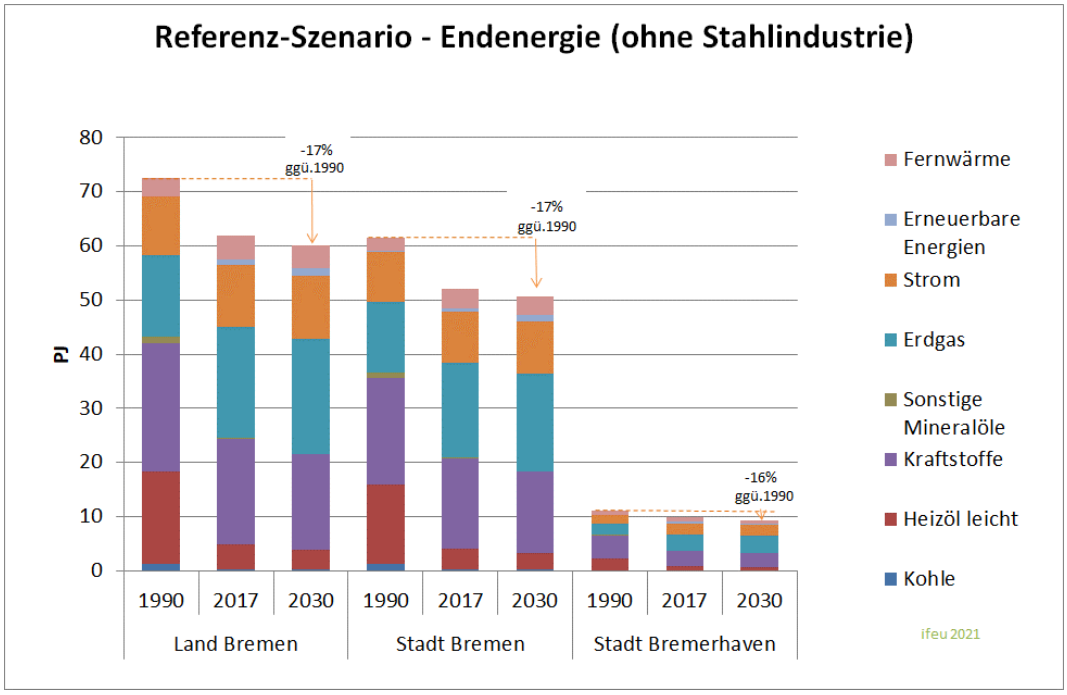

Abbildung 4-1: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Energieträgern im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Referenz-Szenario 2030

Die CO_2-Emissionen im Land Bremen konnten auf Basis der Methodik der LAK-Verursacherbilanz zwischen 1990 und 2017 um 23 % reduziert werden. Im Referenz-Szenario können die CO_2-Emissionen im Jahr 2030 gegenüber 1990 um 32 % vermindert werden (vgl. Tabelle 4-5).

Tabelle 4-5: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) im Referenz-Szenario für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030
CO_2-Emissionen (Mio. Tonnen)	6,5	5,0	4,5
% gegenüber 1990*		-23 %	-32 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Die für das Referenz-Szenario berechneten CO_2-Emissionen für das Jahr 2030 sind eng mit den oben beschriebenen Energieträgerverteilungen verknüpft. CO_2-intensive Energieträger (z.B. Strom und Heizöl) besitzen hier jedoch höhere Anteile an den Gesamtemissionen als beim Energieverbrauch. Klimafreundliche (z.B. Fernwärme) oder sogar klimaneutrale (erneuerbare Energien) Energieträger machen hingegen einen geringen oder gar keinen Anteil aus (vgl. Abbildung 4-2).

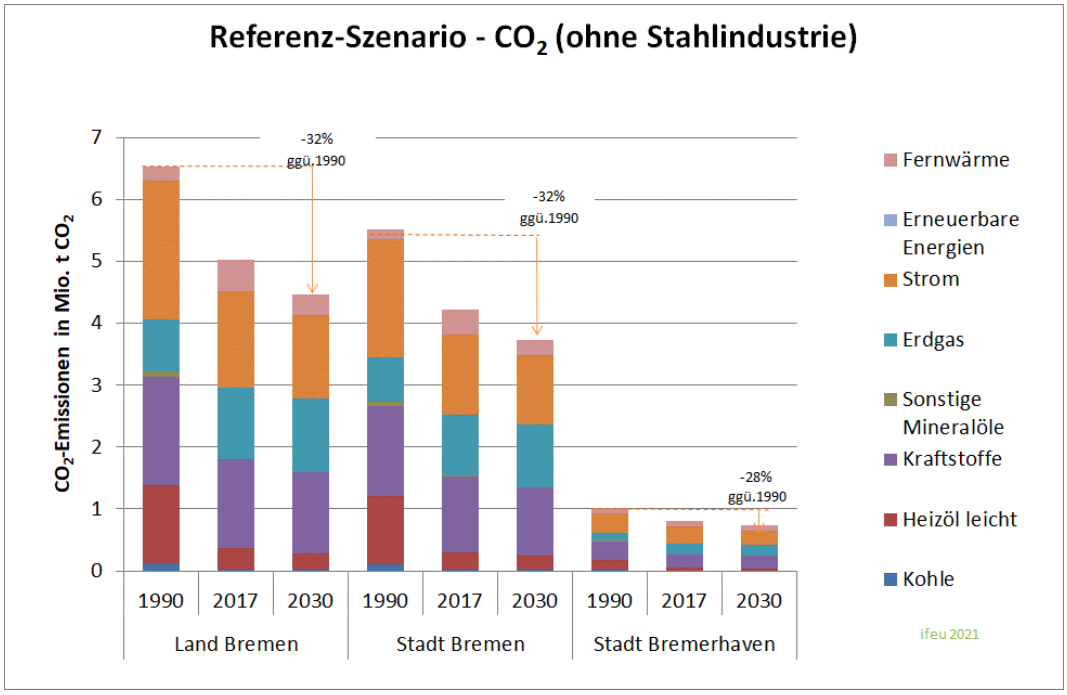

Abbildung 4-2: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Energieträgern im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Referenz-Szenario 2030

Städte Bremen und Bremerhaven

In der Stadt Bremen konnte bis 2017 der Energieverbrauch gegenüber 1990 um 15 % (von 61,4 PJ auf 52,0 PJ) reduziert werden. Bis 2030 wird im Referenz-Szenario der Energieverbrauch aufgrund zusätzlicher Anwendungen und Neubau leicht weiter um etwa 17 % (auf 50,7 PJ) gegenüber 1990 sinken (vgl. Abbildung 4-1).

In Bremerhaven war im Jahr 2017 eine Reduktion des Energieverbrauchs um 12 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu verzeichnen (von 11,1 PJ auf 9,8 PJ). Bis zum Jahr 2030 wird sich im Referenz-Szenario der Energieverbrauch in Bremerhaven um 16 % (auf 9,3 PJ) gegenüber 1990 vermindern.

Die mit dem Energieverbrauch verbundenen CO_2-Emissionen sanken bis zum Jahr 2017 in der Stadt Bremen um 23 % und in Bremerhaven um 21 % gegenüber 1990. Laut Referenz-Szenario werden die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2030 in der Stadt Bremen um 32 % und in der Stadt Bremerhaven um 28 % sinken (vgl. Abbildung 4-2).

Genauere Entwicklungen in den beiden Städten können aus den Tabellen im Anhang entnommen werden.

4.2.2 Sektorspezifische Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen

Im Folgenden werden die Entwicklungen der drei in den CO_2-Verursacherbilanzen des Statistischen Landesamtes dargestellten Verbrauchssektoren betrachtet, nämlich Private Haushalte/GHD, Verarbeitendes Gewerbe (ohne Stahlindustrie) und Verkehr.

Die Gesamtergebnisse in Abbildung 4-3 und Abbildung 4-4 entsprechen in der Summe den oben präsentierten Ergebnissen nach Energieträgern. In den Grafiken werden der Gesamtenergieverbrauch und die CO_2-Emissionen auf die einzelnen Verbrauchssektoren aufgeteilt. Die wesentlichen Entwicklungen und Ergebnisse für die einzelnen Sektoren werden im Anschluss beschrieben.

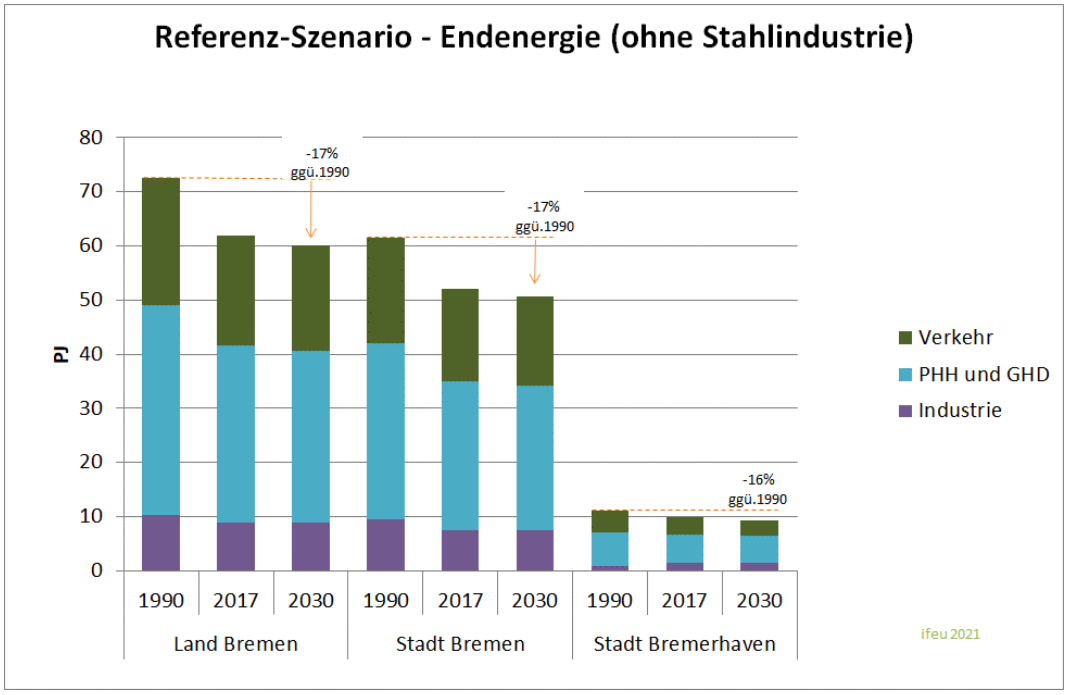

Abbildung 4-3: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Verbrauchsektoren im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Referenz-Szenario 2030

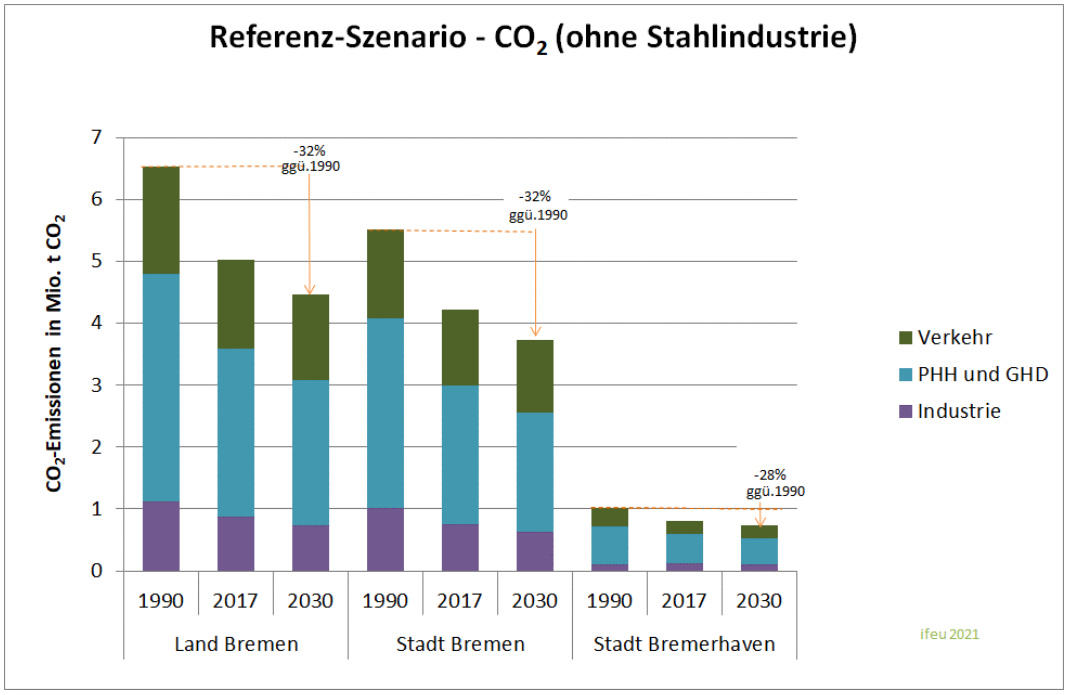

Abbildung 4-4: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Verbrauchsektoren im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Referenz-Szenario 2030

Der Energieverbrauch im Verbrauchssektor Private Haushalte/GHD sank zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im Referenz-Szenario für das Jahr 2030 wird gegenüber 1990 mit einem Rückgang von 18 % in diesem Sektor gerechnet. Die CO_2-Emissionen des Sektors Private Haushalte/GHD konnten zwischen 1990 und 2017 bereits um 26 % reduziert werden. Im Referenz-Szenario wird gegenüber 1990 von einer Reduktion um 36 % ausgegangen.

Der Energieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe sank zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im Referenz-Szenario für das Jahr 2030 wird davon ausgegangen, dass sich die Reduktion gegenüber 1990 bei knapp 15 % auf gleichem Niveau hält. Es wird angenommen, dass der Energieverbrauch sich bis 2030 aufgrund der positiven wirtschaftlichen Entwicklung leicht steigern wird. Die CO_2-Emissionen des Verarbeitenden Gewerbes waren im Jahr 2017 22 % niedriger als im Jahr 1990. Bis 2030 werden im Referenz-Szenario gegenüber 1990 35 % an CO_2-Emissionen eingespart. Dies ist auf den Einsatz klimafreundlicher Energieträger in diesem Sektor zurückzuführen.

Gegenüber 1990 konnten im Verkehrsbereich im Land Bremen im Jahr 2017 14 % Endenergie eingespart werden. Im Referenz-Szenario für das Jahr 2030 erhöhen sich die Einsparungen gegenüber 1990 auf 17 %. Da in der CO_2-Bilanz des Statistischen Landesamtes nach Verursacherbilanz zwischen 1990 und 2017 die CO_2-Emissionen des Verkehrs bereits um 17 % zurückgegangen sind, beträgt die CO_2-Minderung im Gesamtzeitraum 1990 bis 2030 im Referenz-Szenario 21 %. Die CO_2-Emissionen des Verkehrs sinken zwischen 2017 bis 2030 um knapp 5 % (von 1,45 Mio. Tonnen auf 1,38 Mio. Tonnen) und somit etwas stärker als der Endenergieverbrauch. Dies ist hauptsächlich auf den steigenden Stromanteil am Endenergieverbrauch zurückzuführen

4.2.3 Berechnung Endenergie und CO_2-Emissionen der Stahlindustrie

Mit 50,0 PJ machte die Stahlindustrie im Jahr 2017 zuletzt 45 % des gesamten Energieverbrauchs im Land Bremen aus. Bei den CO_2-Emissionen waren es im Jahr 2017 mit 4,8 Mio. Tonnen CO_2 sogar 49 %. Vor diesem Hintergrund stellte sich die Frage, in welcher Weise die Stahlindustrie in Bremen in den zu erstellenden Szenarien für das Land Bremen berücksichtigt werden soll. In Abschnitt 10.2 wird eine Empfehlung für den Umgang gegeben. Die Teilnehmer*innen des Szenarien-Workshops im Oktober 2018 wünschten sich eine parallele Darstellung in den Szenarien, sowohl mit als auch ohne Stahlindustrie.

Im Folgenden werden zunächst die seitens der AcelorMittal Bremen (AMB) bereitgestellten Maßnahmen und die damit verbundenen Energieverbräuche abgebildet, bevor die Ergebnisse des Referenz-Szenarios für das gesamte Land Bremen präsentiert werden.

Der Endenergieverbrauch und die CO_2-Emissionen der Stahlindustrie stiegen zwischen 1990 und 2017 um 9 % bzw. 2 %. Diese Steigerung ist auf eine Ausweitung der Produktion zurückzuführen. So konnte im gleichen Zeitraum die Produktion von Rohstahl (Brammen) um 11 % erhöht werden.

Für die Szenarienberechnung 2030 wurden von AMB der aktuelle Stand der Produktion 2017 sowie Produktionsentwicklungen und die damit verbundenen Energieverbrauchswerte prognostiziert und bereitgestellt. Folgende Maßnahmen seitens der AMB werden für den Zeitraum bis 2030 in allen Szenarien berücksichtigt[10]:

- Erhöhung des Schrottanteils an der Stahlerzeugung um 45 kg/t Roheisen zwischen 2019-2022
- Schrotteinsatz in Hochofen 2 ab 2021
- Erhöhung des Hüttengaseinsatzes im Warmwalzwerk zur Verdrängung von Erdgas ab 2021 (12 % mehr Konvertergas)
- Erdgas ersetzt Braunkohlestaub ab 2022
- Einsatz von Wasserstoff (ersetzt teilweise Steinkohlenstaub bei Hochofen 2 sowie H2-Erzeugung aus Erdgas) ab 2022 (2 TNm³/h) und 2026 (22.000 TNm³/h)
- Optimierung des spez. Reduktionsmittelverbrauches der Sinteranlage ab 2023 (3 kg Koksgrus/t Sinter)
- Ersatz eines Teils der Steinkohlenstaubeinblasung durch abfallbasierte Reduktionsmittel ab 2025 (entspricht ca. 30 % der Gesamtkohlemenge)
- Elektrolichtbogenofen ersetzt Hochofen 3 ab 2028

[10] Weitere Unterschiede zum Referenz-Szenario finden sich in Abschnitt 7.3

Gleichzeitig ist auch in der Zukunft mit einer Stärkung des Standorts Bremen und einer damit verbundenen Produktionssteigerung zu rechnen. Die Rohstahlproduktion wird sich nach Angaben der AMB bis 2030 um 31 % gegenüber 1990 erhöhen. Gegenüber 2017 wird von einer Produktionssteigerung um 18 % bis 2030 ausgegangen. Dies hat entsprechende Auswirkungen auf die Energie- und CO_2-Szenarien.

Der Endenergieverbrauch stieg zwischen 1990 und 2017 um knapp 9 %. Im Referenz-Szenario liegt der Energieverbrauch noch 3 % höher als der Wert von 1990. Pro produzierter Tonne Rohstahl (Brammen) entspricht das im Jahr 2030 einem Wert von 12,4 GJ. Gegenüber 1990 wäre das eine Reduktion um knapp 3,4 GJ pro Tonne produzierten Stahls (vgl. Abbildung 4-5)[11].

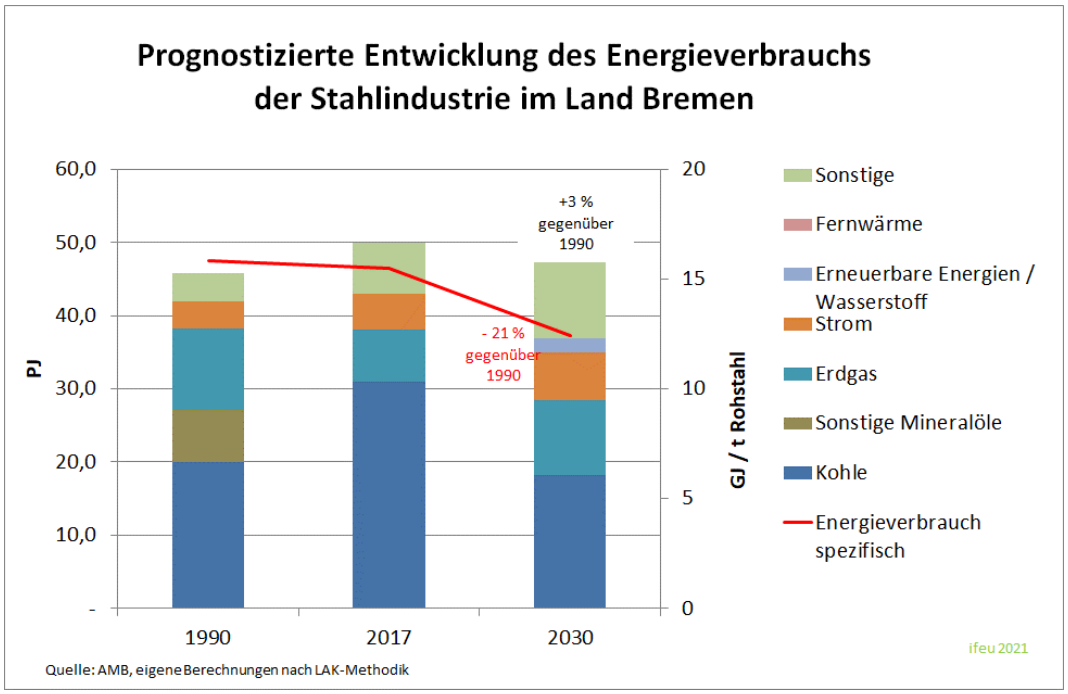

Abbildung 4-5: Prognostizierte Entwicklung des Energieverbrauchs der Stahlindustrie bis 2030 im Referenz-Szenario

Die CO_2-Emissionen stiegen in der Stahlindustrie in Bremen zwischen 1990 und 2017 um 2 %. Im Referenz-Szenario sinken die CO_2-Emissionen bis 2030 gegenüber 1990 um 18 %. Pro produzierter Tonne Rohstahl ergeben sich im Jahr 2030 CO_2-Emissionen von 1,01 Tonnen CO_2, was einer Reduktion von 37 % gegenüber 1990 gleichkommen würde (vgl. Abbildung 4-6).

[11] Im Werk Bremen erfolgt zudem ein Zukauf von Brammen. Die spezifischen Verbräuche und Emissionen für die vor Ort produzierten Brammen werden durch die nachgelagerten Prozesse in Anlagen (insbesondere Warmwalzwerk) erhöht. Aktuell wird die Produktion von Rohstahl (Brammen) für 2030 mit 3.800 kt prognostiziert (2017: 3.227 kt, 1990: 2.900 kt)

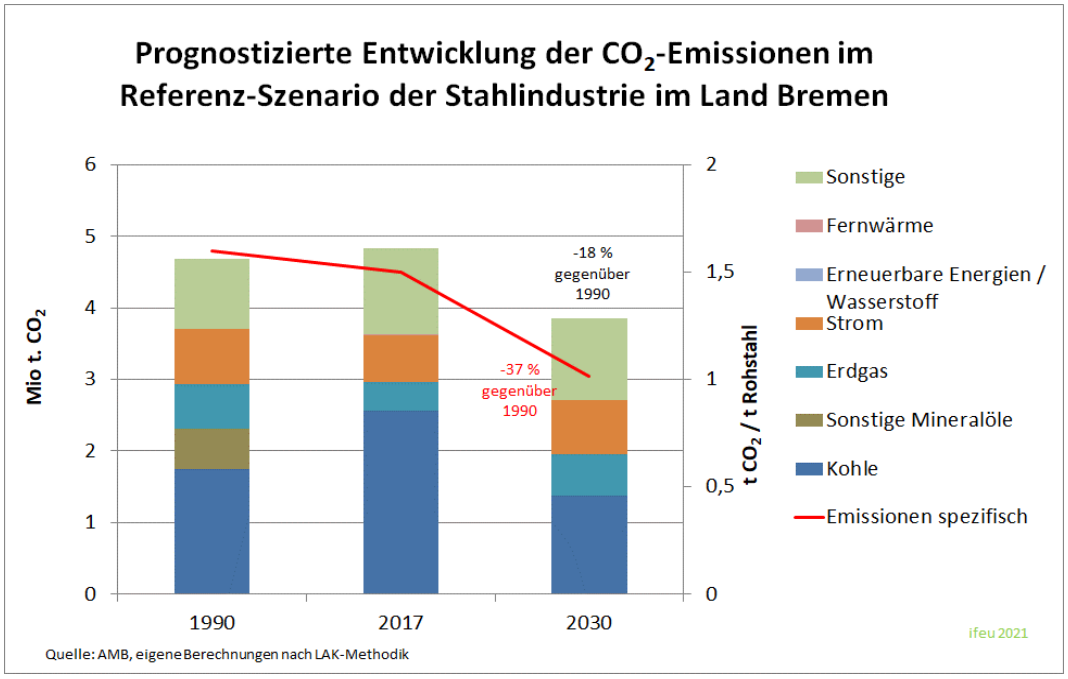

Abbildung 4-6: Entwicklung der CO_2-Emissionen der Stahlindustrie bis 2030 im Referenz-Szenario

4.2.4 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

In Abbildung 4-7 wird der Endenergieverbrauch im Land Bremen unter Berücksichtigung der Stahlindustrie im Referenz-Szenario dargestellt. Zwischen 1990 und 2017 konnten demnach im Land 6 % Endenergie eingespart werden. Zwischen 1990 und 2030 kann der Endenergieverbrauch im Referenz-Szenario weiter um insgesamt 13 % gegenüber 1990 reduziert werden.

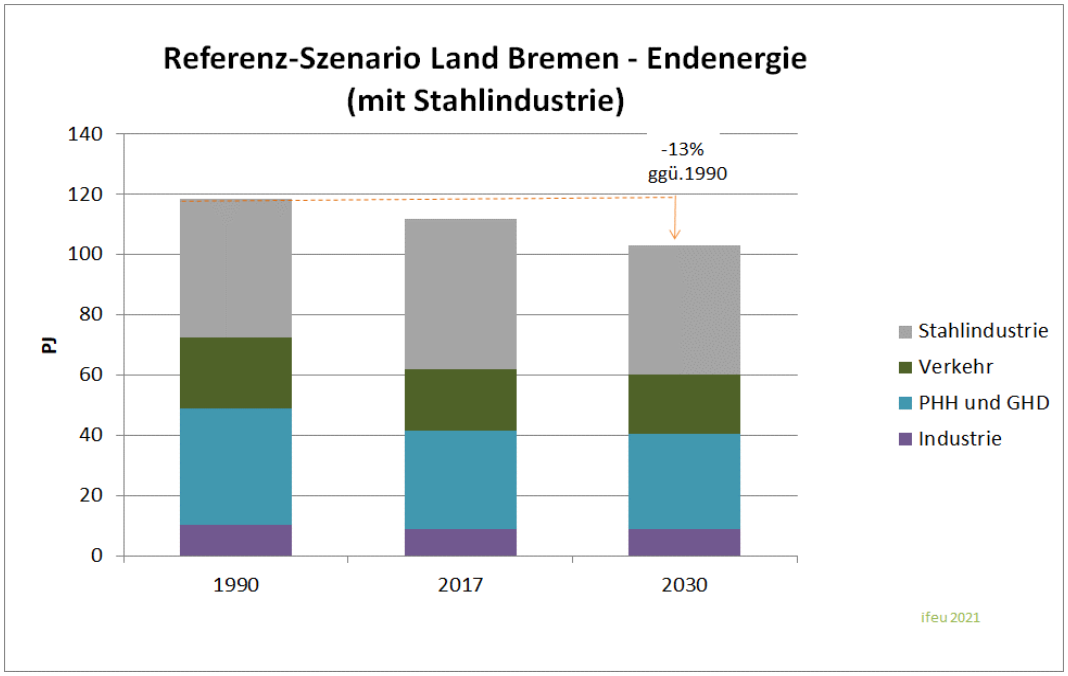

Abbildung 4-7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Referenz-Szenario im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

In Abbildung 4-8 werden die mit dem Endenergieverbrauch im Referenz-Szenario verbundenen CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Berücksichtigung der Stahlindustrie gezeigt. Zwischen 1990 und 2017 konnten demnach im Land 13 % der CO_2-Emissionen eingespart werden. Bis zum Jahr 2030 verringern sich aufgrund des klimafreundlicheren Energieträgermixes in den verschiedenen Sektoren gegenüber 1990 die CO_2-Emissionen um 26 %.

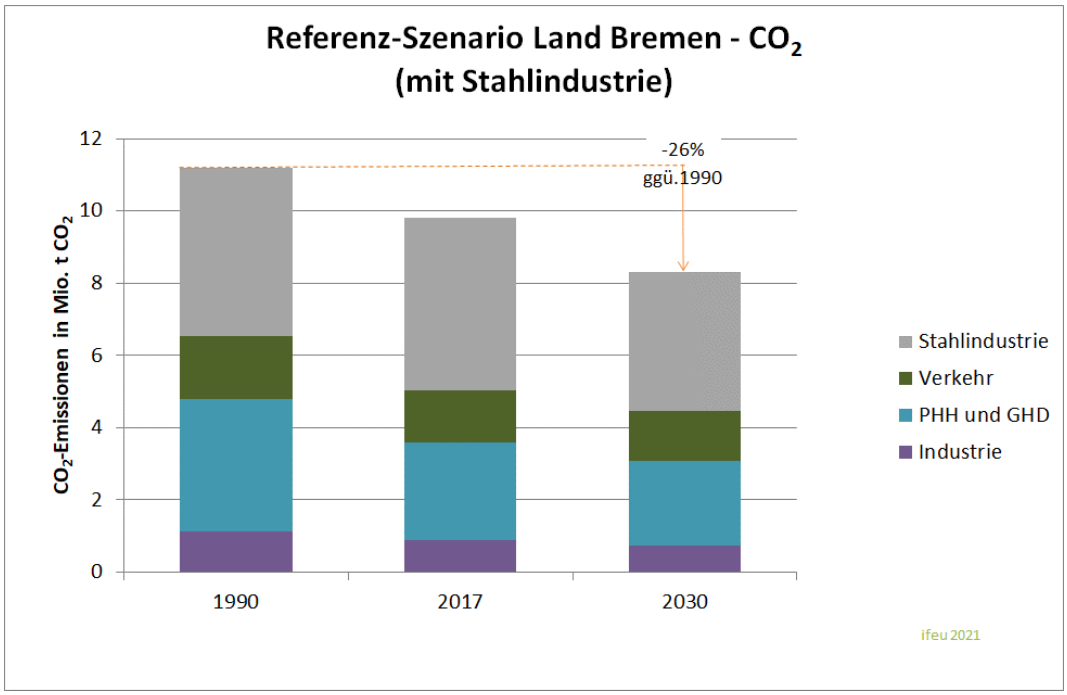

Abbildung 4-8: Entwicklung der CO_2-Emissionen im Referenz-Szenario im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

5 Referenz 2-Szenario

5.1 Annahmen des Referenz 2-Szenarios

Ende 2019 beschloss die Bundesregierung das „Klimaschutzprogramm 2030“, welches Maßnahmen enthält, um das Klimaschutzziel 2030 von -55 % THG gegenüber 1990 zu erreichen. Das Programm dient als Arbeitsplan, der durch Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und in Form von Förderprogrammen weiter konkretisiert werden soll. Welche Auswirkungen das Klimaschutzprogramm auf die bundesweiten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) hat, wurde in verschiedenen Studien untersucht (UBA 2020, Prognos 2020).

In der Studie von Prognos konnten bei der Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 gegenüber einem Referenz-Szenario zusätzliche THG-Einsparungen von 11 % ermittelt werden. Mit der Umsetzung des Klimaschutzprogramms könnten demnach 52 % weniger THG emittiert werden als 1990. Damit bleibt trotz des Klimaschutzprogramms eine Ziellücke von 3 %-Punkten bestehen.

Inwieweit sich die Auswirkungen des Klimaschutzprogramms 2030 wiederum im Land Bremen bemerkbar machen, wurde im Referenz-2 Szenario untersucht. Im Folgenden wird erläutert, welche Maßnahmen berücksichtigt werden und wie sich die bundesweiten Maßnahmenpakete auf die Annahmen gegenüber dem Referenz-Szenario für das Land Bremen auswirken. Das Referenz 2-Szenario ist analog zum Referenz-Szenario ein hypothetisches Szenario. In einem Multi-Governance-System aus EU, Bund und Ländern wirken Maßnahmen der verschiedenen Ebenen nicht für sich alleine, sondern immer in Kombination zueinander. Auch werden die in diesem Szenario beschriebenen Maßnahmen durch die Bremer Akteure umgesetzt. Sie haben also einen wesentlichen Anteil daran, dass das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung so wirkt, wie in den Studien angenommen.

5.1.1 Stationäre Sektoren

Das Klimaschutzprogramm hat verschiedene Maßnahmen im stationären Bereich, welche sich entsprechend auf die Annahmen für die Bremer Szenarien auswirken. Tabelle 5-1 veranschaulicht diejenigen Maßnahmen, welche entsprechende Auswirkungen auf das Referenz 2-Szenario für das Land Bremen haben.

Tabelle 5-1: Übersicht zu den berücksichtigten Maßnahmen im stationären Bereich des Klimaschutzprogramms 2030

Maßnahmen	Informationen
Wärmeverbrauch (Sanierungsrate und Qualität) und Ausbau erneuerbare Energien im Wärmebereich	
Brennstoffemissionshandelsgesetz	Ab 2021 (Preis: 25 Euro / t) Gutachterliche Annahme für 2030: 180 Euro / t (nominal) für Verkehr und Wärme (nationales Emissionshandelssystem für nicht EU-Emissionshandelssektoren)
Steuerliche Förderung der energetischen Gebäudesanierung	Fiskalische Maßnahme
Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	Fiskalische Maßnahme: Zusammenführung Förderprogramme (ab 2021)
Förderung der seriellen Sanierung	Fiskalische Maßnahme
Energieberatung und Öffentlichkeitsarbeit	Information
Weiterentwicklung der Städtebauförderung	Fiskalische Maßnahmen
Ergänzende Maßnahmen Änderung beim Wohngeld und beim Mietrecht, Transferleistungen	Fiskalische Maßnahme
Einbauverbot monovalenter Heizölkessel	Regulatorische Maßnahme: Ab 2026
Energetische Stadtsanierung	In Prognos-Studie noch nicht berücksichtigt
Steigerung Energieproduktivität Industrie sowie Anteil klimafreundlicher Brennstoffe	
Investitionsprogramm–Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft	Fiskalische Maßnahme: Bündelung von Förderprogrammen
Wettbewerbliche Ausschreibungen für Energieeffizienz	Fiskalische Maßnahmen: Fokus ambitionierte Projekte
Ressourceneffizienz und -substitution	Fiskalische Maßnahme bereits bestehend; Fokus auf Beratung, Förderung und Fortbildung
Beschleunigte Umsetzung der Maßnahmen aus dem Energieaudit und der Energiemanagementsystemen (EMS)	Regulatorische Maßnahme
Nationales Dekarbonisierungsprogramm	FuE-Maßnahme: Förderung von Leuchtturmprojekten
Automobilindustrie: Industrielle Fertigung für mobile und stationäre Energiespeicher (Batteriezellfertigung)	Fiskalische Maßnahmen
Programm CO2-Vermeidung und -nutzung in Grundstoffindustrien	Fiskalische Maßnahme: Förderung von CDA, CCS und CCU
Neue Konstruktionstechniken und Werkstoffe für eine emissionsarme Industrie	Fiskalische Maßnahme: Fokus Material- und Ressourcenarme Industrie
Steigerung der Effizienz in allen Sektoren	
Energieeffizienzstrategie 2050 (EffSTRA)	Fiskalische Maßnahme: Entwicklung von Effizienzmaßnahmen
Steigerung Stromeffizienz	
EU-Ökodesign-Richtlinie–Ausweitung von Mindeststandard	Regulatorische Maßnahme
Verbesserter Neubau-Standard	
Prüfung der Weiterentwicklung des energetischen Standards	Regulatorische Maßnahme
Fortentwicklung des Innovationsprogramms Zukunft Bau	Fiskalische Maßnahme
Ausbau/Umstellung Fernwärme	
Wärmenetze zunehmend auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme um-stellen –Wärmenetze 4.	Fiskalische Maßnahme: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) seit 2021
Weiterentwicklung und Modernisierung der KWK	Regulatorische Maßnahme: Anpassung KWKG
Verbesserung des Bundesstrommixes	
Schrittweise Reduzierung der Kohleverstromung	Regulatorische Maßnahmen: Ausgestaltung im Kohleausstiegsgesetz 2020 und dem Strukturstärkungsgesetz
Ausbau der erneuerbaren Energien auf 65 % Anteil am Bruttostromverbrauch bis 2030	Regulatorische Maßnahme (Novellierung EEG 2021, Windenergie-auf-See-Gesetz 2020)

Die Maßnahmenwirkungen wurden anhand der Prognos-Studie in Szenarien-Annahmen transformiert. Die größte Auswirkung auf die Szenarien hat hier die Bereitstellung eines klimafreundlichen Strommixes aufgrund des im Klimaschutzprogramm präsentierten Kohleausstiegs und des damit verbundenen Ausbaus erneuerbarer Energien.

Infobox: Annahmen für die Entwicklung des Bundesstrommixes (Generalfaktor)

Mit dem Kohleausstiegsgesetz ist die Entwicklung des Bundesstrommixes bis 2030 gegenüber dem Stand vor zwei Jahren wesentlich besser absehbar. Gemäß der Szenariendefinition (vgl. Unterabschnitt 3.2.2) wird für das Referenz-Szenario von dem hypothetischen Hintergrund ausgegangen, dass sich auf Bundesebene keine wesentlichen Änderungen gegenüber der bisherigen Politik von vor 2019 ergeben. Dementsprechend wird in diesem Szenario mit einem Strommix 2030 ohne Kohleausstieg gerechnet. Im Referenz 2-, Klimaschutz- und Klimaschutz+ Szenario wird dagegen von einer Umsetzung der Kohleausstiegsbeschlüsse ausgegangen, welche sich auch auf einen deutlich verbesserten Strommix 2030 auswirken. Im Ziel-Szenario wiederum wird von einem sehr ambitionierten Strommix ausgegangen, in dem der Kohleausstieg 2030 bereits komplett vollzogen ist und ein Großteil der Stromerzeugung in Deutschland mit erneuerbaren Energien erfolgt.

Für das Referenz-Szenario wurde bei der Nettostromerzeugung der Referenzpfad aus der Prognos-Studie „Klimapfade für Deutschland“ als Grundlage genutzt (vgl. Prognos 2018). Für die anderen Forecast-Szenarien wurde die Studie des Öko-Instituts aus dem Jahr 2019 („Die deutsche Kohle-Verstromung bis 2030“) genutzt, in welcher der Kohleausstieg und der Ausbau der erneuerbaren Energien auf Basis der Empfehlungen der Kohlekommission berechnet wurden.

Um das Reduktionsziel von 80 % bereits 2030 zu erreichen, mussten die Annahmen für den zu Grunde liegenden Strommix ambitionierter getroffen werden. Die dafür angenommene Zusammensetzung der Stromerzeugung für das Jahr 2030 ist analog zu den anderen Annahmen im Ziel-Szenario (noch) nicht Maßnahmen-basiert. Die Annahmen für die zu Grunde liegende Stromerzeugung basieren auf den Szenarienergebnissen der oben genannten Prognos-Studie, in welcher für das Jahr 2050 ein Einsparziel von 80 % (80 % Pfad) berechnet wurde.

Alle den Szenarien zu Grunde liegenden Strommixe sind in Tabelle 5-2 aufgeführt.

Tabelle 5-2: Jährliche Nettostromerzeugung (TWh) zur Ermittlung des Generalfaktors in den verschiedenen Szenarien

	2017 (Basisjahr)	Referenz-Szenario	Referenz 2-Szenario, Klimaschutz-, Klimaschutz+ Szenario	Ziel-Szenario
Kernenergie	72	0	0	0
Braunkohle	137	106	61	0
Steinkohle	85	84	27	0
Erdgas	84	62	102	47
Andere Fossile	20	-	21	-
Wasser	20	21	21	21
Wind-Onshore	89	129	128	208
Wind Offshore	18	62	81	188
Fotovoltaik	40	70	72	100
Biomasse	51	47	41	33
Andere Erneuerbare	4	-	4	-
Sonstige	-	21	-	20

Auch im Effizienzbereich kann eine Steigerung der Sanierungsrate aufgrund der Maßnahmen der Bundesregierung erzielt werden. Gleichzeitig sind die energetischen Standards in Neubau und Sanierung ambitionierter. Im Industriebereich machen sich ebenfalls die Auswirkungen der oben beschriebenen Maßnahmen auf die Bremer Betriebe bemerkbar und die Energieproduktivität steigt entsprechend an. Bei der Wärmeversorgung können lokale Akteure von der Förderung auf Bundesebene profitieren, sodass ein Zubau von erneuerbaren Energien und Fernwärme registriert werden kann[12]. Auch das Verbot monovalenter Ölheizkessel ab 2026 findet sich in den Annahmen der Szenarien. Eine Übersicht der veränderten Annahmen für das Land Bremen im Referenz 2-Szenario zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 5-3: Zusammenfassung der Annahmen des Referenz 2-Szenarios

	Referenz	Referenz 2
Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalente)	1,2 %	1,45 %
Sanierungsqualität Anteil ambitionierter Sanierungen (über gesetzliche Standards hinaus)	11 %	25 %
Neubaustandards	Gesetzliche Standards	50 % KfW 55, 50 % Gesetzliche Standards
Stromeffizienz Lebensdauer Geräte 10-15 Jahre	Austausch Effizienzklasse F-G	Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent von D-E
Neue Stromanwendungen	+9 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +7 % Stromverbrauch durch Klimatisierung	+9 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +7 % Stromverbrauch durch Klimatisierung
Jährliche Steigerung der Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes (in %/a)	+1 %/a	+1,5 %/a
Klimaneutralität im Daimler-Werk	Wird überwiegend durch Kompensationsmaßnahmen (außerhalb Bremens) erreicht	Wird überwiegend durch Kompensationsmaßnahmen außerhalb Bremens erreicht
Stromfaktor 2030 (Generalfaktor)	417 g/kWh	278 g/kWh
Resultierender Anteil EE in der Nettostromerzeugung	51 %	64 %
Substitution fossile Wärmeversorgung/a	3,6 % (Heizöl: 50 % Wärmemix, 50 % Heizöl; Erdgas: 100 % Erdgas)	3,6 % (Bis 2025: Heizöl: 50 % Wärmemix, 50 % Heizöl; Erdgas: 100 % Erdgas; Ab 2026: Heizöl: 100 % Wärmemix ohne Heizöl; Erdgas: 90 % Erdgas, 10 % Fernwärme)
Entwicklung Fernwärmeabsatz für Gewerbe und Private Haushalte	-5 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand	+2 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand • Zusätzlich: Base-Case swb (68 MW)
Energieträgeranteile am Wärmemix im Sektor HH/GHD	• Heizöl: 14 % • Erdgas: 72 % • Solarthermie: 0,4 % • Biomasse: 0,3 % • Wärmepumpen 0,8 % • Fernwärme: 13 %	• Heizöl: 13 % • Erdgas: 70 % • Solarthermie: 0,5 % • Biomasse: 0,4 % • Wärmepumpen 1 % • Fernwärme: 14 %
Fernwärmeerzeugung	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %

[12] Für den Fernwärmeausbau werden die Angaben für die Forecast-Szenarien der swb Broschüre „Der Weg der Wärme in die Zukunft - Langfristige Wärmestrategie für Bremen und Bremerhaven“ entnommen. Aufbauend auf einer Potenzialanalyse werden in einem „Base-Case“ und „Best-Case“ unterschiedlich erschließbare Absatzpotenziale bis 2035 beschrieben. Für die vorliegende Studie wurden diese Werte für das Jahr 2030 übernommen.

5.1.2 Verkehr

Im Referenz 2-Szenario werden über das Referenz-Szenario hinausgehende zusätzliche Wirkungen des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung auf die Entwicklungen von Verkehrsmengen, Fahrzeugflotten und erneuerbaren Kraftstoffen abgebildet. Grundlage der Szenarienannahmen für Bremen sind die in aktuellen Gutachten für Bundeswirtschaftsministerium und Bundesumweltministerium abgeleiteten bundesweiten Wirkungen des Klimaschutzprogramms, ergänzt um aktuelle Einschätzungen aus der Automobilindustrie zum möglichen Markthochlauf der Elektromobilität in Deutschland (NOW 2020). Die Wirkungen des Klimaschutzprogramms der Bundesregierung betreffen alle Handlungspfade im Verkehr:

- Durch einen starken Ausbau von öffentlichem Verkehr sowie Schienengüterverkehr sollen bundesweit die Anstiege von Pkw- und Lkw-Fahrleistungen bis 2030 gedämpft werden.
- Deutschlandweite Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität sowie Einschätzungen zur zukünftigen Ausgestaltung der CO_2-Flottenregulierung für Pkw in der EU sollen deutliche Steigerungen der Zahlen von Elektro-Pkw bewirken. Nach Einschätzungen des VDA in (NOW 2020) wird deutschlandweit ein Bestand von 7,2 Mio. batterieelektrischen Pkw (rein elektrischer Betrieb) sowie 3,3 Mio. PHEV-Pkw (teil-elektrischer Betrieb) angenommen.
- Im Lkw-Verkehr bewirkt die im Klimaschutzprogramm 2030 berücksichtigte Ende 2019 verabschiedete EU-weite CO_2-Flottenregulierung für schwere Nutzfahrzeuge deutliche zusätzliche Effizienzsteigerungen. Zusätzlich werden bis 2030 auch hier etwa 10-13 % der Lkw-Flotte durch nationale Maßnahmen elektrifiziert (batterieelektrische Solo-Lkw, Last- und Sattelzüge als Hybrid-Oberleitungsfahrzeuge).
- Im Bereich erneuerbarer Kraftstoffe werden im Jahr 2030 Biokraftstoffe in ähnlichem Umfang eingesetzt wie heute. Hinzu kommen deutschlandweit ca. 40 PJ strombasierte Kraftstoffe (nach UBA 2020), dies entspricht etwa 2,8 % des gesamten Kraftstoffbedarfs. Auch im Flugverkehr werden 2030 ca. 2 % nicht-biogene erneuerbare Kraftstoffe angenommen.

Die Annahmen des Referenz 2-Szenarios im Verkehr sind in Tabelle 5-4 zusammengefasst.

Tabelle 5-4: Zusammenfassung der Annahmen des Referenz 2-Szenarios im Verkehr gegenüber dem Jahr 2017

	Referenz	Referenz 2
MIV-Verkehrsentwicklung	Bremen: +5,1 % ggü. 2017 Bremerhaven: +2,8 % ggü. 2017	-3,2 % ggü. Referenz 2030
Lkw-Verkehrsentwicklung	Bremen: +9,5 % ggü. 2017 Bremerhaven: +8,6 % ggü. 2017	-6,5 % ggü. Referenz 2030
ÖPNV-Verkehrsentwicklung	Bremen: +5,1 % ggü. 2017 Bremerhaven: -2,2 % ggü. 2017	Bus: +9 % ggü. Referenz SPNV: +10 % ggü. Referenz
Kfz: Effizienz	Spezifischer Verbrauch: - Pkw: -0,8 % pro Jahr - Lkw: -0,3 % pro Jahr	Spezifischer Verbrauch: - Pkw: -0,8 % pro Jahr (wie Referenz) - Lkw: -1,3 % pro Jahr (Wirkung der europ. CO_2-Flottenregulierung)
Kfz: Elektroanteile	Elektroanteile an den Fahrleistungen im Jahr 2030: - Pkw: 6,8 % - Lkw: < 1 %	Elektroanteile an den Fahrleistungen im Jahr 2030: - Pkw: 18 % - Lkw: 13 % (innerorts, außerorts), 9,5 % (Autobahn)
ÖPNV: Elektroanteile	Elektroanteil Bus 2030: 15,3 %	Elektroanteil Bus 2030: 50 % (Zielwert im nationalen Klimaschutzprogramm)
Erneuerbare Kraftstoffe	Biokraftstoffanteil: 6,7 % (nach Vorgaben RED II) Keine strombasierten Kraftstoffe (PtX)	Biokraftstoffanteil: 7,9 % Strombasierte Kraftstoffe: 2,8 %

5.2 Ergebnisse des Referenz 2-Szenarios

Im Folgenden werden zunächst die Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen für das Land Bremen sowie die Städte Bremen und Bremerhaven beschrieben, bevor im Anschluss auf die Entwicklungen in den einzelnen Sektoren im Land Bremen sowie der Stahlindustrie eingegangen wird.

5.2.1 Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen nach Energieträgern

Land Bremen

Im Land Bremen sank der Energieverbrauch zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im ermittelten Referenz 2-Szenario sinkt der Energieverbrauch weiter. Im Jahr 2030 liegt der berechnete Verbrauch 23 % unter dem Wert von 1990 (vgl. Tabelle 5-5).

Tabelle 5-5: Zusammenfassung der Ergebnisse (Endenergie) im Referenz 2-Szenario für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030
Energieverbrauch (PJ)	72,5	61,8	56,1
% gegenüber 1990		-15 %	-23 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Anhand der Entwicklung des Verbrauchs nach Energieträgern seit 1990 (vgl. Tabelle 5-6) werden im Folgenden die verschiedenen Entwicklungen im Referenz 2-Szenario skizziert.

Der Erdgasverbrauch im Land Bremen stieg zwischen 1990 und 2017 um 37 %. Im Jahr 2030 wird laut Referenz 2-Szenario der Erdgasverbrauch etwas sinken und um 34 % höher liegen als im Jahr 1990.

Tabelle 5-6: Entwicklung Energieverbrauch für verschiedene Energieträger im Referenz 2-Szenario 2030 für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Energiever-brauch 1990 (PJ)	Energieverbrauch 2017 (PJ)	% gegen-über 1990	Energiever-brauch 2030 (PJ)	% gegen-über 1990
Kohle	1,3	0,2	-84 %	0,1	-89 %
Heizöl leicht	16,9	4,6	-73 %	3,2	-81 %
Kraftstoffe	23,9	19,5	-18 %	14,1	-41 %
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-80 %	0,0	-100 %
Erdgas	15,0	20,4	+37 %	20,0	+34 %
Strom	10,9	11,6	+6 %	12,2	+12 %
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	+830 %	2,1	+1.770 %
Fernwärme	3,3	4,3	+29 %	4,4	+33 %
Summe/Veränderung*	**72,5**	**61,8**	**-15 %**	**56,1**	**-23 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

(Nicht erneuerbare) Kraftstoffe, welche insbesondere im Verkehrsbereich zum Einsatz kommen, haben zwischen 1990 und 2017 um 18 % abgenommen. Bis 2030 wird im Referenz 2-Szenario gegenüber 1990 eine Minderung von 41 % erreicht.

Der Stromverbrauch hat sich zwischen 1990 und 2017 um 6 % erhöht. Bis zum Jahr 2030 wird im Referenz 2 - Szenario eine weitere leichte Steigerung des Stromverbrauchs gegenüber 1990 um 12 % erwartet.

Der Fernwärmeverbrauch konnte zwischen 1990 und 2017 im Land Bremen um 29 % erhöht werden. Gegenüber dem Jahr 1990 wird im Referenz 2-Szenario der Fernwärmeverbrauch um insgesamt 33 % steigen. Die Reduzierung des Wärmebedarfs durch modernisierte Gebäude kann durch Ausbau und Verdichtung des Wärmenetzes kompensiert werden.

Im Land Bremen konnte der Heizölverbrauch zwischen 1990 und 2017 um 73 % reduziert werden. Bis zum Jahr 2030 kann der Heizölverbrauch im Referenz 2-Szenario um 81 % gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden. Es wird also von einer weiteren Reduktion des aktuellen Heizölverbrauchs aufgrund des Austausches alter Kessel und teilweiser Substitution mit anderen Energieträgern ausgegangen.

Erneuerbare Energien (Wärme und Kraftstoffe) konnten zwischen 1990 und 2017 relativ deutlich ausgebaut werden. Von 0,1 PJ im Jahr 1990 wurden diese im Jahr 2017 auf 1,0 PJ erhöht. Bis zum Jahr 2030 wird im Referenz 2-Szenario mit einem weiteren Ausbau auf insgesamt 2,1 PJ gerechnet. Andere Energieträger spielten im Jahr 2017 kaum noch eine Rolle.

In Abbildung 5-1 werden diese erläuterten Entwicklungen grafisch dargestellt.

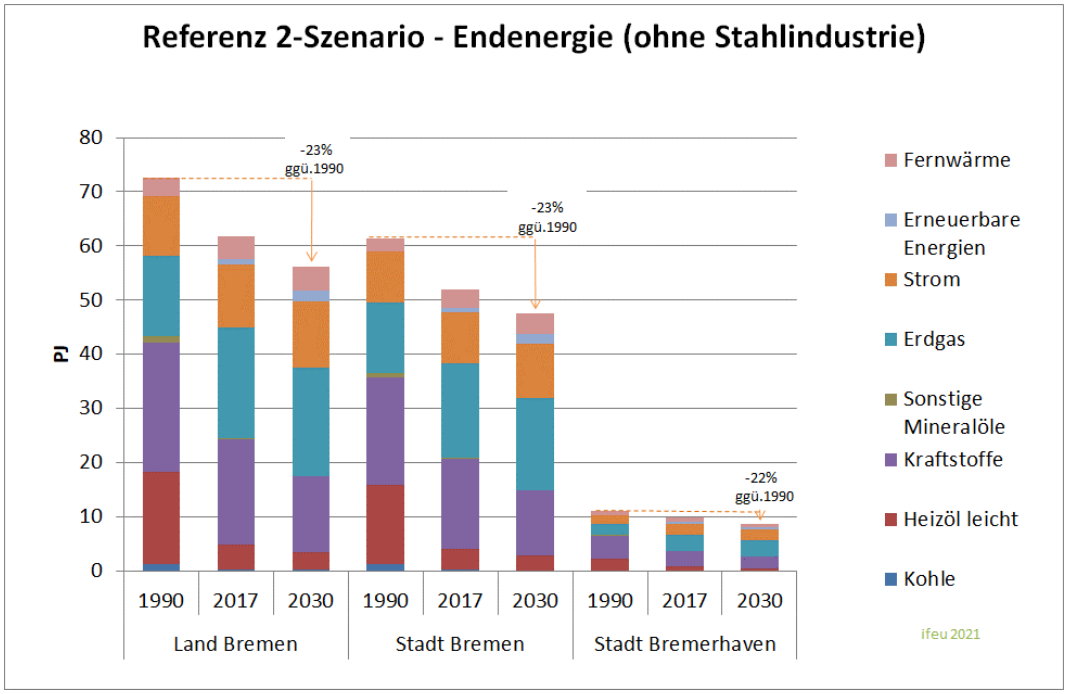

Abbildung 5-1: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Energieträgern im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Referenz 2-Szenario 2030

Die CO_2-Emissionen im Land Bremen konnten auf Basis der Methodik der LAK-Verursacherbilanz zwischen 1990 und 2017 um 23 % reduziert werden. Im Referenz 2-Szenario können die CO_2-Emissionen im Jahr 2030 gegenüber 1990 um 43 % reduziert werden (vgl. Tabelle 5-7).

Tabelle 5-7: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) im Referenz 2-Szenario für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030
CO_2-Emissionen (Mio. Tonnen)	6,5	5,0	3,7
% gegenüber 1990*		-23 %	-43 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Die für das Referenz 2-Szenario berechneten CO_2-Emissionen für das Jahr 2030 sind eng mit den oben beschriebenen Energieträgerverteilungen verknüpft. CO_2-intensivere Energieträger (z.B. Strom und Heizöl) besitzen hier jedoch höhere Anteile an den Gesamtemissionen als beim Energieverbrauch. Klimafreundlichere (z.B. Fernwärme) oder sogar klimaneutrale (erneuerbare Energien) Energieträger besitzen dagegen geringere bzw. keine Anteile (vgl. Abbildung 5-2). Gleichzeitig können gegenüber dem Referenz-Szenario u.a. aufgrund des besseren Strommixes im Referenz 2-Szenario zusätzliche CO_2-Einsparungen erzielt werden.

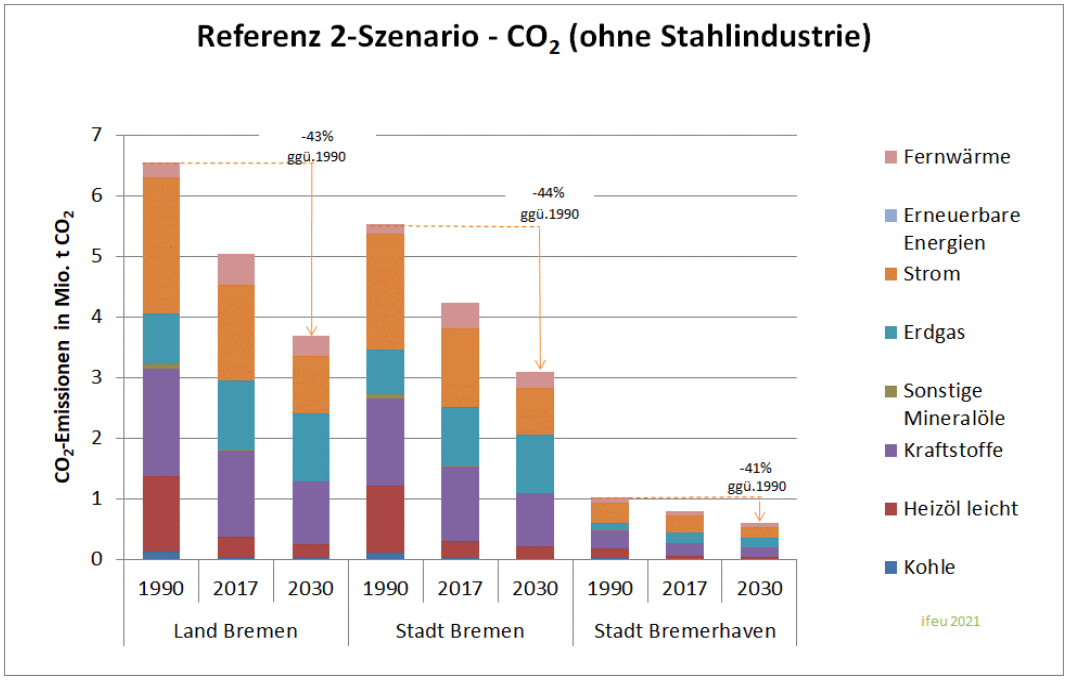

Abbildung 5-2: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Energieträgern im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Referenz 2-Szenario 2030

Städte Bremen und Bremerhaven

In der Stadt Bremen konnte bis 2017 der Energieverbrauch gegenüber 1990 um 15 % (von 61,4 PJ auf 52,0 PJ) reduziert werden. Bis 2030 wird im Referenz 2-Szenario der Energieverbrauch weiter um etwa 23 % (auf 47,5 PJ) gegenüber 1990 sinken.

In Bremerhaven war im Jahr 2017 eine Reduktion des Energieverbrauchs um 12 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu verzeichnen (von 11,1 PJ auf 9,8 PJ). Bis zum Jahr 2030 wird sich im Referenz 2-Szenario der Energieverbrauch in Bremerhaven um 22 % (auf 8,7 PJ) gegenüber 1990 reduzieren.

Die mit dem Energieverbrauch verbundenen CO_2-Emissionen sanken bis zum Jahr 2017 in der Stadt Bremen um 23 % und in Bremerhaven um 22 %. Laut Referenz 2-Szenario werden die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2030 in der Stadt Bremen um 44 % und in der Stadt Bremerhaven um 41 % sinken (vgl. Abbildung 5-2).

Genauere Entwicklungen in den beiden Städten können aus den Tabellen im Anhang entnommen werden.

5.2.2 Sektorspezifische Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen

Im Folgenden werden die Entwicklungen der drei in den CO_2-Verursacherbilanzen des Statistischen Landesamtes dargestellten Verbrauchssektoren betrachtet, nämlich Private Haushalte/GHD, Verarbeitendes Gewerbe (ohne Stahlindustrie) und Verkehr.

Die Gesamtergebnisse in Abbildung 5-3 und Abbildung 5-4 entsprechen in der Summe den oben präsentierten Ergebnissen nach Energieträgern. In den Grafiken werden der Gesamtenergieverbrauch und die CO_2-Emissionen auf die einzelnen Verbrauchssektoren aufgeteilt. Die wesentlichen Entwicklungen und Ergebnisse für die einzelnen Sektoren werden im Anschluss beschrieben.

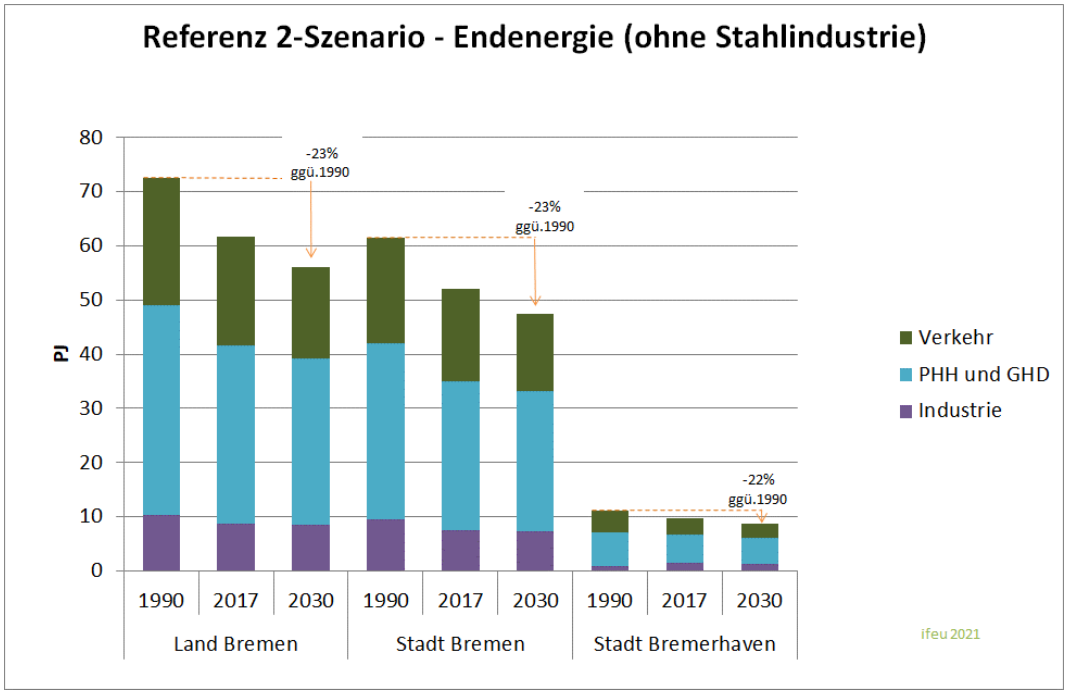

Abbildung 5-3: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Verbrauchsektoren im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Referenz 2-Szenario 2030

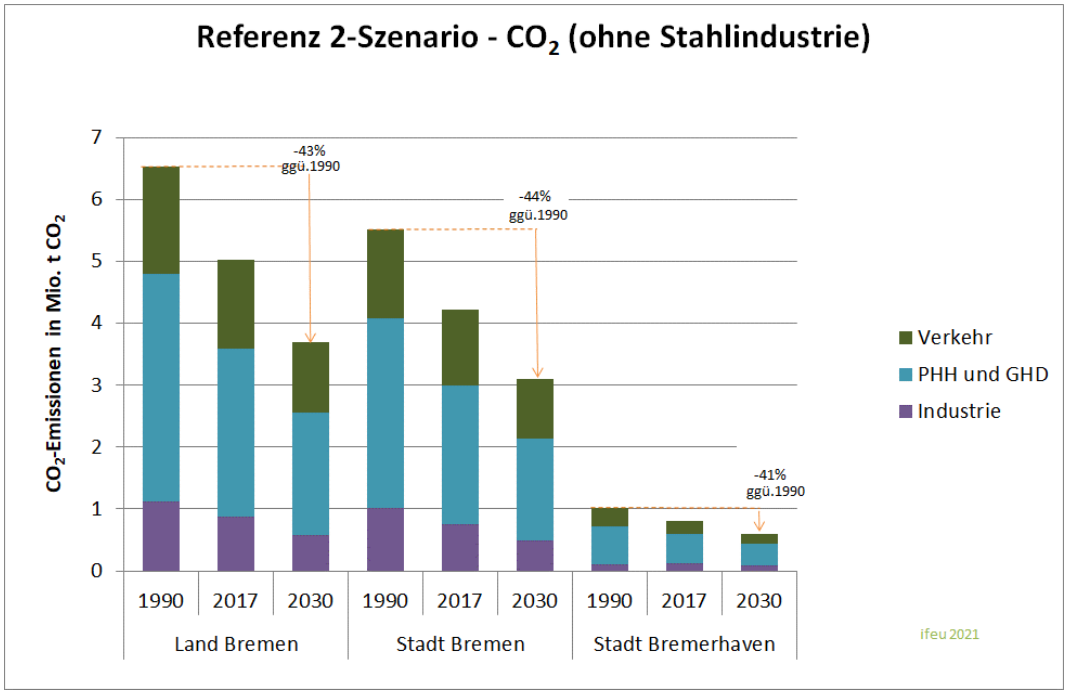

Abbildung 5-4: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Verbrauchsektoren im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Referenz 2-Szenario 2030

Der Energieverbrauch im Verbrauchssektor Private Haushalte/GHD sank zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im Referenz 2-Szenario für das Jahr 2030 wird gegenüber 1990 mit einem Rückgang von 21 % in diesem Sektor gerechnet. Die CO_2-Emissionen des Sektors Private Haushalte/GHD konnten zwischen 1990 und 2017 bereits um 26 % reduziert werden. Im Referenz 2-Szenario wird gegenüber 1990 von einer Reduktion von insgesamt 46 % ausgegangen.

Der Energieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe sank zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im Referenz 2-Szenario für das Jahr 2030 wird gegenüber 1990 davon ausgegangen, dass sich eine Reduktion gegenüber 1990 von 17 % ergibt. Die CO_2-Emissionen des Verarbeitenden Gewerbes waren im Jahr 2017 22 % niedriger als im Jahr 1990. Bis 2030 werden im Referenz 2-Szenario gegenüber 1990 insgesamt 49 % an CO_2-Emissionen eingespart.

Gegenüber 1990 konnten im Verkehrsbereich im Land Bremen im Jahr 2017 14 % Endenergie eingespart werden. Im Referenz 2-Szenario für das Jahr 2030 erhöhen sich die Einsparungen gegenüber 1990 auf 28 %. Da in der CO_2-Bilanz des Statistischen Landesamtes nach Verursacherbilanz zwischen 1990 und 2017 die CO_2-Emissionen des Verkehrs bereits um 17 % zurückgegangen sind, beträgt die CO_2-Minderung im Gesamtzeitraum 1990 bis 2030 im Referenz 2-Szenario 35 %.

5.3 Berücksichtigung der Stahlindustrie im Referenz 2-Szenario

Im Referenz 2-Szenario wird von den gleichen Maßnahmen für die Senkung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen ausgegangen wie im Referenz-Szenario. Während der Endenergieverbrauch das gleiche Niveau wie im Referenz-Szenario besitzt, ist ein wesentlicher Unterschied bei den CO_2-Emissionen, dass im Referenz 2-Szenario ein anderer Stromfaktor genutzt wird. (vgl. Infobox oben). Durch diesen veränderten Faktor für den Strombezug ändern sich die CO_2-Emissionen der Stahlindustrie im Referenz 2-Szenario, welche im Folgenden kurz dargestellt werden, bevor die Gesamtbilanzen des Landes Bremen dargestellt werden.

5.3.1 Berechnung der CO_2-Emissionen der Stahlindustrie

Die CO_2-Emissionen stiegen in der Stahlindustrie in Bremen zwischen 1990 und 2017 um 2 %. Im Referenz 2-Szenario[13] sinken die CO_2-Emissionen bis 2030 gegenüber 1990 um 23 %. Pro produzierter Tonne Rohstahl ergeben sich im Jahr 2030 CO_2-Emissionen von 0,95 Tonnen CO_2, was eine Reduktion von 41 % gegenüber 1990 bedeuten würde (vgl. Abbildung 5-5).

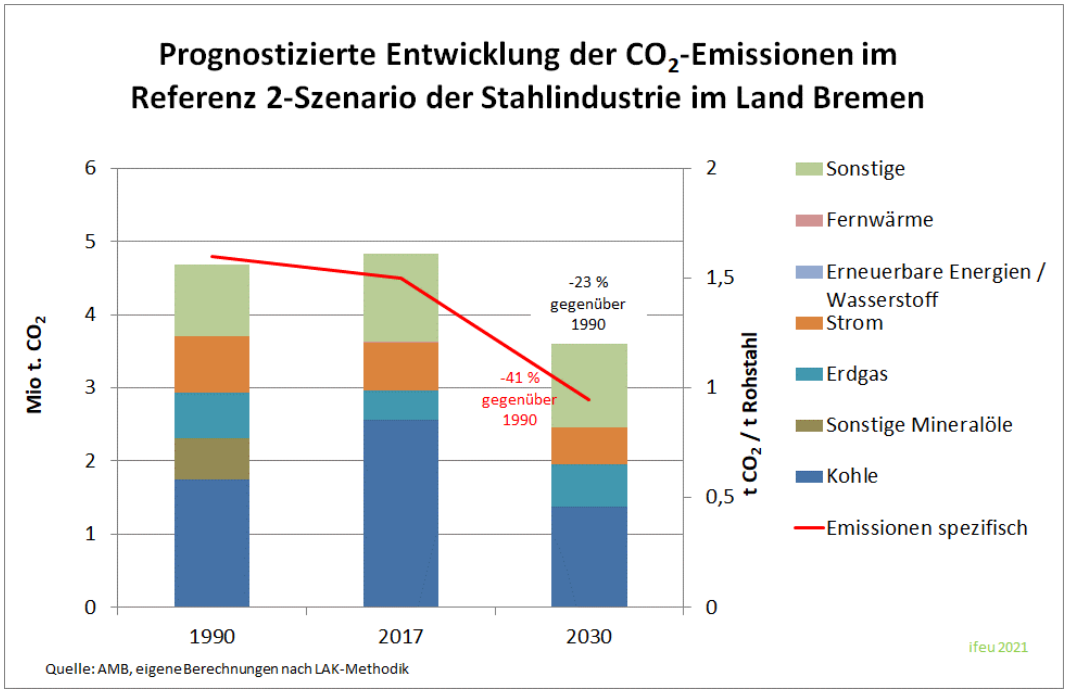

Abbildung 5-5: Entwicklung der CO_2-Emissionen der Stahlindustrie bis 2030 im Referenz 2-Szenario

5.3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

In Abbildung 5-6 wird der Endenergieverbrauch im Land Bremen unter Berücksichtigung der Stahlindustrie im Referenz 2-Szenario dargestellt. Zwischen 1990 und 2017 konnten demnach im Land 6 % Endenergie eingespart werden. Zwischen 1990 und 2030 kann der Endenergieverbrauch im Referenz 2-Szenario um insgesamt 13 % gegenüber 1990 reduziert werden.

[13] analog auch im Klimaschutz-Szenario und Klimaschutz+ Szenario

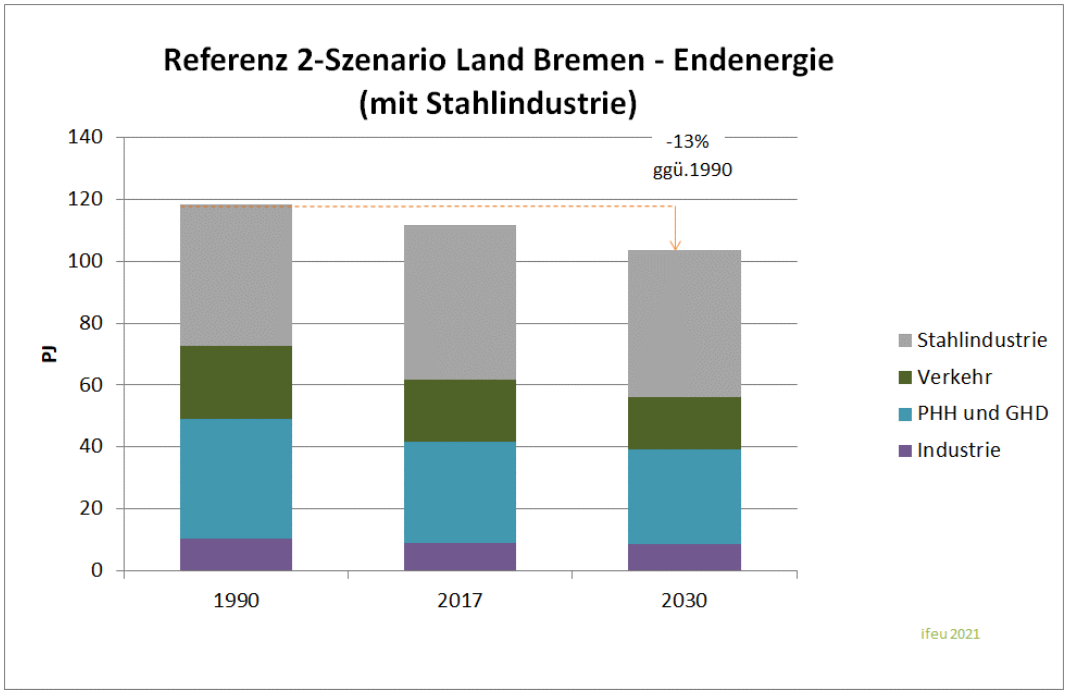

Abbildung 5-6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Referenz 2-Szenario im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

In Abbildung 5-7 werden die mit dem Endenergieverbrauch im Referenz 2-Szenario verbundenen CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Berücksichtigung der Stahlindustrie gezeigt. Zwischen 1990 und 2017 konnten demnach im Land 12 % der CO_2-Emissionen eingespart werden. Bis zum Jahr 2030 verringern sich aufgrund des klimafreundlicheren Energieträgermixes in den verschiedenen Sektoren gegenüber 1990 die CO_2-Emissionen um 35 %.

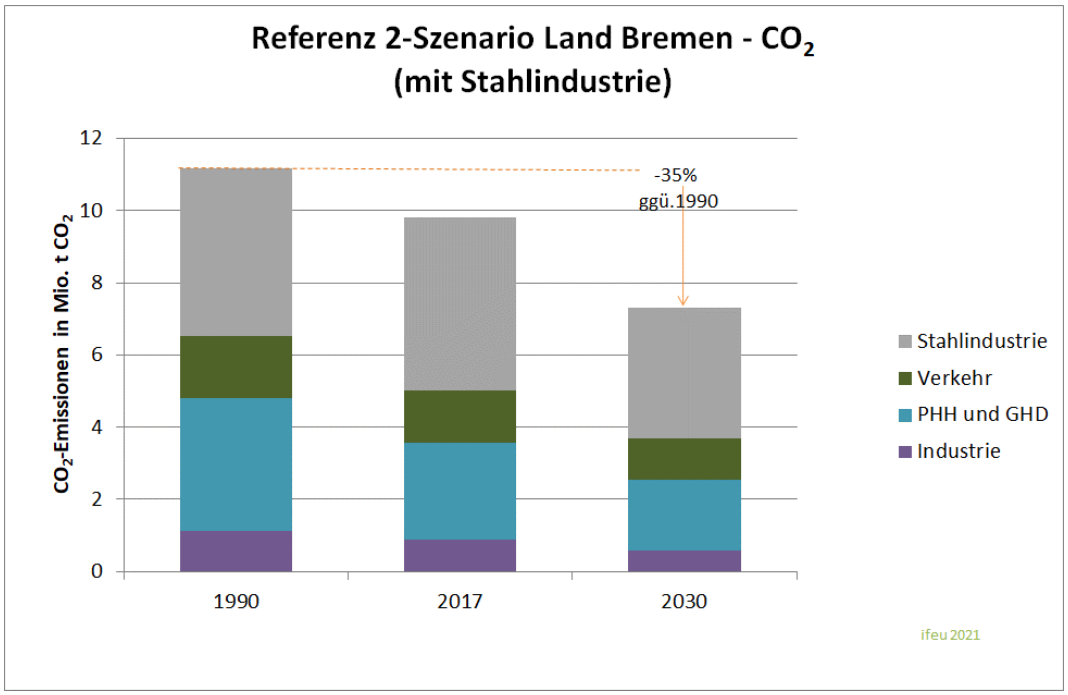

Abbildung 5-7: Entwicklung der CO_2-Emissionen im Referenz 2-Szenario im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

6 Klimaschutz-Szenario

Das Klimaschutz-Szenario basiert auf spezifischen Annahmen, welche sich aus Maßnahmen der lokalen Akteure im Land Bremen im Rahmen ihrer Klimaschutzaktivitäten ableiten. Diese Maßnahmen werden in Abschnitt 6.1 beschrieben. Im Anschluss daran werden die daraus abgeleiteten Annahmen präsentiert (Abschnitt 6.2), bevor die Ergebnisse der Berechnungen ohne Stahlindustrie (Abschnitt 6.3) und mit Stahlindustrie (Abschnitt 6.4) dargestellt werden.

6.1 Zu Grunde liegende Maßnahmen des Klimaschutz-Szenarios

Grundsätzlich werden im Klimaschutz-Szenario definitionsgemäß Annahmen bzw. Klimaschutzmaßnahmen hinterlegt, die auf Landes- und kommunaler Ebene im Zeitraum 2021 bis 2030 umgesetzt werden. Auf Ebene der Bundespolitik wird von den im Referenz 2-Szenario beschriebenen Maßnahmen ausgegangen. Um die Schwerpunkte verschiedener Wirkansätze der im Klimaschutz-Szenario berücksichtigten Maßnahmen in Bremen und Bremerhaven zu veranschaulichen, werden die Maßnahmen nach fordernden, fördernden, flankierenden, informativen und technischen Maßnahmen gruppiert. Dabei handelt es sich um eine Handlungsfeldbezogene Auswahl aus Sicht der Gutachter*innen. Diese Maßnahmenpakete tragen in Kombination mit den berücksichtigten Maßnahmen aus den Referenz-Szenarien dazu bei, die Annahmen in diesem Szenario noch einmal zu verändern.

Die aufgeführten Maßnahmen zeigen größtenteils bereits laufende Maßnahmen bzw. konkret geplante Maßnahmen im Land Bremen. Für eine Erreichung der Ergebnisse des Klimaschutz-Szenarios wird von einer stetigen Weiterentwicklung des Klimaschutz- und Energieprogramms (KEP) sowie der Aktivitäten aller Akteure im Land Bremen ausgegangen. Ein wesentlicher Baustein bei dieser Weiterentwicklung ist die Koalitionsvereinbarung aus dem Jahr 2019. Die dort aufgeführten Pläne und Maßnahmen werden in den folgenden drei Handlungsbereichen vorgestellt sowie ihre Wirkung auf die Annahmen des Klimaschutz-Szenarios wird beschrieben[14], bevor die bestehenden KEP Maßnahmen und Maßnahmen regionaler Akteure aufgeführt werden. Dabei wird deutlich, dass die Bremer Akteure in wesentlichen Teilen in ihren Aktivitäten bereits zur Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung (Referenz 2-Szenario) beitragen. Wirkungen des Klimaschutzprogramms 2030 aus dem Referenz 2-Szenarios können also der Umsetzung der Bremer Akteure zugeordnet werden.

Handlungsbereich Wärme- und (Strom-)erzeugung

In der Koalitionsvereinbarung aus dem Jahr 2019 wurden für die lokale klimafreundliche Wärmeerzeugung mehrere Aspekte/Ziele formuliert, die in den verschiedenen Einsparszenarien berücksichtigt werden. Während die Substitution der Kohle-basierten Fernwärme bereits im Referenz- und Referenz 2-Szenario enthalten ist, finden sich die Maßnahmen für eine klimafreundliche Stromversorgung mit verbessertem Generalfaktor im Referenz 2-Szenario wieder. Zusätzlich werden im Klimaschutz-Szenario folgende Maßnahmen berücksichtigt:

[14] Verschiedene Maßnahmen finden sich aufgrund der Definitionen der Szenarien bereits im Referenz- und Referenz 2-Szenario. Dazu gehören u.a. der Ausstieg aus der Kohle-basierten Fernwärme (s. 22), die Klärschlammverbrennungsanlage am Hafen (S. 22), die Verbindungsleitung Fernwärme-Universität/Ost (S. 22), Wasserstoffeinsatz im Stahlwerk (S. 72). Maßnahmen zur klimafreundlichen Strombereitstellung finden sich wiederum in einer Verbesserung des Generalfaktors im Referenz 2-Szenario.

- Fernwärmeausbau und Runder Tisch grüne Wärmeversorgung (S. 22 der Koalitionsvereinbarung): Ergebnisse dieses Aspekts wurden entsprechend im Klimaschutz-Szenario berücksichtigt, in dem die Ausbaupotenziale verstärkt erreicht werden (s.u.)
- Bremer Standard (S. 33): Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Neubau

Infobox: Berücksichtigung der Stromerzeugung im Land Bremen

Aufgrund der Anpassung der Bilanzierungsmethodik in der Szenario-Studie 2019 (vgl. ifeu 2019) fließen Veränderungen bei der regionalen Stromerzeugung nicht mehr unmittelbar in die CO_2-Bilanz des Landes Bremen ein (vgl. dazu Abschnitt 3.1). Stattdessen fließt die Stromerzeugung im Land Bremen in die Berechnung des Bundesstrommixes ein. Für Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung bedeutet dies, dass die mit der Fernwärmeerzeugung verbundenen CO_2-Emissionen dem Fernwärmeverbrauch zugeordnet werden. Die CO_2-Emissionen der Stromerzeugung fließen dagegen in den Bundesmix.

Größere Veränderungen im lokalen Kraftwerkspark werden also wesentlich geringere Auswirkungen auf die CO_2-Bilanz des Landes haben als bei einer Berechnung mit einem lokalen Strommix. Warum die neue Methodik mit Bundesmix empfohlen wird, ist dem Endbericht zur Bilanzierungsempfehlung (ifeu 2018) zu entnehmen. Auf diese Weise werden zwar weiterhin alle CO_2-Einsparungen erfasst, diese jedoch unterschiedlichen Ebenen zugeordnet. Eine klimafreundlichere regionale Stromerzeugung bleibt deswegen wichtig, denn die damit verbundenen verringerten CO_2-Emissionen schützen das Klima über die Landesgrenzen hinaus.

Darüber hinaus werden im Klimaschutz-Szenario in diesem Handlungsfeld die KEP Maßnahmen berücksichtigt, welche in der folgenden Übersicht dargestellt werden. Es wird angenommen, dass die Maßnahmen über 2021 hinaus fortgeführt werden.

	Maßnahmen aus dem Klimaschutz und Energieprogramm und der Bremer Akteure
Wärme- und (Strom-)erzeugung	Fordern • Neuanschlussverbot Elektroheizungen (§15 BremKEG) Fördern • Förderprogramm „Ersatz von Elektroheizungen“ Flankieren • Entwicklung und Umsetzung einer strategischen Fernwärmeplanung auf Basis des in Erarbeitung befindlichen Wärmeatlas, Bewerbung der beiden Solarkataster • Verstetigung der Solardachbörse (wärmeseitig) Informieren • Solarberatung Technische Maßnahmen • Anschluss von Neubaugebieten an die Fernwärme • Planung einer Fernwärmeverbindungsleitung (Netz Uni – Netz Ost) • Weiterer Zubau von dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung in der kommunalen Wohnungswirtschaft und in Neubaugebieten (Nahwärmenetze als Alternative zum Fernwärmeanschluss) • Verstärkte Biomassenutzung im Land Bremen (z.B. Bioabfallnutzung, Energetische Nutzung der Gartenabfälle und Stammholz aus der Bewirtschaftung öffentlicher Grünanlagen) Weitere Maßnahmen für eine klimafreundliche Stromerzeugung im Land Bremen • Clusterstrategie Windenergie in Bremerhaven • Unterstützung von Windkraftprojekten (Bauleitplanung, Genehmigungsverfahren, Pachtverträge, Repowering) • Solarberatung • Zubau von PV-Anlagen für eigene Stromnutzung v.a. auf öffentlichen Gebäuden sowie Gewerbehallen – bzw. Gewerbegebieten • Neue Gewerbegebiete mit konsequenter Nutzung der Dachflächen für die Solarstromerzeugung

Handlungsbereich Gebäude

Die Koalitionsvereinbarung hat in diesem Handlungsbereich ebenfalls verschiedene Aspekte/Ziele formuliert, die sich konkret auf das Klimaschutz-Szenario auswirken.

- Öffentliche Gebäude als Null-/Plusenergiehäuser (S. 22): Berücksichtigung im Klimaschutz-Szenario als effizienteren Neubaustandard
- Landeswärmegesetz mit Vorgaben für Neubau und Sanierung (S. 23): Höherer Anteil erneuerbarer Energien und Fernwärme bei Substitution von fossilen Heizkesseln, höhere Sanierungsquote und höhere Qualität der Sanierungen
- Bewerbung von Beratungs- und Finanzierungsangeboten (S. 23): Wirkungssteigerung der KEP-Angebote
- Bremer Standard (S. 33): Steigerung des Neubaustandards
- Bremer Standard im Bestand – Klimafreundlicher Neubau und Sanierung in den Wohnungsbaugesellschaften (S. 33): Steigerung der Sanierungsquote und Sanierungsqualität
- Niederschwellige Informationsangebote und Handlungshilfen für einkommensschwache Haushalte, Ausdehnung Stromsparchecks (S. 33): Senkung des Stromverbrauchs
- Wohnungstauschbörse, flexible Wohnflächen im Neubau (S. 33): Gleichbleibende Wohnfläche pro Kopf
- LED Straßenbeleuchtung (S. 23): Senkung des Stromverbrauchs im Sektor Haushalte und Gewerbe

Darüber hinaus werden in diesem Handlungsfeld im Klimaschutz-Szenario die KEP Maßnahmen fortgeführt, welche in der nachfolgenden Darstellung veranschaulicht werden.

	Maßnahmen aus dem Klimaschutz und Energieprogramm und der Bremer Akteure
Handlungsbereich Gebäude	Fordern • Klimaverträgliche Wärmeversorgung neuer Wohngebiete (z.B. Gartenstadt Werdersee, Ellener Hof, Hulsberg-Viertel) • Vollzug der EnEV und des EE-Wärmegesetzes fortführen, um Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben zu sichern Fördern • Förderprogramm „Wärmeschutz im Wohngebäudebestand“ fortführen und lukrativer gestalten • Energetische Anforderungen im Wohnraumförderprogramm ergänzen • Förderrichtlinie „Kommunaler Klimaschutz für die Stadt Bremerhaven“ anpassen und fortsetzen • Bewährte Förderprogramme der swb (u.a. Haushaltsgeräte, Wärmeerzeuger) mit regelmäßiger Modifizierung zur Schaffung neuer Anreize fortsetzen • Förderung von Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen in förmlich festgelegten Sanierungsgebieten und Gebieten mit Erhaltungssatzung und Städtebauförderung (Humann-Viertel; Sanierungsgebiet Huckelriede/Sielhof) Flankieren • Begleitung von Modellprojekten (u.a. hanseWasser, Überseestadt (Hafenkante); Findorffer Passivhaus) mit anschließender Öffentlichkeitsarbeit • Erstellung von energetischen Quartierskonzepten zur Unterstützung des Quartierssanierungsansatzes • Durchführung von Nutzerschulung und -sensibilisierung in allen öffentlichen Gebäuden, neben Schulen und Kitas auch Freizeiteinrichtungen, Bürgerhäusern usw. Informieren • Informations-, Motivations- und Beratungsangebote zum energiesparenden Bauen und Sanieren • Informations-, Motivations- und Beratungsangebote zur Einsparung und effizienten Nutzung von elektrischem Strom Technische Maßnahmen • Fortsetzung der energetischen Modernisierung der GEWOBA- und Stäwog-Gebäude sowie die Entwicklung eines Nachsanierungskonzeptes für bereits sanierte Gebäude, die aber nur geringe Dämmdicke aufweisen (z.B. <10 Zentimeter) • Neubau und Sanierung öffentlicher Gebäude nach ambitionierten energetischen Standards auf Basis der einschlägigen Richtlinien der Freien Hansestadt Bremen und der Stadt Bremerhaven

Handlungsbereich Verkehr

Die Koalitionsvereinbarung formuliert das Ziel, die ökologische Verkehrswende sozial zu gestalten. Eine "Säule der bremischen Klimaschutzpolitik" ist "ein Vorantreiben der Verkehrswende durch Förderung attraktiver, kostengünstiger umweltfreundlicher Mobilität im Zentrum wie in den Stadtteilen sowie die Entwicklung eines verbindlichen Stufenkonzepts für eine autofreie Innenstadt. Der überwiegende Teil der in der Koalitionsvereinbarung genannten Aspekte findet sich bereits im Verkehrsentwicklungsplan 2025 (SUBV 2014) bzw. im Green City Masterplan (SUBV 2018a). Dazu gehören die weiterhin hohe Priorisierung von Rad- und Fußverkehr, ein weiterer Ausbau von Carsharing sowie des Bus- und Straßenbahnnetzes und die Umstellung der Busflotte auf emissionsfreie Fahrzeuge ebenso wie der Ausbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge und moderate Anpassungen im Parkraummanagement (z.B. Parkgebühren Innenstadt an vergleichbaren Großstädten orientieren, Ausweitung der Parkraumbewirtschaftung). Zwei wesentliche neue Aspekte kommen mit der Koalitionsvereinbarung hinzu:

- Die Innenstadt der Stadt Bremen soll bis 2030 autofrei gestaltet werden (S. 42 f.). Dabei haben „Attraktivitätssteigernde Maßnahmen für den Umweltverbund … Vorrang gegenüber Reglementierungen des Autoverkehrs“. In diesem Zusammenhang genannte konkrete Aspekte finden sich teilweise bereits im VEP 2025 (z.B. Umgestaltung Domsheide, innerstädtische Logistik mit Lastenrädern). Insgesamt soll der autoarm bzw. autofrei gestaltete Innenstadtbereich bis 2030 in mehreren Stufen erweitert werden.
- Im ÖPNV ist neben dem Angebotsausbau eine soziale und zukunftsfähige Tarifstruktur ein wichtiges Anliegen in der Koalitionsvereinbarung mit Aspekten wie Vergünstigung des Stadttickets und Ausweitung des Berechtigtenkreises sowie Attraktivierung des Jobtickets. In einer Machbarkeitsstudie sollen rechtliche, finanzielle und organisatorische Rahmenbedingungen für einen kostenfreien ÖPNV geklärt werden (S. 37, S. 137).

Die Koalitionsvereinbarung betont damit die Dringlichkeit einer ambitionierten Umsetzung des Verkehrsentwicklungsplans 2025 (SUBV 2025) und ergänzt diese um weitere Aspekte, welche die Vermeidung und Verlagerung von Pkw-Fahrten zusätzlich verstärken könnten und in einer laufenden Teilfortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans untersucht werden. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht wesentlicher Handlungsfelder im Verkehr aus dem Klimaschutzszenario der Szenarienstudie von 2019 (ifeu 2019) und den in der Aktualisierung des Szenarios berücksichtigten zusätzlichen Aktivitäten.

	Maßnahmen aus dem Klimaschutz und Energieprogramm und der Bremer Akteure
Handlungs-bereich Verkehr	Fordern • Parkraummanagement: o Reduzierung des Parkraums in Wohnquartieren o Ausweitung der Parkraumbewirtschaftung und verstärkte Überwachung o Orientierung der Parkgebühren in der Innenstadt an vergleichbaren Großstädten • Konsequente Überwachung o Geschwindigkeitsüberschreitungen o Fußweg-Falschparker o Lkw-Fahrverbote • Räumliche Ausweitung des autoarmen/-freien Innenstadtbereichs Fördern (Auswahl) • Ausbau Rad- und Fußverkehr o Fußverkehrskonzepte, Begegnungszonen, Stadtteilpläne (Fußverbindungen für Zielgruppen) o Rad-Premiumrouten in die Innenstadt o Netzverdichtungen o Straßenumgestaltung/-neuordnung zugunsten Nahmobilität und Aufenthaltsqualität o Neue/bessere Fahrrad-Abstellanlagen o Barrierefreiheit und Querungshilfen für den Fußverkehr o Innerstädtische Logistik mit Lastenrädern Ausbau städtischer & regionaler ÖPNV o Ausbau Straßenbahnnetz, (Regio-) Busnetz o Direkte Busverbindungen in die Innenstadt o Taktverdichtung und neue Haltepunkte im SPNV (Regio-S-Bahn) o Ausbau Eisenbahnknoten Bremen Hbf • Sozial- und zukunftsfähige ÖPNV-Tarife o Vergünstigung & Ausweitung Stadtticket o Attraktivierung des Jobtickets • Verbesserung Inter- und Multimodalität o Carsharing-Ausbau, auch in Stadtrandgebieten o Intermodalität: P+R, Park+Bike, Bike+Ride o Einführung einer Mobilitätskarte Flankieren (Auswahl) • Neue/bessere Fahrrad-Abstellanlagen • Ampeloptimierung für ÖPNV, Fuß, Rad • Sensibilisierung der Radfahrer für Belange von Fußgängern • Verkehrssicherheitskonzept Informieren (Auswahl) • Kampagnen zur Mobilitätskultur (Zufußgehen, Radfahren) • Mobilitätsberatung für Neubürger • Förderung zielgruppenorientierter Projekte (Fahrradtrainings, Schul-Express) • Mobilitätsberatungen in Schulen und Betrieben • Öffentlichkeitsarbeit für mehr Verkehrssicherheit Technische Maßnahmen (Auswahl) • Förderung der Elektromobilität o Ausbau Ladeinfrastruktur für E-Mobilität o Umstellung der BSAG-Flotte auf Elektrobusse o Pedelec-Verleih (P+B, B+R, ÖV-Haltepunkte) o Pilotprojekte emissionsfreie City-Logistik

Handlungsbereich Wirtschaft und Wissenschaft

Die Koalitionsvereinbarung hat in diesem Handlungsbereich ebenfalls verschiedene Aspekte/Ziele formuliert, die sich konkret auf die Einspar-Szenarien auswirken[15].

- Fortführung Partnerschaft Umwelt (S. 23): Steigerung der Energieproduktivität im Sektor Industrie
- Fortführung der Energieberatung KMU durch energiekonsens (S. 23): Steigerung der Energieproduktivität des Sektors GHD und Industrie
- Green Economy Gründerzentrum LuneDelta (S. 23): Berücksichtigung von Wasserstoffeinsatz im Szenario des Verarbeitenden Gewerbes
- Fortführung Energieeffizienznetzwerke (S. 23): Steigerung der Energieproduktivität in den Sektoren Industrie und GHD
- Zusammenarbeit mit Hochschulen zum Thema Klimaschutz und Energieeffizienz (Reallabore) (S. 101): Steigerung von Energieeffizienz bei Strom- und Wärme in Rahmen von Pilotprojekten

Die Maßnahmen des Klimaschutz-Szenarios, die Unternehmen aus Industrie, Gewerbe oder Wissenschaft dabei unterstützen, Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen, wurden ebenfalls aus dem aktuellen KEP übernommen und um die von den Schlüsselakteuren aus der früheren Studie genannten Maßnahmen ergänzt. Diese werden in der folgenden Zusammenfassung veranschaulicht.

	Maßnahmen aus dem Klimaschutz und Energieprogramm und der Bremer Akteure
Handlungsbereich Wirtschaft und Wissenschaft	Fordern • Klimaverträgliche Wärmeversorgung neuer Gewerbegebiete • Vollzug der EnEV und des EE-Wärmegesetzes Fördern • Förderprogramm „Rationelle Energienutzung in Industrie und Gewerbe“ fortführen • Förderung eines Umsetzungscoachings durch qualifizierte Energieberater Flankieren • Partnerschaft Umwelt Unternehmen • Fortführung der Auszeichnung von Klimaschutzbetrieben CO2 – 20 • Durchführung weiterer Effizienz-Netzwerke (Effizienztische) in Bremen und Bremerhaven • Fortführung der Vergabe des „Bremer Umweltpreis“ Informieren • Fortsetzung der initiative umwelt unternehmen (Beraten, Netzwerken, um die Ökologisierung der Wirtschaft voranzutreiben) • Fortsetzung und Weiterentwicklung der Aktivitäten der Landesklimaschutzagentur „energiekonsens“, u.a. Erstberatung über energie:visiten, Umsetzungscoaching, Energie-Checks, Mitarbeitereinbindung, Modellprojekte, foot:print – 100 Fußabdrücke für Stadtteile in Bremen und Bremerhaven, Veranstaltungsorganisation Technische Maßnahmen • greenports-Initiative der bremischen Häfen (bremenports GmbH & Co.KG, Sondervermögen und bremische Hafenwirtschaft) fortführen • Daimler: Klimaneutrales Werk ab 2022 durch erneuerbare Wärme sowie Grünstrom • Maßnahmen der Stahlindustrie (u.a. Einsatz abfallbasierter Reduktionsmittel statt Braunkohlestaubeinblasung; Verdrängung von Erdgas durch Hüttengaseinsatz) • CO_2-neutrale Abwasserreinigung der hanseWasser Bremen GmbH

[15] Das Stahlwerk mit seiner Vorreiterrolle für die klimafreundliche Stahlproduktion inkl. Modellprojekt für Wasserstoff (S. 22) ist bereits im Referenz- und im Referenz 2-Szenario berücksichtigt.

6.2 Annahmen des Klimaschutz-Szenarios

Analog zum Referenz- und zum Referenz 2-Szenario sollen zunächst die dem Szenario zu Grunde liegenden Annahmen dargestellt werden, bevor die Ergebnisse präsentiert werden. Im Klimaschutz-Szenario werden die in Abschnitt 6.1 genannten Aktivitäten der Akteure im Land Bremen berücksichtigt. Dementsprechend ändern sich die Annahmen gegenüber den anderen bisher präsentierten Szenarien. Diese Veränderungen werden im Folgenden erläutert.

6.2.1 Stationäre Sektoren

Die Energieverbrauchsentwicklung im Gebäudebereich wird einerseits von der Sanierungsqualität, andererseits von der Geschwindigkeit der Sanierungen (Sanierungsrate) bestimmt. Im Klimaschutz-Szenario können aufgrund der Aktivitäten im Land Bremen beide Werte gegenüber den beiden Referenz-Szenarien verbessert werden. Insbesondere das Förderprogramm „Wärmeschutz im Wohngebäudebestand“, das geplante Landeswärmegesetz und der Bremer Standard tragen dazu bei, dass sowohl mehr als auch besser saniert wird. Die Maßnahmen stehen hier jedoch nicht für sich, sondern werden von Beratungsaktivitäten und Informationsvermittlung seitens verschiedener Akteure in Bremen flankiert. Ebenso wird für Neubaugebiete angenommen, dass aufgrund einer Abstimmung mit Investoren und Bauherren verstärkt der Bremer Standard angewendet wird, was bedeutet, dass effizientere Neubauten gebaut werden.

Der Stromverbrauch ist nur bedingt durch Landesaktivitäten beeinflussbar. Trotzdem bewirken die verschiedenen Beratungsaktivitäten im Land Bremen, dass bei Neuanschaffungen sowohl effizientere Geräte als auch weniger zusätzliche Anwendungen angeschafft werden als in den beiden Referenz-Szenarien.

Im Industriebereich werden die oben beschriebenen Aktivitäten der lokalen Akteure fortgesetzt. Dies führt dazu, dass die Energieproduktivitätsrate gegenüber den zwei Referenz-Szenarien etwas gesteigert werden kann.

Verschiedene Aktivitäten der Akteure im Land Bremen, insbesondere das geplante Landeswärmegesetz und die Aktivitäten zum Ausbau der Fernwärme führen zudem im Klimaschutz-Szenario zu einem klimafreundlicheren Energieträgermix:

- Das Ziel des Daimler-Werkes in Bremen ist es, bis 2022 klimaneutral zu sein. Dafür wird angenommen, dass die dafür benötigte Wärme durch lokale Quellen bezogen wird. Dies beinhaltet insbesondere eine klimaneutrale Bereitstellung der Fernwärme für das Werk.
- Das geplante Landeswärmegesetz bewirkt, dass ab 2023 beim Austausch fossiler Heizkessel verstärkt klimafreundlichere Alternativen installiert werden. Die konkreten Auswirkungen wurden auf der Basis einer Studie zu den Ausgestaltungsmöglichkeiten eines Wärmegesetzes des Bremer Energie-Instituts aus dem Jahr 2010 modelliert[16]. Demnach werden als Erfüllungsoptionen insbesondere Solaranlagen (PV/Solarthermie) und Fernwärme gewählt (vgl. Tabelle 6-1).
- Heizöl- und Erdgaskessel werden in gleicher Weise ausgetauscht wie im Referenz 2-Szenario. Das Landeswärmegesetz hat zur Folge, dass sowohl die Fernwärme in der Nachverdichtung als auch die Ausbaurate der erneuerbaren Energien im Wärmebereich gegenüber den letzten Jahren steigen wird.
- Zusätzlich können im Klimaschutz-Szenario alle von swb/wesernetz aktuell geplanten und in Aussicht genommenen Fernwärmeprojekte im Neubau, Bestand und der Verdichtung von Hot-Spots realisiert werden (sogenannter Best-Case der swb-Studie). Der von den Städten Bremen und Bremerhaven gemeinsam mit swb/wesernetz entwickelte Wärmeatlas bildet die Grundlage für den Ausbau und die Innenverdichtung der Fernwärme.

Die dem Klimaschutz-Szenario zu Grunde liegenden Annahmen sind in der folgenden Tabelle 6-1 aufgeführt.

[16] Hier wurde die aufgeführten Szenario B, Variante 2 genutzt,

Tabelle 6-1: Zusammenfassung der Annahmen des Klimaschutz-Szenarios

	Referenz	Referenz 2	Klimaschutz
Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalente)	1,2 %	1,45 %	1,7 %
Sanierungsqualität Anteil ambitionierter Sanierungen (über gesetzliche Standards hinaus)	11 %	25 %	30 %
Neubaustandards	Gesetzliche Standards	50 % KfW 55, 50 % Gesetzliche Standards	50 % KfW 40, 25 % KfW 55 , 25 % Gesetzliche Standards
Stromeffizienz Lebensdauer Geräte 10-15 Jahre	Austausch Effizienzklasse F-G	Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent von D-E	Je 50 % Austausch mit Geräten zwischen 10-15 Jahre mit Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent von C-D
Neue Stromanwendungen	+9 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +7 % Stromverbrauch durch Klimatisierung	+9 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +7 % Stromverbrauch durch Klimatisierung	+7 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +6 % Stromverbrauch durch Klimatisierung
Jährliche Steigerung der Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes (in %/a)	+1 %/a	+1,5 %/a	+1,7 %/a
Klimaneutralität im Daimler-Werk	Wird überwiegend durch Kompensationsmaßnahmen (außerhalb Bremens) erreicht	Wird überwiegend durch Kompensationsmaßnahmen außerhalb Bremens erreicht	Die komplette Wärmeversorgung des Werks (inkl. Fernwärme) wird durch erneuerbare Energien klimaneutral
Stromfaktor 2030 (Generalfaktor)	417 g/kWh	278 g/kWh	278 g/kWh
Resultierender Anteil EE in der Nettostromerzeugung	51 %	64 %	64 %
Substitution fossile Wärmeversorgung/a	3,6 % (Heizöl: 50 % Wärmemix, 50 % Heizöl; Erdgas: 100 % Erdgas)	3,6 % (Bis 2025: Heizöl: 50 % Wärmemix, 50 % Heizöl; Erdgas: 100 % Erdgas Ab 2026: Heizöl: 100 % Wärmemix ohne Heizöl; Erdgas: 90 % Erdgas, 10 % Fernwärme)	3,6 % (Bis 2022: Heizöl: 50 % Wärmemix (ohne Heizöl), 50 % Heizöl; Erdgas: 90 % Erdgas, 10 % Fernwärme) Ab 2023 Substitution mit: • Erdgas plus Solarthermie/PV: 39 % (60 %/40 %) • Umweltwärme: 10 % • Biomasse: 10 % • Fernwärme: 24 %
Entwicklung Fernwärmeabsatz für Gewerbe und Private Haushalte	-5 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand	+2 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand • Zusätzlich: Base-Case swb (68 MW)	+ 6 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand • Zusätzlich: Best-Case swb (139 MW)
Energieträgeranteile am Wärmemix im Sektor HH/GHD	• Heizöl: 14 % • Erdgas: 72 % • Solarthermie: 0,4 % • Biomasse: 0,3 % • Wärmepumpen 0,8 % • Fernwärme: 13 %	• Heizöl: 13 % • Erdgas: 70 % • Solarthermie: 0,5 % • Biomasse: 0,4 % • Wärmepumpen 1 % • Fernwärme: 14 %	• Heizöl: 13 % • Erdgas: 66 % • Solarthermie: 1 % • Biomasse: 2 % • Wärmepumpen 2 % • Fernwärme: 16 %
Fernwärmeerzeugung	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %

6.2.2 Verkehr

Im Klimaschutz-Szenario werden zukünftige Verkehrsentwicklungen und damit verbundene Treibhausgasemissionen unter der Annahme abgeleitet, dass in Bremen und Bremerhaven über das Referenz 2-Szenario hinaus zusätzliche, ambitionierte Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt und damit verbundene CO_2-Minderungspotenziale realisiert werden können. Die Annahmen zu den Verkehrsentwicklungen beruhen im Wesentlichen auf den Wirkungen des Verkehrsentwicklungsplans 2025 (Zielszenario) und den dafür bereits in der Studie von 2019 für Bremen bereitgestellten bzw. für Bremerhaven abgeleiteten Verkehrsmengen für 2030. Aus aktuellen zusätzlichen Aktivitäten in Bremen, die sich auch aus der Koalitionsvereinbarung 2019 ergeben, insbesondere aus der laufenden Teilfortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans sind über das bisherige Klimaschutz-Szenario hinausgehende zusätzliche Verkehrsverlagerungen in Bremen anzunehmen. Zum einen gibt es verstärkte lokale Aktivitäten zur Ausweitung des ÖPNV-Angebots und zur Umstellung auf Elektrobusse. Zum anderen wird für 2030 eine autofreie Innenstadt angestrebt. Diese zusätzlichen Verkehrsentwicklungen werden im Klimaschutz-Szenario abgebildet. Dabei konnten erste Informationen aus der Bremer Verkehrsplanung zu angestrebten Änderungen im ÖPNV bis 2023 einbezogen werden, welche bis 2030 mit vereinfachten Annahmen fortgeschrieben wurden.

- Entwicklung ÖPNV-Angebot: Bis 2023 soll nach BSAG-Planung der Busverkehr in Bremen um 2,86 Mio. Nutz-km steigen (ca. 3 %/a). Nach 2023 wird die jährliche Steigerungsrate aus dem Referenz 2-Szenario übertragen, da mit dem Klimaschutzprogramm der Bundesregierung deutschlandweit ein starker Ausbau des ÖPNV angestrebt wird, der letztlich auf lokaler Ebene erfolgen muss. Unter diesen Annahmen steigt der Busverkehr bis 2030 um weitere 1,3 Mio. Nutz-km und ist 2030 insgesamt um 28 % höher als 2017.
- Entwicklung MIV-Fahrleistungen: Zum Zeitpunkt der Szenarienerstellung lagen aus der Teilfortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans noch keine Ergebnisse der kombinierten Wirkungen aus ÖPNV-Ausbau und Einrichtung einer autofreien Innenstadt vor. Daher konnten nur vereinfachte Annahmen zur MIV-Verkehrsreduktion getroffen werden. In der Studie 2019 ergab sich aus den lokal bereitgestellten Verkehrsentwicklungen nach Verkehrsentwicklungsplan eine Reduktion der MIV-Fahrleistungen im Klimaschutzszenario um gut 5 % gegenüber dem Referenzszenario. Im neuen Klimaschutz-Szenario wird eine moderate Verstärkung der MIV-Reduktion auf 7 % unterstellt: Mit dem ÖPNV-Ausbau wird zwar das Angebot im Umweltverbund weiter attraktiviert, aber kein Druck auf die Pkw-Nutzer zum Umstieg erzeugt. Für die autofreie Innenstadt wird nur ein geringer Einfluss auf die Gesamtfahrleistungen genommen, da zum einen bereits heute ein Teil der Innenstadt autofrei ist und zum anderen der Großteil der Fahrleistungen in Bremen die Innenstadt nicht berührt. Zusammen mit der MIV-Fahrleistungsreduktion aus dem Klimaschutzprogramm 2030 (u.a. Wirkung eines moderaten CO_2-Preises) ergibt sich im neuen Klimaschutz-Szenario im motorisierten Individualverkehr im Jahr 2030 eine um 10 % niedrigere MIV-Fahrleistung gegenüber dem Referenz-Szenario.
- Elektrobusse: Die BSAG plant bis 2023 die Beschaffung von 75 Elektrobussen. Bei zukünftig insgesamt mindestens 235 Bussen im Bestand ergibt das für 2030 einen Bestandsanteil von ca. 32 % Elektrobussen. Werden anschließend bis 2030 jährlich 12 Busse (=5 %/a) durch Elektrobusse ersetzt, wird 2030 ein elektrischer Fahrleistungsanteil von 68 % erreicht.
- Im Schienenpersonennahverkehr wird analog zur Studie 2019 für 2030 ein Verkehrsleistungsanteil von 10 % mit Wasserstoff erbracht.

Im Bereich der Elektromobilität können die bereits im Referenz 2-Szenario angenommenen Steigerungen der Elektromobilität nur erreicht werden, wenn neben dem Bund auch Länder und Kommunen gleichermaßen ambitioniert die lokalen Rahmenbedingungen für Elektromobilität weiter verbessern. Daher werden im Klimaschutz-Szenario im Unterschied zur Studie von 2019 keine zusätzlichen verstärkenden Wirkungen lokaler Maßnahmen im Bereich der Elektromobilität angenommen.

Die Annahmen des Klimaschutz-Szenarios im Verkehr werden in Tabelle 6-2 zusammengefasst.

Tabelle 6-2: Zusammenfassung der Annahmen Klimaschutz-Szenarios im Verkehr gegenüber dem Jahr 2017

	Referenz	Referenz 2	Klimaschutz
MIV-Verkehrsentwicklung	Bremen: +5,1 % ggü. 2017 Bremerhaven: +2,8 % ggü. 2017	-3,2 % ggü. Referenz 2030	-10 % ggü. Referenz-Szenario 2030 (-7 % ggü. Referenz 2-Szenario).
Lkw-Verkehrsentwicklung	Bremen: +9,5 % ggü. 2017 Bremerhaven: +8,6 % ggü. 2017	-6,5 % ggü. Referenz 2030	Wie Referenz 2-Szenario
ÖPNV-Verkehrsentwicklung	Bremen: +5,1 % ggü. 2017 Bremerhaven: -2,2 % ggü. 2017	Bus: +9 % ggü. Referenz SPNV: +10 % ggü. Referenz	Bus: +22 % ggü. Referenz-Szenario 2030 (+28 % ggü. 2017) SPNV: +10 % ggü. Referenz-Szenario 2030 (damit wie Referenz 2-Szenario)
Kfz: Effizienz	Spezifischer Verbrauch: - Pkw: -0,8 % pro Jahr - Lkw: -0,3 % pro Jahr	Spezifischer Verbrauch: - Pkw: -0,8 % pro Jahr (wie Referenz) - Lkw: -1,3 % pro Jahr (Wirkung der europ. CO_2-Flottenregulierung)	Wie Referenz 2-Szenario
Kfz: Elektroanteile	Elektroanteile an den Fahrleistungen im Jahr 2030: - Pkw: 6,8 % - Lkw: < 1 %	Elektroanteile an den Fahrleistungen im Jahr 2030: - Pkw: 18 % - Lkw: 13 % (innerorts, außerorts), 9,5 % (Autobahn)	Wie Referenz 2-Szenario
ÖPNV: Elektroanteile	Elektroanteil Bus 2030: 15,3 %	Elektroanteil Bus 2030: 50 % (Zielwert im nationalen Klimaschutzprogramm)	Bus 2030: Elektroanteil 68 % SPNV 2030: H_2-Anteil 10 %
Erneuerbare Kraftstoffe	Biokraftstoffanteil: 6,7 % (nach Vorgaben RED II) Keine strombasierten Kraftstoffe (PtX)	Biokraftstoffanteil: 7,9 % Strombasierte Kraftstoffe: 2,8 %	Wie Referenz 2-Szenario

6.3 Ergebnisse des Klimaschutz-Szenarios

Im Folgenden werden für das Klimaschutz-Szenario zunächst die Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen für das Land Bremen sowie die Städte Bremen und Bremerhaven (ohne Stahlindustrie) beschrieben, bevor auf die Entwicklung in den einzelnen Sektoren im Land Bremen und die Ergebnisse unter Einbeziehung der Stahlindustrie eingegangen wird.

6.3.1 Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) nach Energieträgern

Land Bremen

Im Land Bremen sank der Energieverbrauch zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im ermittelten Klimaschutz-Szenario wird der Energieverbrauch weiter reduziert. Im Jahr 2030 liegt der berechnete Verbrauch 26 % unter dem Wert von 1990 (vgl. Tabelle 6-3).

Tabelle 6-3: Zusammenfassung der Ergebnisse (Endenergie) im Klimaschutz-Szenario für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030
Energieverbrauch (PJ)	72,5	61,8	53,6
% gegenüber 1990*		-15 %	-26 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Anhand der Entwicklung des Verbrauchs nach Energieträgern seit 1990 (vgl. Tabelle 6-4) werden im Folgenden die verschiedenen Entwicklungen im Klimaschutz-Szenario skizziert.

Der Erdgasverbrauch im Land Bremen stieg zwischen 1990 und 2017 um 37 %. Im Jahr 2030 wird laut Klimaschutz-Szenario der Erdgasverbrauch nur noch um 18 % höher liegen als im Jahr 1990. Demnach wird im Klimaschutz-Szenario ein leichter Rückgang gegenüber dem aktuellen Erdgasverbrauch berechnet.

Tabelle 6-4: Energieverbrauch (PJ) und relative Entwicklung für verschiedene Energieträger im Klimaschutz-Szenario 2030 für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Energieverbrauch 1990 (PJ)	**Energieverbrauch 2017 (PJ)**	% gegenüber 1990	**Energieverbrauch 2030 (PJ)**	% gegenüber 1990
Kohle	1,3	0,2	-84 %	0,1	-91 %
Heizöl leicht	16,9	4,6	-73 %	3,0	-83 %
Kraftstoffe	23,9	19,5	-18 %	13,5	-43 %
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-82 %	0,0	-100 %
Erdgas	15,0	20,4	+37 %	17,6	+18 %
Strom	10,9	11,6	+6 %	11,9	+10 %
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	+830 %	2,8	+2.412 %
Fernwärme	3,3	4,3	+29 %	4,7	+42 %
Summe/Veränderung*	**72,5**	**61,8**	**-15 %**	**53,6**	**-26 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

(Nicht erneuerbare) Kraftstoffe, welche insbesondere im Verkehrsbereich zum Einsatz kommen, haben zwischen 1990 und 2017 um 18 % abgenommen. Bis 2030 wird im Klimaschutz-Szenario gegenüber 1990 eine Minderung von 43 % erreicht. Es wird gegenüber dem aktuellen Verbrauch aufgrund von Effizienzgewinnen und Umstellung auf Elektroantriebe ein weiterer Rückgang unterstellt.

Der Stromverbrauch hat sich zwischen 1990 und 2017 um 6 % erhöht. Bis zum Jahr 2030 wird im Klimaschutz-Szenario erwartet, dass der Stromverbrauch aufgrund neuer Anwendungen weiter leicht ansteigt, und zwar um 10 % gegenüber 1990.

Der Fernwärmeverbrauch konnte zwischen 1990 und 2017 im Land Bremen um 29 % erhöht werden. Gegenüber dem Jahr 1990 wird im Klimaschutz-Szenario der Fernwärmeverbrauch um insgesamt 42 % steigen. Diese Steigerung ist auf zweierlei Ursachen zurückzuführen: Die konsequente Berücksichtigung von Fernwärme in Neubaugebieten, in denen diese laut swb/wesernetz als wirtschaftlich erachtet wird, und die Nachverdichtung in bestehenden Netzen.

Im Land Bremen konnte der Heizölverbrauch zwischen 1990 und 2017 um 73 % reduziert werden. Bis zum Jahr 2030 kann der Heizölverbrauch im Klimaschutz-Szenario um 83 % gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden. Es wird also von einer weiteren Reduktion des aktuellen Heizölverbrauchs durch Substitution alter Kessel mit anderen Energieträgern ausgegangen.

Erneuerbare Energien im Wärmebereich und Verkehr konnten zwischen 1990 und 2017 relativ deutlich ausgebaut werden. Von 0,1 PJ im Jahr 1990 wurden diese im Jahr 2017 auf 1,0 PJ erhöht. Bis zum Jahr 2030 wird im Klimaschutz-Szenario mit einem weiteren Ausbau auf insgesamt 2,8 PJ gerechnet. Andere Energieträger spielten im Jahr 2017 kaum noch eine Rolle.

Die beschriebenen Entwicklungen sind noch einmal in Abbildung 6-1 dargestellt.

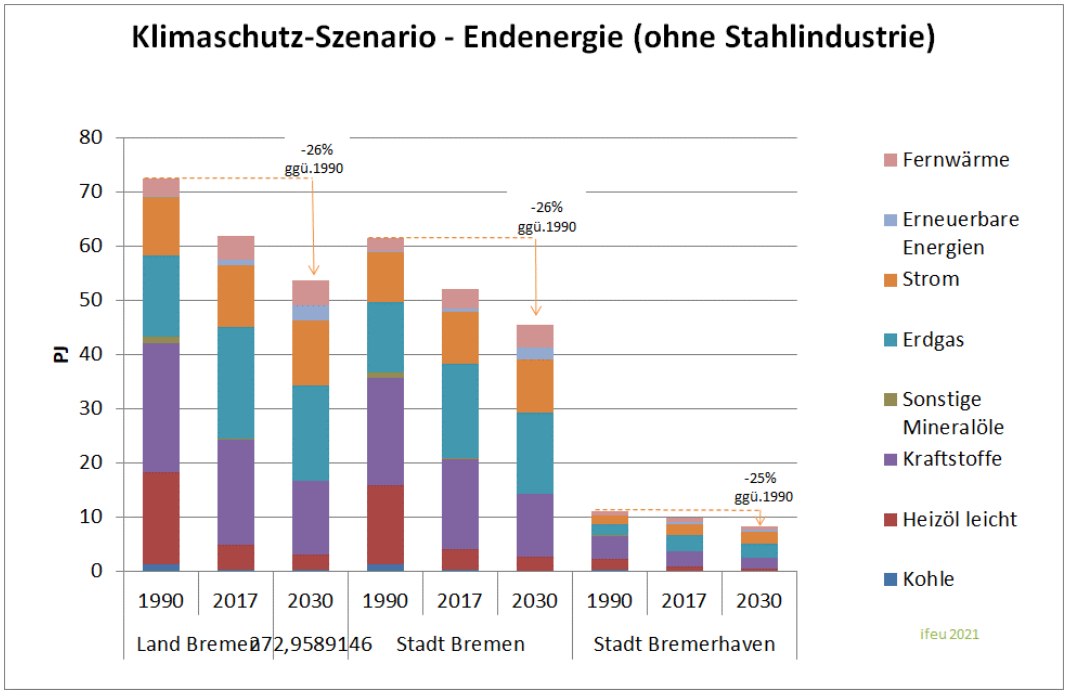

Abbildung 6-1: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Energieträgern im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Klimaschutz-Szenario 2030

Die CO_2-Emissionen im Land Bremen konnten auf Basis der Methodik der LAK-Verursacherbilanz zwischen 1990 und 2017 um 23 % reduziert werden. Im Klimaschutz-Szenario können die CO_2-Emissionen gegenüber 1990 um insgesamt 47 % reduziert werden (vgl. Tabelle 6-5)

Tabelle 6-5: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) im Klimaschutz-Szenario für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030
CO_2-Emissionen (Mio. Tonnen)	6,5	5,0	3,5
% gegenüber 1990		-23 %	-47 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Die für das Klimaschutz-Szenario berechneten CO_2-Emissionen für das Jahr 2030 sind eng mit den oben beschriebenen Energieträgerverteilungen verknüpft. CO_2-intensivere Energieträger (z.B. Strom und Heizöl) besitzen hier jedoch höhere Anteile an den Gesamtemissionen als am Energieverbrauch. Klimafreundlichere (z.B. Fernwärme) oder sogar klimaneutrale (erneuerbare Energien) Energieträger besitzen dagegen geringere bzw. keine Anteile (vgl. Abbildung 6-2).

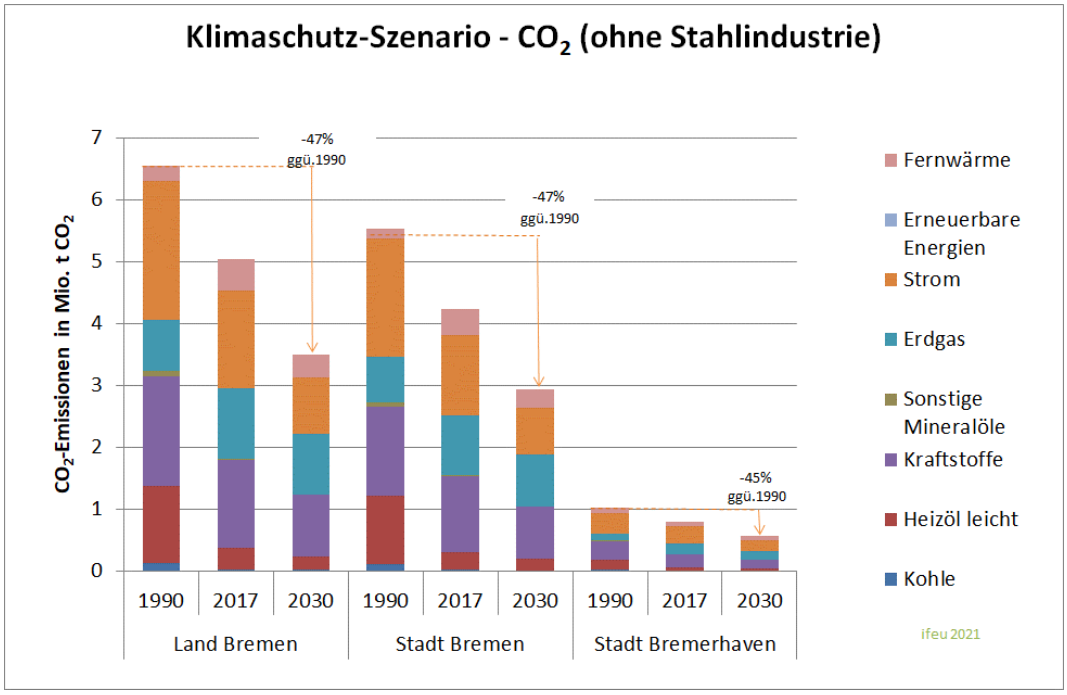

Abbildung 6-2: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Energieträgern im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Klimaschutz-Szenario 2030

Städte Bremen und Bremerhaven

In der Stadt Bremen konnte bis 2017 der Energieverbrauch gegenüber 1990 um 15 % (von 61,4 PJ auf 52,0 PJ) reduziert werden. Bis 2030 wird im Klimaschutz-Szenario eine Reduktion von 26 % (auf 45,4 PJ) gegenüber 1990 erwartet.

In Bremerhaven war im Jahr 2017 eine Reduktion des Energieverbrauchs um 12 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu verzeichnen (von 11,1 PJ auf 9,8 PJ). Bis zum Jahr 2030 wird sich im Klimaschutz-Szenario der Energieverbrauch in Bremerhaven um 25 % (auf 8,2 PJ) gegenüber 1990 reduzieren.

Die mit dem Energieverbrauch verbundenen CO_2-Emissionen sanken bis zum Jahr 2017 in der Stadt Bremen um 23 % und in Bremerhaven um 21 %. Im Klimaschutz-Szenario werden die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2030 in Bremen um 47 % und in Bremerhaven um 45 % sinken.

Genauere Entwicklungen in den beiden Städten können aus den Tabellen im Anhang entnommen werden.

6.3.2 Sektorspezifische Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen

Im Folgenden werden die Entwicklungen der drei in den CO_2-Verursacherbilanzen des Statistischen Landesamtes dargestellten Verbrauchssektoren betrachtet, nämlich Private Haushalte/GHD, Verarbeitendes Gewerbe (ohne Stahlindustrie) und Verkehr.

Die Gesamtergebnisse in Abbildung 6-3 und Abbildung 6-4 entsprechen in der Summe den oben präsentierten Ergebnissen. In den Grafiken werden der Gesamtenergieverbrauch und die CO_2-Emissionen auf die einzelnen Verbrauchssektoren aufgeteilt. Die wesentlichen Entwicklungen und Ergebnisse für die einzelnen Sektoren werden im Anschluss beschrieben.

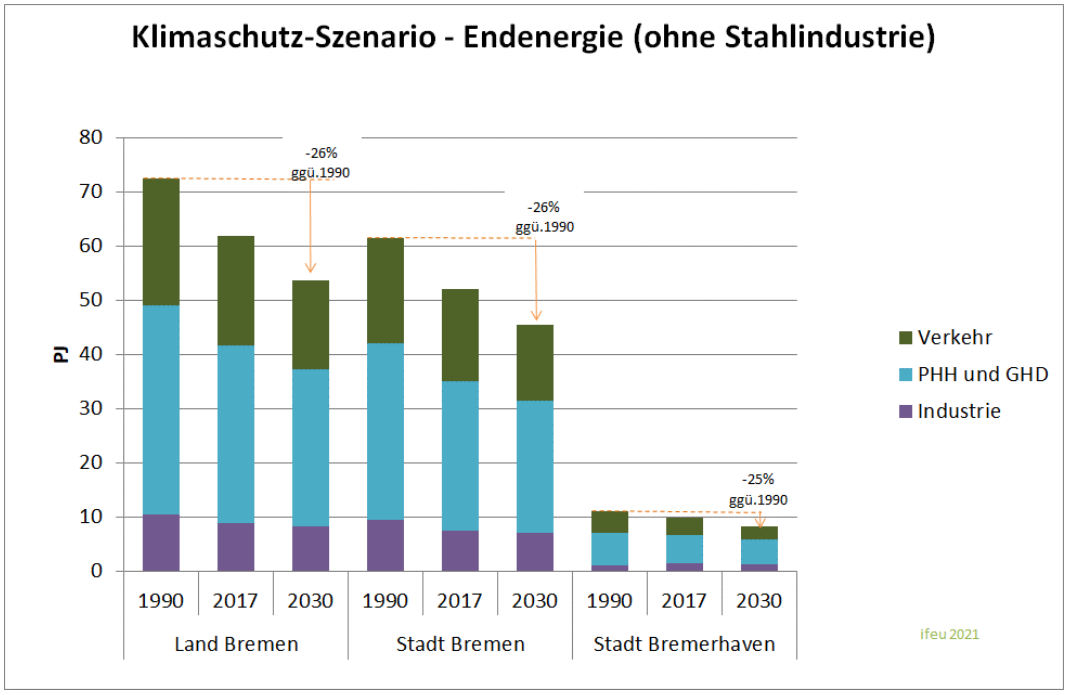

Abbildung 6-3: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Verbrauchsektoren im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Klimaschutz-Szenario 2030

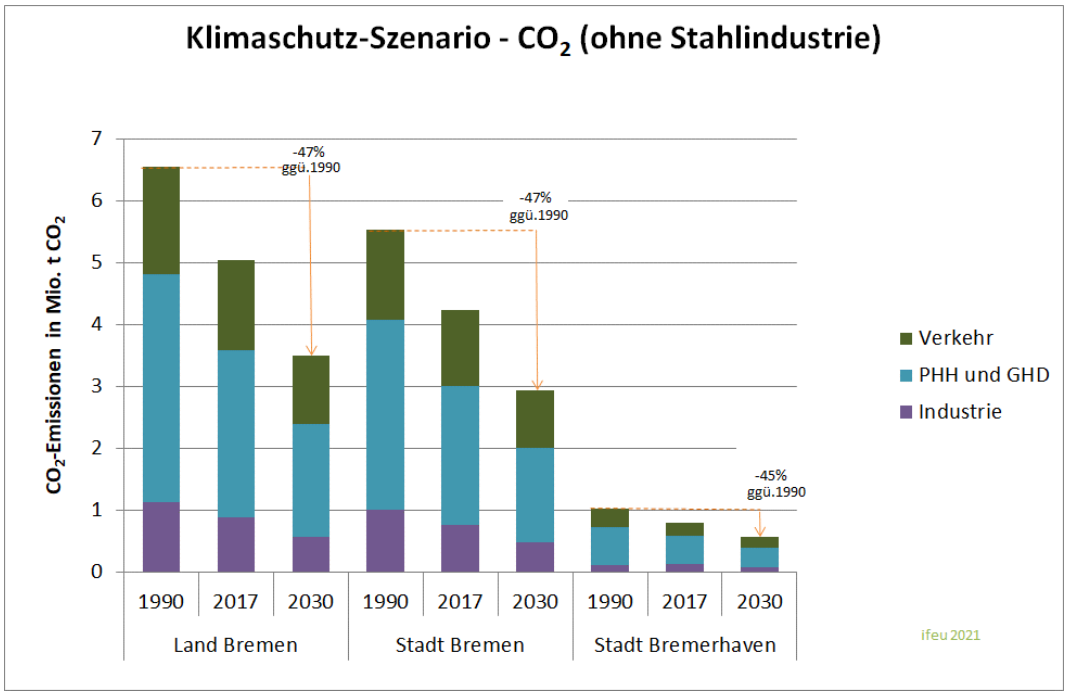

Abbildung 6-4: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Verbrauchsektoren im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Klimaschutz-Szenario 2030

Der Energieverbrauch im Verbrauchssektor Private Haushalte/GHD sank zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im Klimaschutz-Szenario für das Jahr 2030 wird gegenüber 1990 mit einem Rückgang von 25 % in diesem Sektor gerechnet. Die CO_2-Emissionen des Sektors Private Haushalte/GHD konnten zwischen 1990 und 2017 um 26 % reduziert werden. Im Klimaschutz-Szenario 2030 wird gegenüber 1990 von einer Reduktion um 50 % ausgegangen.

Der Energieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe sank zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im Klimaschutz-Szenario für das Jahr 2030 wird gegenüber 1990 mit einem Rückgang von 20 % in diesem Sektor gerechnet. Die CO_2-Emissionen des Verarbeitenden Gewerbes waren im Jahr 2017 22 % niedriger als im Jahr 1990. Bis 2030 werden im Klimaschutz-Szenario gegenüber 1990 insgesamt 50 % an CO_2-Emissionen eingespart.

Gegenüber 1990 konnten im Verkehrsbereich im Land Bremen im Jahr 2017 14 % an Endenergie eingespart werden. Im Klimaschutz-Szenario für das Jahr 2030 erhöhen sich die Einsparungen gegenüber 1990 auf 30 %. Da in der CO_2-Bilanz des Statistischen Landesamtes nach Verursacherbilanz zwischen 1990 und 2017 die CO_2-Emissionen des Verkehrs bereits um 17 % zurückgegangen sind, beträgt die CO_2-Minderung im Gesamtzeitraum 1990 bis 2030 im Klimaschutz-Szenario 37 %.

6.4 Berücksichtigung der Stahlindustrie im Klimaschutz-Szenario

Im Klimaschutz-Szenario wird von den gleichen Maßnahmen für die Senkung des Energieverbrauchs ausgegangen wie im Referenz- und Referenz 2-Szenario. Zudem wird von den gleichen Produktionsmengen ausgegangen. Die Prognose zum Energieverbrauch 2030 unterscheidet sich deswegen nicht gegenüber dem Referenz-Szenario (vgl. Unterabschnitt 4.2.3). im Klimaschutz-Szenario wird zudem der gleiche Stromemissionsfaktor angenommen wie im Referenz 2-Szenario. Die Ergebnisse zu den CO_2-Emissionen entsprechen denen im Referenz 2-Szenario (vgl. Unterabschnitt 5.3.1). Im Folgenden werden deswegen nur die Gesamtbilanzen des Landes mit der Stahlindustrie dargestellt.

Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

In Abbildung 6-5 wird der Endenergieverbrauch im Land Bremen unter Berücksichtigung der Stahlindustrie im Klimaschutz-Szenario dargestellt. Zwischen 1990 und 2017 konnten demnach im Land 6 % an Endenergie eingespart werden. Zwischen 1990 und 2030 kann im Klimaschutz-Szenario der Energieverbrauch um 15 % reduziert werden.

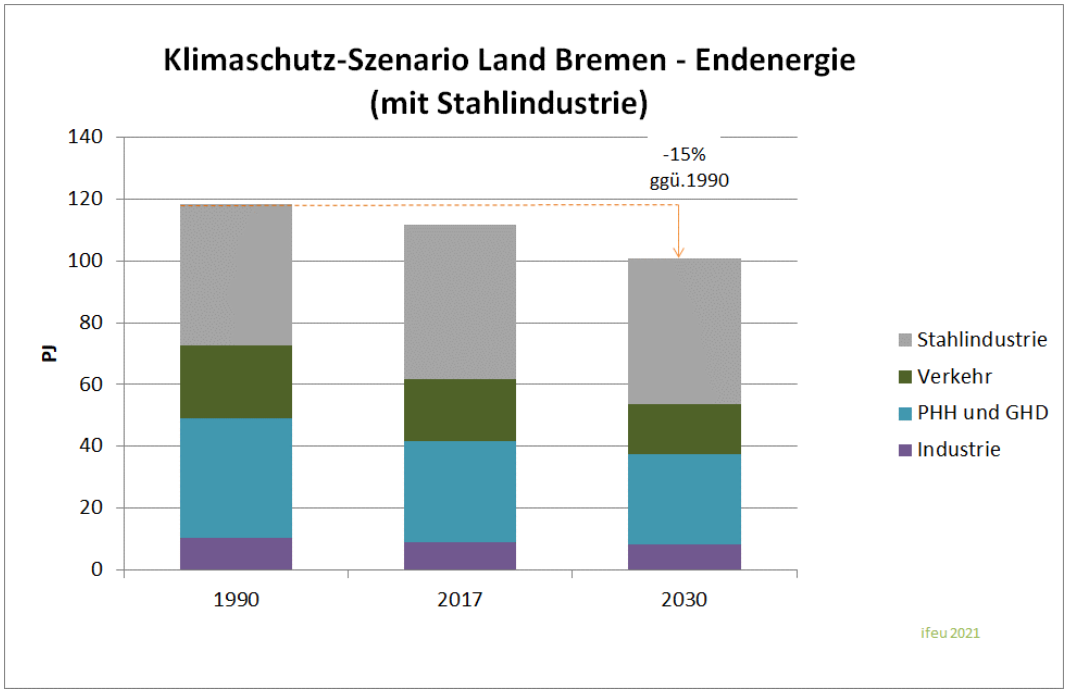

Abbildung 6-5: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Klimaschutz-Szenario im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

In Abbildung 6-6 werden die mit dem Endenergieverbrauch verbundenen CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Berücksichtigung der Stahlindustrie im Klimaschutz-Szenario gezeigt. Zwischen 1990 und 2017 konnten demnach im Land 12 % der CO_2-Emissionen eingespart werden. Bis zum Jahr 2030 können sich aufgrund des klimafreundlicheren Energieträgermixes und des nicht steigenden Energieverbrauchs über die verschiedenen Sektoren gegenüber 1990 die CO_2-Emissionen um 37 % reduzieren.

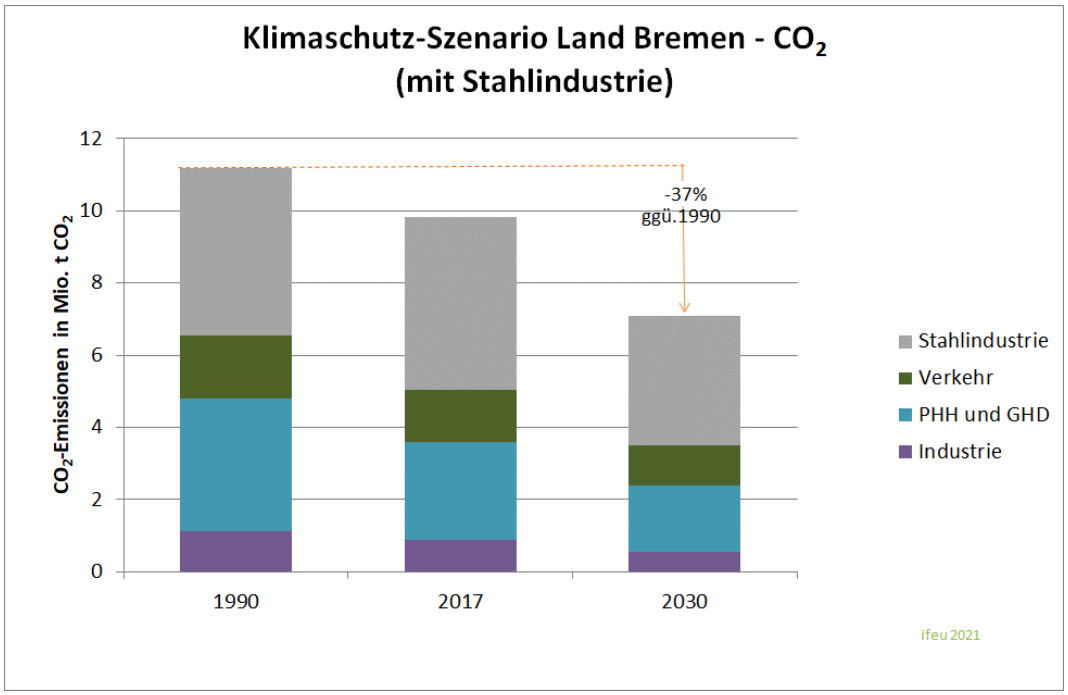

Abbildung 6-6: Entwicklung der CO_2-Emissionen im Klimaschutz-Szenario im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

7 Klimaschutz+ Szenario

In der ifeu Szenarien Studie 2019 wurde ein weiterer Szenario-Entwurf präsentiert, in welchem auf allen Ebenen zusätzliche Klimaschutzaktivitäten implementiert werden. Gegenüber dem Klimaschutz-Szenario intensivieren sich also neben den Klimaschutzaktivitäten im Land Bremen auch die Klimaschutzaktivitäten auf Bundes- und EU-Ebene, um die Ziellücke bei den bundesweiten Klimaschutzzielen zu schließen. Es gilt zu berücksichtigen, dass dieses Szenario auf keinen aktuell festgelegten Maßnahmen basiert. Die getroffenen Annahmen erscheinen aus gutachterlicher Sicht dennoch im Sinne einer engagierten und auf allen Ebenen umgesetzten Klimaschutzpolitik als erreichbar. Für das Land Bremen wird insbesondere in der Ausgestaltung des in der Koalitionsvereinbarung geplanten Klimavorbehalts (S. 21) die Chance gesehen, Klimaschutzmaßnahmen noch ambitionierter umzusetzen und die Annahmen dieses Szenarios zu erreichen.

Im Folgenden werden zunächst die dem Szenario zu Grunde liegenden Annahmen dargelegt und im Anschluss die Ergebnisse präsentiert.

7.1 Annahmen des Klimaschutz+ Szenarios

Nicht alle Annahmen in diesem Szenario wurden gegenüber dem Klimaschutz-Szenario geändert. Vielmehr wurden einige ausgewählte Aspekte angepasst (vgl. Tabelle 7-1).

7.1.1 Stationäre Sektoren

Im stationären Sektoren betrifft dies:

- Effizienzbereich
  - Die Sanierungsrate steigt auf 2,3 % (Vollsanierungsäquivalente), was bis 2030 zu einer deutlichen Steigerung der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen im aktuellen Gebäudebestand führt. Darüber hinaus wird angenommen, dass 40 % der Sanierungen auf einem ambitionierten Niveau erfolgen. Der Neubau im Land Bremen entspricht in diesem Szenario dem KfW 40 Standard. Im Strombereich wird ein zusätzlicher Verbrauch durch eine höhere Anzahl an gekauften Geräten weitestgehend durch Suffizienz vermieden und nur Geräte der höchsten (aktuell verfügbaren) Effizienzklasse werden angeschafft. Die Rate der Energieproduktivität im Verarbeitenden Gewerbe kann in diesem Szenario ebenfalls noch einmal gesteigert werden.
- Energieversorgung
  - Der Fernwärmeverbrauch steigt in diesem Szenario noch einmal deutlich. Ursache ist, dass ein Großteil der seitens der swb/Wesernetz identifizierten Potenziale umgesetzt werden. Veränderungen bei der Fernwärmeversorgung sind in diesem Szenario gegenüber dem Klimaschutz-Szenario nur in geringem Maße enthalten. Die zusätzlich benötigte Fernwärme wird durch eine erste Abwärmenutzung aus dem Stahlwerk ergänzt.

  Zudem wird angenommen, dass die Substitution von Heizölkesseln ab 2023 noch einmal ca. 1 %/a höher erfolgt als im Klimaschutz-Szenario und parallel die bisherige Ausbaurate für erneuerbare Energien im Wärmebereich gegenüber dem Klimaschutz-Szenario erhöht wird.

Tabelle 7-1: Zusammenfassung der Grundannahmen des Klimaschutz+ Szenarios im stationären Bereich und Vergleich zu den anderen Szenarien

	Referenz	Referenz 2	Klimaschutz	Klimaschutz+
Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalente)	1,2 %	1,45 %	1,7 %	2,3 %
Sanierungsqualität Anteil ambitionierter Sanierungen (über gesetzliche Standards hinaus)	11 %	25 %	30 %	40 %
Neubaustandards	Gesetzliche Standards	50 % KfW 55, 50 % Gesetzliche Standards	50 % KfW 40, 25 % KfW 55, 25 % Gesetzliche Standards	KfW 40
Stromeffizienz Lebensdauer Geräte 10-15 Jahre	Austausch Effizienzklasse F-G	Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent von D-E	Je 50 % Austausch mit Geräten zwischen 10-15 Jahre mit Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent von C-D	Austausch mit Geräten zwischen 10-15 Jahre mit Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent von C
Neue Stromanwendungen	+9 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +7 % Stromverbrauch durch Klimatisierung	+9 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +7 % Stromverbrauch durch Klimatisierung	+7 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +6 % Stromverbrauch durch Klimatisierung	+5 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +4 % Stromverbrauch durch Klimatisierung
Jährliche Steigerung der Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes (in %/a)	+1 %/a	+1,5 %/a	+1,7 %/a	+2,2 %/a
Klimaneutralität im Daimler-Werk	Wird überwiegend durch Kompensationsmaßnahmen (außerhalb Bremens) erreicht	Wird überwiegend durch Kompensationsmaßnahmen außerhalb Bremens erreicht	Die komplette Wärmeversorgung des Werks (inkl. Fernwärme) wird durch erneuerbare Energien klimaneutral	Die komplette Wärmeversorgung des Werks (inkl. Fernwärme) wird durch erneuerbare Energien klimaneutral
Stromfaktor 2030 (Generalfaktor)	417 g/kWh	278 g/kWh	278 g/kWh	278 g/kWh
Resultierender Anteil EE in der Nettostromerzeugung	51 %	64 %	64 %	64 %
Substitution fossile Wärmeversorgung/a	3,6 % (Heizöl: 50 % Wärmemix, 50 % Heizöl; Erdgas: 100 % Erdgas)	3,6 % (Bis 2025: Heizöl: 50 % Wärmemix, 50 % Heizöl; Erdgas: 100 % Erdgas Ab 2026: Heizöl: 100 % Wärmemix ohne Heizöl; Erdgas: 90 % Erdgas, 10 % Fernwärme)	3,6 % (Bis 2022: Heizöl: 50 % Wärmemix (ohne Heizöl), 50 % Heizöl; Erdgas: 90 % Erdgas, 10 % Fernwärme) Ab 2023 Substitution mit: • Erdgas plus Solarthermie/PV: 39 % (60 %/40 %) • Umweltwärme: 10 % • Biomasse: 10 % • Fernwärme: 24 %	3,6 % bis 2022, 4,5 % ab 2023 (Bis 2022: Heizöl: 50 % Wärmemix (ohne Heizöl), 50 % Heizöl; Erdgas: 90 % Erdgas, 10 % Fernwärme) Ab 2023 Substitution mit: • Erdgas plus Solarthermie/PV: 39 % (60 %/40 %) • Umweltwärme: 10 % • Biomasse: 10 % • Fernwärme: 24 %
Entwicklung Fernwärmeabsatz für Gewerbe und Private Haushalte	-5 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand	+2 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand • Zusätzlich: Base-Case swb (68 MW)	+ 6 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand • Zusätzlich: Best-Case swb (139 MW)	+ 12 % (Land Bremen) Berücksichtigt: • Effizienzrückgang im Bestand • Zusätzlich ca. 70 % des swb ermittelten Potenzials (238 MW)
Energieträgeranteile am Wärmemix im Sektor HH/GHD	• Heizöl: 14 % • Erdgas: 72 % • Solarthermie: 0,4 % • Biomasse: 0,3 % • Wärmepumpen 0,8 % • Fernwärme: 13 %	• Heizöl: 13 % • Erdgas: 70 % • Solarthermie: 0,5 % • Biomasse: 0,4 % • Wärmepumpen 1 % • Fernwärme: 14 %	• Heizöl: 13 % • Erdgas: 66 % • Solarthermie: 1 % • Biomasse: 2 % • Wärmepumpen 2 % • Fernwärme: 16 %	• Heizöl: 12 % • Erdgas: 62 % • Solarthermie: 2 % • Biomasse: 2 % • Wärmepumpen 3 % • Fernwärme: 18 %

	Referenz	Referenz 2	Klimaschutz	Klimaschutz+
Fernwärmeerzeugung	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 59 % • Klärschlamm 41 %	Anteile Ost/Uni: • wie Klimaschutz-Szenario Veränderung Westnetz: • Abwärme für Zuwächse • Ansonsten wie Klimaschutz-Szenario

7.1.2 Verkehr

Im Verkehr werden im Klimaschutz+ Szenario analog zur Studie 2019 zusätzliche Anstrengungen angenommen, die zwar bisher noch nicht in geplanten oder beschlossenen Maßnahmen absehbar sind, die jedoch ausgehend von Potenzialanalysen für 2030 bei ambitionierten Maßnahmen auf allen politischen Ebenen erreichbar erscheinen.

Zusätzliche Verringerung der Kfz-Fahrleistungen

Im Klimaschutz+ Szenario wird über die bereits im Referenz 2- sowie Klimaschutz-Szenario enthaltenen Maßnahmen, die insbesondere auf eine Attraktivierung des Umweltverbundes setzen („Pull-Maßnahmen"), zusätzlich auf die verstärkte Umsetzung von Maßnahmen zur Verteuerung oder Einschränkung des Pkw-Verkehrs („Push-Maßnahmen") gesetzt. Das können z.B. höhere Parkgebühren oder eine schnellere Steigerung des CO_2-Preises, Geschwindigkeitsbeschränkungen oder die Verknappung des öffentlichen Parkraums sein. Im Klimaschutz+ Szenario wird angenommen, dass damit eine zusätzliche MIV-Reduktion um 5 % im Jahr 2030 erreicht wird.

Im Lkw-Verkehr wird ebenfalls eine leichte Reduktion der Fahrleistungen im Stadtgebiet (ohne Autobahn) angenommen, z.B. infolge verstärkter lokaler Logistikmaßnahmen wie einer Optimierung von Lkw-Routen oder Modellversuchen zu alternativen Logistikkonzepten. Deutlich stärkere Fahrleistungsreduktionen sind nur unter der Voraussetzung denkbar, dass neue Logistiklösungen mit reduziertem Kfz-Einsatz (z.B. Mikrodepots und Lastenräder) flächendeckend im gesamten Stadtgebiet Bremen und Bremerhaven umgesetzt werden. Selbst unter dieser Voraussetzung ist das Verlagerungspotenzial im lokalen Lkw-Verkehr insgesamt sehr begrenzt.

Zusätzliche Erhöhung der Elektromobilität

In einer Cleanroom-Befragung der in Deutschland aktiven Pkw-Hersteller (NOW 2020) wurden Pkw-Elektrifizierungspotenziale im Jahr 2030 analysiert. In der Bandbreite wird im Median ein Potenzial von insgesamt 14 Mio. Elektro-Pkw (9 Mio. BEV, 5 Mio. PHEV) ermittelt. Nach diesen neuen Einschätzungen werden im neuen Klimaschutz+ Szenario deutlich höhere elektrische Fahrleistungsanteile im Jahr 2030 angenommen als in den Modellierungen im Jahr 2019. Mit Annahme eines 50-prozentigen elektrischen Fahrleistungsanteils von PHEV ergibt sich für das Jahr 2030 insgesamt ein elektrischer Fahrleistungsanteil im Pkw-Verkehr von 22 %.

Eine Reihe von Städten in Deutschland strebt bis 2030 eine vollständige Umstellung ihrer Linienbusse auf Elektrofahrzeuge an. Dieses Ziel wird im Klimaschutz+ Szenario auch für Bremen übernommen. [17]

[17] Wiesbaden strebt bis 2022 eine vollständige Umstellung auf Elektrobusse an (Zeit 2018). In Hamburg soll bis 2030 die komplette Hochbahn-Flotte umgestellt werden (Hochbahn 2021).

Für den Lkw-Verkehr wird im Klimaschutz+ Szenario keine zusätzliche Elektrifizierung angenommen. Bereits die im Referenz 2-Szenario angenommenen Elektroanteile sind als sehr ambitioniert einzustufen und erscheinen auch mit zusätzlich verschärften Maßnahmen nur bedingt steigerbar.

Erhöhter Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe

Im Rahmen der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) werden unter anderem Potenziale für den Einsatz strombasierter Kraftstoffe untersucht. Nach einem Bericht der NPM AG1 (NPM 2019) liegt das PtL-Potenzial für 2030 in einer Bandbreite von 35 PJ bis 140 PJ, die Obergrenze liegt damit in einer ähnlichen Größenordnung wie für Biokraftstoffe. Für das Land Bremen wird im Klimaschutz+ Szenario daher mit 8 % ein ähnlicher Anteil strombasierter Kraftstoffe wie bei Biokraftstoffen angenommen, sodass insgesamt im bodengebundenen Verkehr im Jahr 2030 etwa 16 % erneuerbare Kraftstoffe eingesetzt werden. Zusätzlich wird auch im Flugverkehr ein Anteil von 2 % erneuerbaren Kraftstoffen im Jahr 2030 angenommen.

7.2 Ergebnisse des Klimaschutz+ Szenarios

Im Folgenden werden für das Klimaschutz+ Szenario zunächst die Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen für das Land Bremen sowie die Städte Bremen und Bremerhaven (ohne Stahlindustrie) beschrieben, bevor auf die Entwicklung in den einzelnen Sektoren im Land Bremen und die Ergebnisse unter Einbeziehung der Stahlindustrie eingegangen wird.

7.2.1 Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) nach Energieträgern

Land Bremen

Die Ergebnisse des Klimaschutz+ Szenarios werden im Folgenden für das Land Bremen vorgestellt. Der Energieverbrauch im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) sank zwischen 1990 und 2017 um 15 %. Im Klimaschutz+ Szenario sinkt der Energieverbrauch zwischen 1990 und 2030 im Land Bremen um 31 % (vgl. Tabelle 7-2).

Tabelle 7-2: Zusammenfassung der Ergebnisse (Endenergie) im Klimaschutz+ Szenario für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030
Energieverbrauch (PJ)	72,5	61,8	50,0
% gegenüber 1990*		-15 %	-31 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Anhand der Entwicklungen des Verbrauchs verschiedener Energieträger seit 1990 (vgl. Tabelle 7-3) werden im Folgenden die verschiedenen Entwicklungen im Klimaschutz+ Szenario skizziert.

Der Erdgasverbrauch im Land Bremen stieg zwischen 1990 und 2017 um 37 %. Im Jahr 2030 wird laut Klimaschutz+ Szenario der Erdgasverbrauch nur noch um 5 % höher liegen als im Jahr 1990. Demnach wird im Klimaschutz+ Szenario von einem deutlichen Rückgang gegenüber dem aktuellen Erdgasverbrauch ausgegangen.

Tabelle 7-3: Energieverbrauch (PJ) und relative Entwicklung für verschiedene Energieträger im Klimaschutz+ Szenario 2030 für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Energieverbrauch 1990 (PJ)	Energieverbrauch 2017 (PJ)	% gegenüber 1990	Energieverbrauch 2030 (PJ)	% gegenüber 1990
Kohle	1,3	0,2	-84 %	0,1	-94 %
Heizöl leicht	16,9	4,6	-73 %	2,6	-85 %
Kraftstoffe	23,9	19,5	-18 %	12,1	-49 %
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-82 %	0,0	-100 %
Erdgas	15,0	20,4	+37 %	15,7	+5 %
Strom	10,9	11,6	+6 %	11,1	+2 %
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	+830 %	3,6	+3.174 %
Fernwärme	3,3	4,3	+29 %	4,8	+46 %
Summe/Veränderung*	**72,5**	**61,8**	**-15 %**	**50,0**	**-31 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

(Nicht erneuerbare) Kraftstoffe, welche insbesondere im Verkehrsbereich zum Einsatz kommen, haben zwischen 1990 und 2017 um 18 % abgenommen. Bis 2030 wird im Klimaschutz+ Szenario gegenüber 1990 eine Minderung von 49 % erreicht. Es wird gegenüber dem aktuellen Verbrauch aufgrund von Effizienzgewinnen und Umstellung auf Elektroantriebe ein weiterer Rückgang unterstellt.

Der Stromverbrauch hat sich zwischen 1990 und 2017 um 6 % erhöht. Bis zum Jahr 2030 wird im Klimaschutz+ Szenario erwartet, dass der Stromverbrauch durch Effizienzgewinne leicht zurückgehen wird und im Jahr 2030 nur noch um 2 % höher als 1990 liegt.

Der Fernwärmeverbrauch konnte zwischen 1990 und 2017 im Land Bremen um 29 % erhöht werden. Gegenüber dem Jahr 1990 wird im Klimaschutz+ Szenario der Fernwärmeverbrauch um insgesamt 46 % steigen. Diese Steigerung ist auf die konsequente Berücksichtigung von Fernwärme in Neubaugebieten sowie eine Nachverdichtung in bestehenden Netzen zurückzuführen. Dadurch werden ein Großteil der von der swb/wesernetz identifizierten Potenziale gehoben.

Im Land Bremen konnte der Heizölverbrauch zwischen 1990 und 2017 um 73 % reduziert werden. Bis zum Jahr 2030 kann der Heizölverbrauch im Klimaschutz-Szenario um 85 % gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden. Es wird also von einer weiteren Reduktion des aktuellen Heizölverbrauchs durch Substitution alter Kessel mit anderen Energieträgern ausgegangen.

Erneuerbare Energien im Wärmebereich und Verkehr konnten zwischen 1990 und 2017 relativ deutlich ausgebaut werden. Von 0,1 PJ im Jahr 1990 wurden diese im Jahr 2017 auf 1,0 PJ erhöht. Bis zum Jahr 2030 wird im Klimaschutz-Szenario mit einem weiteren Ausbau auf insgesamt 3,6 PJ gerechnet. Andere Energieträger spielten im Jahr 2017 kaum noch eine Rolle.

Die aufgeführten Entwicklungen werden grafisch noch einmal in Abbildung 7-1 dargestellt.

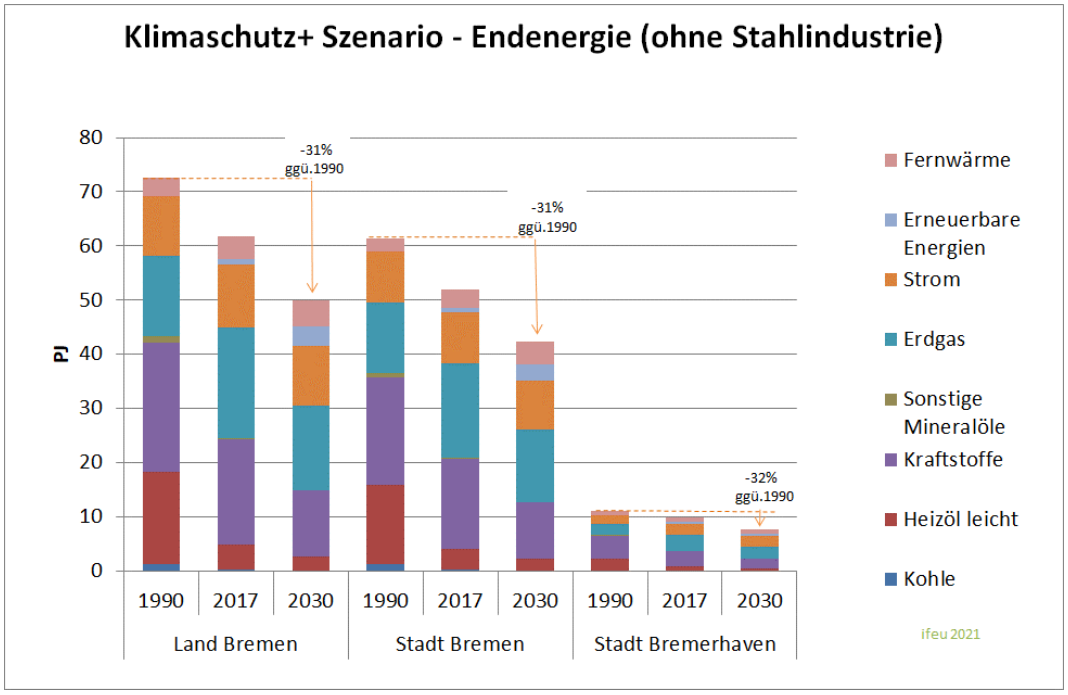

Abbildung 7-1: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Energieträgern im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Klimaschutz+ Szenario 2030

Die CO_2-Emissionen sind zwischen 1990 und 2017 im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) um 23 % gesunken. Im Klimaschutz+ Szenario werden die CO_2-Emissionen gegenüber 1990 um 51 % reduziert (vgl. Tabelle 7-4).

Tabelle 7-4: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) im Klimaschutz+ Szenario für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030
CO_2-Emissionen (Mio. Tonnen)	6,5	5,0	3,2
% gegenüber 1990*		-23 %	-51 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Die für das Klimaschutz+ Szenario berechneten CO_2-Emissionen für das Jahr 2030 sind eng mit den oben beschriebenen Energieträgerverteilungen verknüpft. CO_2-intensivere Energieträger (z.B. Strom und Heizöl) besitzen hier jedoch höhere Anteile an den Gesamtemissionen als am Energieverbrauch. Klimafreundlichere (z.B. Fernwärme) oder sogar klimaneutrale (erneuerbare Energien) Energieträger spielen dagegen eine geringere bzw. keine Rolle (vgl. Abbildung 7-2).

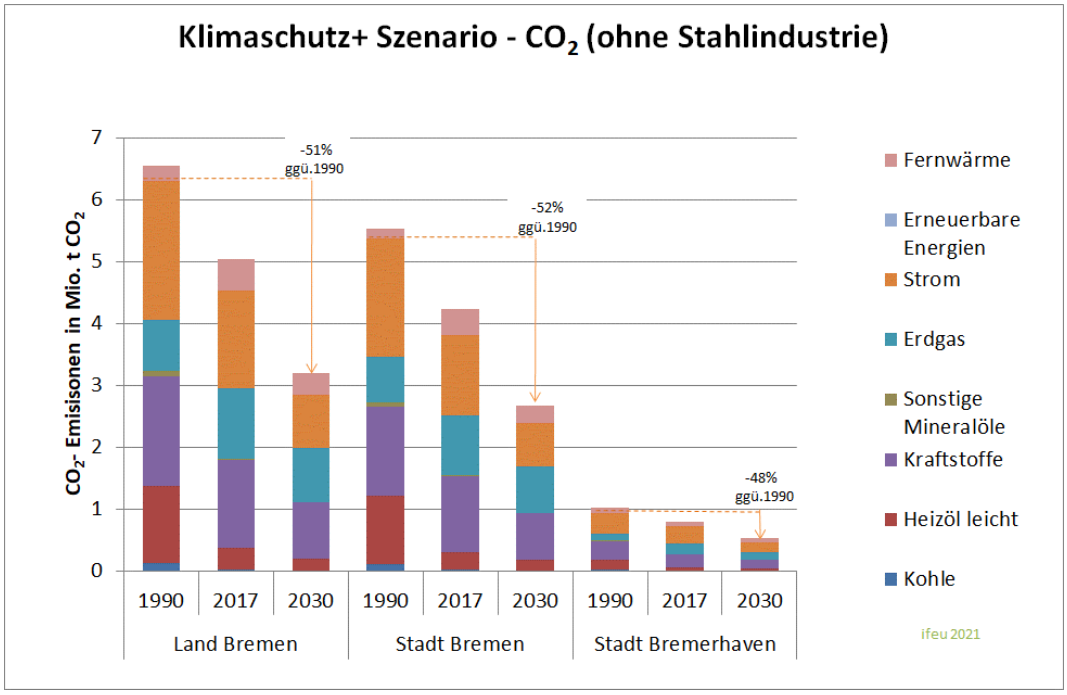

Abbildung 7-2: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Energieträgern im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Klimaschutz+ Szenario 2030

Städte Bremen und Bremerhaven

In der Stadt Bremen konnte bis 2017 der Energieverbrauch gegenüber 1990 um 15 % (von 61,4 PJ auf 52,0 PJ) reduziert werden. Bis 2030 wird im Klimaschutz+ Szenario eine Reduktion von 31 % (auf 42,4 PJ) gegenüber 1990 erwartet.

In Bremerhaven war im Jahr 2017 eine Reduktion des Energieverbrauchs um 12 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu verzeichnen (von 11,1 PJ auf 9,8 PJ). Bis zum Jahr 2030 wird sich im Klimaschutz+ Szenario der Energieverbrauch in Bremerhaven um 32 % (auf 7,6 PJ) gegenüber 1990 reduzieren.

Die mit dem Energieverbrauch verbundenen CO_2-Emissionen sanken bis zum Jahr 2017 in der Stadt Bremen um 23 % und in Bremerhaven um 21 %. Im Klimaschutz+ Szenario werden die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2030 in Bremen um 52 % und in Bremerhaven um 48 % sinken (vgl. Abbildung 7-2).

Genauere Entwicklungen in den beiden Städten können aus den Tabellen im Anhang entnommen werden.

7.2.2 Sektorspezifische Entwicklungen des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie) im Land Bremen

Im Folgenden wird die Entwicklung in den einzelnen Verbrauchssektoren (vgl. Abbildung 7-3 und Abbildung 7-4) dargestellt.

Der Energieverbrauch im Verbrauchssektor Private Haushalte/GHD hat sich zwischen 1990 und 2017 um 15 % reduziert. Im Klimaschutz+ Szenario wird für das Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 1990 von einer Reduktion des Energieverbrauchs von 32 % ausgegangen. Die CO_2-Emissionen des Sektors konnten zwischen 1990 und 2017 um 26 % gesenkt werden. In diesem Szenario werden diese gegenüber 1990 mit 55 % mehr als halbiert.

Der Energieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe wurde zwischen 1990 und 2017 um 15 % reduziert. Im Klimaschutz+ Szenario wird gegenüber 1990 eine weitere Reduktion mit 23 % berechnet. Die CO_2-Emissionen des Sektors konnten bis 2017 gegenüber 1990 um 22 % reduziert werden. In diesem Szenario wird eine Reduktion der Emissionen gegenüber 1990 von 53 % erwartet.

Im Verkehr wurden im Land Bremen zwischen 1990 und 2017 17 % an Endenergie eingespart. Bis zum Jahr 2030 wird eine Energieeinsparung gegenüber 1990 von 34 % erwartet. Die CO_2-Emissionen sind zwischen 1990 und 2017 im Verkehrsbereich um 17 % reduziert worden. Im Klimaschutz+ Szenario werden sich die CO_2-Emissionen weiter reduzieren und sind im Jahr 2030 42 % unterhalb des Niveaus von 1990.

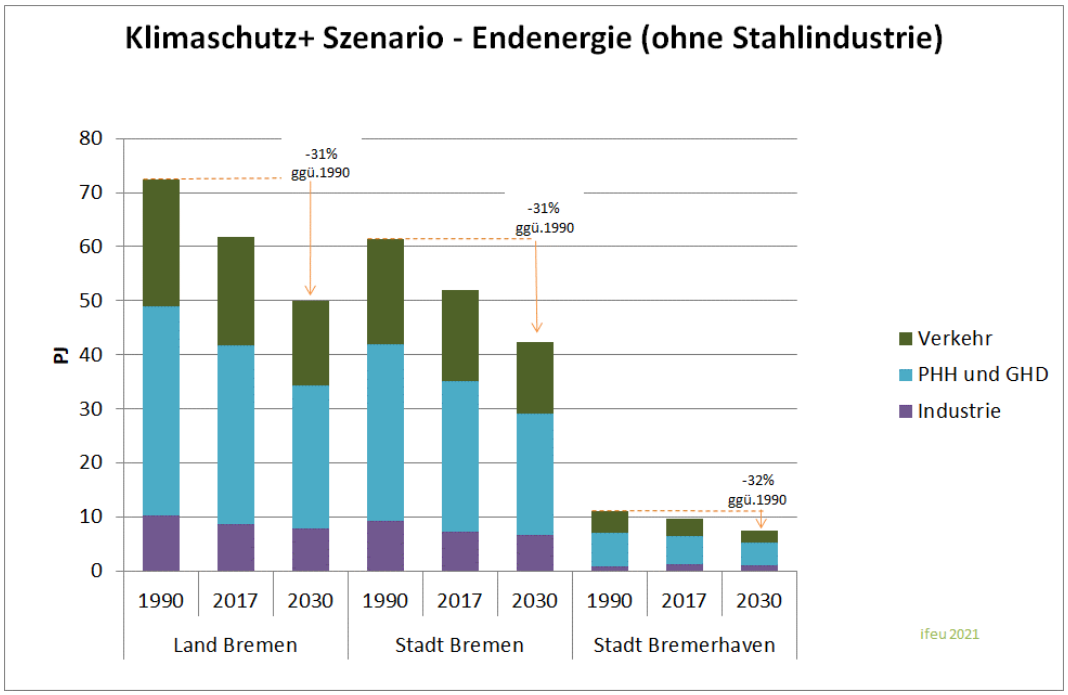

Abbildung 7-3: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Verbrauchsektoren im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Klimaschutz+ Szenario 2030

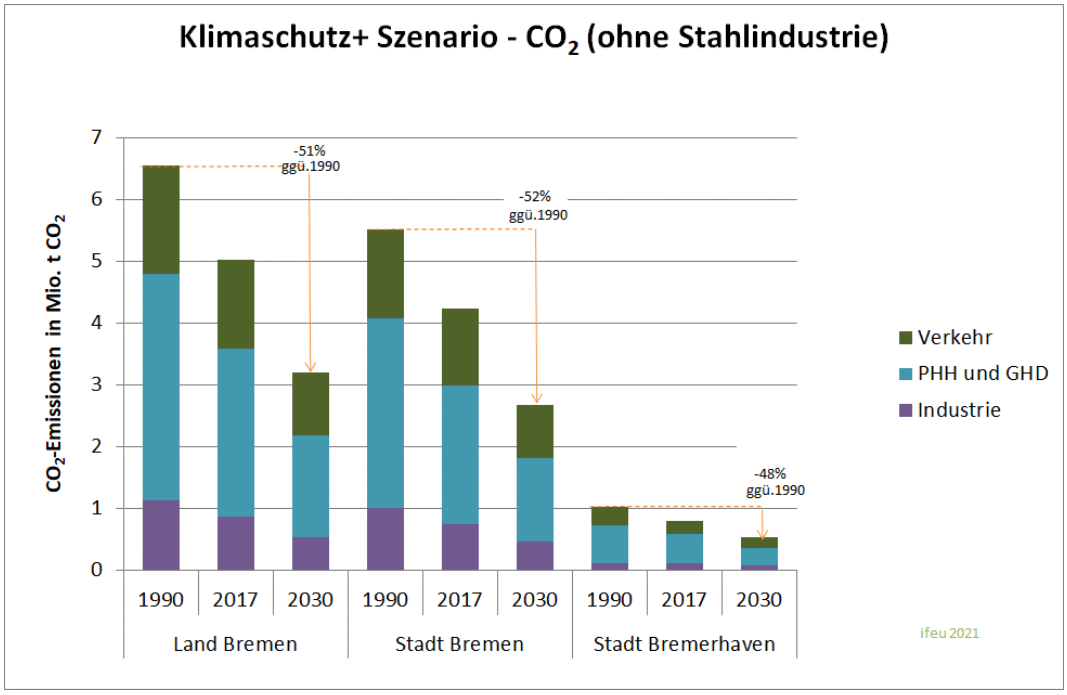

Abbildung 7-4: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Verbrauchsektoren im Land Bremen und den Städten Bremen und Bremerhaven im Klimaschutz+ Szenario 2030

7.3 Berücksichtigung der Stahlindustrie im Klimaschutz+ Szenario

Im Klimaschutz+ Szenario wird von den gleichen Maßnahmen für die Senkung des Energieverbrauchs ausgegangen wie im Referenz-, Referenz 2- und im Klimaschutz-Szenario. Zudem werden die gleichen Produktionsmengen angenommen (vgl. Unterabschnitt 4.2.3).

In Abstimmung mit AMB wird das Klimaschutz+ Szenario um eine Maßnahme ergänzt, deren Einsparungen jedoch nicht in den Energie- und CO_2-Bilanzen der Stahlindustrie abgebildet wird. Im Klimaschutz+ Szenario wird eine erste Abwärmenutzung der Sinteranlage und des Warmwalzwerks für das Bremer Westnetz berücksichtigt. Dies wird als Ergänzung für den zusätzlichen Fernwärmebedarf im vorliegenden Szenario bewertet. Mittel- und langfristig bietet sich die Möglichkeit, Abwärmepotenziale noch stärker zu nutzen. Laut AMB könnten 50 MW_{th} und 5.000 Jahresstunden bereitgestellt und für das Bremer Fernwärmenetz berücksichtigt werden (vgl. auch Ziel-Szenario in Abschnitt 9.1).

Im Klimaschutz+ Szenario kommt bei der CO_2-Bewertung deswegen ein gegenüber den anderen Szenarien leicht verbesserter Fernwärmemix in der Bilanz nach LAK-Methodik zur Geltung. Dies hat jedoch aufgrund des geringen Fernwärmeanteils am Energieverbrauch der Stahlindustrie am Gesamtenergieverbrauch des Sektors keine sichtbaren Auswirkungen auf die Bilanz des Sektors. Die im Kapitel über das Referenz 2-Szenario dargestellten CO_2-Emissionen gelten deswegen auch in diesem Szenario (vgl. Unterabschnitt 5.3.1).

Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

In Abbildung 7-5 wird der Endenergieverbrauch im Land Bremen unter Berücksichtigung der Stahlindustrie für das Klimaschutz+ Szenario dargestellt. Zwischen 1990 und 2017 konnten demnach im Land 6 % an Endenergie eingespart werden. Zwischen 1990 und 2030 kann im Klimaschutz+ Szenario der Endenergieverbrauch um 18 % reduziert werden.

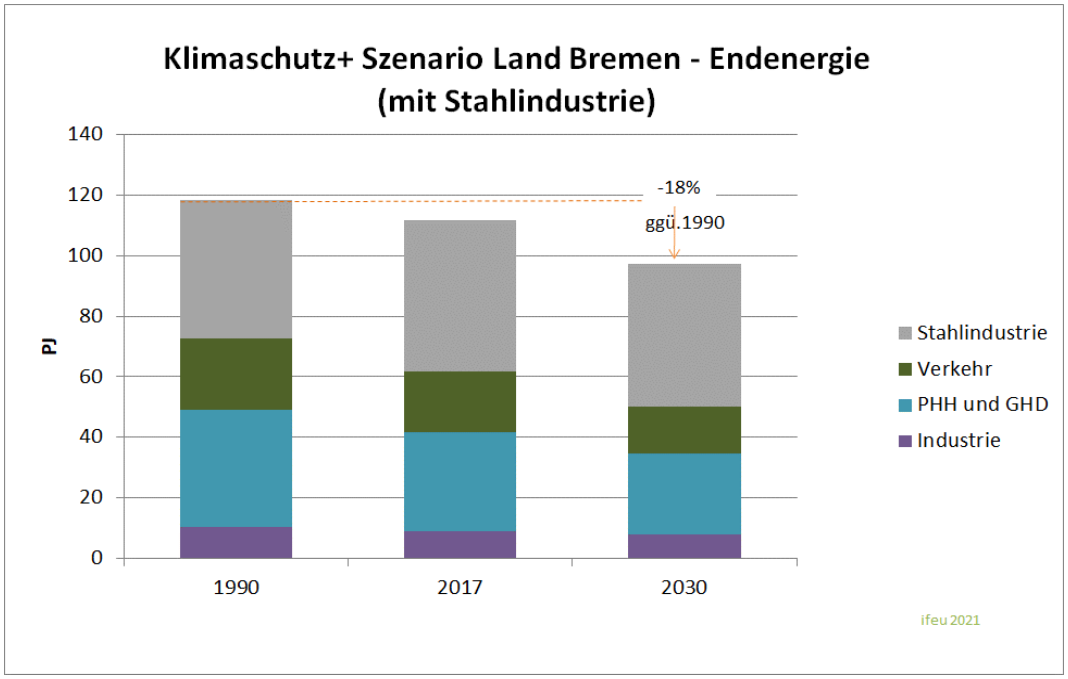

Abbildung 7-5: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Klimaschutz+ Szenario im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

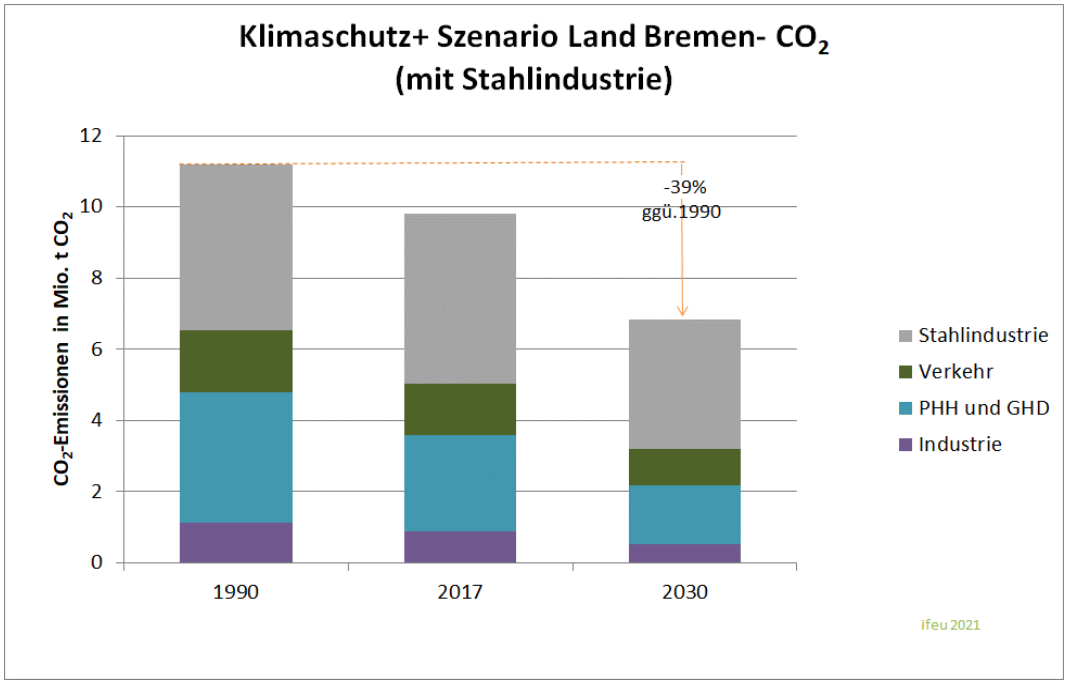

Abbildung 7-6: Entwicklungen der CO_2-Emissionen im Klimaschutz+ Szenario im Land Bremen unter Einbeziehung der Stahlindustrie

In Abbildung 7-6 werden die mit dem Endenergieverbrauch verbundenen CO_2-Emissionen im Land Bremen unter Berücksichtigung der Stahlindustrie im Klimaschutz+ Szenario gezeigt. Zwischen 1990 und 2017 konnten demnach im Land 13 % der CO_2-Emissionen eingespart werden. Bis zum Jahr 2030 können sich aufgrund des klimafreundlicheren Energieträgermixes und des verringerten Energieverbrauchs über die verschiedenen Sektoren gegenüber 1990 die CO_2-Emissionen um 39 % reduzieren.

8 Szenarien-Vergleich (Forecast-Szenarien)

Die in den vorherigen Kapiteln präsentierten Energie- und CO_2-Szenarien unterscheiden sich deutlich voneinander. Im Folgenden soll ein Überblick über die Ergebnisse und die Entwicklungen in den einzelnen Sektoren gegeben werden.

8.1 Vergleich der Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Szenarien werden für den Endenergieverbrauch in Tabelle 8-1 und Tabelle 8-2 dargestellt. Von 1990 bis 2017 konnte insgesamt 15 % an Endenergie eingespart werden. Diese Verminderung wird in den verschiedenen Szenarien unterschiedlich fortgeschrieben. Während im Referenz-Szenario der Endenergieverbrauch bis 2030 insgesamt um 17 % gegenüber 1990 reduziert wird, sind die Reduktionen im Referenz 2-Szenario (-23 %), im Klimaschutz-Szenario (-26 %) und v.a. im Klimaschutz+ Szenario (-31 %) deutlich höher.

Tabelle 8-1: Zusammenfassung der Ergebnisse (Endenergie) der verschiedenen Szenarien 2030 (ohne Stahlindustrie) in PJ

	1990 in PJ	2017 in PJ	2030 Referenz in PJ	2030 Referenz 2 in PJ	2030 Klimaschutz in PJ	2030 Klimaschutz+ in PJ
Verarbeitendes Gewerbe	10,3	8,8	8,8	8,6	8,3	8,0
PHH und GHD	38,7	32,9	31,8	30,7	29,0	26,5
Verkehr	23,4	20,2	19,5	16,9	16,4	15,6
Summe*	**72,5**	**61,8**	**60,1**	**56,1**	**53,6**	**50,0**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Tabelle 8-2: Prozentuale Veränderungen (Endenergie) in den verschiedenen Szenarien 2030 (ohne Stahlindustrie) gegenüber 1990

	2017	2030 Referenz	2030 Referenz 2	2030 Klimaschutz	2030 Klimaschutz+
Verarbeitendes Gewerbe	-15 %	-15 %	-17 %	-20 %	-23 %
PHH und GHD	-15 %	-18 %	-21 %	-25 %	-32 %
Verkehr	-14 %	-17 %	- 28 %	-30 %	-34 %
% gegenüber 1990*	**-15 %**	**-17 %**	**-23 %**	**-26 %**	**-31 %**

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs verläuft in den verschiedenen Sektoren unterschiedlich.

Im Verarbeitenden Gewerbe konnte der Endenergieverbrauch zwischen 1990 und 2017 um 15 % gesenkt werden. Im Referenz-Szenario verbleiben die Einsparungen bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 bei 15 %, während sie im Referenz 2-Szenario 17 %, im Klimaschutz-Szenario 20 % und im Klimaschutz+ Szenario 23 % betragen.

Im Verbrauchssektor Private Haushalte/GHD lag der Endenergieverbrauch im Jahr 2017 15 % unter dem Niveau des Jahres 1990. Im Referenz-Szenario wird der Energieverbrauch bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 um 18 %, im Referenz-2-Szenario um 21 %, im Klimaschutz-Szenario um 25 % und im Klimaschutz+ Szenario um 32 % reduziert.

Im Verkehrssektor lag der Energieverbrauch im Jahr 2017 14 % unter dem Verbrauch im Jahr 1990. Im Referenz-Szenario kann der Energieverbrauch bis 2030 gegenüber 1990 um 17 %, im Referenz 2-Szenario um 28 %, im Klimaschutz-Szenario um 30 % und im Klimaschutz+ Szenario um 34 % gesenkt werden.

Ausschlaggebende Faktoren für Unterschiede in den Szenarien

Anhand der Differenz zwischen dem Referenz-Szenario und dem Klimaschutz+ Szenario werden nun einige wesentliche Faktoren für die Entstehung der oben beschriebenen Unterschiede erläutert.

Um die Wirkung einzelner Annahmen in den verschiedenen Szenarien darzustellen, wurden in Tabelle 8-3 zunächst die absoluten Energieverbrauchsdifferenzen zwischen den beiden Szenarien aufgeführt. Miteinbezogen wurden diejenigen Anteile an der Reduktion, welche durch die getroffenen Annahmen in den Szenarien ermittelt wurden. Je höher dieser Anteil ist, desto wichtiger ist eine Annahme für die absoluten Energieeinsparungen.

Für die stationären Sektoren wurden im Klimaschutz+ Szenario gegenüber dem Referenz-Szenario zusätzlichen Einsparungen von insgesamt 6,1 PJ berechnet. Diese entstehen v.a. aufgrund der angenommenen Erhöhung der Sanierungsrate, welche etwa 52 % der Einsparungen verursacht. Daneben spielen der Einsatz von energieeffizienteren Geräten im Strombereich, die weitere Steigerung der Energieproduktivität in der Industrie und die Erhöhung der Sanierungsqualität im Klimaschutz+ Szenario eine Rolle bei der zusätzlichen Reduktion gegenüber dem Referenz-Szenario. Erhöhte Anforderungen im Neubau sowie die Reduktion zusätzlicher Geräte gegenüber dem Referenz-Szenario haben geringere Auswirkungen auf die zusätzliche Energieverbrauchsreduzierung im Klimaschutz+ Szenario.

Tabelle 8-3: Anteile verschiedener Annahmen an den Differenzen der jeweiligen Szenarien im Endenergieverbrauch im Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Differenz Referenz-Szenario und Klima-schutz+ Szenario
Stationäre Sektoren	
Differenz absolut (in PJ)	**6,1**
Davon in % durch*:	
Erhöhung der Sanierungsrate	52 %
Erhöhung der Sanierungsqualität	12 %
Erhöhung der Anforderungen im Neubau	3 %
Effizienzmaßnahmen Strom	16 %
Reduktion zusätzlicher Anwendungen im Strombereich	3 %
Steigerung der Energieproduktivität im Verarbeiteten Gewerbe	14 %
Verkehr	
Differenz absolut (in PJ)**	**3,8**
Davon in % durch*:	
MIV-Reduktion	27 %
Lkw-Verkehr-Reduktion	14 %
E-Mobilität Pkw	25 %
E-Mobilität Lkw	9 %
E-Mobilität Linienbus	4 %
Wasserstoffnutzung SPNV	1 %
Effizienzverbesserungen Lkw	20 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich
**Die Summe der Einzelpotenziale weicht vom kombinierten Gesamtpotenzial ab, da es Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Maßnahmen gibt.

Im Verkehrsbereich sind zusätzliche Reduktionen im Klimaschutz+ Szenario gegenüber dem Referenz-Szenario inklusive Wechselwirkungen der Einzelmaßnahmen von 3,8 PJ zu verzeichnen. Ein Großteil der Einsparungen lässt sich auf die MIV-Reduktion (27 %), E-Mobilität der Pkw (25 %) und Effizienzverbesserungen der Lkw (20 %) zurückführen. Hinzu kommen eine Reduktion im Lkw-Verkehr und die E-Mobilität von Lkw, welche ebenfalls eine Rolle bei Einsparungen spielen.

8.2 Vergleich der Entwicklung der CO_2-Emissionen (ohne Stahlindustrie)

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Forecast-Szenarien in Bezug auf die CO_2-Emissionen im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) werden in Tabelle 8-4 und Tabelle 8-5 dargelegt. Während zwischen 1990 und 2017 23 % an CO_2-Emissionen eingespart werden konnten, werden die Einspareffekte in den Szenarien bei den CO_2-Emissionen gegenüber dem Endenergieverbrauch noch einmal gesteigert. Dies ist hauptsächlich auf einen klimafreundlicheren Energiemix in den Szenarien gegenüber der Ausgangslage im Jahr 1990 zurückzuführen.

Im Referenz-Szenario wurde berechnet, dass die CO_2-Emissionen bis 2030 gegenüber 1990 um insgesamt 32 % reduziert werden können. Die Einsparungen von CO_2-Emissionen betragen 43 % im Referenz 2-Szenario, 47 % im Klimaschutz-Szenario und 51 % im Klimaschutz+ Szenario gegenüber 1990.

Tabelle 8-4: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2-Emissionen) der verschiedenen Szenarien 2030 (ohne Stahlindustrie)

	1990 in Mio. Tonnen	2017 in Mio. Tonnen	2030 Referenz in Mio. Tonnen	2030 Referenz 2 in Mio. Tonnen	2030 Klimaschutz in Mio. Tonnen	2030 Klimaschutz+ in Mio. Tonnen
Verarbeitendes Gewerbe	1,1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5
PHH und GHD	3,7	2,7	2,3	2,0	1,8	1,7
Verkehr	1,7	1,4	1,4	1,1	1,1	1,0
Summe*	**6,5**	**5,0**	**4,5**	**3,7**	**3,5**	**3,2**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Tabelle 8-5: Prozentuale Veränderungen (CO_2-Emissionen) in den verschiedenen Szenarien 2030 (ohne Stahlindustrie) gegenüber 1990

	2017	2030 Referenz	2030 Referenz 2	2030 Klimaschutz	2030 Klimaschutz+
Verarbeitendes Gewerbe	-22 %	-35 %	-48 %	-50 %	-53 %
PHH und GHD	-26 %	-36 %	-46 %	-50 %	-55 %
Verkehr	-17 %	-21 %	-35 %	-37 %	-41 %
% gegenüber 1990*	**-23 %**	**-32 %**	**-43 %**	**-47 %**	**-51 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Im Verarbeitenden Gewerbe konnten die CO_2-Emissionen zwischen 1990 und 2017 um 22 % gesenkt werden. In den Forecast-Szenarien wurde eine Minderung der CO_2-Emissionen in diesem Sektor bis zum Jahr 2030 zwischen 35 % (Referenz) und 53 % (Klimaschutz+) berechnet. Im Verbrauchssektor Private Haushalte/GHD lagen die CO_2-Emissionen im Jahr 2017 26 % unter dem Niveau des Jahres 1990. In den Szenarien für das Jahr 2030 liegen die Einsparungen zwischen 36 % (Referenz) und 55 % (Klimaschutz+). Im Verkehrssektor lagen die CO_2-Emissionen im Jahr 2017 17 % unter den Emissionen im Jahr 1990. In den verschiedenen Szenarien belaufen sich die Einsparungen bis 2030 auf Berechnungen zwischen 21 % (Referenz) und 41 % (Klimaschutz+).

Infobox: Zielerreichung von Szenarien

Ein wesentlicher Aspekt für die Eintrittswahrscheinlichkeit der Ergebnisse von Szenarien ist, inwieweit die für die Berechnung zu Grunde liegenden Annahmen auch eintreten. Dies hängt zum einen davon ab, ob erwartete Trendentwicklungen richtig prognostiziert wurden oder ob beispielsweise sogenannte Trendbrüche eingetreten sind, welche zum Zeitpunkt der Szenarienerstellung noch nicht ersichtlich waren. Zum anderen ist bei Maßnahmen-basierten Szenarien ausschlaggebend, ob und mit welcher Intensität die in den Szenarien angenommenen Maßnahmen tatsächlich umgesetzt wurden und ob die Maßnahmenwirkungen überhaupt im erwarteten Umfang eingetreten sind (oder z. B. durch Rebound-Effekte gemindert wurden).

Im Rahmen des Klimaschutz- und Energieprogramms (KEP) 2020 wurde das Ziel formuliert, die CO_2-Emissionen im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) um 40 % gegenüber 1990 zu senken. Diese Zielformulierung beruht auf einem Klimaschutz-Szenario, in dem auf Basis eines im Jahr 2009 definierten Maßnahmenkatalogs eine CO_2-Minderung um 33 % errechnet worden war. Mit einer bis zum Jahr 2017 erreichten CO_2-Minderung um 23 % wird das Land Bremen sowohl das im KEP 2020 gesetzte CO_2-Minderungsziel als auch das Ergebnis des Klimaschutz-Szenarios höchstwahrscheinlich nicht erreichen - trotz eines Corona-bedingten Wirtschaftseinbruchs im Jahr 2020.

Prognos hat im Rahmen eines 2017 vorgelegten Gutachtens untersucht, aus welchen Gründen die aktuell wahrscheinliche Entwicklung von dem im Jahre 2009 erstellten Klimaschutzszenario abweicht. Als Hauptursache wurde identifiziert, dass der Endenergieverbrauch sich deutlich andres entwickelt hat. Dies kann wiederum zum Teil auf eine Veränderung der angenommenen Rahmenbedingungen (Bevölkerung, Wirtschaftswachstum) zurückgeführt werden. Ein weiterer Faktor ist die Abfallverbrennung in der Stadt Bremen, die stärker ausgeweitet wurde als im Jahr 2009 prognostiziert wurde.

Beide Effekte waren im Jahr 2009 noch nicht absehbar und haben dennoch einen maßgeblichen Einfluss auf die Nicht-Erreichung der Klimaschutzziele. Deshalb wird empfohlen, diese Effekte beim Klimaschutz-Monitoring regelmäßig zu prüfen, um die Klimaschutzarbeit der Akteure in Bremen richtig einschätzen zu können.

Ein weiterer Aspekt sind nicht vorhersehbare Ereignisse, wie die Finanzkrise ab 2007 und die erneuten wirtschaftlichen Einbrüche aufgrund der Corona Pandemie im Jahr 2020. Die Entwicklungen des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen auf Bundesebene ab dem Jahr 2009 zeigten, dass nach einem deutlichen Einbruch der Wirtschaft (und den damit einhergehenden Reduktionen von Energieverbrauch und CO_2-Emissionen) eine rasche Erholung folgte. Der Energieverbrauch verblieb über mehrere Jahre gemittelt in etwa auf dem gleichen prognostizierten Level. Für die in diesem Bericht präsentierten Szenarien wird ein ähnlicher Effekt ab 2021 für die Corona-bedingten Energieeinsparungen und CO_2-Emissionsreduktionen erwartet. Folglich wird angenommen, dass diese Einsparungen auf die Szenarien im Jahr 2030 keine bedeutenden Auswirkungen mehr haben.

Ausschlaggebende Faktoren für Unterschiede in den Szenarien

Es wird nun dargelegt, welche Faktoren einen wesentlichen Einfluss auf die Entstehung der oben beschriebenen Unterschiede zwischen den CO_2-Szenarien haben. Dies wird beispielhaft anhand der Differenzen zwischen Referenz-Szenario und Klimaschutz+ Szenario erläutert.

Um die Wirkung einzelner Annahmen in den verschiedenen Szenarien darzustellen, wurden in Tabelle 8-6 zunächst die absoluten Differenzen bei den CO_2-Emissionen für die beiden Szenarien aufgeführt. Darunter finden sich die Anteile der jeweiligen Annahmen in den Szenarien an den berechneten CO_2-Differenzen.

CO_2-Einsparungen im stationären Bereich entstehen durch Energieeinsparungen und die Umstellung auf klimafreundlichere Energieträger im Strom- und Wärmebereich. Diese Effekte werden getrennt voneinander dargestellt. Dabei wurde auch die Zuordnung der CO_2-Einsparungen auf einzelne Annahmen umgelegt. Für die Einzelbetrachtung von Annahmen wurde der jeweils hypothetische Fall betrachtet, dass bei Energieträgerwechsel eine gleichbleibende Effizienz zu Grunde gelegt wurde und bei Effizienzmaßnahmen ein gleichbleibender Energieträgermix vorliegt. In der Praxis sind Energieeinsparungen häufig auch mit Energieträgerwechseln verbunden und die damit entstehenden kombinierten Effekte müssten für Einzelmaßnahmen berücksichtigt werden (z.B. Stromeffizienzmaßnahmen bei einem verbesserten Strommix).

Tabelle 8-6: Anteile verschiedener Annahmen an den Differenzen der jeweiligen Szenarien bei den CO_2-Emissionen im Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Differenz Referenz-Szenario und Klimaschutz+ Szenario
Stationärer Sektoren*	
Differenz absolut (in 1.000 Tonnen CO_2)	**894**
Davon durch:	
Verbesserung Stromfaktor 2030	47 %
Klimafreundlichere Wärmeerzeugung	9 %
Energieeffizienz	45 %
Davon**:	
Erhöhung der Sanierungsrate	22 %
Erhöhung der Sanierungsqualität	5 %
Erhöhung der Anforderungen im Neubau	2 %
Effizienzmaßnahmen Strom	7 %
Reduktion zusätzlicher Anwendungen im Strombereich	2 %
Steigerung der Energieproduktivität im Verarbeiteten Gewerbe	7 %
Verkehr*	
Differenz absolut (in 1.000 Tonnen CO_2)	**376**
Davon durch:	
MIV-Reduktion	20 %
Reduktion Lkw-Verkehr	10 %
E-Mobilität Pkw	12 %
E-Mobilität Lkw	4 %
E-Mobilität Linienbus	2 %
Wasserstoff SPNV	1 %
Effizienzverbesserungen Lkw	15 %
Erneuerbare Kraftstoffe	31 %
Strommix	7 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich.

** Die Einzelbetrachtung der Annahmen erfolgte unter dem hypothetischen Fall, dass ein Energieträgerwechsel ohne zusätzliche Effizienzbemühungen erfolgt. Bei Effizienzbemühungen wurde der gleiche zu Grunde liegende Energieträgermix genutzt.

Im stationären Bereich werden im Klimaschutz+ Szenario gegenüber dem Referenz-Szenario knapp 0,9 Mio. Tonnen (894.000 Tonnen) CO_2 weniger emittiert. Die Verbesserung des Strommixes hat mit 47 % einen wesentlichen Anteil an diesen vermiedenen CO_2-Emissionen. Aber auch Energieeffizienz-Annahmen spielen mit knapp 45 % eine wichtige Rolle bei der Erreichung der CO_2-Reduktionen im Klimaschutz+ Szenario. Die Verbesserung des Wärmemixes (u.a. Ausbau erneuerbare Energien, klimafreundlichere Fernwärme, Substitution von Ölkesseln) hat mit 9 % einen geringeren Effekt auf die zusätzlichen CO_2-Reduktionen zwischen den Szenarien. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Veränderungen bei der Fernwärmeerzeugung in beiden Szenarien sehr ähnlich sind und der Ausbau der Fernwärme und dezentraler erneuerbare Wärmeenergieträger mit ähnlichen jährlichen Austauschraten stattfindet.

Im Verkehrsbereich beträgt die zusätzliche Reduktion im Klimaschutz-Szenario gegenüber dem Referenz-Szenario insgesamt weniger als 0,4 Mio. Tonnen CO_2 (376.000 Tonnen). Dies ist zu 31 % auf erneuerbare Kraftstoffe zurückzuführen. Daneben spielen Reduktion der Verkehre mit zusammen 30 % (MIV: 20 %, Lkw: 10 %)

eine größere Rolle bei den Einsparungen gegenüber dem Referenz-Szenario. Folgende weitere Faktoren haben Auswirkungen auf die Differenz der beiden Szenarien im Verkehr: E-Mobilität und Wasserstoff mit zusammen 19 % (Pkw: 12 %, Lkw: 4 %, Linienbusse 2 %, Wasserstoff: 1 %), Effizienzverbesserungen der Lkw (15 %) und der verbesserte Strommix im Klimaschutz+ Szenario mit 7 %.

8.3 Vergleich der Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO_2-Emissionen mit Stahlindustrie

Nachdem in den vorangehenden Erläuterungen dargelegt wurde, wie die einzelnen Szenarien ohne Einbezug der Stahlindustrie berechnet wurden, wird nun im folgenden Abschnitt die Auswirkung der Stahlindustrie auf die verschiedenen Szenarien veranschaulicht.

In Tabelle 8-7 werden die Entwicklungen des Endenergieverbrauchs sowie die prognostizierten Energieverbräuche in den verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Es wird ersichtlich, dass der Gesamtenergieverbrauch im Land Bremen zwischen 1990 und 2017 um 6 % reduziert werden konnte. In den verschiedenen Forecast-Szenarien kann der Endenergieverbrauch zwischen 9 % (Referenz-Szenario) und Klimaschutz+ Szenario um 18 % weiter bis zum Jahr 2030 reduziert werden[18].

Zwischen den Jahren 1990 und 2017 stieg der Energieverbrauch der Stahlindustrie um 9 %. Der Energieverbrauch der Stahlindustrie erhöht sich dagegen in den beschriebenen Szenarien gegenüber 1990 nur noch um 3 %. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in allen Szenarien der Energieverbrauch der Stahlindustrie mit gleichen Annahmen berechnet wurde. Konkret sinkt der Energieverbrauch pro Tonne Rohstahl in den Szenarien für das Jahr 2030 um 22 %.

Tabelle 8-7: Zusammenfassung der Ergebnisse (Endenergie) der verschiedenen Szenarien 2030 (mit Stahlindustrie)

	1990 in PJ	2017 in PJ	2030 Referenz in PJ	2030 Referenz 2 in PJ	2030 Klimaschutz in PJ	2030 Klimaschutz+ in PJ
Land Bremen (ohne Stahlindustrie)	72,5	61,8	60,5	56,1	56,6	50,0
Stahlindustrie	45,8	50,0	47,3	47,3	47,3	47,3
Summe*	**118,3**	**111,8**	**107,8**	**103,4**	**100,9**	**97,3**
% gegenüber 1990*		**-6 %**	**-9 %**	**-13 %**	**-15 %**	**-18 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Bei den CO_2-Emissionen zeigt sich für das Land Bremen, dass mit einer Berücksichtigung der Stahlindustrie zwischen 1990 und 2017 13 % der CO_2-Emissionen eingespart werden konnten (vgl. Tabelle 8-8). Im Referenz-Szenario liegen die Einsparungen im Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 1990 bei 26 %. Die Einsparungen können sich in den anderen Szenarien auf bis zu 39 % (Klimaschutz+) gegenüber 1990 erhöhen.

Zwischen den Jahren 1990 und 2017 stiegen die CO_2-Emissionen der Stahlindustrie um 2 %. Im Referenz-Szenario sinken die CO_2-Emissionen gegenüber 1990 bis zum Jahr 2030 um 18 %. Im Referenz 2-Szenario, Klimaschutz-Szenario und Klimaschutz+ Szenario können gegenüber 1990 jeweils 23 % an CO_2-Emissionen eingespart werden. In diesen Szenarien kommt gegenüber dem Referenz-Szenario nochmals ein verbesserter

[18] Die Stahlindustrie wurde im Ziel-Szenario nicht berücksichtigt

Strommix zur Geltung. Bei gleichzeitiger Steigerung der Produktionsmenge können die spezifischen CO_2-Emissionen pro Tonne Rohstahl um 37 % (Referenz-Szenario) bis 41 % (alle anderen Szenarien) reduziert werden.

Tabelle 8-8: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) der verschiedenen Szenarien 2030 (mit Stahlindustrie)

	1990 in Mio. Tonnen	2017 in Mio. Tonnen	2030 Referenz in Mio. Tonnen	2030 Referenz 2 in Mio. Tonnen	2030 Klimaschutz in Mio. Tonnen	2030 Klimaschutz+ in Mio. Tonnen
Land Bremen (ohne Stahlindustrie)	6,5	5,0	4,5	3,7	3,5	3,2
Stahlindustrie	4,7	4,8	3,9	3,6	3,6	3,6
Summe*	**11,2**	**9,8**	**8,3**	**7,3**	**7,1**	**6,8**
% gegenüber 1990*		**-13 %**	**-26 %**	**-35 %**	**-37 %**	**-39 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

9 Ziel-Szenario -80 %

Im Rahmen des Auftrages sollte das Gutachter-Team neben den oben beschriebenen Forecast-Szenarien ein Ziel-Szenario erstellen, mit dem für das Jahr 2030 eine Reduktion der CO_2-Emissionen um 80 % gegenüber dem Basisjahr 1990 (ohne Stahlindustrie) gewährleistet ist. Das Ziel-Szenario ist (noch) nicht Maßnahmen-basiert. Vielmehr soll es aufzeigen, wie die in den Forecast-Szenarien präsentierten Annahmen angepasst und mit entsprechenden Maßnahmen hinterlegt werden müssten, um ein solches Ziel zu erreichen.

9.1 Grundannahmen des Ziel-Szenarios

In diesem Ziel-Szenario wurden ca. 60 hypothetische Annahmen getroffen, welche in verschiedenen Kombinationen die Erreichung des Ziels gewährleisten. Vor dem Hintergrund, dass es bis 2030 nur noch knapp neun Jahre sind, in denen Veränderungen stattfinden müssten, um dieses Ziel zu erreichen, ist allen Annahmen gemein, dass sie sich deutlich von allen Maßnahmen-basierten Annahmen der Forecast-Szenarien unterscheiden.

In den Diskussionen bezüglich des Ziel-Szenarios wurde deutlich, dass jede einzelne Annahme kritisch in Hinblick auf die politische, technische oder organisatorische Umsetzung hinterfragt werden kann. Dies liegt u.a. daran, dass viele Annahmen/Ergebnisse aus Studien mit dem Zieljahr 2050 entnommen und für das Ziel-Szenario 2030 angepasst wurden. Im Gutachter-Team wurden daher zwei Zielpfade als „Leitplanken“ für das Ziel-Szenario herausgearbeitet, um so die zugrundeliegenden Annahmen zu berechnen.

Diese Leitplanken orientieren sich an den zwei wesentlichen Strategien von CO_2-Einsparmöglichkeiten: Energieverbrauchsreduzierung (Effizienz und Suffizienz) und klimafreundliche Energieversorgung (Konsistenz). Damit sollen die verschiedenen Schwerpunkte dargestellt werden, innerhalb derer sich die einzelnen Annahmen bewegen können. Aufgrund der knappen Zeit bis 2030 wird deutlich, dass es keinen reinen „Effizienzpfad“ oder „Konsistenzpfad“ geben kann, sondern dass in beiden Pfaden viele Aspekte aus dem jeweils anderen Bereich berücksichtigt werden müssen.

Stationärer Energieverbrauch

Beiden Pfaden gemein ist, dass zentrale Annahmen zur Energieversorgung (Strommix und Fernwärmemix) in gleichem Ambitionsgrad angenommen werden. Die Relevanz einer klimafreundlichen Strombereitstellung konnte oben bereits dargestellt werden. Für ein 80 % Ziel gilt deswegen, dass die Strombereitstellung in jedem Ziel-Szenario einen wesentlichen Beitrag leisten muss. Ähnliches kann für die Fernwärmebereitstellung festgelegt werden. Diese zentrale Wärmebereitstellung hat den Vorteil, dass sie relativ schnell von wenigen Akteuren von fossilen auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden kann. Vor dem Hintergrund der Herausforderung des Austausches vieler dezentraler Heizenergiesysteme (Erdgas, Heizöl) ist es wichtig, den in beiden Ziel-Pfaden zu Grunde liegenden Ausbau der Fernwärme möglichst mit grüner Fernwärme zu ermöglichen.

Die Annahmen beider Pfade basieren auf folgenden Grundüberlegungen:

- Energieversorgung
  - Soll das Klimaschutzziel des Landes auf das Jahr 2030 vorgezogen werden, bedarf es in einer LAK-Verursacherbilanz auch einer deutlichen Verbesserung des zu Grunde liegenden Strommixes. Dazu wurden

aus dem Prognos-Gutachten „Klimapfade für Deutschland“ die Energieträgerverteilung der Nettostromerzeugung aus dem Klimaschutz-Szenario 80 für das Jahr 2050 übernommen. In diesem Szenario wird sichergestellt, dass auf Bundesebene das Klimaschutzziel von -80 % THG im Jahr 2050 erreicht wird. Dies bedeutet wiederum für das Jahr 2030, dass der Kohleausstieg bereits vollständig umgesetzt sein und der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix bei ca. 90 % liegen muss.

- Eine weitere wesentliche Veränderung in beiden Pfaden gegenüber den Forecast-Szenarien ist die klimafreundlichere Wärmeversorgung. Dazu müssen zentrale und dezentrale Energieträger möglichst grün und erneuerbar werden. In beiden Pfaden spielt der Ausbau der Fernwärme eine wesentliche Rolle. Während in den Forecast-Szenarien noch Planungen der swb/wesernetz in unterschiedlichen Ambitionsgraden dargestellt wurden, dient im Ziel-Szenario beim Wärmebedarf der 2019 von Fraunhofer IFAM und der Universität Bremen erstellte Wärmeatlas als Grundlage. In beiden Zielpfaden wurden alle Gebiete mit sehr hoher und hoher Wärmedichte für den zukünftigen Fernwärmeausbau und die Verdichtung der Netze identifiziert. Entsprechend steigen die Anteile der Fernwärme in den beiden Zielpfaden deutlich (vgl. Tabelle 9-1). Während in Zielpfad 1 etwa 70 % der Gebiete erschlossen werden, werden in Zielpfad 2 alle Gebiete mit geeigneter Wärmedichte erschlossen.

  Die Fernwärmeerzeugung müsste in beiden Zielpfaden für die Zielerreichung bereits im Jahr 2030 weitestgehend auf erneuerbare Energien, Abfallverbrennung und Abwärme aus dem Stahlwerk umgestellt sein. In Zielpfad 2 müssten aufgrund des höheren Bedarfs an Wärme zusätzliche Wärmequellen z.B. über Großwärmepumpen (z.B. Flusswärme (vgl. BUND Heidelberg 2021)) oder Rücklaufnutzung erschlossen werden. Angelehnt ist dieser Mix an die swb-Vorschläge für eine klimaneutrale Fernwärme, welche das Ziel hat, die Fernwärme in Bremen bis 2050 klimaneutral zu gestalten. Am Standort Hastedt müssten dafür z.B. statt des Erdgas-BHKW eine Biomasse-basierte Anlage errichtet werden und die Abwärme aus dem Stahlwerk konsequent genutzt werden. Für eine optimale Verteilung von Verbrauch und Erzeugung müssten die Fernwärmenetze zudem miteinander verbunden werden und die Fernwärme südlich der Weser ausgebaut werden.

  Gebäude und Quartiere, welche sich aufgrund der Wärmedichte nicht für einen Anschluss ans Fernwärmenetz eignen, sollten bei einem Austausch der Heizkessel mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Die Austauschrate von Heizölkesseln ist in beiden Zielpfaden deutlich höher als in den Forecast-Szenarien. Die Austauschrate von Erdgaskesseln steigt in Zielpfad 2 gegenüber Zielpfad 1 noch einmal deutlich an (vgl. Tabelle 9-1).

- Energieverbrauch
  - Grundlage beider Zielpfade ist, dass v.a. der Wärmeverbrauch in den Szenarien deutlich sinken muss. In den Forecast-Szenarien wurden Annahmen getroffen, welche dafür sorgen, dass der Gebäudebestand bis 2050 weitestgehend saniert wird, wovon auch in anderen Studien (vgl. Agora Energiewende) ausgegangen wurde. Unter der Vorgabe eines 80 %-Ziels bis 2030 muss der Gebäudebestand einen ähnlich hohen Beitrag zur Energie- und CO_2-Einsparung leisten wie in Szenarien für das Jahr 2050. Entsprechend schneller und ambitionierter muss in den beiden Zielpfaden die Sanierung des Gebäudebestands erfolgen. Während in Zielpfad 1 die Sanierungsrate gegenüber dem Referenz-Szenario um das 6-fache steigt und der Anteil ambitionierter Sanierungen bei nahezu 100 % liegt, liegt die Sanierungsrate in Zielpfad 2 etwas niedriger, jedoch immer noch mehr als doppelt so hoch wie im Klimaschutz+ Szenario.
  - Auch die Energieproduktivität der Industrie müsste in beiden Zielpfaden unterschiedlich hoch, aber gegenüber den Forecast-Szenarien jeweils deutlich gesteigert werden.
  - Zudem lassen sich beide Zielpfade nicht erreichen, wenn nicht verstärkt das Augenmerk auf suffizientes Verhalten und Agieren gelegt wird. Sowohl beim Wärme- als auch beim Stromverbrauch wird in beiden Zielpfaden suffizientes Verhalten unterstellt. Bewegen sich die Einsparungen in den beiden Zielpfaden

durch suffizientes Verhalten im Strombereich zwischen 10 % und 24 %, lassen sich im Wärmebereich zwischen 5 % und 15 % einsparen[19].

Die zu Grunde liegenden Annahmen sind für den stationären Bereich in Tabelle 9-1 zusammengefasst.

Tabelle 9-1: Zusammenfassung Annahmen des Ziel-Szenarios (Stationär)

	Klimaschutz+ Szenario Grundannahmen	Ziel-Szenario Pfad 1 (Effizienz)	Ziel- Szenario Pfad 2 (Konsistenz)
Sanierungsrate	2,3 % (Vollsanierungsäquivalent)	6,9 % (ab 2021; bis 2021: 1,2 %)	4,9 % (ab 2021; bis 2021: 1,2 %)
Sanierungsqualität	Anteil ambitionierter Sanierungen (über gesetzliche Standards hinaus): 40 %	98 % ambitioniert saniert	80 % ambitioniert saniert
Suffizienzaspekte	Keine Verhaltensänderung	Ambitionierte Verhaltensänderung ● Wärmeverbrauch (-15 %) ● Stromverbrauch (-24 %)	Moderate Verhaltensänderung ● Wärmeverbrauch (-5 %) ● Stromverbrauch (-10 %)
Neubaustandards	KfW 40	Passivhausstandard (durchschnittlich 40 m² Wohnfläche pro Person)	Passivhausstandard (durchschnittlich 35 m² Wohnfläche pro Person)
Stromeffizienz	Austausch mit Geräten zwischen 10-15 Jahre mit Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent von C	Austausch mit Geräten zwischen 10-15 Jahre mit Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent B	Austausch mit Geräten zwischen 10-15 Jahre mit Gerätestandard-Effizienzklassenäquivalent B-C
Neue Stromanwendungen	+5 % Stromverbrauch durch Mehrgeräte +4 % Stromverbrauch durch Klimatisierung	Kein Mehrverbrauch durch neue Anwendungen bzw. Substitution von Anwendungen Suffizienzaspekte stärker berücksichtigt	Kein Mehrverbrauch durch neue Anwendungen bzw. Substitution von Anwendungen Suffizienzaspekte in geringem Maße berücksichtigt
Jährliche Steigerung der Energieproduktivität des Verarbeitenden Gewerbes (in %/a)	Gesamt: +2,2 %/a	Gesamt +7,1 %/a	Gesamt 4,9 %/a
Klimaneutralität im Daimler-Werk	Die komplette Wärmeversorgung des Werks (inkl. Fernwärme) wird durch erneuerbare Energien klimaneutral	Die komplette Wärmeversorgung des Werks (inkl. Fernwärme) wird durch erneuerbare Energien klimaneutral	Die komplette Wärmeversorgung des Werks (inkl. Fernwärme) wird durch erneuerbare Energien klimaneutral
Stromfaktor 2030	278 g/kWh	49 g/kWh	49 g/kWh
Resultierender Anteil EE in der Nettostromerzeugung	64 %	88 %	88 %
Substitution fossile Wärmeversorgung/a	3,6 % bis 2022, 4,5 % ab 2023 (Bis 2022: Heizöl: 50 % Wärmemix (ohne Heizöl), 50 % Heizöl; Erdgas: 90 % Erdgas, 10 % Fernwärme) Ab 2023 Substitution mit: ● Erdgas plus Solarthermie/PV: 39 % (60 %/40 %) ● Umweltwärme: 10 % ● Biomasse: 10 % ● Fernwärme: 24 %	Austauschraten Heizkessel: ● Heizöl 7,5 % /a ● Erdgas: 2,4 %/a Substitution mit: ● 40 % EE ● 60 % Fernwärme	Austauschraten Heizkessel: ● Heizöl 9 % / a ● Erdgas: 5,2 % / a Substitution mit: ● 50 % EE ● 50 % Fernwärme
Entwicklung Fernwärmeabsatz HH und GHD	+ 12 % (Land Bremen) Berücksichtigt: ● Effizienzrückgang im Bestand	+ 18 % Berücksichtigt: ● Effizienzrückgang im Bestand ● Zusätzlich 70 % aller Gebiete mit hoher und sehr hoher Wärmedichte im Wärmeatlas	+100 % Berücksichtigt: ● Effizienzrückgang im Bestand ● Zusätzlich alle Gebiete mit hoher und sehr hoher Wärmedichte im Wärmeatlas

[19] Die Werte wurden im Rahmen von Abschlussarbeiten am ifeu ermittelt. Zu den damit verbundenen Maßnahmen gehört beispielsweise ein verändertes Nutzerverhalten bzw. die Hinterfragung des Bedarfs und die damit verbundene Reduktion von Energieverbrauch im Strombereich. Weitere Maßnahmen betreffen: Gerätesuffizienz Warmwasser, Senkung der beheizten Raumfläche, zeitlich begrenzte Heizung, Senkung der Raumtemperatur, Sonstiges (kein Zustellen von Heizkörpern, geschlossene Türen zu nicht beheizten Räumen, richtiges Lüftungsverhalten, Entlüftung der Heizkörper).

	Klimaschutz+ Szenario Grundannahmen	Ziel-Szenario Pfad 1 (Effizienz)	Ziel- Szenario Pfad 2 (Konsistenz)
	• Zusätzlich ca. 70 % des von swb ermittelten Potenzials (238 MW)		
Anteile Energieträger am Wärmemix HH und GHD	• Heizöl: 12 % • Erdgas: 62 % • Solarthermie: 2 % • Biomasse: 2 % • Wärmepumpen 3 % • Fernwärme: 18 %	• Heizöl: 9 % • Erdgas: 49 % • Solarthermie: 2 % • Biomasse: 2 % • Wärmepumpen 9 % • Fernwärme: 30 %	• Heizöl: 3 % • Erdgas: 31 % • Solarthermie: 6 % • Biomasse: 5 % • Wärmepumpen 18 % • Fernwärme: 37 %
Fernwärmeerzeugung	Anteile Ost/Uni: • MHKW: 51 % • Standort Hastedt Erdgas BHKWs: 43 % • Spitzenlastkessel (Heizöl Erdgas): 6 % Anteile West: • MKK: 37 % • Klärschlamm 26 % • Abwärme 37 %	Anteile Gesamtnetz Bisherige Anlagen/ Standorte: • MHKW 37 % • Spitzenkessel (Biogas): 4 % • Klärschlamm: 5 % Neue Standorte / Anlagen: • Hastedt: Biomasse HKW: 24 % • PtH: 10 % • Abwärme: 20 %	Anteile Gesamtnetz: Bisherige Anlagen/ Standorte: • MHKW 18 % • Spitzenkessel (Biogas): 2 % • Klärschlamm: 4 % Neue Standorte / Anlagen: • Hastedt: Biomasse HKW: 22 % • PtH: 5 % • Abwärme: 11 % • Niederexergetische Anlagen/Rücklauf / Flusswärmepumpe: 38 %

Verkehr

Im Verkehr wurden ebenfalls und analog zum stationären Bereich zwei alternative Schwerpunkte betrachtet, wie die notwendigen Minderungsbeiträge zur Erreichung einer sektorübergreifenden CO_2-Emissionsminderung um 80 % gegenüber 1990 erreicht werden können.

In Zielpfad 1 (Effizienz) liegt der Schwerpunkt auf einer Reduktion des Endenergiebedarfs, insbesondere des Kraftstoffbedarfs im Verkehr im Jahr 2030. Dazu sind sowohl ambitionierte Verringerungen der Fahrleistungen im Pkw- und Lkw-Verkehr notwendig als auch eine weitere erhebliche Steigerung der Elektromobilität. Außerdem werden für die Kfz-Flotte im Gesamten zusätzliche Effizienzsteigerungen angenommen (z.B. durch Downsizing, Geschwindigkeitsreduktion auf Autobahnen und außerorts). Dennoch muss auch der Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario deutlich gesteigert werden. Wichtige Annahmen im Effizienzpfad sind:

- Pkw-Fahrleistungen: Gegenüber dem Referenz-Szenario wird im Jahr 2030 eine um 40 % niedrigere Pkw-Fahrleistung im Bremer Territorium erreicht. Die Annahme orientiert sich an den Verkehrsentwicklungen im Szenario „Neue Mobilitätskultur“ der Studie Mobiles Baden-Württemberg (Öko 2017), in dem für 2030 eine maximal mögliche Pkw-Fahrleistungsreduktion um 49 % gegenüber der Referenzentwicklung abgeleitet worden ist[20]. Gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario, wo bereits eine ambitionierte Umsetzung von Push- und Pull-Maßnahmen in Bremen unterstellt wird, wäre das mehr als eine Verdopplung der Fahrleistungsreduktion.
- Lkw-Fahrleistungen: Gegenüber dem Referenz-Szenario wird im Jahr 2030 eine um 20 % niedrigere Lkw-Fahrleistung im Bremer Territorium erreicht, dies entspräche einer Reduktion um 12 % gegenüber 2017 und somit einer Trendumkehr in der Verkehrsentwicklung.
- Pkw-Elektromobilität: In einer Cleanroom-Befragung von Pkw-Herstellern zu deren Erwartungen der bis zum Jahr 2030 in Deutschland verkauften Elektro-Pkw (NOW 2020) wurde als Obergrenze ein Pkw-Bestand von 19,4 Mio. BEV und 9,9 Mio. PHEV abgeschätzt. Bei einem Gesamt-Pkw-Bestand von ca. 49 Mio. Pkw im Jahr

[20] Allerdings für die Summe aus urbanem und ländlichem Pkw-Verkehr in Baden-Württemberg mit überproportionalen Fahrleistungsreduktionen im ländlichen Raum.

2030 entspräche das einem Bestandsanteil von 60 %, mit denen (aufgrund des nur teilelektrischen Betriebs von PHEV) insgesamt ein elektrischer Fahrleistungsanteil in den Pkw-Fahrleistungen von 50 % erreicht wird.

- Zusätzliche Effizienzverbesserungen: Gegenüber den anderen Szenarien werden im Zielszenario auch verstärkte Effizienzsteigerungen unterstellt, die beispielsweise durch ein Downsizing (Kauf kleinerer bzw. schwächer motorisierter Fahrzeuge) oder Geschwindigkeitsreduktionen (v.a. Autobahn, außerorts) erreicht werden können.
- Erneuerbare Kraftstoffe werden im Jahr 2030 insgesamt in gleichem Umfang eingesetzt wie im Klimaschutz+ Szenario. Aufgrund des insgesamt deutlich niedrigeren Kraftstoffbedarfs beträgt der prozentuale Anteil erneuerbarer Kraftstoffe am gesamten Kraftstoffbedarf (bodengebundener Verkehr und Flugverkehr) 22 %.

Auch in Zielpfad 2 (Konsistenz) müssen Energie- und Kraftstoffverbrauch des Verkehrs noch in höherem Maße als im Klimaschutz+ Szenario reduziert werden. Die notwendigen Fahrleistungsreduktionen und Elektromobilitätssteigerungen sind jedoch insgesamt moderater als im Effizienzpfad, da hier der Schwerpunkt auf einer deutlich höheren Bereitstellung erneuerbarer Kraftstoffe liegt.

- Die Pkw- und Lkw-Fahrleistungsreduktionen sind mit 20 % bzw. 15 % gegenüber dem Referenz-Szenario schwächer als im Effizienzpfad, dennoch gehen sie deutlich über die Fahrleistungsreduktionen im Klimaschutz+ Szenario hinaus und sind auch ambitionierter als in den meisten nationalen Studien.
- Der Anteil elektrischer Fahrleistungen im Pkw-Verkehr steigt bis 2030 nur auf 40 %. Dafür müssten bis zum Jahr 2030 ca. die Hälfte aller Pkw im Bestand BEV- oder PHEV-Fahrzeuge sein.
- Erneuerbare Kraftstoffe sind im Konsistenzpfad eine zentrale Option zur Erreichung der angestrebten CO_2-Minderung. Sowohl im bodengebundenen Verkehr als auch im Flugverkehr werden etwa 30 % des verbleibenden Kraftstoffbedarfs durch erneuerbare Kraftstoffe gedeckt. Gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario bedeutet das trotz insgesamt niedrigerem Kraftstoffbedarf eine Steigerung der im Land Bremen benötigten Bio- und PtX-Kraftstoffmenge um über 70 % von 2,0 PJ auf 3,4 PJ. Diese müssen zu großen Teilen aus anderen Ländern importiert werden (vgl. z.B. Einschätzungen in (NPM 2020)).

Die Annahmen des Zielszenarios im Verkehr sind in Tabelle 9-2 zusammengefasst.

Tabelle 9-2: Zusammenfassung der Annahmen des Zielszenarios im Verkehr

	Zielpfad 1 (Effizienz)	Zielpfad 2 (Konsistenz)
MIV-Fahrleistungen	-40 % ggü. Referenz-Szenario 2030 (-37 % ggü. 2017).	-20 % ggü. Referenz-Szenario 2030 (-16 % ggü. 2017).
Lkw-Fahrleistungen	-20 % ggü. Referenz-Szenario 2030 (-12 % ggü. 2017).	-15 % ggü. Referenz-Szenario 2030 (-7 % ggü. 2017).
Pkw-Elektromobilität	50 % elektrische Fahrleistungen	40 % elektrische Fahrleistungen
Lkw-Elektromobilität	30 % elektrische Fahrleistungen	20 % elektrische Fahrleistungen
Kfz: Effizienz	10 % reduzierter Kraftstoffverbrauch ggü. Referenz 2-Szenario	
Erneuerbare Kraftstoffe	22 % erneuerbare Kraftstoffe (bodengebundener und Luftverkehr)	30 % erneuerbare Kraftstoffe (bodengebundener und Luftverkehr)

9.2 Ergebnisse des Ziel-Szenarios

Die Ergebnisse der beiden Ziel-Szenario-Pfade werden im Folgenden für das Land Bremen vorgestellt. Der Energieverbrauch im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) sank zwischen 1990 und 2017 um 15 %. In Zielpfad 1 sinkt der Energieverbrauch gegenüber 1990 um 53 % und in Zielpfad 2 um 41 % (vgl. Tabelle 9-3 und Abbildung 9-1).

Tabelle 9-3: Zusammenfassung der Ergebnisse (Endenergie) in den beiden Pfaden des Ziel-Szenarios für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030 (Zielpfad 1)	2030 (Zielpfad 2)
Energieverbrauch (PJ)	72,5	61,8	34,0	42,5
% gegenüber 1990*		-15 %	-53 %	-41 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

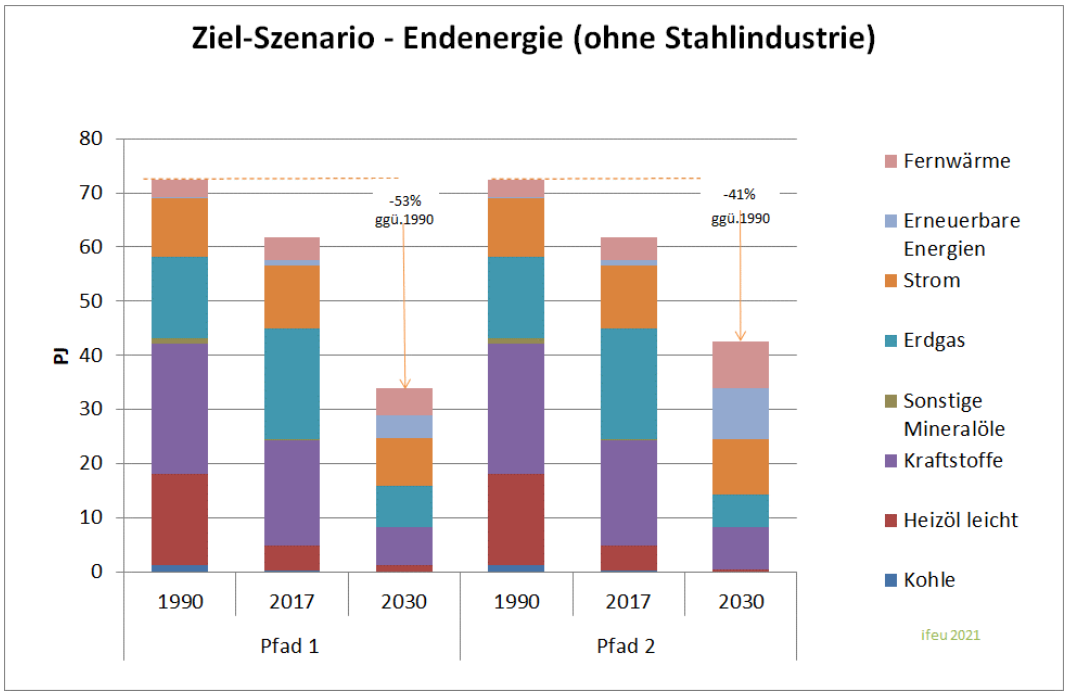

Abbildung 9-1: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern in den beiden Zielpfaden des Ziel-Szenarios 2030

Anhand der Entwicklung des Verbrauchs nach Energieträgern seit 1990 können die angenommenen Entwicklungen verschiedener Energieträger in den jeweiligen Zielpfaden in Tabelle 9-4 nachvollzogen werden.

Tabelle 9-4: Energieverbrauch (PJ) und relative Entwicklung für verschiedene Energieträger in den beiden Zielpfaden 2030 für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Energieverbrauch 1990 (PJ)	Energieverbrauch 2017 (PJ)	% gegenüber 1990	Energieverbrauch 2030 (PJ) (Zielpfad 1)	% gegenüber 1990	Energieverbrauch 2030 (PJ) (Zielpfad 2)	% gegenüber 1990
Kohle	1,3	0,2	-84 %	0,1	-96 %	0,1	-95 %
Heizöl leicht	16,9	4,6	-73 %	1,2	-93 %	0,5	-97 %
Kraftstoffe	23,9	19,5	-18 %	7,1	-70 %	7,8	-67 %
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-82 %	0,0	-100 %	0,0	-100 %
Erdgas	15,0	20,4	+37 %	7,5	-50 %	5,9	-61 %
Strom	10,9	11,6	+6 %	8,8	-19 %	10,2	-6 %
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	+830 %	4,3	+3.748 %	9,5	+8.387 %
Fernwärme	3,3	4,3	+29 %	5,1	+53 %	8,5	+159 %
Summe/Veränderung*	**72,5**	**61,8**	**-15 %**	**34,0**	**-53 %**	**42,5**	**-41 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Die CO_2-Emissionen sind zwischen 1990 und 2017 im Land Bremen (ohne Stahlindustrie) um 23 % gesunken. Trotz unterschiedlicher Energieeinsparungen können aufgrund unterschiedlicher Energieversorgungsstrategien in beiden Pfaden die CO_2-Emissionen gegenüber 1990 um 80 % gesenkt werden (vgl. Tabelle 9-5).

Tabelle 9-5: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) in den beiden Pfaden des Ziel-Szenarios für das Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	1990	2017	2030 (Zielpfad 1)	2030 (Zielpfad 2)
CO_2-Emissionen (Mio. Tonnen)	6,5	5,0	1,3	1,3
% gegenüber 1990*		-23 %	-80 %	-80 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Die für die beiden Ziel-Szenarien berechneten CO_2-Emissionen für das Jahr 2030 sind eng an die oben beschriebenen Energieträgerverteilungen verknüpft. V.a. in Zielpfad 2 wird verstärkt auf erneuerbare Energien gesetzt, um den höheren Energieverbrauch bei CO_2-Emissionen gegenüber Zielpfad 1 auszugleichen (vgl. Abbildung 9-2).

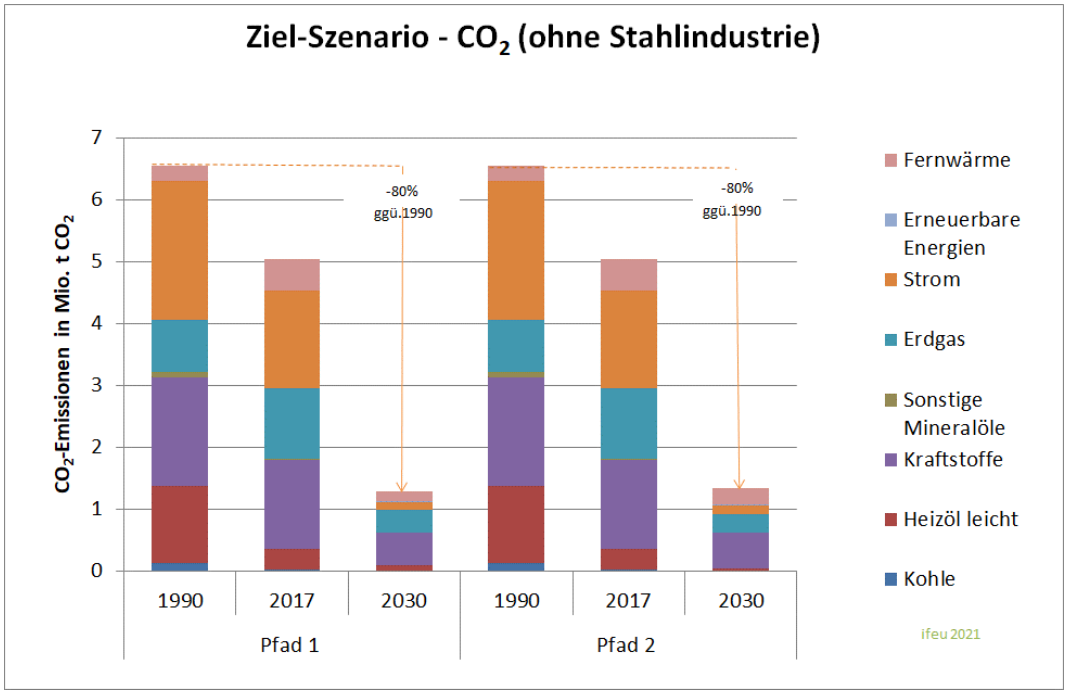

Abbildung 9-2: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Energieträgern in den beiden Zielpfaden des Ziel-Szenarios 2030

Im Folgenden wird die Entwicklung in den einzelnen Verbrauchssektoren (vgl. Abbildung 9-3 und Abbildung 9-4) dargestellt.

Der Energieverbrauch im Sektor Private Haushalte/GHD hat sich zwischen 1990 und 2017 um 15 % reduziert. Im Ziel-Szenario müsste der Energieverbrauch dieses Sektors bis zum Jahr 2030 in Zielpfad 1 um 56 % und in Zielpfad 2 um 42 % gegenüber dem Jahr 1990 sinken. Die CO_2-Emissionen des Sektors konnten zwischen 1990 und 2017 um 26 % vermindert werden. Daraus ergibt sich in Zielpfad 1 gegenüber dem Jahr 1990 eine Reduktion der sektoralen CO_2-Emissionen von 84 % und in Zielpfad 2 um 83 %.

Der Energieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe wurde zwischen 1990 und 2017 um 15 % reduziert. Im Ziel-Szenario müsste der Energieverbrauch in Zielpfad 1 um 44 % und in Zielpfad 2 um 35 % gesenkt werden. In diesem Szenario müssten die CO_2-Emissionen bis 2030 gegenüber dem Jahr 1990 um 88 % reduziert werden.

Im Verkehr wurden im Land Bremen zwischen 1990 und 2017 14 % an Endenergie eingespart. Bis zum Jahr 2030 müsste in Zielpfad 1 des Ziel-Szenarios die Energieeinsparung gegenüber 1990 53 % betragen und in Zielpfad 2 44 %. Die CO_2-Emissionen sind zwischen 1990 und 2017 im Verkehrsbereich um 17 % reduziert worden. In Zielpfad 2 müssten sie gegenüber dem Basisjahr 1990 um 68 % und in Zielpfad 2 um 65 % vermindert werden.

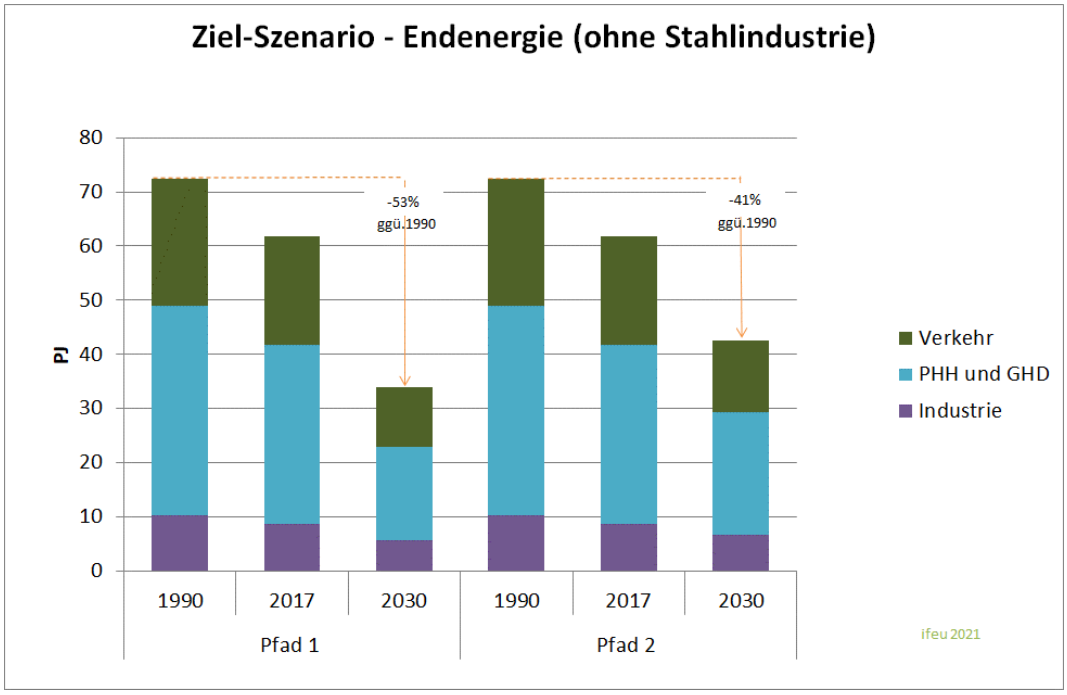

Abbildung 9-3: Entwicklung des Endenergieverbrauches nach Verbrauchsektoren in den beiden Zielpfaden für das Jahr 2030

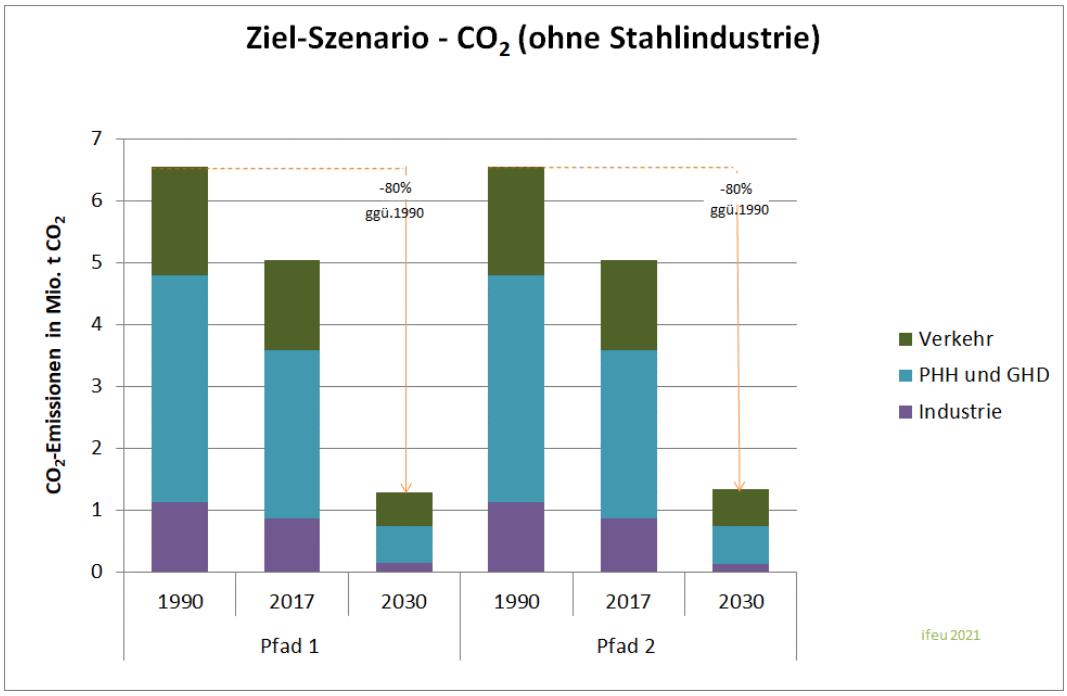

Abbildung 9-4: Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Verbrauchsektoren im Land Bremen für die beiden Zielpfade für das Jahr 2030

9.3 Vergleich zum Klimaschutz+ Szenario

Die Unterschiede zwischen dem Klimaschutz+ Szenario und den beiden Pfaden des Ziel-Szenarios sind sehr hoch, da die jeweiligen Ambitionsgrade weit auseinanderklaffen. Die „Ziellücke“ zwischen Klimaschutz+ Szenario und den Zielpfaden von 29 % an CO_2-Einsparungen soll im Folgenden aus unterschiedlicher Sichtweise erläutert werden.

Im Klimaschutz+ Szenario (ohne Stahlindustrie) werden gegenüber 1990 insgesamt 31 % an Endenergie eingespart. In den beiden Zielpfaden müsste mit 53 % (Zielpfad 1) und 41 % (Zielpfad 2) deutlich mehr Energie eingespart werden (vgl. Tabelle 9-6).

Tabelle 9-6: Zusammenfassung der Ergebnisse (Endenergie) des Klimaschutz+ Szenarios und der beiden Zielpfade 2030 (ohne Stahlindustrie)

	1990 in PJ	2017 in PJ	2030 Klimaschutz+ in PJ	Zielpfad 1 in PJ	Zielpfad 2 in PJ
Verarbeitendes Gewerbe	10,3	8,8	7,9	5,8	6,7
PHH und GHD	38,7	32,9	26,5	17,2	22,5
Verkehr	23,4	20,2	15,6	11,0	13,2
Summe*	**72,5**	**61,8**	**50,0**	**34,0**	**42,5**
% gegenüber 1990*		**-15 %**	**-31 %**	**-53 %**	**-41 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Die resultierenden Unterschiede zwischen Klimaschutz+ Szenario und Zielpfad 1 (15,9 PJ) bzw. Zielpfad 2 (7,5 PJ) lassen sich anhand der Unterschiede in den zu Grunde liegenden Annahmen erklären, welche im Folgenden erläutert werden.

Für die stationären Sektoren findet sich eine Differenz zum Klimaschutz+ Szenario in Zielpfad 1 von 11,5 PJ und in Zielpfad 2 von 5,1 PJ (vgl. Tabelle 9-7).

In Zielpfad 1 hat die hohe Sanierungsrate den größten Anteil an den berechneten Einsparungen. Im Wärme- und Strombereich werden jedoch auch durch suffiziente Verhaltensweisen zusammen knapp fast ein Viertel des Energieverbrauchs eingespart (inkl. Vermeidung zusätzlicher Anwendungen im Strombereich). Weitere Anteile an den Einsparungen gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario haben die starke Steigerung der Energieproduktivität in der Industrie mit 19 %, die höhere Sanierungsqualität bei der Sanierung von Bestandsgebäuden mit 15 %, effizientere Geräte im Strombereich mit 6 % und energieeffizientere Neubauten mit 2 %.

In Zielpfad 2 liegen niedrigere Einsparungen im Vergleich zum Klimaschutz+ Szenario vor. Auch hier spielt die hohe Sanierungsrate mit 33 % die wichtigste Rolle bei den Einsparungen. Die gesteigerte Energieproduktivität der Industrie hat knapp ein Viertel Anteil an den berechneten Einsparungen (24 %). Weitere Anteile an den Einsparungen gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario haben verschiedene Suffizienzaspekte mit insgesamt 18 %, die höhere Sanierungsqualität bei der Sanierung von Bestandsgebäuden mit 12 %, effizientere Geräte mit 6 % und energieeffizientere Neubauten mit 4 %[21] Anteil.

[21] Trotz gleicher Annahmen beim energetischen Standard der Neubauten unterscheiden sich die relativen Werte, da in Zielpfad 2 die nahezu identischen absoluten Reduktionen einen höheren Anteil an den Gesamteinsparungen haben.

Tabelle 9-7: Anteile verschiedener Annahmen an den Differenzen der jeweiligen Szenarien im Endenergieverbrauch im Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Differenz Klimaschutz+ Szenario und Zielpfad 1	Differenz Klimaschutz+ Szenario und Zielpfad 2
Stationäre Sektoren		
Differenz absolut (in PJ)*	**11,5**	**5,1**
Davon durch:		
Erhöhung der Sanierungsrate	36 %	33 %
Erhöhung der Sanierungsqualität	15 %	12 %
Verhaltensänderung Wärme (Suffizienz)	11 %	6 %
Erhöhung der Anforderungen im Neubau	2 %	4 %
Effizienzmaßnahmen Strom	6 %	9 %
Verhaltensänderung Strom (Suffizienz)	6 %	1 %
Vermeidung zusätzlicher Anwendungen im Strombereich	5 %	11 %
Steigerung der Energieproduktivität im Verarbeiteten Gewerbe	19 %	24 %
Verkehr		
Differenz absolut (in PJ)*	**4,4**	**2,3**
Davon durch:		
MIV-Reduktion	33 %	14 %
LWK-Verkehr-Reduktion	11 %	12 %
E-Mobilität Pkw	27 %	32 %
E-Mobilität Lkw	9 %	8 %
Effizienzverbesserungen Kfz-Verkehr	19 %	35 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Im Verkehrsbereich sind die zusätzlichen Reduktionen von 4,4 PJ in Zielpfad 1 v.a. auf die Reduktion des MIV, Elektromobilität bei Pkw sowie Effizienzverbesserungen bei Lkw zurückzuführen. In Zielpfad 2 spielt bei den 2,3 PJ zusätzlichen Reduktionen gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario neben der Effizienzverbesserung bei Pkw noch die Elektromobilität (Pkw) eine größere Rolle.

9.4 CO_2-Ziellücke zwischen Klimaschutz+ Szenario und den Zielpfaden

Zwischen dem Forecast-Szenario Klimaschutz+ und den beiden Pfaden des Backcast-Zielszenarios besteht in Hinblick auf die Entwicklung der CO_2-Emissionen gegenüber 1990 eine „Ziellücke“ von 29 %. Während nach 2017 im Klimaschutz+ Szenario weitere 28 % CO_2 eingespart werden, müssten in den Zielpfaden bis 2030 weitere 57 % der CO_2- Emissionen gegenüber dem Bilanzjahr 2017 reduziert werden.

Die Gesamtreduktionen und die Reduktionlasten der einzelnen Sektoren werden in Tabelle 9-8 ersichtlich.

Tabelle 9-8: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) des Klimaschutz+ Szenarios und der beiden Zielpfade 2030 (ohne Stahlindustrie)

	1990 in Mio. Tonnen	2017 in Mio. Tonnen	2030 Klimaschutz+ in Mio. Tonnen	Zielpfad 1 in Mio. Tonnen	Zielpfad 2 in Mio. Tonnen
Verarbeitendes Gewerbe	1,1	0,9	0,5	0,1	0,1
% gegenüber 1990*		-22 %	-53 %	-88 %	-88 %
PHH und GHD	3,7	2,7	1,7	0,6	0,6
% gegenüber 1990*		-26 %	-55 %	-84 %	- 83 %
Verkehr	1,7	1,4	1,0	0,5	0,6
% gegenüber 1990*		-17 %	-41 %	-68 %	-65 %
Summe*	**6,5**	**5,0**	**3,2**	**1,3**	**1,3**
% gegenüber 1990*		**-23 %**	**-51 %**	**-80 %**	**-80 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

Im Verarbeitenden Gewerbe konnten die CO_2-Emissionen zwischen 1990 und 2017 um 22 % gesenkt werden. Im Klimaschutz+ Szenario werden die CO_2- Emissionen des Sektors gegenüber 1990 um 53 % reduziert. In den beiden Zielpfaden müssten in diesem Sektor die Reduktionen jeweils 88 % betragen.

Im Verbrauchssektor Private Haushalte/GHD lagen die CO_2-Emissionen im Jahr 2017 26 % unter dem Niveau des Jahres 1990. Während im Klimaschutz+ Szenario bis zum Jahr 2030 die Emissionen um insgesamt 55 % reduziert werden, müssten in den Zielpfaden die Emissionen des Sektors gegenüber 1990 um 84 % (Zielpfad 1) bzw. 83 % Zielpfad 2 gesenkt werden.

Im Verkehrssektor lagen die CO_2-Emissionen im Jahr 2017 17 % unter den Emissionen im Jahr 1990. Im Klimaschutz+ Szenario können die CO_2-Emissionen um 41 % reduziert werden. In den Zielpfaden lägen die CO_2-Emissionen des Sektors gegenüber 1990 um 68 % (Zielpfad 1) bzw. 65 % niedriger (Zielpfad 2).

Ausschlaggebende Faktoren für Unterschiede in den Szenarien

In den folgenden Absätzen werden nun die wesentlichen Faktoren für die Entstehung der oben beschriebenen Unterschiede zwischen dem Klimaschutz+ Szenario und den beiden Zielpfaden des Ziel-Szenarios erläutert.

Um die Wirkung einzelner Annahmen in den verschiedenen Szenarien darzustellen, wurden in Tabelle 9-9 zunächst die absoluten Differenzen der CO_2-Emissionen für das Klimaschutz+ Szenario und die beiden Zielpfade aufgeführt. Darunter finden sich die Anteile der jeweiligen Annahmenänderungen an den berechneten CO_2-Differenzen.

CO_2-Einsparungen im stationären Bereich entstehen durch Energieeinsparungen und die Umstellung auf klimafreundlichere Energieträger im Strom- und Wärmebereich. Zwischen dem Klimaschutz+ Szenario und den beiden Zielpfaden müssten in den stationären Sektoren jeweils rund 1,4 Mio. Tonnen CO_2 zusätzlich eingespart werden.

Tabelle 9-9 veranschaulicht, wie der unterschiedliche Fokus des jeweiligen Zielpfads bestimmt, in welchen Bereichen diese CO_2-Einsparungen entstehen könnten: Während im stationären Bereich in Zielpfad 1 fast die Hälfte der CO_2-Emissionen durch ambitionierte Effizienz- und Suffizienzannahmen (47 %) erreicht werden (Zielpfad 2: 23 %), werden 41 % der Einsparungen in Zielpfad 2 durch eine klimafreundlichere Wärmebereit-

stellung in allen Sektoren erzielt (Zielpfad 1: 20 %). In beiden Szenarien spielt der deutlich verbesserte Strommix eine wichtige Rolle (Zielpfad 1 29 % und Zielpfad 2 36 %). Die relativen und absoluten Unterschiede entstehen hier aufgrund des niedrigeren Stromverbrauchs in Zielpfad 1.

Tabelle 9-9: Anteile verschiedener Annahmen an den Differenzen der jeweiligen Szenarien bei den CO_2-Emissionen im Land Bremen (ohne Stahlindustrie)

	Differenz Klimaschutz+ und Zielpfad 1	Differenz Klimaschutz+ und Zielpfad 2
Stationäre Sektoren*		
Differenz absolut (in 1.000 Tonnen CO_2)**	**1.442**	**1.440**
Davon durch:		
Verbesserung Stromfaktor 2030	29 %	36 %
Klimafreundlichere Wärmeerzeugung	20 %	41 %
Energieeffizienz	51 %	23 %
Davon**:		
Erhöhung der Sanierungsrate	18 %	7 %
Erhöhung der Sanierungsqualität	7 %	3 %
Verhalten Wärme (Suffizienz)	5 %	1 %
Erhöhung der Anforderungen im Neubau	1 %	1 %
Effizienzmaßnahmen Strom	4 %	2 %
Verhalten Strom (Suffizienz)	4 %	0 %
Reduktion zusätzlicher Anwendungen im Strombereich	3 %	3 %
Steigerung der Energieproduktivität im Verarbeiteten Gewerbe	10 %	5 %
Verkehr*		
Differenz absolut (in 1.000 Tonnen CO_2)**	**455**	**402**
MIV Reduktion	28 %	6 %
LkW-Reduktion	10 %	5 %
E-Mobilität Pkw	20 %	13 %
E-Mobilität Lkw	6 %	3 %
Effizienzverbesserungen Pkw	16 %	16 %
Erneuerbare Kraftstoffe	0 %	36 %
Verbesserter Strommix	21 %	21 %

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich.

** Die Einzelbetrachtung der Annahmen erfolgte unter dem hypothetischen Fall, dass ein Energieträgerwechsel ohne zusätzliche Effizienzbemühungen erfolgt. Bei Effizienzbemühungen wurde der gleiche zu Grunde liegende Energieträgermix aus dem Klimaschutz+ Szenario genutzt.

Im Verkehrsbereich beträgt die zusätzliche Reduktion in Zielpfad 1 0,45 Mio. Tonnen und in Zielpfad 2 0,40 Mio. Tonnen CO_2. In Zielpfad 1 hat die Reduktion des motorisierten Individualverkehrs und des Lkw-Verkehrs zusammen mit 38 % die größten Anteile an den Differenzen zwischen den beiden Szenarien (28 % MIV; 10 % Lkw). Daneben spielen noch gesteigerte Anteile der Elektromobilität (Pkw 20 %, Lkw 6 %), der verbesserte Strommix (21 %) und Effizienzverbesserungen bei Pkw (16 %) eine Rolle in diesem Zielpfad. Ein Großteil der Emissionsminderungen in Zielpfad 2 werden durch erneuerbare Kraftstoffe und einen verbesserten Strommix erreicht (36 % und 21 %). Diese Bereiche haben insgesamt 57 % Anteil an den zusätzlichen CO_2-Minderungen gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario. Effizienzverbesserungen der Pkw (16 %), Reduktion der Verkehre (MIV 6 %; Lkw: 5 %) und Elektromobilität (Pkw: 13 %; Lkw 3 %) spielen dagegen eine geringere Rolle für die Einsparungen gegenüber dem Klimaschutz+ Szenario.

9.5 Sensitivität zum Ziel-Szenario

In einer ergänzenden Sensitivität wurde abgeschätzt, welche zusätzlichen Minderungsanforderungen bestehen würden, falls im Gebäudebestand die im Zielpfad 2 angenommene Sanierungsrate von 4,9 %/a nicht erreicht werden kann, sondern nur wie im Klimaschutz+-Szenario eine Sanierungsrate von 2,3% /a. Die dadurch entstehende Ziellücke soll vollständig durch zusätzliche Minderungen im Verkehr geschlossen werden.

In den **stationären Sektoren** (ohne Stahlindustrie) wird die Sanierungsrate auf 2,3%/a reduziert. Alle weiteren Annahmen werden aus dem Zielpfad 2 beibehalten. Damit können bis 2030 in den stationären Sektoren die CO_2-Emissionen im Land Bremen bis 2030 auf ca. 0,9 Mio. Tonnen reduziert werden – gegenüber Zielpfad 2 mit 0,7 Mio. Tonnen sind das knapp 20 % Mehremissionen. Diese Mehremissionen der stationären Sektoren sollen durch zusätzliche Emissionsminderungen im **Verkehr** ausgeglichen werden. Demnach müssten bis 2030 die Emissionen im Verkehr statt auf 0,6 Mio. t (Zielpfad 2) auf 0,4 Mio. Tonnen sinken. Hierfür wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Anteile erneuerbarer Kraftstoffe am Kraftstoffverbrauch werden aus Zielpfad 2 beibehalten.
- Für die Elektromobilität wird eine Steigerung auf die deutlich höheren Werte von Zielpfad 1 angenommen.
- Die Pkw- und Lkw-Fahrleistungen werden im Jahr 2030 so weit reduziert, bis der Verkehr insgesamt das erforderliche Zielniveau von ca. 0,4 Mio. Tonnen CO_2-Emissionen erreicht.

Tabelle 9-10 fasst die in der Sensitivität für eine Erreichung des 80%-Ziels deutlich erhöhten Anforderungen im Verkehr zusammen. Um eine schwächere Sanierungsrate im Gebäudebereich auszugleichen, müssten die Fahrleistungen von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen im Land Bremen im Jahr 2030 gegenüber den im Referenz-Szenario angenommenen Fahrleistungen mehr als halbiert werden, im Lkw-Verkehr um 37 %. Gleichzeitig müssten die verbleibenden Pkw und leichten Nutzfahrzeuge zu 50 % elektrisch fahren, Lkw (inkl. Autobahnverkehr) zu 30 %. Der verbleibende kraftstoffbasierte Kfz-Verkehr (und Flugverkehr) setzt insgesamt 30 % erneuerbare Kraftstoffe ein.

Tabelle 9-10: Zusammenfassung der Annahmen im Verkehr in der Sensitivität des Zielszenarios

	Sensitivität Zielpfad
MIV-Fahrleistungen	-55 % ggü. Referenz-Szenario 2030
LNF-Fahrleistungen	-50 % ggü. Referenz-Szenario 2030
Lkw-Fahrleistungen	-37 % ggü. Referenz-Szenario 2030
Pkw-Elektromobilität	50 % elektrische Fahrleistungen
Lkw-Elektromobilität	30 % elektrische Fahrleistungen
Erneuerbare Kraftstoffe	30 % erneuerbare Kraftstoffe

Tabelle 9-11: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) der Sensitivität des Zielszenarios 2030 (ohne Stahlindustrie)

	Mio. Tonnen	Gegenüber 1990*
Verarbeitendes Gewerbe	0,1	-88 %
PHH und GHD	0,8	-80 %
Verkehr	0,4	-75 %
Summe*	**1,3**	**-80 %**

* Abweichungen aufgrund von Rundungen der Einzelwerte möglich

10 Szenarien und Zielsetzung für den Klimaschutz für das Jahr 2030

10.1 Ambitionsgrad für Klimaschutzziele des Landes Bremen

In den vorherigen Kapiteln wurde veranschaulicht, dass der Ambitionsgrad, welcher den Annahmen eines Szenarios zugrunde liegt, maßgeblich mitbestimmt, wie sich das Klimaschutzhandeln der lokalen und überregionalen Akteure im Land Bremen bis 2030 entwickeln kann.

Für das Land Bremen und die beiden Städte Bremen und Bremerhaven wurden insgesamt fünf Szenarien für das Jahr 2030 berechnet. Die Bandbreiten der Szenarien reichen (ohne Stahlindustrie) von 32 % CO_2-Einsparung (Referenz-Szenario) über 43 % (Referenz 2-Szenario) und 47 % (Klimaschutz) bis hin zu 51 % CO_2-Einsparung (Klimaschutz+ Szenario) in den Forecast-Szenarien. Im Ziel-Szenario wurde aufgezeigt, unter welchen Annahmen sich 80 % CO_2 gegenüber 1990 einsparen lassen (vgl. Abbildung 10-1).

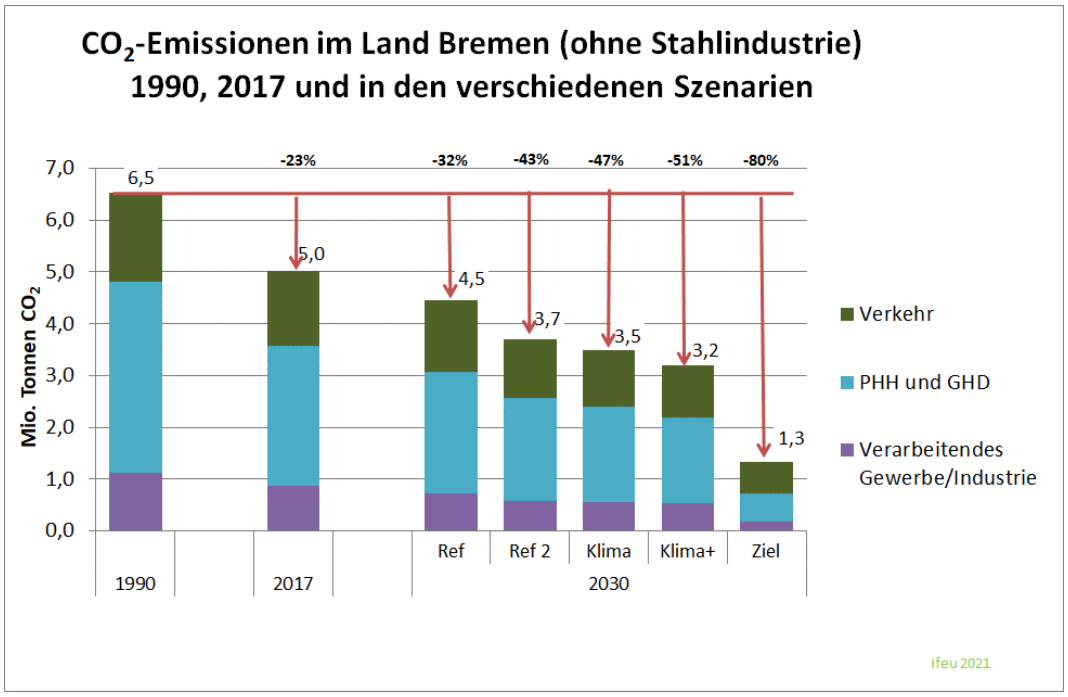

Abbildung 10-1: Zusammenfassung der Ergebnisse (CO_2) der verschiedenen Szenarien 2030 (ohne Stahlindustrie)

Bedeutung der Ergebnisse für eine Zielerreichung 2050 anhand der jährlichen CO_2-Minderungsraten in den Szenarien[22]

Im Jahr 2017 lag die Reduktion der CO_2-Emissionen gegenüber 1990 mit der Bilanzierungsmethodik des Statistischen Landesamtes (CO_2-Verursacherbilanz) bei 23 %. Gegenüber 1990 entspricht dies einer Einsparung von 0,9 % pro Jahr. Würden die jährlichen CO_2-Minderungsraten auf diesem Niveau verbleiben, würde eine CO_2-Reduktion von -80 % bis zum Jahr 2050 nicht erreicht werden können (vgl. Abbildung 10-2).

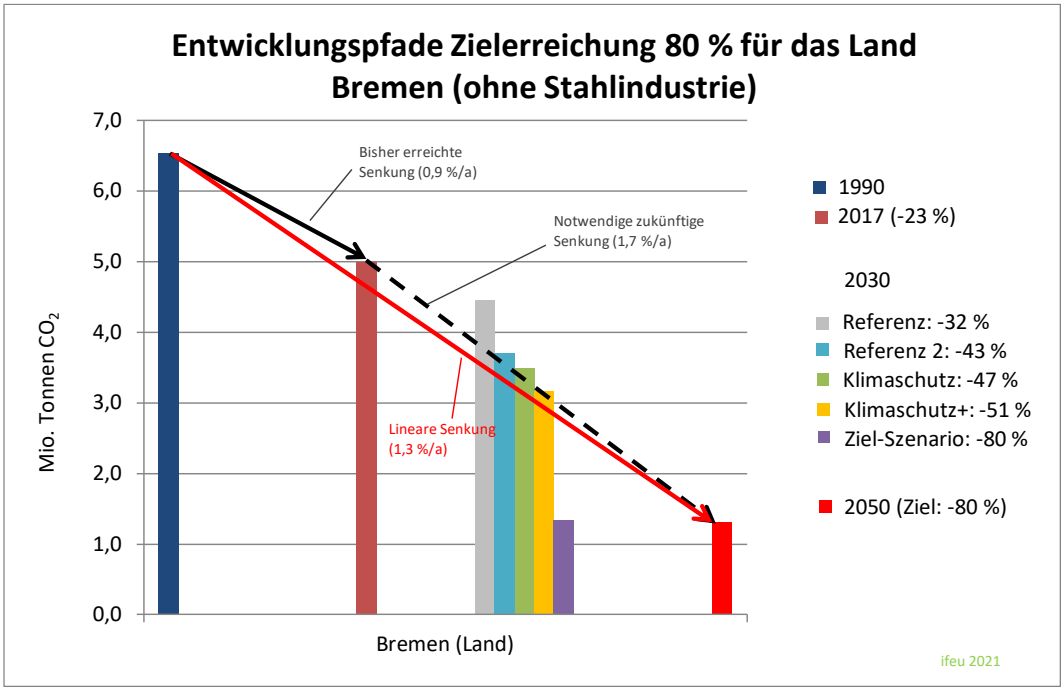

Abbildung 10-2: Möglicher Entwicklungspfad für die Zielerreichung 80 % von 1990 bis zum Jahr 2050

Bei einem Ziel von mindestens 80 % CO_2-Einsparung gegenüber 1990 bis 2050 wäre eine jährliche durchschnittliche Reduktion von 1,3 % der CO_2-Emissionen nötig. Ausgehend von den bisherigen deutlich geringeren jährlichen Minderungen wäre ab dem letzten Bilanzjahr 2017 demnach mit 1,7 % eine Erhöhung der jährlichen Minderungsrate nötig. Bei der anspruchsvolleren Zielsetzung einer CO_2-Reduktion um 95 % im Jahr 2050 gegenüber 1990 liegen die notwendigen Minderungsraten ab 2017 mit 2,2 % noch höher (vgl. Abbildung 10-3).

Mit Blick auf die gesetzlich festgelegten Ziele müssten demnach im Jahr 2030 für die Erreichung der langfristigen Ziele im Jahr 2030 zwischen 46 % (80 - Ziel) und 52 % (95 %-Ziel) CO_2 eingespart werden. Beide Ziele werden weder durch die Entwicklungen im Referenz-Szenario noch im Referenz 2-Szenario erreicht.

Ambitionierte zusätzliche Aktivitäten helfen bei der Erreichung der notwendigen Zielpfade:

- Durch die zusätzlichen bremischen Aktivitäten im Klimaschutz-Szenario befände sich das Land bei der Erreichung dieser zusätzlichen Emissionsminderungen auf einem Pfad, der langfristig ermöglicht, das 80 % Ziel des Landes bis 2050 zu erreichen.
- Mit den gesteigerten Aktivitäten auf allen politischen und gesellschaftlichen Ebenen und den daraus resultierenden Minderungsraten aus dem Klimaschutz+ Szenario wiederum befindet man sich auf einem Zielpfad, der bei linearer Fortsetzung nach 2030 auch ein Ziel von -95 % CO_2-Reduktion im Jahr 2050 erreichen lässt.

[22] Bei den genannten Minderungsraten handelt es sich um Minderungsraten gegenüber dem Ausgangsjahr 1990. Der absolute der Betrag der jährlichen CO_2-Minderung wird als konstant angenommen.

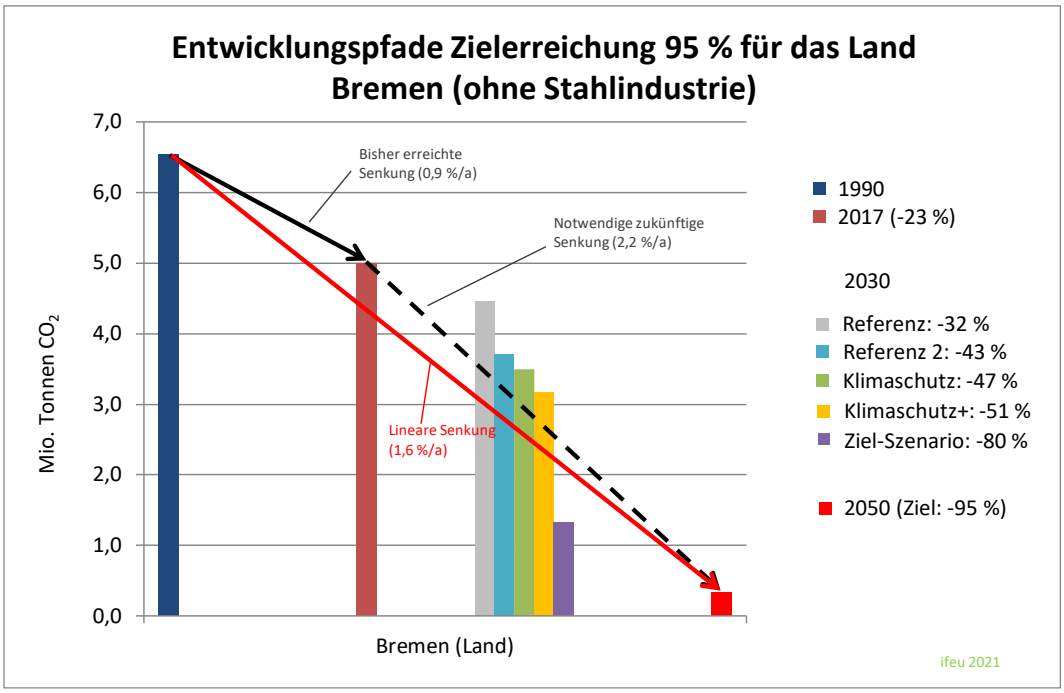

Abbildung 10-3: Möglicher Entwicklungspfad für die Zielerreichung 95 % von 1990 bis zum Jahr 2050

Im ergänzenden Ziel-Szenario soll gemäß Bremischer Koalitionsvereinbarung in Hinblick auf die Pariser Klimaschutzziele bereits bis 2030 eine Reduktion um 80 % CO_2 gegenüber 1990 erfolgen. Dieser Wert orientiert sich an einem Restbudget, das zur Erreichung einer Temperaturerhöhung von maximal 1,5° C maximal ausgenutzt werden darf. Das Ziel-Szenario bildet im Grunde ein Vorziehen der Bremer Langfristziele in das Jahr 2030 ab. Entsprechend wird das 80 %-Ziel bereits im Jahr 2030 erreicht und man würde sich auf einem Pfad befinden, der deutlich unter dem benötigten Pfad für eine Reduktion um 95 % bis 2050 liegen würde.

Berücksichtigung der Wünsche aus dem Szenarien-Workshop im Oktober 2018

Im Rahmen der ursprünglichen Studie wurde am 17.10.18 in einem Szenarien-Workshop deutlich, dass die dort vorgestellten Annahmen im Klimaschutz-Szenario aus Sicht der Teilnehmer*innen nur teilweise durch die vorgestellten lokalen Aktivitäten erreicht werden können. Gleichzeitig wünschte sich jedoch ein Großteil der Teilnehmer*innen ein ambitioniertes Klimaschutzziel für das Jahr 2030. Dieses Zwischenziel soll dazu beitragen, dass die langfristigen Klimaschutzziele 2050 noch erreicht werden können. In diesen beiden Rückmeldungen wird deutlich, dass die Teilnehmer*innen einerseits die lokalen Handlungsmöglichkeiten als begrenzt sehen, andererseits nicht von einem ambitionierten Ziel abweichen wollen.

Für die Erreichung ambitionierter CO_2-Minderungen ist das Land Bremen neben eigenen ambitionierten Aktivitäten auch auf zusätzliche Wirkungen von Maßnahmen auf höheren politischen Ebenen angewiesen. Nur mit deutlich verbesserten überregionalen Rahmenbedingungen können lokale Klimaschutzaktivitäten zum Erfolg führen. Aus diesen Grund wurde in der ursprünglichen Studie 2019 das Klimaschutz+ Szenario entwickelt. Das Klimaschutz+ Szenario für 2030 ist ein Szenario, das einerseits eine notwendige Voraussetzung zur Erreichung der langfristigen Klimaschutzziele 2050 ist und andererseits nicht allein durch Klimaschutzaktivitäten im Land Bremen beeinflusst werden kann.

Ableitungen für die Empfehlung zu den Klimaschutzzielen des Landes Bremen

Mit der Koalitionsvereinbarung und dem darin geäußerten Ziel einer Reduktion von -80 % CO_2 bis 2030 ist man der zuletzt gesellschaftlich geforderten Notwendigkeit zur Einhaltung globaler Klimaschutzziele gefolgt.

Die oben aufgeführten Annahmen zeigen, dass im Grunde auf allen Ebenen eine radikale Ambitionssteigerung der Klimaschutzaktivitäten erfolgen muss, damit dieses Ziel erreicht werden kann.

Vor diesen Hintergründen stellt sich die Frage, mit welchem Ambitionsgrad Klimaschutzziele in Zukunft für das Land Bremen formuliert werden könnten. Die Entscheidung, welche Klimaschutzziele für 2030 letztendlich formuliert werden, bedarf aus Sicht des Gutachter-Teams eines politischen bzw. gesellschaftlichen Aushandlungsprozesses, der die mit den Zielen bedingten Konsequenzen berücksichtigt. Die folgenden drei Möglichkeiten zur Festlegung von Klimaschutzzielen für das Jahr 2030 lassen sich aus Sicht des Gutachter-Teams ableiten:

1) Erreichung der Mindest-Langfristziele: Klimaschutzziele in Anlehnung an das Klimaschutz-Szenario

Mit dem Klimaschutz-Szenario wird ein Ziel-Szenario präsentiert, mit dem das Erreichen des 80 % Ziels bis 2050 mit der Umsetzung dieses Szenarios möglich erscheint, soweit die jährlichen berechneten CO_2-Minderungen nach 2030 in gleicher Weise fortgeführt werden können.

Ein Merkmal des Klimaschutz-Szenarios ist, dass es im Gegensatz zum Klimaschutz+ Szenario bereits mit der Intensität der aktuellen und geplanten Maßnahmen im Rahmen der Koalitionsvereinbarung sowie einer entsprechenden Weiterentwicklung des KEP im Land Bremen voraussichtlich erreichbar ist. Die Wahrscheinlichkeit, den gesetzten Zielwert zu verfehlen, ist damit deutlich geringer als bei den ambitionierteren Szenarien.

2) Erreichung ambitionierter Langfristziele: Klimaschutzziele in Anlehnung an das Klimaschutz+ Szenario

Mit den Ergebnissen des Klimaschutz+ Szenarios würde das Land Bremen den aktuell auf nationaler Ebene geforderten Zielen in etwa entsprechen, vorausgesetzt, dass auch nach 2030 ähnlich hohe jährliche Minderungsraten erreicht werden wie im untersuchten Zeitraum bis 2030. Die Zielerreichung wird durch das Gutachter-Team aus Sicht bestehender Instrumente und Maßnahmen bereits als sehr ambitioniert bewertet.

Das Land ist in einem Mehrebensystem als Teil der Bundesebene auch auf eine gegenüber heute deutlich ambitioniertere Klimaschutzpolitik außerhalb Bremens angewiesen. Das im Szenario bereits berücksichtigte Klimaschutzprogramm 2030 seitens der Bundesregierung ist beispielsweise darauf ausgelegt, eine Reduktion der THG-Emissionen von 55 % gegenüber 1990 auf Bundesebene zu erreichen[23]. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Ausgangsbedingungen in den verschiedenen Bundesländern ist davon auszugehen, dass eine Minderung der CO_2-Emissionen im Land Bremen von 51 % gegenüber 1990 mit dieser Zielsetzung kompatibel wäre (vgl. Infobox). Soll dieses Ziel erreicht werden, dann müssen bis dahin entsprechend ambitionierte zusätzliche Maßnahmen in allen Sektoren und über alle politischen Entscheidungsebenen hinweg ergriffen werden, da mit den aktuell beschlossenen und berücksichtigten Maßnahmen für das Klimaschutz+ Szenario noch eine Ziellücke bestehen bleibt. Hier müsste also sowohl auf Landes- als auch auf Bundesebene nachgesteuert werden. Für das Land Bremen stellen sich damit Anforderungen auf zwei verschiedenen Ebenen:

- Maßnahmen in Zuständigkeit des Landes und seiner Kommunen: Die Rückmeldungen der Teilnehmer*innen des Workshops im Oktober 2018 sahen die in den Teilworkshops präsentierten Annahmen des Klimaschutz-Szenarios bereits als sehr ambitioniert an. Um den Zielwert des Klimaschutz+ Szenarios zu erreichen, müssten jedoch über das Klimaschutz-Szenario hinaus zusätzliche und ggf. auch (noch) nicht konsensbasierte politische Maßnahmen ergriffen werden. Eine Umsetzung der in der Koalitionsvereinbarung angesprochenen Punkte ist für die Erreichung des Szenarios bereits enthalten. Darüber hinaus bedarf es aber noch zusätzlicher Anstrengungen, um den Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in Bremen zu senken. Auch sollten klimapolitische Entscheidungen in Hinblick auf eine klimafreundliche Wärmeversorgung möglichst zeitnah dafür Rahmenbedingungen schaffen, dass fossile Heizenergieträger zügig mit erneuerbaren

[23] Diverse Gutachten (UBA 2020, Prognos 2020) zeigen jedoch, dass auch mit den aktuellen Maßnahmen aus dem Klimaschutzprogramm 2030 die Reduktionsziele 2030 nicht erreicht werden.

Lösungen substituiert werden. Zudem müssten die verkehrlichen Rahmenbedingungen baldmöglichst sowohl für den Binnenverkehr als auch die regionalen Quell-Ziel-Verkehre noch stärker zukunftsorientiert bzw. auf Klimaschutz hin ausgerichtet werden.

- Maßnahmen auf Bundes-/EU-Ebene: Das Land Bremen als Bundesland kann zu einer ambitionierteren Klimaschutzpolitik über die Landesebene hinweg beitragen. Um das nach dem Klimaschutz+ Szenario festzulegende Ziel im Jahr 2030 in Bremen zu erreichen, müsste die Landesregierung ein entsprechendes Ambitionsniveau deshalb auch auf höheren Ebenen einfordern. Unmittelbar für Bremen hätte beispielsweise ein Kohleausstieg deutlich vor dem Jahr 2038 positive Auswirkungen auf die Energie und CO2-Bilanz. Auch Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs in allen Sektoren und für die Transformation der Wärmesysteme hätten unmittelbare Auswirkungen auf die Bremer CO2-Emissionen.

Infobox: CO_2-Emissionen und Klimaschutzziele auf Bundesebene

Bei Vergleichen von Klimaschutzzielen auf Landes- und Kommunalebene mit der Bundesebene ist zu berücksichtigen, dass in den Zielen des Bundes die großen CO_2-Minderungen nach der Wiedervereinigung durch Zusammenbruch der Schwerindustrie in Ostdeutschland enthalten sind. In westdeutschen Bundesländern finden sich jedoch nach 1990 keine vergleichbaren Entwicklungen. So wurden laut Umweltbundesamt in Deutschland alleine zwischen 1990 und 1994 11 % der CO_2-Emissionen (Äquivalente[24]) im Energiebereich reduziert. Bis zum Jahr 2017 konnten insgesamt knapp 26 % der Emissionen gegenüber 1990 reduziert werden. Im Frühjahr 2021 wurde zuletzt eine erste Schätzung seitens des UBA für das Jahr 2020 gegeben. Demnach wurden im Energiebereich im Jahr 2020 gegenüber 1990 zuletzt 39 % und gegenüber 2019 10 % eingespart.

Bezieht man die nicht-energetischen Sektoren mit ein, konnten im Jahr 2020 gegenüber 1990 41 % an CO_2-Äquivalenten auf Bundesebene eingespart werden. Die Reduktion gegenüber 2019 lag bei etwa 9 %, wovon etwa ein Drittel auf die geringere Mobilität und den niedrigeren Energieverbrauch in der Corona-Pandemie zurückgeführt wurden. Mit diesen vorläufigen Zahlen würde Deutschland seine Klimaschutzziele 2020 (-40 %) erreichen. Ob die Corona-bedingten Reduktionen auch in den Folgejahren zu erreichen sind, ist noch nicht absehbar.

Im Dezember 2020 hat sich der EU-Umweltministerrat auf eine gemeinsame Position der Mitgliedstaaten zum europäischen Klimaschutzgesetz geeinigt. Erstmals will sich die EU gesetzlich verpflichten, das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen. Das EU-Klimaschutzziel für 2030 soll auf mindestens 55 % Treibhausgasminderung im Vergleich zu 1990 steigen. Damit werden die Klimaschutzziele der EU gegenüber einer ursprünglich geplanten 40 % Reduktion bis 2030 noch einmal deutlich ambitionierter. Welchen Beitrag die jeweiligen Mitgliedsstaaten inkl. Deutschland zu diesen ehrgeizigen Zielen leisten müssen, wird sich bei der Konkretisierung der Ziele zeigen.

3) Hochambitionierter Klimaschutz mit noch auszuformulierenden Maßnahmen: Klimaschutzziele in Anlehnung an das Ziel-Szenario

Sollen Klimaschutzziele auf Basis des Pariser Klimaschutzabkommens aus dem Jahr 2015 erstellt werden, reichen vor dem Hintergrund des dadurch verbleibenden CO_2-Budgets die oben genannten Klimaschutzziele für ein Zieljahr 2050 nicht aus. Globale und nationale CO_2-Absenkungspfade müssten nach dem Sachverständigenrat für Umweltfragen in einer Auswertung von 2020 bereits in den 2030er Jahren nahezu Nullemissionen erreichen, wenn das Ziel einer Erwärmung von deutlich unter 2° C erreicht werden soll. Vor diesem Hintergrund würde auch das oben skizzierte Klimaschutz+ Szenario nicht genügen.

Die Wirkungen des Klimaschutzprogramms 2030 im Referenz 2-Szenario, Klimaschutz-Szenario und Klimaschutz+ Szenario zeigen, dass sich das Land Bremen in einem Multilevel Governance System befindet und Maßnahmen(pakete) verschiedener Ebenen miteinander interagieren. Nur wenn alle Ebenen diese Maßnahmen miteinander verzahnen und aufeinander abstimmen, besteht im Grunde die Chance, dass letztendlich

[24] Auf Bundesebene werden auch andere Treibhausgase und nicht-energetische Sektoren (z.B. THG-Emissionen aus Abwasseraufbereitung und Abfalldeponierung) berücksichtigt. Die dargestellten Zahlen beziehen sich für eine bessere Vergleichbarkeit jedoch nur auf die CO_2-Emissionen (inkl. Äquivalente) der energieverbrauchenden Sektoren.

die Akteure vor Ort zu klimafreundlichem Handeln bewegt werden. Vom Ambitionsgrad der Ziele auf verschiedene Ebenen hängt wiederum die Schärfe und Tiefe der Maßnahmen ab.

Das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung ist derzeit darauf ausgelegt, ein nationales Klimaschutzziel von -55 % THG bis 2030 zu erreichen. Mit diesem Klimaschutzziel als Rahmenbedingung stehen die einzelnen Bundesländer nun vor der Herausforderung, in Eigenregie ambitioniertere Klimaschutzziele zu verfolgen, selbst wenn die übergeordneten Rahmenbedingungen noch nicht zur Erreichung dieser ehrgeizigen Ziele ausreichen. Wie sich dieser Sachverhalt mit der Steigerung der EU-Klimaschutzziele verändert (siehe Infobox), kann derzeit noch nicht vorhergesagt werden.

Auch wenn die überregionalen Rahmenbedingungen noch nicht für Ziele zur Erreichung der Pariser Klimaschutzziele ausgelegt sind, kann das Land Bremen viele Rahmenbedingungen vor Ort bereits umsetzen und seinen Beitrag in einem Mehrebenensystem leisten. Dazu zählen insbesondere die Veränderung der lokalen Wärmebereitstellung und der verkehrlichen Rahmenbedingungen, sowie die Senkung des Energieverbrauchs in allen Sektoren[25]. Vor den aufgeführten Annahmen für die zwei exemplarischen Zielpfade im Ziel-Szenario sind aus Sicht des Gutachter-Teams folgende drei Dinge für die Bremer Klimaschutzaktivitäten zu berücksichtigen:

1. Festlegung auf einen Zielpfad

Die zwei Zielpfade bilden aus Sicht des Gutachter-Teams äußere Leitplanken für einen Zielpfad, der entweder den Fokus auf den Aspekt „Effizienz und Energieeinsparung“ oder das Augenmerk auf den Gesichtspunkt „Klimafreundliche Energieversorgung“ legt. Der kurze Zeithorizont bis zum Jahr 2030 bewirkt jedoch, dass in beiden Zielpfaden beide Facetten in unterschiedlicher Tiefe mitgedacht werden müssen. Der Fokus auf einen der beiden Aspekte alleine reicht nicht mehr aus. Die sehr ambitionierten unterschiedlichen Annahmen sollen aufzeigen, welche Bandbreite bei den lokalen Umsetzungsanforderungen jeweils bestehen. Wird beispielsweise versucht, eine Sanierungsrate von 6,9 % statt 4,9 % zu erreichen, bedarf es geringfügig weniger ambitionierter Annahmen für eine klimafreundliche Wärmebereitstellung. Aus Sicht des Gutachter-Teams ist es eine nachhaltigere Lösung, verstärkt den Blick auf Energieeffizienz und Energieeinsparungen zu legen, da der damit verbundene Energieverbrauch auch mit wesentlich weniger (erneuerbaren) Ressourcen gedeckt werden müsste.

2. Klimaschutz in den Handlungsfokus rücken

Die in den beiden Zielpfaden aufgeführten Annahmen sind weder durch aktuelle Maßnahme(pakete) ansatzweise gedeckt, noch liegen ihnen immer Wirtschaftlichkeit für die Einzelakteure oder die dafür benötigten Ressourcen und das Personal zugrunde. Vor diesen Herausforderungen wird deutlich, dass Klimaschutz aus einer stark veränderten Perspektive betrachtet werden müsste. Klimaschutz als Querschnittsthema betrifft im Grunde alle Lebens- und Politikbereiche. Entsprechend müssten diese Bereiche für sehr ambitionierte Ziele nach dem Ziel-Szenario umfassend auf Klimaschutz ausgerichtet werden. Suffizienz als Thema müsste verstärkt in den Fokus treten und aktiv angegangen werden. Von der Verkehrspolitik bis hin zur Ausbildung von Handwerk müssten alle Entscheidungen auf die Erreichung der damit verbundenen Annahmen im Ziel-Szenario gestaltet werden, Entwicklungen regelmäßig überprüft und entsprechend korrigiert werden. Dabei muss klar sein, dass mit dieser Fokussierung auf Klimaschutz auch andere Ziele, wie Steigerung der regionalen Wertschöpfung, NOx-Senkungen oder lebenswertere Quartiere erreicht werden können. Aus Sicht der evtl. fehlenden Wirtschaftlichkeit (für einzelne Akteure) müsste berücksichtigt werden, dass die Klimafolgekosten derzeit vom UBA bei 195 Euro/Tonne CO_2 veranschlagt werden.

[25] Ein regionaler Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich ist in Hinblick auf die Zielerreichung in einem Mehrebenensystem ebenfalls unerlässlich. Nur wenn alle Gebietskörperschaften ihre maximalen Potenziale ausschöpfen, ist eine klimafreundliche Strombereitstellung zu gewährleisten.

3. Ambitionierte Klimaschutzziele als Handlungsleitbild

Bereits das Klimaschutz+ Szenario zeigt eine Ziellücke zum Maßnahmen-basierten Klimaschutz-Szenario auf. Entsprechend größer (und unüberwindbarer) erscheint die Ziellücke zwischen Klimaschutz+ und dem Ziel-Szenario. Die oben angeschnittenen Herausforderungen zeigen, dass ein Ziel-Szenario nur unter sehr veränderten Rahmenbedingungen und Priorisierungen erreichbar ist. Aus heutiger Sicht scheint das Szenario deswegen nahezu unmöglich. Allerdings gilt es zu beachten, dass dieser Zielwert von 80 % CO_2-Einsparung bis 2030 als Leitbild genutzt werden kann. Aus Sicht des Gutachter-Teams ist jede Klimaschutzaktivität jenseits des Klimaschutz+ Szenarios zu begrüßen, denn jede Tonne CO_2, welche nicht emittiert wird, hilft, den globalen Temperaturanstieg zu begrenzen. Ein ambitioniertes Klimaschutzziel kann also dazu beitragen, den Klimaschutz bei regionalem und überregionalem Handeln noch stärker in den Fokus zu rücken. Ambitionierte Klimaschutzziele dienen somit als Visionen, die dafür sorgen, dass der Stellenwert der Klimaschutzaktivitäten stets hochgehalten wird.

10.2 Empfehlungen zur Ausdifferenzierung der Klimaschutzziele

In der Studie aus dem Jahr 2019 wurde empfohlen, die Klimaschutzziele des Landes und der beiden Städte nicht nur auf einen Zielwert (CO_2-Emissionen) zu reduzieren, sondern weiter auszudifferenzieren, um ein wirksames und zielführendes Klimaschutz-Monitoring zu erhalten. In Abbildung 10-4 wird dieses ausdifferenzierte „Zwiebelprinzip“ für das Klimaschutz-Monitoring abgebildet. Kernstück sind die absoluten CO_2-Emissionen sowie der absolute Endenergieverbrauch im Land Bremen (ohne Stahlindustrie). Diese Werte können anhand der hier vorgestellten Szenarien auch auf einzelne Verbrauchssektoren heruntergebrochen werden („Sektorziele“). Das Monitoring wird abgerundet durch verschiedene Indikatoren, welche die Möglichkeiten des Landes beim Klimaschutz abbilden sollen.

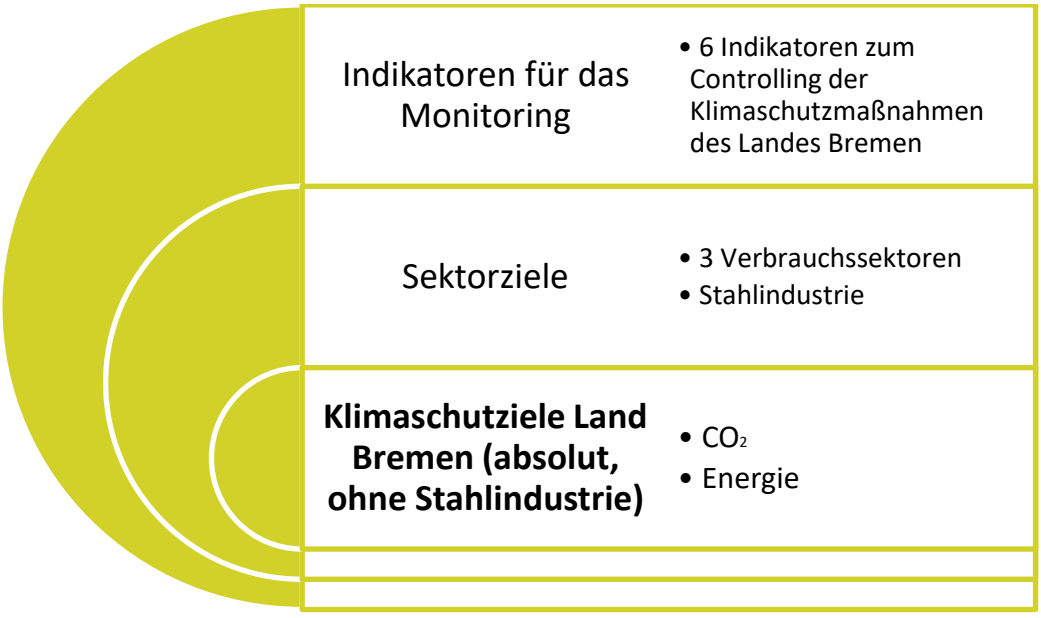

Abbildung 10-4: Verschiedene Klimaschutzziele des Landes Bremen

Kernziel: CO_2-Emissionen und Energieverbrauch (ohne Stahlindustrie)

Kernziele in diesem Vorschlag sind die absoluten CO_2-Emissionen im Land Bremen und der zu Grunde liegende Energieverbrauch (jeweils ohne Stahlindustrie). Die Berücksichtigung der Entwicklung des Energieverbrauchs wird dringend empfohlen, da die Reduzierung des Energieverbrauchs notwendiger Bestandteil einer nachhaltigen Klimaschutzpolitik ist und auch auf Bundesebene Energieverbrauchsminderungsziele im Klimaschutz formuliert sind. Die Berücksichtigung von CO_2-Minderungen und Energieverbrauchsminderungen entsprechen auch der Formulierung im Klimaschutz- und Energiegesetz des Landes Bremen (§1 Abs. 2 und §2 Abs. 1).

Vor dem Hintergrund der Dominanz der Stahlindustrie in der Energie- und CO_2-Bilanz des Landes Bremen stellt sich die Frage, ob sich die Klimaschutzziele auf eine Energie- und CO_2-Bilanz mit oder ohne Stahlindustrie beziehen sollen. Es wurde aufgezeigt, dass die Bremer Stahlindustrie in den Jahren 2020 bis 2030 mit einer steigenden Produktion rechnet und gleichzeitig vielfältige Anstrengungen unternimmt, sowohl die absoluten als auch die spezifischen Energieverbräuche und CO_2-Emissionen zu reduzieren. Diese Anstrengungen geschehen nicht zuletzt vor dem Hintergrund eines funktionierenden EU-Emissionshandelssystems. Der EU-Emissionshandel sowie auch die weltweiten Entwicklungen im Stahlsektor liegen jedoch weitgehend außerhalb des Einflussbereichs des Landes Bremen. Zudem stellt die Dominanz des Sektors in den Energie- und CO_2-Bilanzen auch die Festlegung der Klimaschutzziele für das Land Bremen vor eine Herausforderung in der Interpretation der Emissionsentwicklungen. Größere Produktionsschwankungen (z.B. absehbar für das Jahr 2020) und damit verbundene Veränderungen der CO_2-Emissionen lassen die Wirkungen in den anderen Sektoren nur bedingt erkennen.

Deswegen wird empfohlen, die Klimaschutzziele für das Land Bremen zunächst ohne die Stahlindustrie zu formulieren. Gleichzeitig wird angeregt, den Beitrag der Bremer Stahlindustrie zum Klimaschutz im Land Bremen im Rahmen von möglichen Sektorzielen gemeinsam mit der Bremer Stahlindustrie zu diskutieren, eine freiwillige Klimaschutz-Vereinbarung zu treffen und diese zu veröffentlichen. Zudem sollten mögliche Beiträge der Bremer Stahlindustrie bei der Reduktion der übrigen CO_2-Emissionen im Land Bremen in den Fokus gerückt werden. Insbesondere die Abwärmepotenziale können mittelfristig einen wichtigen Beitrag für eine klimafreundliche Fernwärmebereitstellung liefern.

Ausdifferenzierung der Kernziele auf die Sektoren

Auf Basis der Szenarien lassen sich Sektorziele für die verschiedenen Verbrauchssektoren abbilden. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, zu prüfen, inwieweit sich einzelne Verbrauchssektoren auf dem angestrebten Klimaschutzpfad befinden. Die Ergebnisse können über die Energie- und CO_2-Bilanzen des Statistischen Landesamtes relativ schnell berechnet werden und damit aktuelle Tendenzen abbilden.

Diese Empfehlung entspricht auch dem überwiegenden Wunsch der Teilnehmer*innen des Szenarien-Workshops im Jahr 2018. Bei der Umsetzung und Erreichung der Sektorziele gilt es jedoch zu beachten, dass das Land Bremen in unterschiedlicher Hinsicht auf die Klimaschutzarbeit der Akteure im Land Bremen angewiesen ist. Während beispielsweise die Verbrauchssektoren Private Haushalte/GHD und Verkehr (insbesondere die Menge an Verkehr und der Anteil der klimafreundlichen Verkehrsmittel) durch die Aktivitäten des Landes unmittelbar beeinflusst werden können, ist der Einfluss auf die Betriebe des Sektors Verarbeitendes Gewerbe gering. Bei der Bremer Stahlindustrie wiederum ist ein wesentlicher Treiber von Klimaschutzaktivitäten der EU-Emissionshandel. Aktivitäten seitens des Landes haben hier im Grunde kaum einen Einfluss.

Tabelle 10-1: Übersicht zu verschiedenen Sektorzielen (CO_2) im Klimaschutz-, Klimaschutz+ Szenario und Zielpfaden des Ziel-Szenarios

	1990	2017	2030 Klimaschutz	2030 Klimaschutz+	2030 Zielpfad 1	2030 Zielpfad 2
Industrie (Mio. Tonnen)	1,1	0,9	0,6	0,5	0,1	0,1
PHH und GHD (Mio. Tonnen)	3,7	2,7	1,8	1,7	0,6	0,6
Verkehr (Mio. Tonnen)	1,7	1,4	1,1	1,0	0,5	0,6
Summe* (Mio. Tonnen)	**6,5**	**5,0**	**3,5**	**3,2**	**1,3**	**1,3**
Stahlindustrie (Mio. Tonnen)	**4,7**	**4,8**	**3,6**	**3,6**	**	**
Gegenüber 1990 in %						
Industrie		**-22 %**	**-50 %**	**-53 %**	**-88 %**	**-88 %**
PHH und GHD		**-26 %**	**-50 %**	**-55 %**	**-84 %**	**-83 %**
Verkehr		**-17 %**	**-37 %**	**-41 %**	**-68 %**	**-65 %**
Stahlindustrie		**+2 %**	**-23 %**	**-23 %**	**	**

* Abweichung aufgrund von Auf- und Abrundung der Einzelwerte möglich
** Stahlindustrie wurde nicht für das Ziel-Szenario separat berechnet.

Monitoring der Möglichkeiten des Landes über Indikatoren

Für das Klimaschutz-Monitoring und eine darüberhinausgehende detaillierte Bewertung der Zielerreichung können die im CO_2-Monitoring berechneten Ergebnisse sowie ergänzende statistische Größen und Befragungsergebnisse für verschiedene Indikatoren abgeleitet und als Ziele formuliert werden. Dadurch wird schnell ersichtlich, in welchen Bereichen die übergeordneten Ziele gegebenenfalls nicht erreicht werden können. Mögliche Gründe können identifiziert werden und es kann entsprechend gegengesteuert werden.

Das Gutachter-Team empfiehlt daher, dass verschiedene Klimaschutz-Indikatoren zu einem (nicht verpflichtenden) Teil der Klimaschutz-Zielsetzung werden. Um ein etwaiges Gegensteuern zu ermöglichen, sollen diese Indikatoren die Handlungsbereiche des Landes berücksichtigen. Im Gutachten 2019 wurden folgende sechs Indikatoren identifiziert, welche konkrete Beiträge des Landes zur Erreichung der Klimaschutzziele regelmäßig erfassen:

- Wärmeenergieverbrauch/Einwohner des Sektors Private Haushalte/GHD (insbesondere sollte in Kooperation mit dem Statistischen Landesamt versucht werden, zukünftig den Verbrauchssektor Private Haushalte separat darzustellen)
- Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtstromverbrauch (insbesondere Wind)
- Anteil von Heizölheizungen am gesamten Wärmeverbrauch des Sektors Private Haushalte/GHD
- Fahr- und Verkehrsleistungen im ÖPNV
- Modal-Split-Anteil Umweltverbund (Rad, Fuß, ÖPNV, Carsharing)
- Fahrleistungen MIV

11 Anhang: Tabellen

Tabelle 11-1: Referenz-Szenario (Endenergie) in PJ (ohne Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,3	0,2	0,2	1,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
Heizöl leicht	16,9	4,6	3,6	14,8	3,9	3,1	2,2	0,7	0,5
Kraftstoffe	23,9	19,5	17,7	19,7	16,6	15,1	4,1	2,9	2,7
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-	0,9	0,2	-	0,2	0,0	-
Erdgas	15,0	20,4	21,2	13,0	17,4	18,1	1,9	3,0	3,1
Strom	10,9	11,6	11,7	9,3	9,5	9,6	1,6	2,0	2,0
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	1,5	0,1	0,7	1,2	0,0	0,4	0,2
Fernwärme	3,3	4,3	4,1	2,4	3,5	3,5	0,9	0,7	0,7
Summe	**72,5**	**61,8**	**60,1**	**61,4**	**52,0**	**50,7**	**11,1**	**9,8**	**9,3**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	10,3	8,8	8,8	9,4	7,4	7,4	0,9	1,4	1,4
PHH und GHD	38,7	32,9	31,8	32,6	27,7	26,8	6,1	5,2	5,0
Verkehr	23,4	20,1	19,5	19,4	16,9	16,5	4,1	3,2	2,9
Summe	**72,5**	**61,8**	**60,1**	**61,4**	**52,0**	**50,7**	**11,1**	**9,8**	**9,3**

Tabelle 11-2: Referenz-Szenario (CO_2) in Mio. Tonnen (ohne Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,3	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	1,3	1,5	1,2	1,1	0,3	0,2	0,2
Sonstige Mineralöle	0,1	0,0	-	0,1	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	0,8	1,1	1,2	0,7	1,0	1,0	0,1	0,2	0,2
Strom	2,2	1,6	1,4	1,9	1,3	1,1	0,3	0,3	0,2
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
Summe	**6,5**	**5,0**	**4,5**	**5,5**	**4,2**	**3,7**	**1,0**	**0,8**	**0,7**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,7	1,0	0,8	0,6	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	2,3	3,1	2,2	1,9	0,6	0,5	0,4
Verkehr	1,7	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2	0,3	0,2	0,2
Summe	**6,5**	**5,0**	**4,5**	**5,5**	**4,2**	**3,7**	**1,0**	**0,8**	**0,7**

Tabelle 11-3: Referenz-Szenario (Endenergie) in PJ (mit Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	21,3	32,2	18,4	21,1	32,2	18,4	0,1	0,0	0,0
Heizöl leicht	17,0	4,6	3,6	14,8	3,9	3,1	2,2	0,7	0,5
Kraftstoffe	23,9	19,5	17,7	19,7	16,6	15,1	4,1	2,9	2,7
Sonstige Mineralöle	8,4	0,2	-	8,1	0,2	-	0,2	0,0	-
Erdgas	26,0	27,4	31,4	24,1	24,4	28,3	1,9	3,0	3,1
Strom	14,7	16,2	18,2	13,1	14,2	16,2	1,6	2,0	2,0
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	3,4	0,1	0,7	3,1	0,0	0,4	0,2
Fernwärme	3,3	4,3	4,2	2,4	3,6	3,5	0,9	0,7	0,7
Sonstige	3,8	6,3	10,4	3,8	6,3	10,4	-	-	-
Summe	**118,3**	**111,8**	**107,4**	**107,2**	**102,0**	**98,0**	**11,1**	**9,8**	**9,3**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	10,3	8,8	8,8	9,4	7,4	7,4	0,9	1,4	1,4
PHH und GHD	38,7	32,9	31,8	32,6	27,7	26,8	6,1	5,2	5,0
Verkehr	23,4	20,1	19,5	19,4	16,9	16,5	4,1	3,2	2,9
Stahlindustrie	45,8	50,0	47,3	45,8	50,0	47,3	-	-	-
Summe	**118,3**	**111,8**	**107,4**	**107,2**	**102,0**	**98,0**	**11,1**	**9,8**	**9,3**

Tabelle 11-4: Referenz-Szenario (CO_2) in Mio. Tonnen (mit Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,9	2,7	1,4	1,9	2,7	1,4	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,3	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	1,3	1,5	1,2	1,1	0,3	0,2	0,2
Sonstige Mineralöle	0,7	0,0	-	0,6	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	1,5	1,5	1,8	1,3	1,4	1,6	0,1	0,2	0,2
Strom	3,0	2,2	2,1	2,7	1,9	1,9	0,3	0,3	0,2
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
Sonstige	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**8,3**	**10,2**	**9,0**	**7,6**	**1,0**	**0,8**	**0,7**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,7	1,0	0,8	0,6	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	2,3	3,1	2,2	1,9	0,6	0,5	0,4
Verkehr	1,7	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2	0,3	0,2	0,2
Stahlindustrie	4,7	4,8	3,9	4,7	4,8	3,9			
Summe	**11,2**	**9,8**	**8,3**	**10,2**	**9,0**	**7,6**	**1,0**	**0,8**	**0,7**

Tabelle 11-5: Referenz 2-Szenario (Endenergie) in PJ (ohne Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,3	0,2	0,1	1,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
Heizöl leicht	16,9	4,6	3,2	14,8	3,9	2,7	2,2	0,7	0,5
Kraftstoffe	23,9	19,5	14,1	19,7	16,6	12,0	4,1	2,9	2,1
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-	0,9	0,2	-	0,2	0,0	-
Erdgas	15,0	20,4	20,0	13,0	17,4	17,1	1,9	3,0	3,0
Strom	10,9	11,6	12,2	9,3	9,5	10,1	1,6	2,0	2,1
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	2,1	0,1	0,7	1,8	0,0	0,4	0,3
Fernwärme	3,3	4,3	4,4	2,4	3,5	3,7	0,9	0,7	0,7
Summe	**72,5**	**61,8**	**56,1**	**61,4**	**52,0**	**47,5**	**11,1**	**9,8**	**8,7**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	1990
Industrie	10,3	8,8	8,6	9,4	7,4	7,2	0,9	1,4	1,3
PHH und GHD	38,7	32,9	30,7	32,6	27,7	25,9	6,1	5,2	4,8
Verkehr	23,4	20,1	16,9	19,4	16,9	14,3	4,1	3,2	2,6
Summe	**72,5**	**61,8**	**56,1**	**61,4**	**52,0**	**47,5**	**11,1**	**9,8**	**8,7**

Tabelle 11-6: Referenz 2-Szenario (CO_2) in Mio. Tonnen (ohne Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,2	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	1,0	1,5	1,2	0,9	0,3	0,2	0,2
Sonstige Mineralöle	0,1	0,0	-	0,1	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	0,8	1,1	1,1	0,7	1,0	1,0	0,1	0,2	0,2
Strom	2,2	1,6	0,9	1,9	1,3	0,8	0,3	0,3	0,2
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
Summe	**6,5**	**5,0**	**3,7**	**5,5**	**4,2**	**3,1**	**1,0**	**0,8**	**0,6**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,6	1,0	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	2,0	3,1	2,2	1,6	0,6	0,5	0,3
Verkehr	1,7	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	0,3	0,2	0,2
Summe	**6,5**	**5,0**	**3,7**	**5,5**	**4,2**	**3,1**	**1,0**	**0,8**	**0,6**

Tabelle 11-7: Referenz 2-Szenario (Endenergie) in PJ (mit Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,9	2,7	1,4	1,9	2,7	1,4	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,2	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	1,0	1,5	1,2	0,9	0,3	0,2	0,2
Sonstige Mineralöle	0,7	0,0	-	0,6	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	1,5	1,5	1,7	1,3	1,4	1,5	0,1	0,2	0,2
Strom	3,0	2,2	1,5	2,7	1,9	1,3	0,3	0,3	0,2
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
Sonstige	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**7,3**	**10,2**	**9,0**	**6,7**	**1,0**	**0,8**	**0,6**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,6	1,0	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	2,0	3,1	2,2	1,6	0,6	0,5	0,3
Verkehr	1,7	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	0,3	0,2	0,2
Stahlindustrie	4,7	4,8	3,6	4,7	4,8	3,6	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**7,3**	**10,2**	**9,0**	**6,7**	**1,0**	**0,8**	**0,6**

Tabelle 11-8: Referenz 2-Szenario (CO_2) in Mio. Tonnen (mit Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,9	2,7	1,4	1,9	2,7	1,4	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,2	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	1,0	1,5	1,2	0,9	0,3	0,2	0,2
Sonstige Mineralöle	0,7	0,0	-	0,6	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	1,5	1,5	1,7	1,3	1,4	1,5	0,1	0,2	0,2
Strom	3,0	2,2	1,5	2,7	1,9	1,3	0,3	0,3	0,2
Erneuerbare Energien	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fernwärme	0,2	0,5	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
Sonstige	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**7,3**	**10,2**	**9,0**	**6,7**	**1,0**	**0,8**	**0,6**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,6	1,0	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	2,0	3,1	2,2	1,6	0,6	0,5	0,3
Verkehr	1,7	1,4	1,1	1,4	1,2	1,0	0,3	0,2	0,2
Stahlindustrie	4,7	4,8	3,6	4,7	4,8	3,6	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**7,3**	**10,2**	**9,0**	**6,7**	**1,0**	**0,8**	**0,6**

Tabelle 11-9: Klimaschutz-Szenario (Endenergie) in PJ (ohne Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,3	0,2	0,1	1,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
Heizöl leicht	16,9	4,6	3,0	14,8	3,9	2,5	2,2	0,7	0,4
Kraftstoffe	23,9	19,5	13,5	19,7	16,6	11,5	4,1	2,9	2,0
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-	0,9	0,2	-	0,2	0,0	-
Erdgas	15,0	20,4	17,6	13,0	17,4	15,0	1,9	3,0	2,5
Strom	10,9	11,6	11,9	9,3	9,5	9,8	1,6	2,0	2,1
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	2,8	0,1	0,7	2,3	0,0	0,4	0,5
Fernwärme	3,3	4,3	4,7	2,4	3,5	4,1	0,9	0,7	0,6
Summe	**72,5**	**61,8**	**53,6**	**61,4**	**52,0**	**45,4**	**11,1**	**9,8**	**8,3**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	10,3	8,8	8,3	9,4	7,4	7,0	0,9	1,4	1,2
PHH und GHD	38,7	32,9	29,0	32,6	27,7	24,4	6,1	5,2	4,5
Verkehr	23,4	20,1	16,4	19,4	16,9	13,9	4,1	3,2	2,5
Summe	**72,5**	**61,8**	**53,6**	**61,4**	**52,0**	**45,4**	**11,1**	**9,8**	**8,3**

Tabelle 11-10: Klimaschutz-Szenario (CO_2) in Mio. Tonnen (ohne Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,2	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	1,0	1,5	1,2	0,8	0,3	0,2	0,1
Sonstige Mineralöle	0,1	0,0	-	0,1	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	0,8	1,1	1,0	0,7	1,0	0,8	0,1	0,2	0,1
Strom	2,2	1,6	0,9	1,9	1,3	0,8	0,3	0,3	0,2
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
Summe	**6,5**	**5,0**	**3,5**	**5,5**	**4,2**	**2,9**	**1,0**	**0,8**	**0,6**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,6	1,0	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	1,8	3,1	2,2	1,5	0,6	0,5	0,3
Verkehr	1,7	1,4	1,1	1,4	1,2	0,9	0,3	0,2	0,2
Summe	**6,5**	**5,0**	**3,5**	**5,5**	**4,2**	**2,9**	**1,0**	**0,8**	**0,6**

Tabelle 11-11: Klimaschutz-Szenario (Endenergie) in PJ (mit Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	21,3	32,2	18,4	21,1	32,2	18,4	0,1	0,0	0,0
Heizöl leicht	17,0	4,6	3,0	14,8	3,9	2,5	2,2	0,7	0,4
Kraftstoffe	23,9	19,5	13,5	19,7	16,6	11,5	4,1	2,9	2,0
Sonstige Mineralöle	8,4	0,2	-	8,1	0,2	-	0,2	0,0	-
Erdgas	26,0	27,4	27,7	24,1	24,4	25,2	1,9	3,0	2,5
Strom	14,7	16,2	18,5	13,1	14,2	16,4	1,6	2,0	2,1
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	4,7	0,1	0,7	4,2	0,0	0,4	0,5
Fernwärme	3,3	4,3	4,7	2,4	3,6	4,1	0,9	0,7	0,6
Sonstige	3,8	6,3	10,4	3,8	6,3	10,4	-	-	-
Summe	**118,3**	**111,8**	**100,9**	**107,2**	**102,0**	**92,7**	**11,1**	**9,8**	**8,3**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	10,3	8,8	8,3	9,4	7,4	7,0	0,9	1,4	1,2
PHH und GHD	38,7	32,9	29,0	32,6	27,7	24,4	6,1	5,2	4,5
Verkehr	23,4	20,1	16,4	19,4	16,9	13,9	4,1	3,2	2,5
Stahlindustrie	45,8	50,0	47,3	45,8	50,0	47,3	-	-	-
Summe	**118,3**	**111,8**	**100,9**	**107,2**	**102,0**	**92,7**	**11,1**	**9,8**	**8,3**

Tabelle 11-12: Klimaschutz-Szenario (CO_2) in Mio. Tonnen (mit Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,9	2,7	1,4	1,9	2,7	1,4	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,2	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	1,0	1,5	1,2	0,8	0,3	0,2	0,1
Sonstige Mineralöle	0,7	0,0	-	0,6	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4	0,1	0,2	0,1
Strom	3,0	2,2	1,4	2,7	1,9	1,3	0,3	0,3	0,2
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
Sonstige	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**7,1**	**10,2**	**9,0**	**6,5**	**1,0**	**0,8**	**0,6**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,6	1,0	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	1,8	3,1	2,2	1,5	0,6	0,5	0,3
Verkehr	1,7	1,4	1,1	1,4	1,2	0,9	0,3	0,2	0,2
Stahlindustrie	4,7	4,8	3,6	4,7	4,8	3,6	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**7,1**	**10,2**	**9,0**	**6,5**	**1,0**	**0,8**	**0,6**

Tabelle 11-13: Klimaschutz+ Szenario (Endenergie) in PJ (ohne Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,3	0,2	0,1	1,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
Heizöl leicht	16,9	4,6	2,6	14,8	3,9	2,2	2,2	0,7	0,4
Kraftstoffe	23,9	19,5	12,1	19,7	16,6	10,3	4,1	2,9	1,8
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-	0,9	0,2	-	0,2	0,0	-
Erdgas	15,0	20,4	15,7	13,0	17,4	13,4	1,9	3,0	2,3
Strom	10,9	11,6	11,1	9,3	9,5	9,2	1,6	2,0	1,9
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	3,6	0,1	0,7	3,0	0,0	0,4	0,6
Fernwärme	3,3	4,3	4,8	2,4	3,5	4,2	0,9	0,7	0,6
Summe	**72,5**	**61,8**	**50,0**	**61,4**	**52,0**	**42,4**	**11,1**	**9,8**	**7,7**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	10,3	8,8	8,0	9,4	7,4	6,8	0,9	1,4	1,2
PHH und GHD	38,7	32,9	26,5	32,6	27,7	22,4	6,1	5,2	4,1
Verkehr	23,4	20,1	15,6	19,4	16,9	13,2	4,1	3,2	2,3
Summe	**72,5**	**61,8**	**50,0**	**61,4**	**52,0**	**42,4**	**11,1**	**9,8**	**7,7**

Tabelle 11-14: Klimaschutz+ Szenario (CO_2) in Mio. Tonnen (ohne Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,2	1,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	0,9	1,5	1,2	0,8	0,3	0,2	0,1
Sonstige Mineralöle	0,1	0,0	-	0,1	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	0,8	1,1	0,9	0,7	1,0	0,7	0,1	0,2	0,1
Strom	2,2	1,6	0,9	1,9	1,3	0,7	0,3	0,3	0,1
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
Summe	**6,5**	**5,0**	**3,2**	**5,5**	**4,2**	**2,7**	**1,0**	**0,8**	**0,5**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,5	1,0	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	1,7	3,1	2,2	1,4	0,6	0,5	0,3
Verkehr	1,7	1,4	1,0	1,4	1,2	0,9	0,3	0,2	0,1
Summe	**6,5**	**5,0**	**3,2**	**5,5**	**4,2**	**2,7**	**1,0**	**0,8**	**0,5**

Tabelle 11-15: Klimaschutz+ Szenario (Endenergie) in PJ (mit Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	21,3	32,2	18,4	21,1	32,2	18,3	0,1	0,0	0,0
Heizöl leicht	17,0	4,6	2,6	14,8	3,9	2,2	2,2	0,7	0,4
Kraftstoffe	23,9	19,5	12,1	19,7	16,6	10,3	4,1	2,9	1,8
Sonstige Mineralöle	8,4	0,2	-	8,1	0,2	-	0,2	0,0	-
Erdgas	26,0	27,4	25,9	24,1	24,4	23,6	1,9	3,0	2,3
Strom	14,7	16,2	17,7	13,1	14,2	15,8	1,6	2,0	1,9
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	5,5	0,1	0,7	4,9	0,0	0,4	0,6
Fernwärme	3,3	4,3	4,8	2,4	3,6	4,2	0,9	0,7	0,6
Sonstige	3,8	6,3	10,4	3,8	6,3	10,4	-	-	-
Summe	**118,3**	**111,8**	**97,3**	**107,2**	**102,0**	**89,7**	**11,1**	**9,8**	**7,7**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	10,3	8,8	8,0	9,4	7,4	6,8	0,9	1,4	1,2
PHH und GHD	38,7	32,9	26,5	32,6	27,7	22,4	6,1	5,2	4,1
Verkehr	23,4	20,1	15,6	19,4	16,9	13,2	4,1	3,2	2,3
Stahlindustrie	45,8	50,0	47,3	45,8	50,0	47,3	-	-	-
Summe	**118,3**	**111,8**	**97,3**	**107,2**	**102,0**	**89,7**	**11,1**	**9,8**	**7,7**

Tabelle 11-16: Klimaschutz+ Szenario (CO_2) in Mio. Tonnen (mit Stahlindustrie)

	Land Bremen			Stadt Bremen			Stadt Bremerhaven		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,9	2,7	1,4	14,8	2,7	1,4	0,0	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,2	19,7	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	0,9	0,9	1,2	0,8	0,3	0,2	0,1
Sonstige Mineralöle	0,7	0,0	-	13,0	0,0	-	0,0	0,0	-
Erdgas	1,5	1,5	1,5	9,3	1,4	1,3	0,1	0,2	0,1
Strom	3,0	2,2	1,4	0,1	1,9	1,2	0,3	0,3	0,1
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	2,4	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,4	61,4	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
Sonstige	1,0	1,0	1,1	-	1,0	1,1	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**6,8**	**10,2**	**9,0**	**6,3**	**1,0**	**0,8**	**0,5**
	Land Bremen			**Stadt Bremen**			**Stadt Bremerhaven**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,5	1,0	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	1,7	3,1	2,2	1,4	0,6	0,5	0,3
Verkehr	1,7	1,4	1,0	1,4	1,2	0,9	0,3	0,2	0,1
Stahlindustrie	4,7	4,8	3,6	4,7	4,8	3,6	-	-	-
Summe	**11,2**	**9,8**	**6,8**	**10,2**	**9,0**	**6,3**	**1,0**	**0,8**	**0,5**

Tabelle 11-17: Ziel-Szenario (Zielpfad 1 und 2) für das Land Bremen (Endenergie) in PJ (ohne Stahlindustrie)

	Pfad 1			Pfad 2		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	1,3	0,2	0,1	1,3	0,2	0,1
Heizöl leicht	16,9	4,6	1,2	16,9	4,6	0,5
Kraftstoffe	23,9	19,5	7,1	23,9	19,5	7,8
Sonstige Mineralöle	1,2	0,2	-	1,2	0,2	-
Erdgas	15,0	20,4	7,5	15,0	20,4	5,9
Strom	10,9	11,6	9,1	10,9	11,6	10,2
Erneuerbare Energien	0,1	1,0	4,1	0,1	1,0	9,5
Fernwärme	3,3	4,3	5,1	3,3	4,3	8,5
Summe	**72,5**	**61,8**	**34,2**	**72,5**	**61,8**	**42,5**
	Pfad 1			**Pfad 2**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	10,3	8,8	5,8	10,3	8,8	6,7
PHH und GHD	38,7	32,9	17,2	38,7	32,9	22,5
Verkehr	23,4	20,1	11,2	23,4	20,1	13,2
Summe	**72,5**	**61,8**	**34,2**	**72,5**	**61,8**	**42,5**

Tabelle 11-18: Ziel-Szenario (Zielpfad 1 und 2) für das Land Bremen (CO_2) in Mio. Tonnen (ohne Stahlindustrie)

	Pfad 1			Pfad 2		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Kohle	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Heizöl leicht	1,3	0,3	0,1	1,3	0,3	0,0
Kraftstoffe	1,8	1,4	0,5	1,8	1,4	0,6
Sonstige Mineralöle	0,1	0,0	-	0,1	0,0	-
Erdgas	0,8	1,1	0,4	0,8	1,1	0,3
Strom	2,2	1,6	0,1	2,2	1,6	0,1
Erneuerbare Energien	-	-	0,0	-	-	0,0
Fernwärme	0,2	0,5	0,2	0,2	0,5	0,3
Summe	**6,5**	**5,0**	**1,3**	**6,5**	**5,0**	**1,3**
	Pfad 1			**Pfad 2**		
	1990	2017	2030	1990	2017	2030
Industrie	1,1	0,9	0,1	1,1	0,9	0,1
PHH und GHD	3,7	2,7	0,6	3,7	2,7	0,6
Verkehr	1,7	1,4	0,5	1,7	1,4	0,6
Summe	**6,5**	**5,0**	**1,3**	**6,5**	**5,0**	**1,3**

Tabelle 11-19: CO_2-Emissionsfaktoren der Energieträger für das Land Bremen, die Stadt Bremen und Bremerhaven (in g/kWh) (Quelle Statistisches Landesamt, eigene Berechnungen)

	2017	2030 Referenz	2030 Referenz 2	2030 Klimaschutz	2030 Klimaschutz+	Ziel-Szenario
Strom	485	417	278	278	278	49
Fernwärme Land Bremen	427	283	282	277	268	115
Steinkohlenkoks Stahlwerke Bremen	385	385	385	385	385	385
Einblaskohle Stahlwerke Bremen	343	343	343	343	343	343
Braunkohlenstaub Stahlwerke Bremen	356	356	356	356	356	356
Erdgas Stahlwerke Bremen	202	202	202	202	202	202
Gicht-, Konvertgas	500	500	500	500	500	500
Steinkohle Umwandlungsbereich	336	336	336	336	336	336
Steinkohlenkoks	390	390	390	390	390	390
Steinkohlenbriketts	345	345	345	345	345	345
Braunkohle	401	401	401	401	401	401
Braunkohlenbriketts	358	358	358	358	358	358
Braunkohlenkoks	394	394	394	394	394	394
Braunkohlenstaub	353	353	353	353	353	353
Hartbraunkohle	341	341	341	341	341	341
Flugbenzin	252	252	252	252	252	252
Flugturbinenkraftstoff	264	264	264	264	264	264
Dieselkraftstoff	266	266	266	266	266	266
Heizöl EL	266	266	266	266	266	266
Heizöl S	291	291	291	291	291	291
Petrolkoks	375	375	375	375	375	375
Andere Mineralölprodukte	299	299	299	299	299	299
Flüssiggas	239	239	239	239	239	239
Erdgas	201	201	201	201	201	201
Grubengas	245	245	245	245	245	245
Kokereigas, Stadtgas	147	147	147	147	147	147
Raffineriegas	192	192	192	192	192	192
Brennholz	0	0	0	0	0	0
Rapsölmethylester (Biodiesel)	0	0	0	0	0	0

Tabelle 11-20: Angenommene Entwicklung der allgemeinen Rahmendaten im Land Bremen, Stadt Bremen und Bremerhaven

	Bevölkerung 2017	Bevölkerung 2030	Zunahme gegen-über 2017	Zunahme in % gegen-über 2017	Wohneinheiten 2017	Wohneinheiten 2030	Zunahme gegenüber 2017	Zunahmen in % gegen-über 2017
Land Bremen	681.032	689.689	8.657	1,3 %	357.980	370.103	16.677	4,7 %
Stadt Bremen	586.006	576.031	8.025	1,4 %	294.355	297.818	15.658	5,3 %
Bremerhaven	113.026	113.658	632	0,6 %	63.625	65.285	1.020	1,6 %

12 Literaturverzeichnis

- BMUB (2016): Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung.
- https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf
- BUND Heidelberg (2021): Potenzialstudie Klimafreundliche Fernwärme ohne GKM 2030 -Dekarbonisierungspotenziale für die Fernwärmeversorgung in Mannheim, Heidelberg und Region bis zum Jahr 2030zur Beendigung der Steinkohleverbrennung im Großkraftwerk Mannheim bis spätestens 2030.
- https://www.bund-heidelberg.de/fileadmin/heidelberg/Materialien/Klimawende/Fernwaerme_Klimaschutzpotenziale_Studie_Teil1.pdf
- Bremer Energie Institut (2010): Übertragung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) auf den Gebäudebestand im Land Bremen - Untersuchung der Handlungsoptionen und Einsparpotenziale.
- Fraunhofer IFAM & Universität Bremen (2019): Erstellung eines Wärmeatlas für Bremen und Bremerhaven – Bericht Ist-Analyse.
- https://www.wesernetz.de/ueber-uns/kompetenzen/waermeatlas
- GEWOS (2015) Aktualisierung und Fortschreibung der Wohnungsmarktprognose bis 2030 für die Hansestadt Bremen.
- Hochbahn (2021): Busse ohne Bass. Die emissionsfreie Flotte für unsere Stadt. Sauberere Luft und weniger Lärm - so verändern die E-Busse Hamburg! Hamburger Hochbahn AG 2021, https://www.hochbahn.de/hochbahn/hamburg/de/Home/Naechster_Halt/Ausbau_und_Projekte/emissionsfreie_busse, abgerufen am 19.03.2021.
- ifeu, Öko-Institut, Fraunhofer ISI ECOSULT (2018): Evaluation des Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG).
- https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Neubau_und_Geb%C3 %A4udesanierung/Evaluationsbericht_EWaermeG.pdf
- ifeu, Fraunhofer IEE und Consentec (2018): Wert der Effizienz im Gebäudesektor in Zeiten der Sektorenkopplung. Studie im Auftrag von Agora Energiewende.
- https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Heat_System_Benefit/143_Heat_System_benefits_WEB.pdf
- ifeu (2020): Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)
- https://www.ifeu.de/projekt/uba-tremod-2019
- ifeu (2018): Energie- und CO_2-Bilanzierung im Land Bremen – Ein Methodenvergleich. (noch nicht veröffentlicht)
- ifeu (2019): Energie- und Klimaschutzszenarien 2030 für das Land Bremen (nicht veröffentlicht).
- NOW (2020): Ladeinfrastruktur nach 2025/2030 – Szenarien für den Markthochlauf. Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur. Studie im Auftrag des BMVI.
- https://www.now-gmbh.de/aktuelles/pressemitteilungen/wie-viele-ladepunkte-braucht-deutschland-2030/
- NPM (2019): Wege zur Erreichung der Klimaziele 2030 im Verkehrssektor. Zwischenbericht 03/2019. Arbeitsgruppe 1 Klimaschutz im Verkehr. Nationale PlattformZukunft der Mobilität, 2019. https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/2download/wege-zur-erreichung-der-klimaziele-2030-im-verkehrssektor-kapitel-4-schlussfolgerung-und-ausblick/

- NPM (2020): Werkstattbericht alternative Kraftstoffe. Klimawirkungen und Wege zum Einsatz alternativer Kraftstoffe. Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, Arbeitsgruppe 1 „Klimaschutz im Verkehr“.
- https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/12/NPM_AG1_Werkstattbe-richt_AK.pdf
- Öko (2017) Mobiles Baden-Württemberg - Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität. Öko, ISOE, IMU und Fraunhofer IAO für die Baden-Württemberg-Stiftung.
- https://www.bwstiftung.de/fileadmin/bw-stiftung/Publikationen/Bildung/Bildung_Mobiles_BW_Nr._87.pdf
- Öko-Institut (2019): Die deutsche Kohle-Verstromung bis 2030 - Eine modellgestützte Analyse der Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. https://www.oeko.de/filead-min/oekodoc/Deutsche-Kohleverstromung-bis-2030.pdf
- Prognos (2017): Energie- und Klimaschutzszenarien für das Land Bremen – Aktualisierung mit Zeithorizont 2020.
- https://www.bauumwelt.bremen.de/umwelt/klima_und_energie/klimaschutz__und_energiepro-gramm_2020-24317
- Prognos (2018): Klimapfade für Deutschland.
- https://www.prognos.com/sites/default/files/2021-01/20180118_bdi_studie_klimapfade_fuer_deutsch-land_01.pdf
- Prognos (2020): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050.
- https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/klimagutachten.pdf?__blob=publication-File&v=8
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (2020): Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO_2-Budget.
- swb AG/wesernetz (2020): Der Weg der Wärme in die Zukunft - Langfristige Wärmestrategie für Bremen und Bremerhaven.
- Statistisches Landesamt Bremen (2019): Bevölkerungsvorausentwicklung Bremen - Dezember 2019.
- SUBV (2009): Klimaschutz- und Energieprogramm 2020.
- https:// www.bauumwelt.bremen.de/umwelt/klima_und_energie/klimaschutz__und_energiepro-gramm_2020-24317
- SUBV (2014): Verkehrsentwicklungsplan Bremen 2025.
- https://www.bauumwelt.bremen.de/verkehr/verkehrsentwicklungsplan-5586
- SUBV (2018a): Green City Masterplan.
- https://www.bauumwelt.bremen.de/verkehr/nachhaltige_mobilitaet/masterplan_green_city_bremen-78065
- SUBV (2018b): Klimaschutz- und Energieprogramm (KEP) 2020 – Erste Fortschreibung.
- UBA (2020): Abschätzung der Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung. Teilbericht des Projektes „THG-Projektion: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der EU-Effort Sharing Decision im Projektionsbericht 2019 („Politikszenarien IX“)“. Umweltbundesamt. UBA-Texte 33/2020.
- https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/abschaetzung-der-treibhausgasminderungswirkung-des
- UBA (2021): Emissionsübersichten in den Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes. (Excel-Tabelle)
- https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen
- Zeit (2018): Wiesbaden schafft die Dieselbusse ab. Zeit Online am 24. September 2018. https://www.zeit.de/mobilitaet/2018-09/elektromobilitaet-wiesbaden-emissionsfrei-nahverkehr-elektro-busse