Strategiepapier: Emden klimaneutral deutlich vor 2050?!

Strategische Fortschreibung des „Masterplans 100% Klimaschutz“ der Stadt Emden

Juli 2023

SCS sustainable energy and climate strategies
Hohmeyer | Partner

Inhalt

Zusammenfassende Erkenntnisse & Schlussfolgerungen **1**

1. Einleitung **4**

2. Hintergrund: Warum müssen wir (deutlich) vor 2050 klimaneutral sein? **4**

Exkurs: Studien zur Klimaneutralität vor 2050 ..... *8*

3. Stand „Masterplan 100 % Klimaschutz" für die Stadt Emden **9**

3.1. Bilanz der Stadt Emden *11*

3.2. Qualitative Maßnahmenbewertung *13*

3.3. Review der Masterplanszenarien - „Kompatibilitätscheck Klimaneutralität vor 2050" *16*

4. Maßnahmencheck für eine klimaneutrale Stadt Emden bis 2035 ..... **17**

4.1. Handlungslücke zur Klimaneutralität, z. B. bis 2035 ..... *18*

4.2. Wichtige notwendige Maßnahmen aus dem „Masterplan 100 % Klimaschutz" zur Zielerreichung (deutlich) vor 2050 ..... *18*

Handlungsfeld: Klimaschonende Industrie und GHD 19

Exkurs: Pläne zur nachhaltigen Energieversorgung des VW-Werks in Emden *21*

Handlungsfeld: Energieeffizientes Bauen & Sanieren 22

Handlungsfeld: Energieeffizientes Bauen & Sanieren 22

Handlungsfeld: Energieoptimierte kommunale Gebäude 24

Handlungsfeld: Energieoptimierte kommunale Gebäude 24

Handlungsfeld: Nachhaltige Mobilität 25

Handlungsfeld: Nachhaltige Mobilität 25

Handlungsfeld: Erneuerbare Energieversorgung 29

Handlungsfeld: Erneuerbare Energieversorgung 29

Handlungsfeld: Organisation 32

Handlungsfeld: Organisation 33

Handlungsfeld: zusätzliche Maßnahmen 34

Handlungsfeld: zusätzliche Maßnahmen 34

Exkurs: Rolle von Wasserstoff für die (Emder) Energiewende *35*

4.3. Kosten und Finanzierung der Klimaschutzmaßnahmen *38*

4.4. Welche zusätzlichen Maßnahmen braucht es zur Klimaneutralität deutlich vor 2050? *39*

4.5. Grenzen einer kurzfristigen Verbrauchs- und Emissionsreduktion *40*

Exkurs: Bilanztechnische Grenzen der CO_2-Neutralität *41*

5. Ist eine klimaneutrale Stadt Emden bis deutlich vor 2050 erreichbar? **42**

5.1. Wichtige lokale Maßnahmen zur Klimaneutralität in der Stadt Emden *43*

5.2. Rolle von Stadtpolitik, Verwaltung und lokalen Schlüsselakteur*innen *44*

5.3. Das „richtige" Zieljahr *46*

5.4. Fazit *47*

Literaturverzeichnis **49**

Zusammenfassende Erkenntnisse & Schlussfolgerungen

Zahlreiche Akteur*innen aus Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft fordern im Einklang mit den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen bereits seit längerem eine schnellere Erreichung der Klimaneutralität bis 2035, um die Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Bei gleichbleibenden jährlichen Emissionen wäre das verbleibende globale Emissionsbudget in wenigen Jahren aufgebraucht (das für Emden ermittelte bereits ca. 2026). Deshalb hat Emden untersuchen lassen, was auf Basis des bestehenden „Masterplan 100 % Klimaschutz" von 2017 (der nicht „1,5 °C-kompatibel" ist) zusätzlich für die (deutlich) frühere Erreichung der Klimaneutralität notwendig wäre. Das Ergebnis der Überprüfung ist dieses Strategiepapier, das Schwerpunkte für die weitere Umsetzung des „Masterplan 100 % Klimaschutz" für die nächsten Jahre identifiziert.

Die wichtigsten Erkenntnisse sind:

- Wer erst 2045 oder 2050 klimaneutral sein will, hat bereits eingeplant, das 1,5 °C-Ziel zu verfehlen (s. Kapitel 2).
- Eine schnellstmögliche Reduktion der CO_2-Emissionen bzw. Klimaneutralität ist notwendig. Alle politischen Ebenen fordern mittlerweile ein (schnelleres) Klimaschutzhandeln (z. B. Niedersächsisches Klimagesetz).
- Die Emder Klimaschutzbemühungen haben zwischen 1990 und 2017 bereits zu einer Reduktion der Emissionen um 38 % geführt. Bei rund 80 % der 2017 im „Masterplan 100 % Klimaschutz" beschlossenen Maßnahmen konnte mindestens mit der Umsetzung begonnen werden.
- Bei gleichbleibenden jährlichen Emissionen wäre das für Emden anteilig zur Verfügung stehende Emissionsbudget im Jahr 2026 aufgebraucht (s. Kapitel 2).
- Entscheidend ist nicht zwangsläufig nur die Klimaneutralität in einem bestimmten Zieljahr, sondern v. a. die Einhaltung des gesamten Emissionsbudgets auf dem Weg dorthin.
- Der derzeitige Klimaschutzpfad gemäß dem „Masterplan 100 % Klimaschutz" und aktuellster Bilanz ist allerdings bei weitem nicht kompatibel mit dem Ziel einer vorzeitigen Emissionsreduktion bis deutlich vor 2050 und damit der Einhaltung der 1,5 °-Grenze.
- Aus dem aktuellen Umsetzungsstand sowie den Masterplanszenarien ergibt sich eine große Handlungslücke: Die Umsetzungsgeschwindigkeit der Emissionsreduktionen müsste sich bis 2035 mehr als verdoppeln (verglichen zum Zeitraum seit 1990, s. Kapitel 4.1).
- Neben der beschleunigten Umsetzung der Maßnahmen des „Masterplans 100 % Klimaschutz" gibt es eine Reihe zusätzlicher (ordnungsrechtlicher) Maßnahmen, die für eine schnelle Klimaneutralität notwendig sind.
- Aus der aktuellen Maßnahmenübersicht und -bewertung sollte sich als nächster Schritt ein kommunales „Aktionsprogramm Klimaschutz" für die nächsten Jahre ergeben, um diese Maßnahmen kommunal umzusetzen sowie Akteure zu unterstützen, zu begleiten und zu fördern.
- Wasserstoff spielt für Emden eine wichtige Rolle – allerdings nicht im breiten Einsatz vor Ort (maximal in Nischenanwendungen wie Langstreckentransport

oder Schiffsantriebe, Rohstoff für die chem. Industrie oder als Speichermedium), sondern v. a. im Zusammenhang mit Elektrolyseuren als Produktionsstandort für den überregionalen Verbrauch.

- Die Kosten für Klimaschutzinvestitionen für die verschiedensten Emder Akteure sind zwar hoch, jedoch in jedem Fall deutlich günstiger als die zukünftigen Gesamtkosten inklusive der Folgekosten durch die fortschreitende Klimakrise.
- Die Anstrengungen für die Zielerreichung deutlich vor 2050 sind um ein Vielfaches höher als die bereits ambitionierte Zielsetzung bis 2050 und erfordern enorme Investitionen und Veränderungen im Handeln aller Emder Akteur*innen.
- Die wichtigsten Hindernisse bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen sind aktuell zu geringe finanzielle Anreize, fehlende finanzielle und personelle Ressourcen, mangelnder Einfluss auf Bestandsgebäude, fehlender Mut zu ordnungsrechtlichen Maßnahmen sowie insgesamt fehlende (rechtliche Instrumente und Einflussmöglichkeiten der Kommune bzw. nicht ausreichende gesetzliche Vorgaben auf nationaler Ebene (vgl. Kapitel 4.2).
- Eine Klimaneutralität deutlich vor 2050 kann vermutlich auch unter größten Emder Anstrengungen nicht erreicht werden. Trotzdem sollte alles Erdenkliche versucht werden, dem Ziel so nahe wie möglich zu kommen.
- Eine schnellstmögliche CO_2-Neutralität ist für das Klima aus wissenschaftlicher Sicht dringend notwendig und mit den vorhandenen Möglichkeiten rein technisch machbar. Diskussionen zu Detailfragen und Abwägungsprozesse dürfen nicht dazu führen, dass in der Zwischenzeit bei den Klimaschutzbemühungen eine Pause eingelegt wird.

Die Emder Klimaneutralität (deutlich) früher als 2050 kann nur gelingen, wenn zentrale (zusätzliche) Maßnahmen umgesetzt werden (vgl. Kapitel 4.2 und 5.1):

- Verstärkte Energieeffizienzmaßnahmen im Gewerbe- und Industriesektor (inkl. Umsetzung der Pläne zur nachhaltigen Energieversorgung des VW-Werks)
- Wärmewende:
  - Schnelle Sanierung des öffentlichen und privaten Gebäudebestandes
  - Klimaneutralität im Neubau
  - Erstellung und Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung und Ausbau des erneuerbaren Wärmenetzes (Nutzung von Abwärme, bspw. von Elektrolyseuren, Großwärmepumpen etc.) in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Emden
  - Umstellung aller übrigen Heizungen auf Wärmepumpen u. a.
  - Umsetzung von Quartierssanierungskonzepten
- Stromwende: Weiterer Ausbau der regenerativen Stromerzeugung (v. a. Wind und Photovoltaik) in Kooperation mit den Stadtwerken Emden
- Mobilitätswende:
  - Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs
  - Massive Aufwertung des Umweltverbundes (ÖPNV, Rad- und Fußverkehr)
  - Dekarbonisierung des gesamten Mobilitätssektors durch Umstellung auf Elektromobilität (u.a. durch die Umsetzung des E-Mobilitätskonzepts)

- Aufbau einer Wasserstoffproduktion und -Infrastruktur (Bau von Elektrolyseuren & Tankstellen, Nutzung der Abwärme)

Signifikant große Mengen Energie und Emissionen können allerdings nur durch eine parallele, nachhaltige Suffizienzstrategie aller Wirtschafts- und Lebensbereiche eingespart werden. Zudem ist eine umfassende Transformation zu einer klimaneutralen Stadt nicht allein mit Anreizen zu erreichen, sondern braucht ergänzend dazu verbindliche ordnungsrechtliche Vorgaben und Gebote.

Viele Maßnahmen können nicht nur durch Emder Akteur*innen oder die Stadtverwaltung umgesetzt werden, sondern sind auf das Vorhandensein der richtigen Rahmenbedingungen im Bund und der EU angewiesen. Gerade deshalb müssen jedoch alle vorhandenen lokalen Handlungsspielräume konsequent und maximal ausgeschöpft werden (z. B. Umsetzung des Konzepts des klimaneutralen VW-Werks (s. Exkurs auf S. 21) oder Schwerpunkt der Kommune auf nachhaltige Vorgaben beim Neubau, solange das für Bestandsbauten schwer möglich ist).

Die Klimaneutralität bis 2035 scheint für die Stadt Emden nach allen Erfahrungen aus der Praxis leider nicht realistisch, obwohl sie für das Klima aus wissenschaftlicher Sicht dringend notwendig sowie rein technisch möglich ist. Trotzdem sollte sich Emden ein möglichst ambitioniertes, deutlich früheres Zieljahr als 2050 für die Klimaneutralität setzen. Es müssen schnellstmöglich alle nur denkbaren Maßnahmen und Hebel konsequent genutzt werden, um der Klimaneutralität soweit und so schnell wie möglich näher zu kommen. Zur Vermeidung zukünftiger Folgeschäden der Klimakrise „zählt jedes Zehntel Grad“ und jedes Kilogramm CO_2!

1. Einleitung

Die Stadt Emden nahm sich die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse, politischen Entwicklungen für mehr Klimaschutz und Forderungen der zivilgesellschaftlichen Bewegung zum Anlass, den eigenen „Masterplan 100 % Klimaschutz“ und dessen Umsetzungsstand zu evaluieren und zu überarbeiten. Es soll untersucht werden, welche **Möglichkeiten einer Klimaneutralität (deutlich) vor 2050** auf Basis des bestehenden Masterplans bestehen. Dabei soll die Bandbreite der möglichen Klimaschutzpfade für die Stadt Emden aufgezeigt sowie deren praktische Implikationen für die Umsetzung eruiert werden.

Die Entwicklung des Strategiepapiers bedeutet jedoch noch **keine Festlegung der Stadt Emden** auf einen bestimmten Zielpfad bzw. ein bestimmtes Zieljahr. In dem Papier soll im ersten Schritt der Entscheidungsrahmen für die Festlegung aktualisierter und ambitionierterer Klimaschutzziele durch die Stadt Emden verdeutlicht werden. Welches Zieljahr und welche konkreten Schlussfolgerungen für lokale Maßnahmen daraus folgen sollen, ist in einem Diskurs zwischen Verwaltung und Politik der Stadt Emden im Anschluss zu klären. Die Ausarbeitung insbesondere eines **kommunalen „Aktionsprogramm Klimaschutz**“ für die nächsten Jahre wäre der **nächste Detaillierungsschritt** der Fortschreibung des „Masterplans 100 % Klimaschutz“.

In dem vorliegenden Papier wird zunächst herausgearbeitet, wieso eine Klimaneutralität vor 2050 notwendig ist (Kapitel 2). Zudem wird der aktuelle Stand des Masterplans 100 % Klimaschutz dargestellt sowie dessen Kompatibilität mit ambitionierteren Klimaschutzszenarien untersucht (Kapitel 3). Anschließend wird in Kapitel 4 die Handlungslücke quantifiziert und wichtige Maßnahmenblöcke definiert, die zu deren Schließen notwendig wären. Zum Abschluss werden wichtige lokale Maßnahmenvorschläge abgeleitet (Kapitel 5).

2. Hintergrund: Warum müssen wir (deutlich) vor 2050 klimaneutral sein?

Der kürzlich vorgestellte Synthesebericht zum 6. IPCC-Bericht stellt fest, dass die von Menschen verursachte globale Erwärmung aktuell bei 1,1 °C liegt (IPCC, 2023). Der resultierende Klimawandel hat gefährliche, weit verbreitete, zunehmend irreversible Folgen für Mensch und Natur. Die Klimarisiken steigen mit weiterer Erwärmung und die Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen nimmt ab. Über einer Erwärmung von 1,5°C werden die Risiken für einige irreversible Schäden und Verluste sehr hoch. Der annähernd komplette, irreversible Verlust der grönländischen und westantarktischen Eisschilde wird bei einer langanhaltenden Erwärmung von über 2°C erwartet und ist verbunden mit einem langfristigen Meeresspiegelanstieg von mehreren Metern. 1,5°C globale Erwärmung wird in diesem oder nächsten Jahrzehnt erreicht, wenn nicht sofortige und tiefgreifende Reduktionen von Treibhausgasemissionen ergriffen werden. Die **Einhaltung des 1,5 °C-Ziels** in diesem Jahrhundert ist aus naturwissenschaftlicher und technischer Sicht noch möglich. Die bisherigen Bemühungen waren allerdings unzureichend, um die globale Erwärmung abzubremsen oder gar zu stoppen. Eine lebenswerte und nachhaltige Zukunft für alle kann lt. Sonderbericht (IPCC, 2018, S. 15) aber nur durch "schnelle und weitreichende Veränderungen" von "beispiellosem Ausmaß“ in allen wichtigen Sektoren der Weltwirtschaft geschehen – in Energie, Industrie,

Verkehr, Gebäuden, Städten und Landnutzung. Dazu ist trotzdem eine beschleunigte Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in diesem Jahrzehnt notwendig.

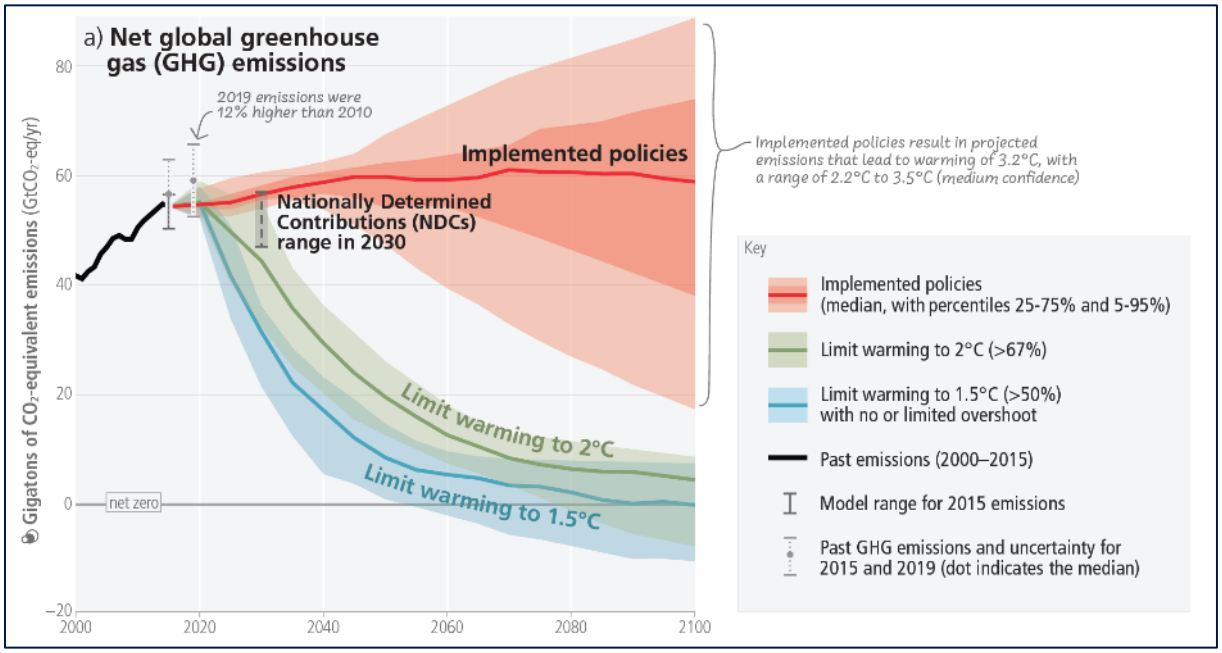

Abbildung 1: Darstellung der verschiedenen zukünftigen Emissionspfade (rot: aktuell verfolgte Politiken, grün/blau: Zielszenarien, NDCs: aktuell versprochene Maßnahmen der Länder, Quelle: (IPCC, 2023, S. 23))

Bei der Erarbeitung des „Masterplan 100 % Klimaschutz" für Emden ist man noch von der Prämisse ausgegangen, die Klimaschutzmaßnahmen darauf auszurichten, die Lebensgrundlagen für zukünftige Generationen zu erhalten. Seitdem hat sich aber die Entwicklung der Auswirkungen des Klimawandels deutlich beschleunigt, sodass sich inzwischen zur Verdeutlichung der Dringlichkeit der **Begriff Klimakrise durchgesetzt** hat. Die sich aus der Klimakrise ergebenen Schäden machen deutlich, dass es jetzt auch darum gehen muss, nicht mehr nur die Welt zukünftiger, sondern auch der derzeitigen Generationen lebenswert zu halten. Eine beschleunigte und umfassende Transformation der Energieversorgung ist daher dringlicher denn je: weg von fossilen, hin zu erneuerbaren Energien, mit einer deutlichen Steigerung der Energieeffizienz.

Deutschland ist derzeit – wie fast alle anderen Länder der Welt auch – immer noch **nicht auf Kurs, dieses Ziel zu erreichen**. Trotz des Verfassungsgerichtsurteils im April 2021, das die bis dahin geltenden Klimaschutzziele der Bundesregierung für nicht ausreichend beurteilt hat, plant Deutschland die **Klimaneutralität** weiterhin erst **langfristig bis 2045**. Als **Zwischenschritte** sollen Emissionsreduktionen um **65 % bis 2030** und um **88 % bis 2040** erreicht werden (Bundesregierung, 2021). Das Projekt „Climate Action Tracker" bewertet dabei die aktuellen Reduktionsziele des „Klimaschutzprogramms 2030" der Bundesregierung, die veraltet seien und auch nach der kürzlichen Verschärfung nur bedingt dem Pariser Klimaabkommen entsprächen (NewClimate Institute & Climate Analytics, 2020). V. a. aber enthalte das Programm derzeit nicht genügend Maßnahmen, um die eigenen Emissionsreduktionsziele zu erreichen. Der Kohleausstieg bis 2038 wird bspw. als fast ein Jahrzehnt zu spät bewertet. Die Zielerreichung in den Jahren 2020-2022 war lediglich mit zufälliger „Hilfe" der Einsparungen und Produktionsrückgängen in Folge der Coronakrise und des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine zu erreichen. Unter Annahme der vollständigen Umsetzung des Klimaschutzprogramms würde Deutschland auf einen Pfad mit einer Erderwärmung von +2-3 °C bis zum Ende des

Jahrhunderts zusteuern (ebd.). Praktisch bedeutet das: **Wer erst 2045 oder gar 2050 klimaneutral sein will, hat bereits eingeplant und akzeptiert, das 1,5 °C-Ziel zu verfehlen.**

Auf EU-Ebene haben sich die Mitgliedsstaaten mit dem europäischen Klimagesetz als zentrale Säule des „Green Deals" im Jahr 2021 zu weitreichenden Maßnahmen verpflichtet, die im Juni 2022 nochmal deutlich verschärft wurden. U.a. sind dies

- Stärkere Senkung der Emissionsrechte im bestehenden Emissionshandel (und damit schärfere Anforderungen für Industrie & Energieversorgung)
- Einführung des Emissionshandels für Gebäude und Straßenverkehr ab 2027 und damit starke Senkung der Emissionen bis 2030 (-43 % ggü. 2005)
- Verbindliche Klimaziele für Verbraucher außerhalb des Emissionshandels (-40 % Emissionen bis 2030 ggü. 2005)
- Verbindliche Energieeinsparziele in der Energieeffizienz-Richtlinie
- Anhebung der Mindestenergiestandards im Rahmen der EU-Gebäuderichtlinie (u.a. Effizienzhaus 40 als neuer Neubaustandard geplant)

Die betroffenen Emder Akteure müssen sich also rechtzeitig auf die Erfüllung der schrittweise in nationale Regelungen umzusetzenden Vorgaben vorbereiten. Nicht zuletzt hat der russische Angriffskrieg auf die Ukraine seit Februar 2022 zudem schonungslos die ökonomischen und politischen Verwundbarkeiten und Abhängigkeiten offengelegt, die mit einer fossilen Energieversorgung einhergehen.

Deshalb fordern zahlreiche Akteur*innen aus Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft (u. a. UN-Generalsekretär António Guterres, „Fridays for Future" und „Scientists for Future") seit geraumer Zeit eine deutlich **schnellere Erreichung der Klimaneutralität** als bis 2050. Denn entscheidender als das Erreichen eines Zieles innerhalb eines bestimmten Zeitraumes ist die Höhe der Emissionen in Summe über einen bestimmten Zeitraum (Emissionsbudget). Die Akteur*innen berufen sich dabei auf das noch verfügbare Emissionsbudget zur Begrenzung der Erderwärmung auf 1,5 °C von weltweit 400.000 Mio. t CO_2 (auf Basis des 6. Sachstandsberichtes des IPCC von 2021). Für einen adäquaten Beitrag Deutschlands bei einer 2/3-Chance der Erreichung des 1,5 °C-Ziels dürften in Deutschland ab 2022 noch insgesamt maximal 2.000 Mio. t CO_2 ausgestoßen werden. Bei gleichbleibenden jährlichen Emissionen wäre das gesamtdeutsche **Budget im Jahr 2027 aufgebraucht**, bei linearer Reduktion spätestens im Jahr 2030 (Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU), 2022, S. 8). Für die Stadt Emden (bevölkerungsanteilig) heruntergebrochen liegt das verbleibende Emissionsbudget bei ca. 1,8 Mio. t CO_2, was bei gleichbleibendem Emissionsniveau ausgehend von 2022 bereits ca. 2026 aufgebraucht wäre (s. Abbildung 2).

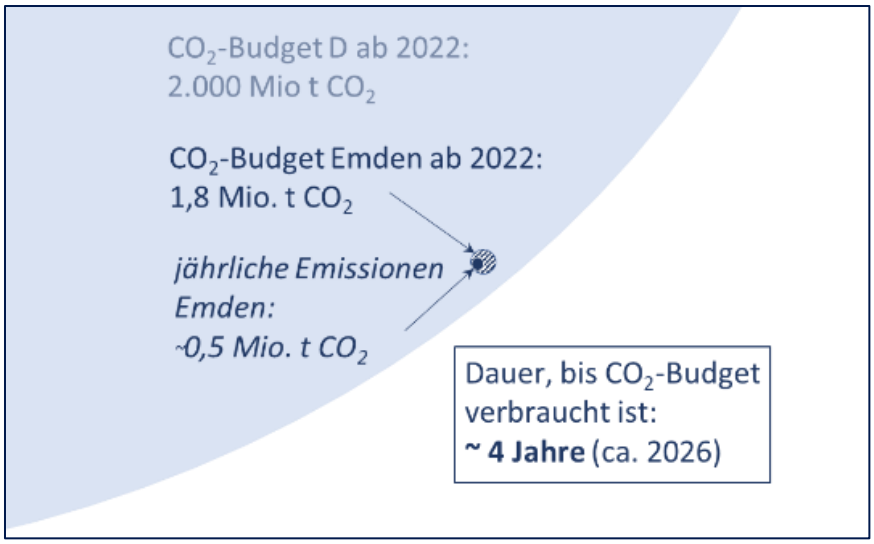

Abbildung 2: Bevölkerungsanteiliges verbleibendes Emissionsbudget ab 2022 (eigene Darstellung auf Basis von (Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU), 2022, S. 8))

Eine Klimaneutralität ist also in Deutschland (und damit auch in Emden) aus wissenschaftlicher Sicht bis allerspätestens 2035 anzustreben, um gemessen an Deutschlands „fairem Anteil" einen angemessenen Beitrag zur Einhaltung der 1,5 °C-Grenze zu leisten. Auch wenn das exakte Emissionsbudget bzw. dessen „faire" Aufteilung auf die Länder sowie die Wahrscheinlichkeit einer Zielerreichung (d. h. der Begrenzung auf 1,5°C Erderwärmung) teilweise umstritten sind, resultiert daraus stets die gleiche **Grundaussage: Eine sehr schnelle Reduktion der Emissionen ist erforderlich.**

Diese Erkenntnisse haben dazu geführt, dass, ausgehend von der EU-Ebene, **alle politischen Ebenen mittlerweile ein (schnelleres) Klimaschutzhandeln fordern**. (s. Abbildung 3). Aus der nationalen Umsetzung des sog. „European Green Deals" und dem Gesetzespaket der EU („Fit for 55") ergaben sich im Wesentlichen Aufgaben und Ziele des deutschen Klimaschutzgesetzes (novelliert zuletzt Juli 2022). Und auch im Handlungsbereich der Bundesländer gibt es mit dem Niedersächsischen Klimagesetz (novelliert zuletzt Juni 2022) mittlerweile Regelungen, die die Kommunen wie Emden zum Handeln bewegen (z. B. Pflicht zur kommunalen Wärmeplanung).

Abbildung 3: Deklination europäischer Klimaschutzziele auf Bundeslandesebene (eigene Darstellung)

Exkurs: Studien zur Klimaneutralität vor 2050

Für ein nachhaltiges zukünftiges Energiesystem Deutschlands existiert eine **Vielzahl von wissenschaftlichen Studien** mit verschiedenen Schwerpunkten. Bisher gibt es allerdings kaum Studien, die ein dezidiertes Klimaneutralitätsszenario *vor* 2050 betrachten. Im Oktober 2020 veröffentlichte das Wuppertal Institut eine Metastudie als Diskussionsbeitrag für „Fridays for Future", in der sie ein klimaneutrales Deutschland bis 2035 skizzierte (Wuppertal Institut, 2020). Dabei verglichen Sie zunächst etliche bestehende Studienszenarien in Bezug auf das verbleibende Emissionsbudget (s. Abbildung 4).

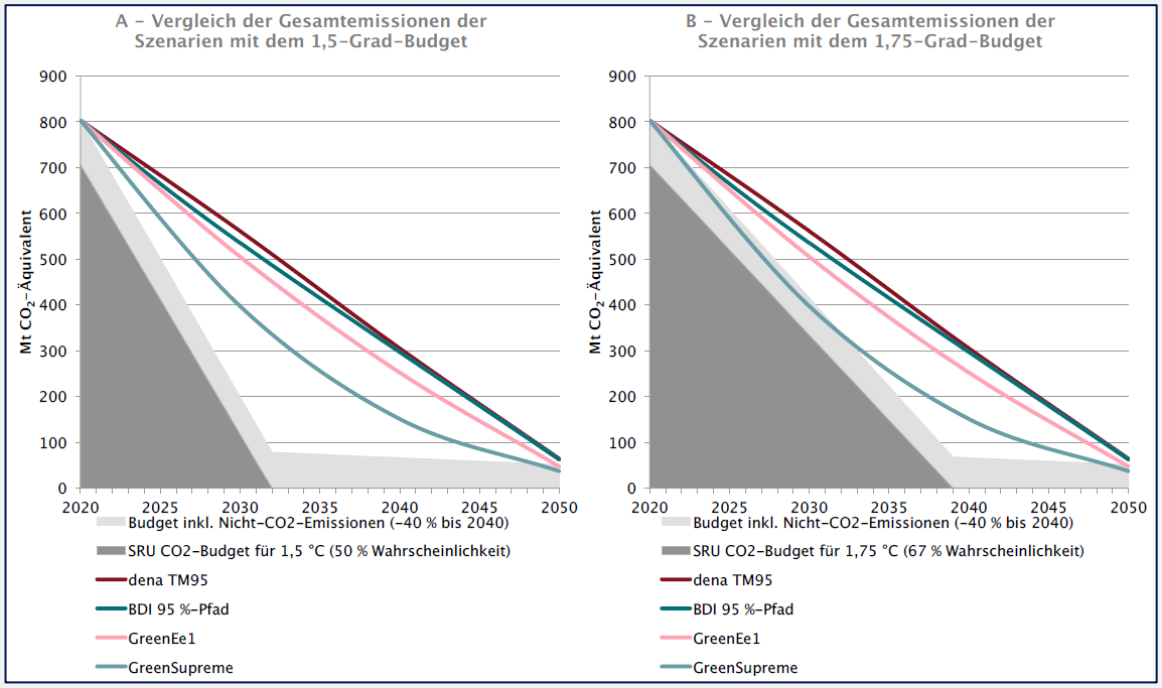

Abbildung 4: Studienvergleich der Gesamtemissionen und Emissionspfade mit dem CO_2-Budget verschiedener Zielsetzungen (Wuppertal Institut, 2020, S. 35f.)

Am progressivsten stellt sich das „GreenSupreme-Szenario" (türkisfarbene Linie in Abbildung 4) aus der sog. „RESCUE-Studie" des Umweltbundesamtes dar. Dieses weist einen vergleichsweise steilen Minderungspfad auf und kombiniert hohe technische Innovationen mit starker Veränderung von Lebensweisen (Purr, Günther, Lehmann, & Nuss, 2019, S. 66). Das Szenario projiziert eine Emissionsreduktion um -54 % bis 2030 und -82 % bis 2040. Aber selbst dieses ambitionierte Szenario würde zwar das Ziel einer CO_2-Neutralität (bzw. -95 %) bis 2050 erreichen, allerdings übersteigt auf dem Weg dorthin die Summe aller jährlichen CO_2-Emissionen das verfügbare CO_2-Budget Deutschlands (graue Fläche in Abbildung 4). Auch in allen anderen der untersuchten Szenarien überschreiten die bis 2050 insgesamt ausgestoßenen Treibhausgasemissionen das Paris-kompatible Budget zur Einhaltung der 1,5 °C-Grenze deutlich, „obwohl sie [die Studien] als ambitioniert gelten." (Wuppertal Institut, 2020, S. 36)

Die Studie des Wuppertal Instituts schlägt als **Konsequenz eine Reihe von Maßnahmen** vor (ebd., S. 102 ff.):

- Im Gebäudesektor müssen sehr viel höhere energetischen Sanierungsraten von (mindestens) 4 % pro Jahr umgesetzt werden (derzeit nur ca. 1 % pro Jahr).
- Im Mobilitätssektor sind weitgehende Verhaltensänderungen dringend nötig. Genannt werden u. a. eine Reduzierung des Pkw-Verkehrs um die Hälfte zugunsten umweltfreundlicherer Verkehrsmittel, z. B. durch verkehrsvermeidende Stadt- und Siedlungsplanung und eine Verdoppelung der Verkehrsleistung des Umweltverbunds aus Fuß- und Radverkehr und öffentlichem Verkehr, sowie ein Übergang auf Elektrifizierung und Wasserstoffantriebe im Personen- und im (Straßen-) Güterverkehr.
- Die Industrie müsse zeitnahe Ersatzinvestitionen in neuartige, vielfach noch nicht großmaßstäblich eingesetzte Technologien für Energieeffizienz umsetzen („ausschließlich mit Treibhausgasneutralität kompatible Neuanlagen") sowie den Auf- bzw. Ausbau einer umfassenden Kreislaufwirtschaft forcieren.
- Die Schlüsselrolle spielt eine starke Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung.
- Zusätzlich ist die schnelle Einführung einer Wasserstoffwirtschaft vonnöten.
- Trotz dieser Umstellungen werden Importe von (Energie-) Rohstoffe aus anderen Ländern nötig sein.

Die Autoren bemerken jedoch auch, dass die Frage, ob sich das ambitionierte Ziel der Treibhausgasneutralität trotz aller technischen Machbarkeit tatsächlich realisieren lässt, **„maßgeblich von der gesellschaftlichen Bereitschaft und einem massiven politischen Fokus auf die notwendige Transformation" abhängt** (ebd., S. 104).

3. Stand „Masterplan 100 % Klimaschutz" für die Stadt Emden

Die Stadt Emden blickt bereits auf eine **„Historie" an Klimaschutzbemühungen** zurück. Bereits seit 2008 ist die Stadt Mitglied des Klima-Bündnisses und hatte sich so damals zum Ziel gesetzt, ihre Emissionen bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 zu halbieren. Im Jahr 2010 entstand durch die B.&S.U. Beratungs- und Service-Gesellschaft Umwelt das erste Klimaschutzkonzept mit Maßnahmen in zehn Handlungsbereichen zur CO_2-Minderung bis zum Jahr 2020. Außerdem hat die Stadt Emden u.a. seit 2003 als erste Stadt in Niedersachsen am European Energy Award® (eea) teilgenommen, ein Energiemanagement für kommunale Gebäude eingeführt sowie mit dem sog. „Emder Modell" ein Förderprogramm zur Verwendung energieeffizienter Geräte umgesetzt und verschiedene weitere Kampagnen durchgeführt. Eine Untersuchung der Universität Potsdam und des Leibniz-Instituts für Raumbezogene Sozialforschung in Erkner zur Aktivität von Städten in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung aus 2021 bewertete Emden unter den besten Städten ihrer Größe im Bereich Klimaschutz, allerdings mit Defiziten im Bereich Anpassung (Otto, 2021). Weil das erkannt wurde, hat die Stadt Emden einen Förderantrag für die Einrichtung eines Klimafolgenanpassungsmanagements (inkl. der Erstellung eines Konzepts) beim BMUV gestellt. Dieser wurde zwischenzeitlich bewilligt und ein Klimafolgenanpassungsmanagement eingerichtet. Dank der hohen installierten Leistung von Windkraftanlagen aufgrund der günstigen Küstenlage (Windhöffigkeit) ist Emden außerdem eine der Vorreiterkommunen bei erneuerbar erzeugtem Strom.

Aufgrund dieser langjährigen Bemühungen hatte sich die Stadt Emden erfolgreich um die Aufnahme in das „Exzellenzförderprogramm“ des Bundeumweltministeriums „Masterplan 100 % Klimaschutz“ beworben und war von 2016 bis 2020 als eine von bundesweit 41 Vorreiterkommunen durch das Förderprogramm gefördert. In diesem Zusammenhang wurde bis Dezember 2017 mit Unterstützung des Planungsbüros Graw und des gebildeten Masterplanbeirates eine **kommunale Klimaschutzstrategie als „Masterplan 100 % Klimaschutz“** erstellt und im Dezember vom Rat der Stadt Emden als Handlungsgrundlage verabschiedet. Das 227 Seiten starke Dokument enthält Strategien für sieben Handlungsfelder mit rd. 80 abgeleiteten konkreten Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 (Stadt Emden, 2017).

Das Zieljahr 2050 ergab sich zum damaligen Zeitpunkt formal aus der Vorgabe des Förderprogramms bzw. der Ziele der Bundesregierung sowie wissenschaftlich aus den damals aktuellen Empfehlungen des Weltklimarates IPCC. Unter Einbeziehung der Emder Akteur*innen wurde gemeinsam erarbeitet, dass eine Reduzierung des Endenergieverbrauchs bis 2050 ggü. 1990 um 59 %, sowie eine **Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 88 % realisierbar** sind („Masterplanszenario“, siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Eine frühere Klimaneutralität vor 2050 war 2016/17 noch kaum Teil der wissenschaftlichen oder öffentlichen Diskussion.

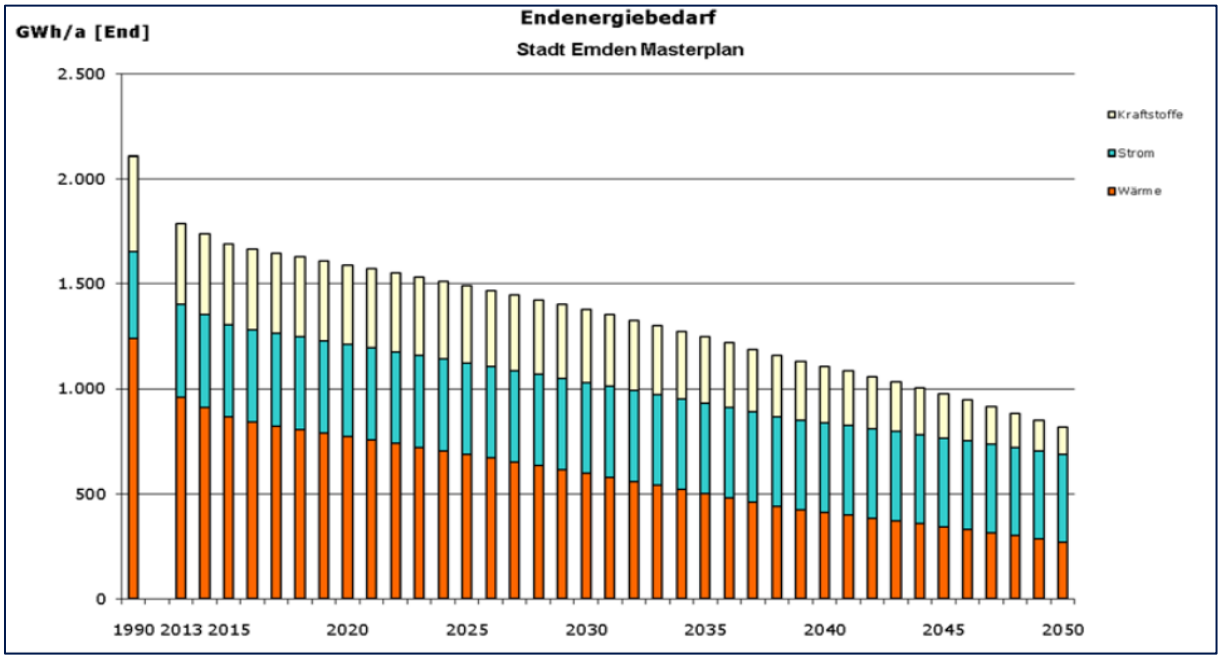

Abbildung 5: Masterplanszenario für die Reduzierung des Endenergieverbrauches im "Masterplan 100 % Klimaschutz" (Quelle: (Stadt Emden, 2017, S. 73))

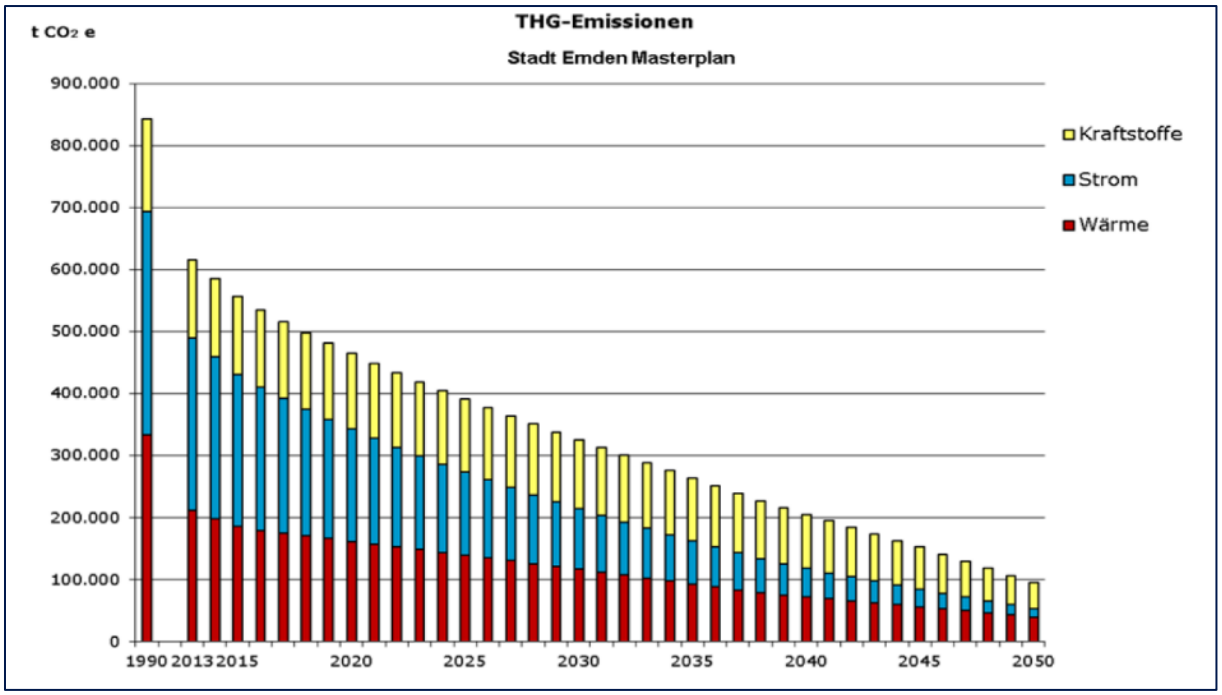

Abbildung 6: Masterplanszenario für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im "Masterplan 100 % Klimaschutz" (Quelle: (Stadt Emden, 2017, S. 73))

Zu betonen ist hier, dass eine Reduktion der Energieverbräuche durch die beiden Säulen der **Suffizienz- und Effizienzmaßnahmen stets Priorität** haben sollte. (Suffizienzmaßnahmen streben einen geringeren Verbrauch von Ressourcen wie Energie und Material an, während Effizienzmaßnahmen auf eine ergiebigere Nutzung von Rohstoffen und Ressourcen abzielen.) Dies ist wesentliche Vorrausetzung dafür, dass es zukünftig gelingt, durch die Substitution der fossilen durch erneuerbare Energieträger (sog. dritte Säule der „Konsistenz") Treibhausgasneutralität zu erreichen. Je geringer der Energieverbrauch, desto leichter kann es gelingen, mit den vorhandenen (lokalen, regionalen) Potenzialen erneuerbarer Energien den Energiebedarf zu 100 % zu decken. Denn die Klimakrise ist – global wie lokal – nur erfolgreich abzumildern, wenn das Ziel der Klimaneutralität durch Reduzierung von Verbrauch und Emissionen erreicht wird.

3.1. Bilanz der Stadt Emden

Seit 2012 arbeitet das **Klimaschutzmanagement der Stadt Emden**, angesiedelt im FD Umwelt und Klimaschutz des Fachbereiches Stadtentwicklung, Umwelt und Klimaschutz, engagiert an der Umsetzung der kommunalen Zielsetzungen und des „Masterplan 100 % Klimaschutz". Es bearbeitet dabei im Wesentlichen die Klimaschutzmaßnahmen im kommunalen Einflussbereich sowie Umsetzungs- und Kommunikationsmaßnahmen (Aktionen und Kampagnen, die Akteur*innen zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen motivieren bzw. diesen die Umsetzung ermöglichen sollen). In Sachstands- und Fortschrittsberichten informieren sie regelmäßig über den Stand der Maßnahmenumsetzung. Dabei können sie auf eine Vielzahl von erfolgreich umgesetzten Maßnahmen verweisen.

Die aktuellste umfangreiche Bilanz für die Stadt Emden stammt aus dem Jahr 2017. Neuere belastbare Zahlen sind aktuell nicht verfügbar (Aktualisierung geplant 2023), erlauben jedoch trotzdem eine Einschätzung der Entwicklung.

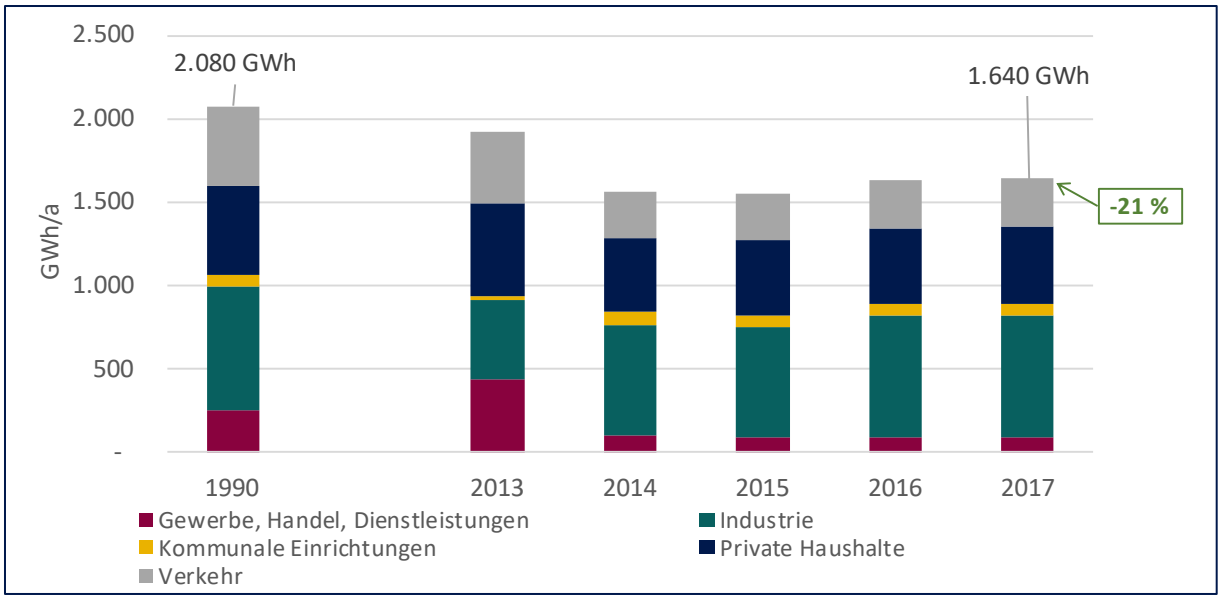

Abbildung 7: Bilanzierungen des Endenergieverbrauchs (Quelle: eigene Darstellung auf Basis (Klima-Bündnis e.V., 2022))

Der im Rahmen der Masterplanerstellung bilanzierte Endenergieverbrauch hat sich zwischen 1990 und 2017 um 21 % verringert (-15 % seit 2013, siehe Abbildung 7). Die Einschätzung der Wirkung der Klimaschutzbemühungen auf diesen Rückgang ist schwierig, da sich in diesem langen Zeitraum viele verschiedene Trends wie z. B. Bevölkerungsänderungen, Umbrüche in der lokalen Industrie o.ä. überlagern. V.a. aber folgt diese Entwicklung im Wesentlichen einem Trend, der in der Summe mit dem sog. „autonomen technischen Fortschritt“ erklärbar ist (d. h. „automatische“ Effizienzgewinne durch modernere Technik bei Ersatz/Neuanschaffung von Geräten, Maschinen etc.). Erfolge einzelner Einsparmaßnahmen (z. B. energiesparendes Verhalten von Einwohner*innen, verstärkte energetische Sanierungen von Immobilien, Effizienzmaßnahmen in Gewerbe- oder Industriebetrieben) sind aus den erhobenen Daten nicht zu isolieren. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass solche Verbrauchsreduktionen oft durch sog. „Reboundeffekte“ (d. h. höhere Anzahl neuer Geräte oder stärkere Nutzung dieser) überkompensiert werden.

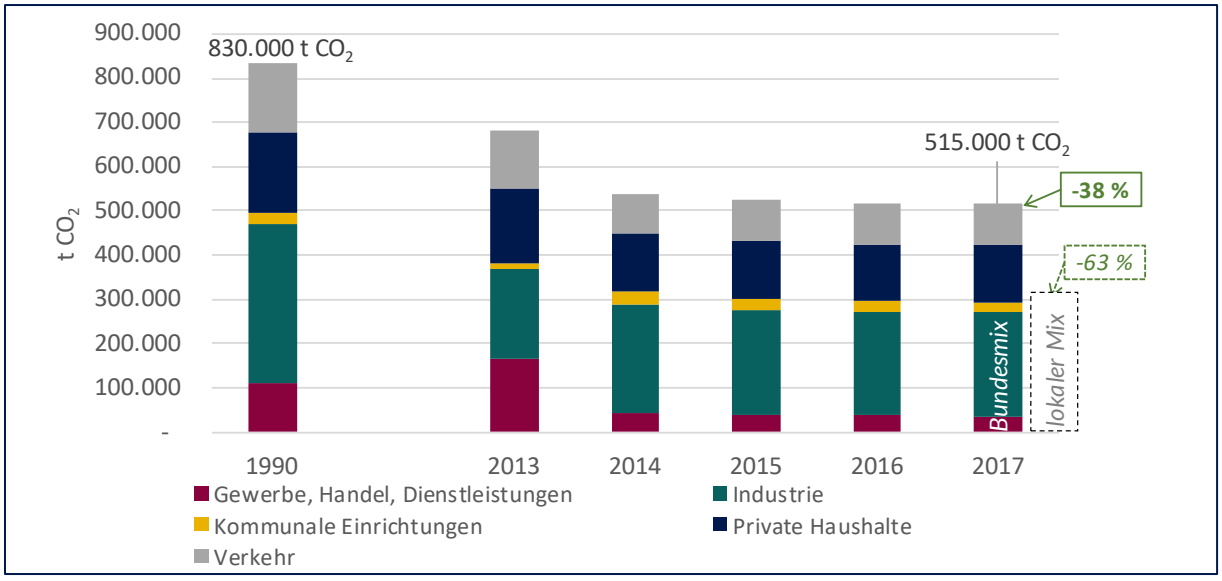

Abbildung 8: Bilanzierungen der Treibhausgasemissionen (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von (Klima-Bündnis e.V., 2022))

Eine noch **deutlichere Reduktion lässt sich bei den Treibhausgasemissionen** erkennen (siehe Abbildung 8). Hier hat – neben dem oben beschriebenen Verbrauchsrückgang - im Wesentlichen der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien zu erheblichen Reduktionen geführt, sodass sich die Treibhausgasemissionen im Zeitraum von 1990 bis 2017 um ca. 38 % verringert haben (-15 % seit 2013). Zu berücksichtigen ist, dass hier gemäß sog. „BISKO-Systematik“ mit Emissionsfaktoren im Bundesmix gerechnet wird. Der „lokale Emissionsmix“ ist durch den hohen Anteil erneuerbarer Energien in Emden deutlich kleiner. Dies kann jedoch, bedingt durch die vorgegebene Systematik, nicht „offiziell“ auf die Emder Bilanz einzahlen, sondern lediglich nachrichtlich ausgewiesen werden (s. dazu auch Exkurs: Bilanztechnische Grenzen der CO_2-Neutralität auf Seite 41).

3.2. Qualitative Maßnahmenbewertung

Neben der Auswertung der Bilanz, deren letzte Aktualisierung schon ein paar Jahre zurück liegt, ist auch eine qualitative Auswertung anhand des Erfüllungsgrades der Handlungsfelder gemäß des European Energy Awards® sowie eine Bewertung des Umsetzungsstandes der im „Masterplan 100 % Klimaschutz“ aufgelisteten Maßnahmen möglich.

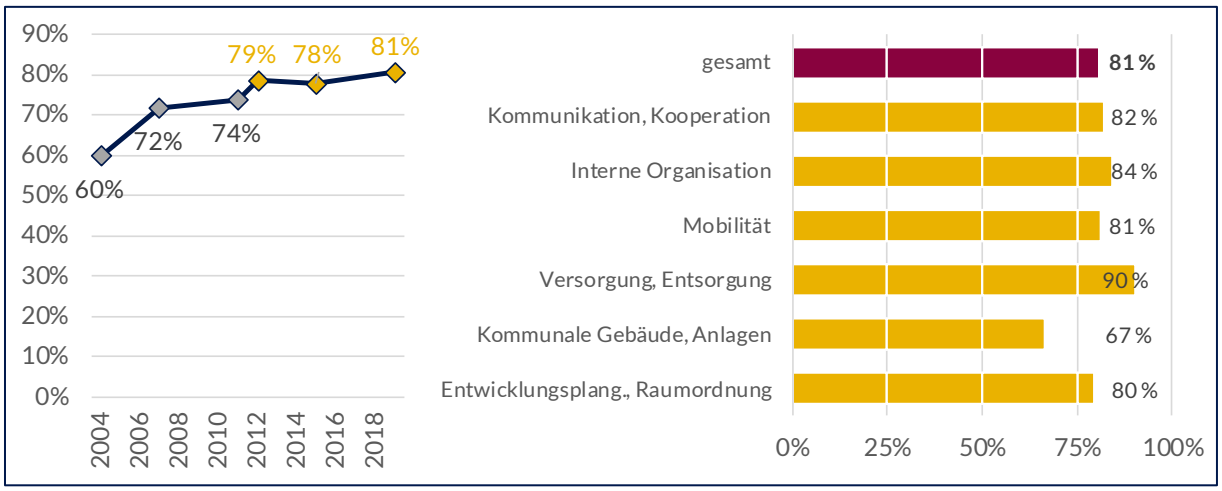

Abbildung 9: Erfüllungsgrad der Handlungsfelder des European Energy Award® in %, Stand 2019 (Quelle: (Stadt Emden, 2019))

Abbildung 9 zeigt das Ergebnis der Überprüfung zum European Energy Award® im Jahr 2019 für die Handlungsbereiche der Stadt Emden gemäß eigenen Angaben. Deutlich wird, dass insbesondere der Bereich „Kommunale Gebäude und Anlagen“ aufgrund der chronischen Unterfinanzierung im Erfüllungsgrad Schwächen ausweist. Durch den direkten Einfluss der Kommune auf ihre Gebäude ist sie in dem Bereich allerdings auch besonders handlungsfähig.

Zusätzlich zur Evaluierung der Maßnahmenumsetzung seit der Erstellung des „Masterplans 100 % Klimaschutz“ wurden von Juni bis August 2022 (neben dem regelmäßigen Austausch mit dem Klimaschutzmanagement) etliche Gespräche und Interviews mit diversen Emder Akteuren stellvertretend für die verschiedenen Handlungsbereiche geführt:

Tabelle 1: Liste der geführten Gespräche und Interviews im Rahmen der Erarbeitung des Strategiepapiers

Handlungsbereich	Interviewpartner*in	Datum
Mobilität	Theresa Gebhardt (Stadt Emden, FD Umwelt und Klimaschutz, Nahmobilitätsmanagement), Christian Balke (Stadt Emden, FD Stadtplanung, Verkehrsplanung)	10.06.2022
Energieoptimierte kommunale Gebäudeinfrastruktur	Christoph Runden (Stadt Emden, Gebäudemanagement Emden, Klimaschutzmanager für Energie- und Gebäudemanagement)	29.06.2022
Klimaschonende Industrie und Gewerbe	Dr. Steffen Wellge (VW Emden, Leitung Umweltschutz und Umweltmanagement)	01.07.2022
Energieeffizientes Bauen und Sanieren	Rainer Kinzel (Stadt Emden, Leiter FB Stadtentwicklung, Umwelt und Klimaschutz), David Mahlzahn (Stadt Emden, Leiter FD Stadtplanung), Detlef Dunker (Stadt Emden, FD Umwelt, Quartierssanierung)	07.07.2022
Hafenwirtschaft	Hanne Hollander (N-Ports, Nachhaltigkeitsbeauftragte)	07.07.2022
Wasserstoff	Stefan Klaassen (Wirtschaftsförderung und Stadtmarketing Emden /WFS, Geschäftsführer) Thielko Hollander (Wirtschaftsförderung Emden, WFS, Referent Wasserstoff)	07.07.2022
Wissenschaft und Kooperation	Sven Steinigeweg (HS Emden/Leer, Vizepräsident für Forschung, Wissenstransfer und Internationales), Anna Gerritzen (HS Emden/Leer, Nachhaltigkeitskoordinatorin)	08.07.2022
Energieeffizientes Bauen & Sanieren	Olaf Neumann (GEWOBA Emden, Geschäftsführer)	26.08.2022
Erneuerbare Energieversorgung	Philipp Schild (Stadtwerke Emden, Bereichsleiter Erzeugungsmanagement)	30.08.2022
Bildung und nachhaltiger Konsum	Frank Gaupels (Ökowerk Emden)	31.08.2022

In den aufgeführten Interviews wurden mit den Gesprächspartner*innen die im „Masterplan 100 % Klimaschutz“ definierten **82 Maßnahmen nach dem Umsetzungsstand bewertet.** Zu erkennen ist in Abbildung 10, dass bislang insgesamt 13 % der Maßnahmen als abgeschlossen betrachtet werden können (oberster Balken „Gesamt“). Der scheinbar geringe Teil liegt z. T. auch an der inhärenten Langfristigkeit der Maßnahme. Ca. 1/4 der insgesamt 40 im Masterplan als prioritär und kurzfristig (im Rahmen der kommenden Jahre der geförderten Umsetzungsphase) gekennzeichneten Maßnahmen fallen jedoch unter die abgeschlossenen Maßnahmen (unterster Balken). Eine ganze Menge der Maßnahmen wurden mindestens begonnen (insges. 63 %, v.a. in den Handlungsbereichen „Organisation“ und „Energieeffizientes Bauen und Sanieren“).

Ein guter Teil der Maßnahmen (20 %) konnte noch nicht in Angriff genommen werden bzw. ist aus vielerlei Gründen noch nicht über einen Planungsstatus hinaus gereift (18 %). Das betrifft vor allem die Maßnahmen in den Bereichen „Erneuerbare Energieversorgung“ und „nachhaltige Mobilität“ (hier gab es aufgrund des geforderten zusätzlichen sektoralen Gutachtens besonders viele Maßnahmen).

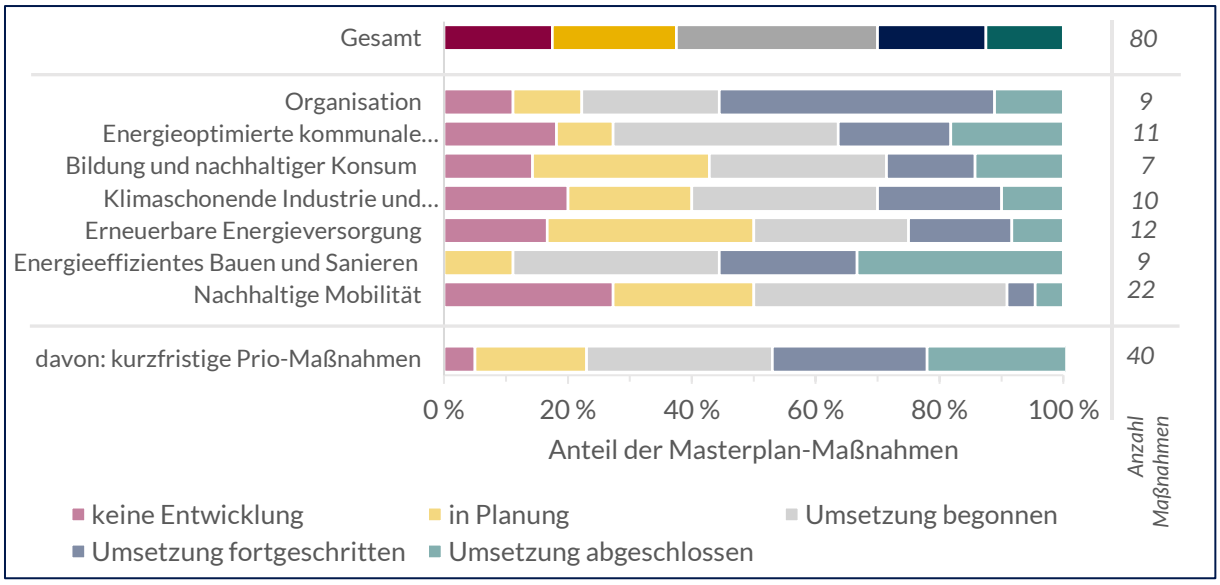

Abbildung 10: Auswertung des Umsetzungsstandes der Maßnahmen aus dem "Masterplan 100 % Klimaschutz" (Quelle: eigene Darstellung auf Basis (Akteursinterviews, 2022))
Hinweis: Zwei Mobilitätsmaßnahmen hatten sich zwischenzeitlich erübrigt (M12 „Pilotprojekt CNG-Gastankstelle" & M21 „Elektromobilität als Standard etablieren"). Daher wurden nur 80 der ursprünglich 82 Maßnahmen bewertet.

Da den einzelnen Maßnahmen im "Masterplan 100 % Klimaschutz" jedoch auch Prioritäten (hoch, mittel und niedrig) sowie Zeithorizonte (kurzfristig bis 2020, mittelfristig bis 2025 und langfristig bis 2050) zugeordnet sind, erlaubt die Einordnung des Umsetzungsstandes auch eine Bewertung anhand dieser Kriterien. Zur vereinfachten Darstellung wurden die ursprünglichen Maßnahmen anhand der Prioritäten und Zeithorizonte mit einem kombinierten, bei vollständiger und rechtzeitiger Umsetzung maximal erreichbaren Punktwert (1-5 Punkte) umgerechnet. Dem wurde die Bewertung des Umsetzungsstandes gegenübergestellt (Skala von „keine Entwicklung" = 1 Punkt bis „Umsetzung abgeschlossen" = 5 Punkte), um so einen annäherungsweisen „Erfüllungsgrad" der einzelnen Handlungsbereiche zu ermitteln (siehe Abbildung 11).

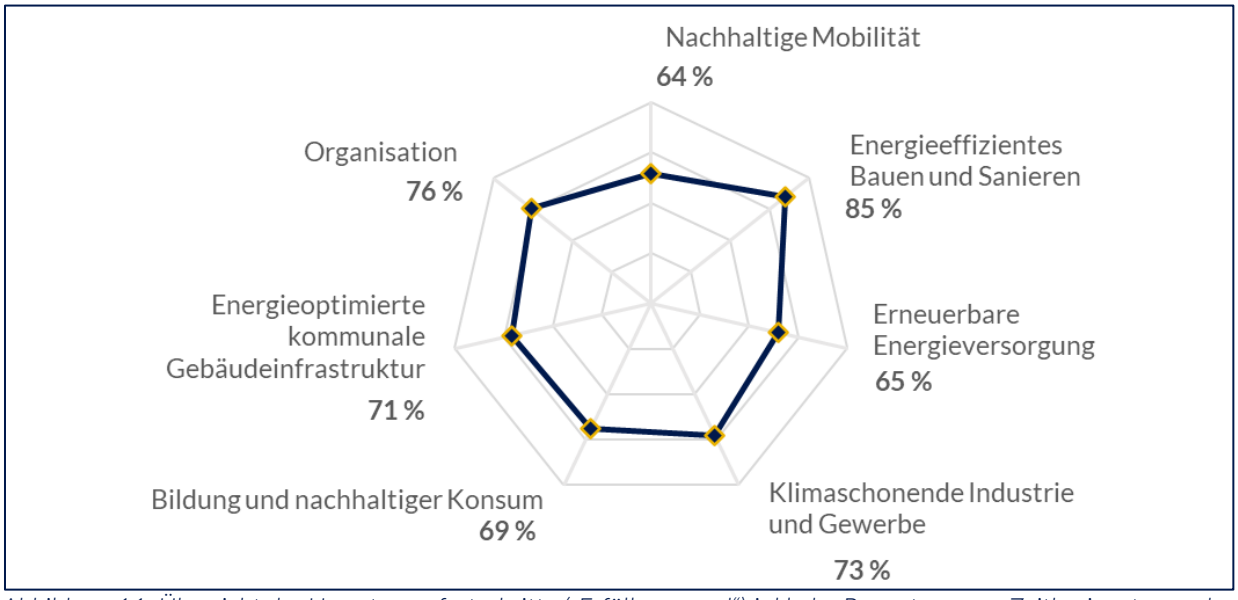

Abbildung 11: Übersicht der Umsetzungsfortschritte („Erfüllungsgrad") inkl. der Bewertung von Zeithorizonten und Prioritäten (Quelle: eigene Darstellung auf Basis (Akteursinterviews, 2022))

3.3. Review der Masterplanszenarien - „Kompatibilitätscheck Klimaneutralität vor 2050“

Ausgehend von einer geänderten Zielsetzung – dem deutlichen Vorziehen der Klimaneutralität von 2050 – stellt sich die Frage, inwieweit die **im „Masterplan 100 % Klimaschutz“ erarbeiteten Szenarien zu diesem Ziel kompatibel** sind bzw. welche Handlungslücke sich ergibt (siehe Abbildung 12 und Abbildung 13). **Beispielhaft** wird in den folgenden Abschnitten **von einem sehr ambitionierten theoretischen Vorziehen auf 2035 ausgegangen**, um den maximalen Szenarienraum zum „Masterplan 100 % Klimaschutz“ (Ziel 2050) aufzuspannen. Die Grafiken zeigen die bisher bilanzierten Verbräuche und Emissionen der Stadt Emden (jeweils als farbige Balken), sowie als blassere Balken das im Jahr 2017 im Masterplan erstellte Klimaschutzszenario mit Zieljahr 2050 (d.h. die angenommene Entwicklung der Verbräuche & Emissionen, wenn die im Masterplan definierten Maßnahmen vollständig umgesetzt werden).

Blau gestrichelt ist das für Emden zu untersuchende, deutlich vorgezogene, Ziel der Klimaneutralität bzw. die Reduzierung des Endenergieverbrauchs um 31 % bis zum Jahr 2035 dargestellt. Mit rotem Pfeil gekennzeichnet sind die Handlungslücken zur weiteren notwendigen Senkung des Verbrauchs und der Emissionen, um die Lücke zwischen Status Quo 2017 bzw. dem für 2035 projizierten Stand des Masterplanszenarios zur neuen Zielsetzung (hier beispielhaft 2035) zu schließen. Zum Vergleich: Das aktuelle Ziel der Bundesregierung sieht die Reduktion der Emissionen um -65 % bis 2030, -88 % bis 2040 und Klimaneutralität bis 2045 ggü. 1990 (Umweltbundesamt, 2023) vor.

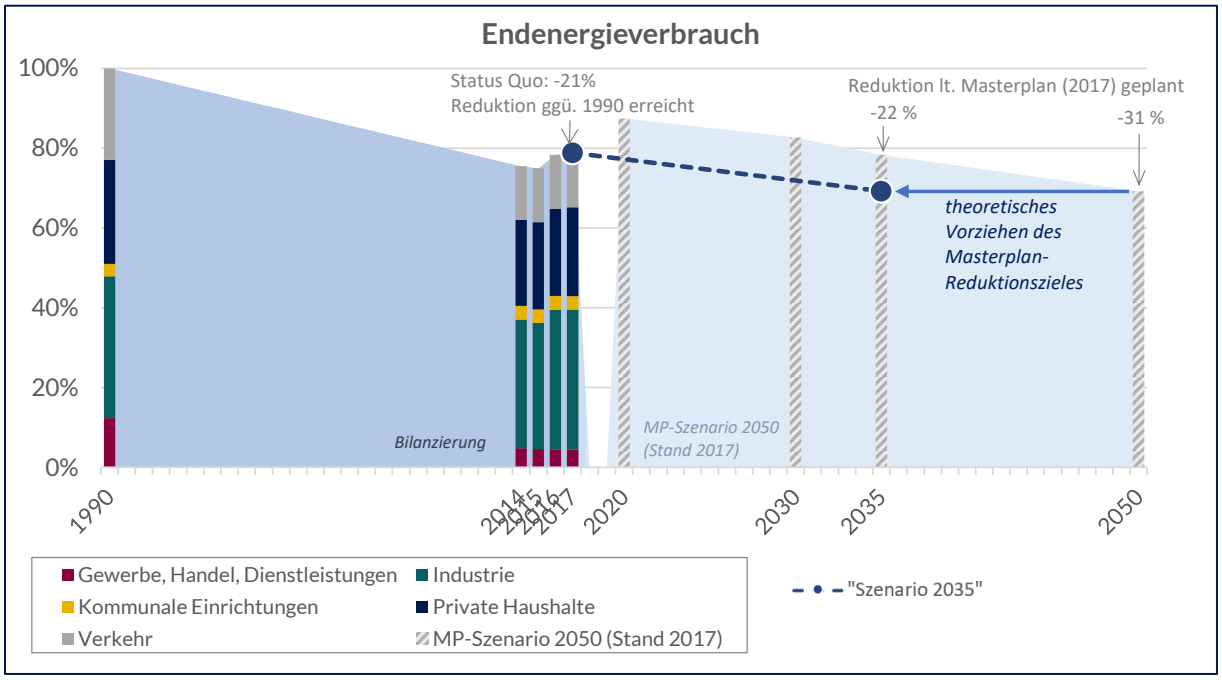

Abbildung 12: exemplarische Handlungslücke zur Klimaneutralität 2035 beim Endenergieverbrauch (Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von (Stadt Emden, 2017))

Beim Endenergieverbrauch ist die **Handlungslücke**, die sich aus der vorgezogenen Klimaneutralität im Jahr 2035 ergibt, nicht so groß. Während der Endenergieverbrauch seit 1990 bis 2017 bereits um 21 % gesunken ist (s. Abbildung 12 oben), müsste er dank der bereits erfolgten Reduktion bis 2035 nur noch um weitere 1 % sinken, um dem Zielwert von -22 % im ursprünglichen Masterplanszenario (hellblaue Fläche rechts) zu entsprechen. Wollte man nun

aber bereits ambitioniert im Jahr 2035 das ursprünglich erst für 2050 anvisierte Masterplan-Ziel von -31 % erreichen, müssten die Endenergieverbräuche in den kommenden Jahren deutlich schneller reduziert werden.

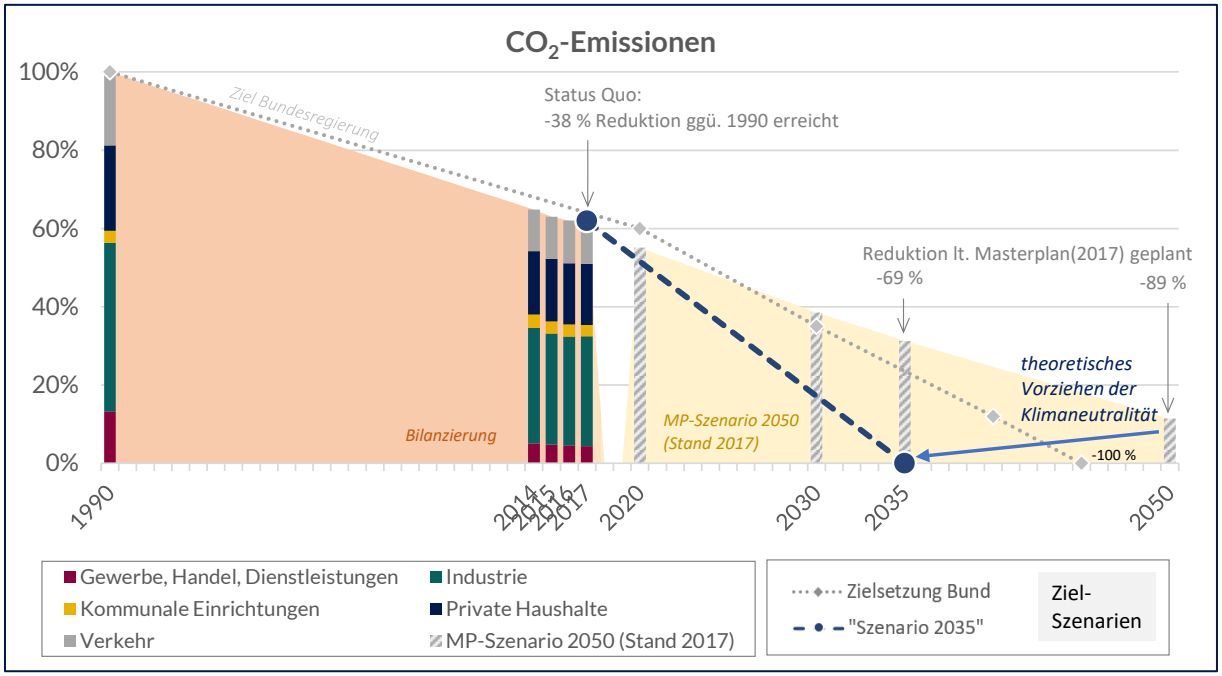

Abbildung 13: Handlungslücke zur Klimaneutralität bei den Treibhausgasemissionen (Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von (Stadt Emden, 2017))

Die **Lücke bei den Treibhausgasen ist immens**: Wenn Emden in den nächsten Jahren weiter konsequent dem bereits anspruchsvollen ursprünglichen Masterplanszenario folgt (Stand 2017, hellgelbe Fläche rechts in Abbildung 13), würde sich bis 2035 lediglich eine Emissionsminderung von -69 % (ggü. 1990) ergeben. Es blieben also immer noch 31 % der 1990er-Emissionen übrig. Beim ambitionierten Vorziehen der Klimaneutralität auf 2035 müssten die im Jahr 2017 noch verbleibenden 1990er-Emissionen hingegen drastisch und sehr schnell auf 0 % reduziert werden. Der derzeitige Klimaschutzpfad gemäß dem „Masterplan 100 % Klimaschutz“ ist also **bei weitem nicht kompatibel mit dem Ziel einer vorzeitigen Emissionsreduktion bis deutlich vor 2050**, z.B. 2035.

4. Maßnahmencheck für eine klimaneutrale Stadt Emden bis 2035

Angesichts des nur noch verhältnismäßig kurzen Zeitraumes bis 2035 (im Gegensatz zur ursprünglichen Zielsetzung 2050) sei auf die grundsätzliche Variabilität entlang von Zielpfaden hingewiesen. Während bei langfristigen Zielsetzungen eine gewisse zeitliche Variabilität (d. h. temporäres Abweichen vom „Idealpfad“) einfacher tolerierbar bzw. später noch korrigierbar ist, schränkt eine kurzfristige Zielsetzung diesen Handlungsspielraum zur Korrektur deutlich ein. Es müssen also **schnell die richtigen radikalen Weichenstellungen** erfolgen, um auf das neue Ziel umzusteuern.

Ausgehend von der Bestandsaufnahme und dem Blick auf die enorme Handlungslücke zur vorzeitigen Zielerreichung einer Klimaneutralität deutlich vor 2050 stellt sich die Frage, **welche Schritte und Maßnahmen notwendig** sind, um das Ziel zu erreichen. Mit Hilfe eines

„**Backcasting-Ansatzes**“ soll dies in diesem Kapitel qualitativ untersucht werden. Bei diesem Ansatz wird gedanklich von dem fixen Ziel der Klimaneutralität zu einem bestimmten Zeitpunkt (z. B. deutlich vor 2050) ausgegangen und rückwärts geschaut, welche Maßnahmen bis wann zur Zielerreichung umgesetzt werden müssten. (Im Gegensatz dazu bilden klassische Forecasting-Szenarien lediglich Maßnahmen ab, die vom gegenwärtigen Status-Quo aus denkbar sind. Ambitionierte Zielsetzungen sind damit nur schwer greifbar.)

4.1. Handlungslücke zur Klimaneutralität, z. B. bis 2035

Abbildung 14 verdeutlicht, wie groß die verbleibende Handlungslücke bei den Treibhausgas-emissionen im Vergleich zu den in den vergangenen Jahrzehnten erreichten Einsparungen ist.

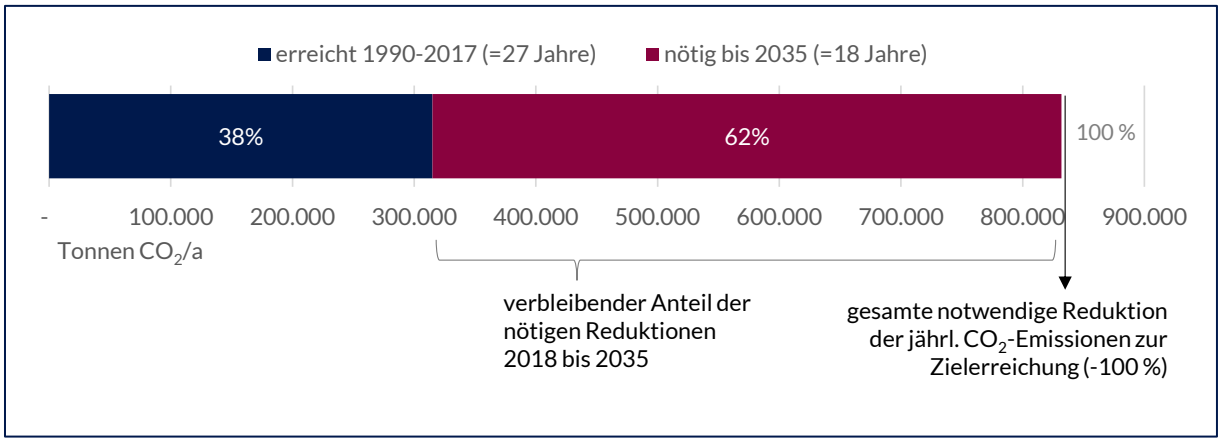

Abbildung 14: Handlungslücke bei den Treibhausgasemissionen im Vergleich der in den vergangenen Jahrzehnten erreichten Einsparungen [Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von (Klima-Bündnis e.V., 2022)]

Die Gesamtlänge des Balkens entspricht jeweils den gesamten jährlichen Emissionen zum Referenzzeitpunkt 1990, die es bis zur Klimaneutralität einzusparen gilt. Eingefärbt sind dabei die in der Vergangenheit bereits erreichten Emissionseinsparungen in den ersten 27 Jahren seit 1990 bis zur jüngsten Bilanzaktualisierung 2017 (blau). Rot eingefärbt sind die für die nächsten Jahre, bis in diesem Beispiel 2035, verbleibenden zu erreichenden Emissionsreduktionen.

Vereinfacht gesagt müssten insgesamt ca. 1,6-mal so viele Emissionen reduziert werden als bisher (62 % ggü. bisher 32 %), allerdings in deutlich kürzerer Zeit (18 statt 27 Jahre). **Die „Umsetzungsgeschwindigkeit“ muss sich um den Faktor 2,45 demnach mehr als verdoppeln.** V.a. angesichts der Tatsache, dass seit dem letzten Stand der Bilanzierung bereits fast sechs weitere Jahre vergangen sind. Es sind also **immense Anstrengungen** zu unternehmen, um die Klimaschutzziele in allen Sektoren signifikant schneller zu erreichen. Besonders vordringlich ist dabei ist die Reduktion des Wärmeverbrauchs.

4.2. Wichtige notwendige Maßnahmen aus dem „Masterplan 100 % Klimaschutz“ zur Zielerreichung (deutlich) vor 2050

In diesem Abschnitt folgt eine Betrachtung von Maßnahmen, die für die Erreichung der Klimaneutralität zwingend erforderlich sind. Diese basieren auf den im „Masterplan 100 % Klimaschutz“ für 2050 erarbeiteten Maßnahmen und fassen diese zu größeren Maßnahmenblöcken zusammen. Dabei wurden Maßnahmen aus jedem Verbrauchssektor sowie zur Energieversorgung ausgewählt und größtenteils qualitativ untersucht, **welche zusätzlichen Anstrengungen für eine vorzeitige Zielerreichung aus Gutachtersicht** erforderlich sind und

abgeschätzt, welche Auswirkungen dies hätte. Hier werden **zunächst alle Maßnahmen dargestellt, die faktisch notwendig sind** für die Klimaneutralität, unabhängig von möglichen Einschränkungen in deren Umsetzbarkeit. **Aus diesen Maßnahmen muss sich anschließend ein kommunales „Aktionsprogramm Klimaschutz" für die nächsten Jahre als nächster Schritt ergeben,** um etliche dieser Maßnahmen (nicht nur die Stadt selbst im eigenen Einflussbereich, sondern alle Akteure) zu unterstützen, begleiten, initiieren und fördern.

Eine Fragestellung dieses Positionspapiers besteht auch darin, zu bewerten, welche Handlungs- bzw. Einflussmöglichkeiten die Stadt Emden auf die Erreichung der Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen hat. Entsprechende Aussagen finden sich jeweils am Ende der nachfolgend aufgeführten Maßnahmenblöcke in Form einer vereinfachten Ampeldarstellung.

Handlungsfeld: Klimaschonende Industrie und GHD

→ *„Ganz Emden wirtschaftet klimaneutral."*

Verstärkte Energieeffizienzmaßnahmen im Gewerbe- und Industriesektor	

Ziel der Maßnahme	- Senkung des Energieverbrauchs im Gewerbe- und Industriesektor
	- Ziele lt. Masterplan:
	  o durchschn. Raumwärmebedarf: 40 kWh/m²a
	  o durchschn. Prozesswärmebedarf: 14 kWh/m²a
	  o Anteil sanierter Nutzfläche: 100 %

Beschreibung der Maßnahme	- Umsetzung der Nachhaltigkeitspläne im Rahmen der Transformation des Emder VW-Werks hin zur Elektromobilität (s. Exkurs) inkl. aktiver Begleitung durch Stadt Emden/ Klimaschutzmanagement (Projekt als Vorbild nutzen/ kommunizieren, Austausch organisieren, als Multiplikator wirken, s. auch Handlungsfeld „zusätzliche Maßnahmen") - Energieeffiziente Stromverbraucher: (vorzeitiger) Austausch ineffizienter Geräte/Maschinen (v. a. elektrische Antriebe/Maschinen, Klimatisierung, Beleuchtung etc.) - Energetische Gebäudesanierungen (Erhöhung der Sanierungsrate von Nichtwohngebäuden) - Heizungsoptimierungen - Nachhaltige Gewerbegebiete entwickeln: bspw. Kriterien aus Pilotprojekt Hafen als Standard/Empfehlung weiterentwickeln - Umstellung von Firmenflotten auf E-Mobilität - Einführung betriebliches Mobilitätsmanagement für Arbeitnehmer - E-Ladeinfrastruktur auf Mitarbeitendenparkplätzen einrichten - Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft (siehe „Exkurs: Rolle von Wasserstoff für die (Emder) Energiewende", S. 35) - Angebot Landstromversorgung im Hafen schaffen - Umstellung der Schiffsantriebe z.B. des NPorts und der Hafenfähren (Zeitpunkt idealerweise vor Lebenszeitende der Schiffe)

Herausforderungen bei der Umsetzung	- Zu geringe Sanierungstätigkeit gewerblich genutzter Gebäude - Neben Fördermitteln zu geringe weitere finanzielle Anreize zur Sanierung - Finanzielle Herausforderungen durch Energiekrise und steigende Energiepreise für die Zukunft der Betriebe Zeit- bzw. Personalmangel - kurze geforderte Amortisationszeiten/wirtschaftlicher Druck - Elektrifizierung von Industrie-Heizsystemen für Dampf und Hochtemperatur-Wärme herausfordernd
Ggf. weitere begleitende Maßnahmen	- Umstellung der Wärmeversorgung auf CO_2-freie Energieträger (wie z.B. Wärmepumpen mit Ökostrom, Biomasse oder Nahwärme) - Nutzung von Abwärmepotenzialen (z.B. von Elektrolyseuren) - Klimaneutrale Produktion von Prozesswärme - Nutzung aller gewerblichen Dachflächen (ggf. auch von Stellplätzen etc.) für Photovoltaikanlagen - Klimaschutz-Siegel und -Netzwerke für Unternehmen (Pakt für Einsparziele?) - Projekt Ökoprofit wieder aufnehmen - Stärkere Rolle/Fokus der Wirtschaftsförderung im Rahmen Neuaufstellung (Kooperation HS, IHK, Stadt) - Wiederbelebung der Netzwerkinitiative „greentech OSTFRIESLAND“ (s. Masterplan-Maßnahme G-03)
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Kommunale Handlungsmöglichkeiten sind begrenzt: Anreizinstrumente (z. B. Photovoltaik zur Eigenstromversorgung, ggf. Sanierungsvorgaben), politische Unterstützung & Akteurskoordination Größerer Hebel auf Bundes-/ EU-Ebene: verschärfte Sanierungsvorgaben, finanzielle Anreize, Vorschrift zu Technologien, CO_2-Preis, Internalisierung externer Kosten, Sicherung von Absatzmärkten für klimaschonende Produkte, Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Standards etc.
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil der Emissionen des Handlungsfeldes an den Gesamtemissionen von Emden (2017): 52 % Große Auswirkungen

Exkurs: Pläne zur nachhaltigen Energieversorgung des VW-Werks in Emden

Die Emder Energie- und CO_2-Bilanz wird wesentlich durch die schiere Größe des örtlichen VW-Werks bestimmt. Dessen Energieverbrauch macht gut 30 % des gesamten Emder Verbrauches aus, bei den Emissionen beträgt der VW-Anteil rechnerisch ca. 33 % (Akteursinterviews, 2022).

Ende Januar 2023 gab VW bekannt, die Emder Autoproduktion bis 2030 CO_2-neutral umgestalten zu wollen (Voitel, 2023). Das bedeutet, dass sowohl der Strom- als auch der Wärmeverbrauch des Werks komplett aus erneuerbaren Energien gedeckt werden soll. Ein Teilziel auf dem Weg dorthin sei es, den Energieverbrauch bis 2030 um ca. 10 % zu senken.

Die Hauptschwerpunkte zur Umsetzung des Planes in den nächsten Jahren sind:

1) Die Installation großer PV-Anlagen: Module im Umfang von ca. 15 MW sollen als Freiflächenanlage auf dem Areal der früheren Werksdeponie sowie auf zwei Hallendächern installiert werden. Geplant ist die Investition von ca. 16 Mio. € bis Ende 2023/Anfang 2024.
2) Die Integration von Windkraft: Derzeit in Prüfung ist die Betriebsübernahme und Einbindung der bestehenden Anlagen auf dem Werksgelände in das Energiekonzept der Fabrik sowie ggf. das Repowering oder der Neubau zur Erhöhung der Erzeugungskapazitäten.
3) Zur effektiven Integration der PV- und Windstromerzeugung in das lokale Energiesystem ist die Installation von Stromspeichern geplant. Als erstes soll ein 3,4 MWh-Batteriecontainer zum sog. „Peak-Shaving“ installiert werden (d.h. das Puffern von kurzen Verbrauchsspitzen, um weniger Leistung über das Netz beziehen zu müssen). Parallel dazu soll eine „künstliche Intelligenz“ genutzt werden, um zu lernen, wie die Batterie über das „Peak-Shaving“ hinaus in das zukünftige Energiekonzept eingefügt werden kann.

Zu den längerfristigen Plänen auf dem Weg zur CO_2-neutralen Produktion 2030 gehört die verstärkte Nutzung von Biomasse und Prozesswärme, der Aufbau eines „lebenden Batterielagers“ (400-500 MW Batterien zum Zwischenspeichern, die bei Bedarf aber auch für den Ersatz in E-Kfz nutzbar sind), der Bau eines Elektrolyseurs am Hafen (um z.B. Kraftstoffe für Schiffe zu produzieren) sowie die Schaffung einer nachhaltigeren Mitarbeitendenmobilität.

Handlungsfeld: Energieeffizientes Bauen & Sanieren

→ *„Alle Emder leben in energieeffizienten Wohngebäuden."*

(Hinweis: In diesem Handlungsfeld geht es primär um den Energieverbrauch von Gebäuden. Die Energieversorgung der Gebäude ist Teil des Handlungsfeldes „Erneuerbare Energieversorgung").

Erhöhung der Energieeffizienz privater Wohngebäude	

Ziel der Maßnahme	- Verringerung des Endenergieverbrauchs durch die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäudebauteilen
	- Ziele lt. Masterplan:
	  ○ durchschn. Raumwärmebedarf: 50 kWh/m²a
	  ○ Anteil sanierter Wohnfläche: 100 %

Beschreibung der Maßnahme	- Deutliche Erhöhung der Sanierungsrate (auf ca. 5 %) - Sanierungseffizienzen so weit wie möglich steigern, wo immer möglich: mind. Niedrigenergiehaus-Standard (v. a. bei Gebäuden ohne Wärmenetzanschluss) - Vorziehen von Sanierungen außerhalb des regulären Sanierungszyklus (v. a. schlecht gedämmte Gebäude der 1950er-70er Jahre) - Fokus auf Wohnungsbaugenossenschaften (Kooperationen im Rahmen der komm. Wärmeplanung, s. u.) - Verbindliche Energiestandards in Bebauungsplänen für Sanierungen und Neubauten (z.B. nur noch klimaneutrale Plus-Energie-Neubauten) - Antrag für ein energetisches Sanierungsmanagement (KfW 432 b) zur Umsetzung des Quartierskonzeptes „Emden im Wallring" - Weitere Umsetzung des energetischen Sanierungsmanagements in Borssum und Realisierung von energetischen Maßnahmen unter Einsatz von Mitteln aus der Städtebauförderung („Sozialer Zusammenhalt") - Ausweisung weiterer Sanierungsgebiete (klassisch und/oder vereinfachtes Verfahren -> Steuervorteile bei Sanierung (Abschreibung von 100 % über 12 Jahre) - stärkere Verzahnung der Quartierssanierungskonzepte mit Sanierungsgebieten forcieren und umsetzen - Einhaltung der Sanierungsvorgaben nach Gebäudeenergiegesetz stärker überwachen/kontrollieren - Strategische Nutzung des Baulückenkatasters (z.B. hinsichtlich Nahwärmenetzen/Wärmeplanung)
Herausforderungen bei der Umsetzung	- Zu geringe Sanierungstätigkeit, v. a. von privaten Einzeleigentümer*innen (ca. 1 %/a) - Verpflichtende Sanierungsstandards zu gering - Neben Fördermitteln zu geringe weitere finanzielle Anreize zur Sanierung (Mieter-Vermieter-Dilemma) - Sehr hoher Investitionsbedarf für Eigentümer*innen aufgrund der Preissteigerungen am Markt für Baumaterialien

	- Angst vor steigenden Mieten durch hohe Sanierungskosten - Erhöhter Personalbedarf beim Bauordnungsamt/Bauaufsicht - Engpass bei Bau- & Handwerkerunternehmen sowie Baumaterialien und Rohstoffen
Ggf. weitere begleitende Maßnahmen	- Höhere Sanierungstätigkeit anreizen (z. B. durch kommunale Förderinstrumente, ordnungsrechtliche Maßnahmen) - Konsequente Nutzung der kommunalen Handlungsspielräume, z. B. das Instrument des besonderen Städtebaurechts (Ausweisung eines Sanierungsgebietes auf Basis eines Klimaschutz-/ Quartierskonzeptes zur Erreichung konkreter Klimaschutzziele) - Einhaltung der Sanierungsvorgaben nach Gebäudeenergiegesetz stärker überwachen/kontrollieren - Quartierssanierungskonzepte forcieren und umsetzen - Nutzung der Potenziale des seriellen Bauens und Sanierens („Energie-Sprung/ Energiesprong“) - Ausdehnung/Erweiterung Beratungsangebot zu energetischer Sanierung auf ganze Stadt: mehr Personal und Öffentlichkeitsarbeit/Kampagnen, aufsuchende Beratungsoffensive (z.B. Neuauflage der Kampagne „Taten statt Warten“ von 2014) - Steuervorteile in Sanierungsgebieten (klassisch und/oder vereinfachtes Verfahren stärker bewerben) - Teilnahme am Projekt „Grüne Hausnummer“ ab 2023 (Kooperation mit KEAN) - (verstärkte) Fördermittelberatung - Qualifizierung von Handwerksunternehmen und Berater*innen
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Lokale Handlungsmöglichkeiten da, aber nur schwacher Hebel: Anreizinstrumente im Bestand oder Bebauungspläne/ Neubauvorgaben Größerer Hebel auf Bundes-/ EU-Ebene: verschärfte Sanierungsvorgaben, finanzielle Anreize
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil der Emissionen des Handlungsfeldes an den Gesamtemissionen von Emden (2017): 25% (davon Wärmeemissionen 19% und Stromemissionen 6 %)

Handlungsfeld: Energieoptimierte kommunale Gebäude

→ *„Die Emden kommunalen Gebäude sind energieeffiziente & CO_2-neutrale Vorbilder."*

Sanierung und Umstellung der Energieversorgung aller kommunalen Liegenschaften	
Ziel der Maßnahme	- Verringerung des Endenergieverbrauchs durch die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäudebauteilen - Umstellung der Wärmeversorgung von fossilen auf regenerative Energieträger (v. a. Erdgas auf Solarthermie, Biomasse/Holzhackschnitzel, Wärmepumpen bzw. klimaneutrale Nahwärme) - Hohe Vorbildwirkung klimaneutral sanierter öffentlicher Liegenschaften
Beschreibung der Maßnahme	- Entwicklung einer konsistenten Sanierungsstrategie mit Finanzierung & Planungspersonalausstattung - Optimierung der Heizungssysteme - Erhöhung der Sanierungsrate & Vorziehen von Sanierungen außerhalb des regulären Sanierungszyklus - Sanierungseffizienzen so weit wie möglich steigern, wo immer möglich (v. a. bei Gebäuden ohne Wärmenetzanschluss) - Umstellung der Wärmeversorgung von fossilen auf regenerative Energieträger bzw. regenerative Wärmenetze (im Einklang mit der kommunalen Wärmeplanung) - Nahwärmenetz Kulturviertel erweitern: Nordseehalle, Grundschule Früchteburg anschließen (Festspielhaus am Wall aktuell in Vorbereitung) - Nur noch klimaneutrale kommunale Neu-/Erweiterungsbauten - Bei notwendigen Dachsanierungen immer PV mit einplanen - Umsetzung des PV-Ausbaukonzeptes für kommunale Liegenschaften forcieren: möglichst Ausstattung jeder Liegenschaft mit Photovoltaik zur anteiligen Eigenstromversorgung (mind. 3-5 Anlagen jährlich errichten) - Langfristplan & Lebenszyklusbetrachtung bei Heizungsumstellung/Wärmeversorgung inkludieren - Sensibilisierung/Kampagne für energiesparendes Nutzerverhalten (z. B. Einführung einer „Dienstanweisung Energie")
Herausforderungen bei der Umsetzung	- Zu geringe Sanierungstätigkeit - Sehr hoher Investitionsbedarf, nicht ausreichende finanzielle Mittel - Teilweise nicht ausreichende Infrastruktur für moderne Wärmeversorgung: Wärmenetze häufig (noch) nicht vorhanden, Stromanschluss muss ggf. für Wärmepumpe ertüchtigt werden - Fehlendes Vertrauen in innovative Technologien - Hohe Denkmalschutz-/Brandschutzanforderungen - Knappe Personalkapazitäten zur Planung und Umsetzung - Engpass bei Bau- & Handwerkerunternehmen sowie

	Baumaterialien und Rohstoffen
Ggf. weitere begleitende Maßnahmen	- Bei Neubau/Erweiterungsbau auf möglichst kompakte Bauweise achten (Verhältnis Innenvolumen zu Außenfläche) - Gebäudebegrünung (Fassade, Dach) als passive Dämmung - Gegenüberstellung von Sanierung und Neubau in Bezug auf die „graue Energie“ (d. h. besser Sanieren statt Neubau) - Bestehende Contractingverträge durch Verpflichtung zu mehr erneuerbaren Energien ergänzen - Pilotprojekt Denkmalschutz und Klima starten (ggf. Fördergelder hierzu einwerben) - Smart Metering als Erweiterung des Energiemanagements/-controllings - Einrichtung eines (rollierenden) kommunalen Klimaschutzfonds o. ä. zur Vorfinanzierung von energetischen Sanierungs- oder investiver Klimaschutzmaßnahmen im kommunalen Einflussbereich (bspw. gespeist aus Einnahmen aus der finanziellen Beteiligung Emdens als Anliegergemeinde an den Erträgen von Wind- und Solaranlagen gem. § 6 EEG)
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Lokale Handlungsmöglichkeiten vorhanden
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil der Emissionen des Handlungsfeldes an den Gesamtemissionen von Emden (2017): Emissionen durch Wärmeverbrauch: 3 % , Emissionen durch Stromverbrauch 2 % (aber wichtiger Aspekt: **hohe Vorbildwirkung**!)

Handlungsfeld: Nachhaltige Mobilität

Hinweis: Das Handlungsfeld besteht aus zwei separaten Maßnahmenkategorien:

1) *Reduzierung der individuellen verbrennungsmotorisierten Mobilität (d.h. Verbrauchsminderung)*
2) *Dekarbonisierung der Mobilität (d.h. Emissionsminderung der verbleibenden Verbräuche)*

→ *„Emden ist ein Vorreiter nachhaltiger Mobilität.“*

→ *„Ganz Emden ist CO_2-neutral unterwegs.“*

Reduzierung der individuellen verbrennungsmotorisierten Mobilität	
Ziel der Maßnahme	- Verringerung des Anteils des MIV am Modal Split zu Gunsten des Umweltverbundes - Modal Split: ca. 63 % Umweltverbund, 37 % MIV - MIV vollständig treibhausgasneutral (E-Mobilität) - Systematische Förderung Fuß- und Radverkehr sowie ÖPNV - Schwerlastverkehr und Spezialnutzfahrzeuge ebenfalls auf treibhausgasneutrale Antriebsformen umstellen

Beschreibung der Maßnahme	- Leistungsfähiger ÖPNV zur Verdopplung der beförderten Personenkilometer (Anpassung der Linien, dichtere Taktung, Schaffung eines effizienten On-Demand-Angebots für weniger frequentierte Randbereiche) - Attraktivierung der nachhaltigen Mobilitätsangebote zur Reduzierung des privaten Fahrzeugbestandes um ca. 5-600 Fahrzeuge/Jahr (Reduzierung der Fahrzeuge in Privatbesitz um mind. 1/3) - Aktive Nutzung des Instrumentes der Stellplatzsatzung zur Anreizung des PKW-Verzichts (z. B. durch Verringerung von Stellplatzschlüsseln, Ermöglichung alternativer Mobilitätsangebote für Bewohner) - Fortschreibung und konsequente Umsetzung des Radverkehrskonzepts (Masterplan Radverkehr 40%) - Systematische Förderung Fuß- und Radverkehr: z. B. Umsetzung und Weiterentwicklung des Fußverkehrskonzeptes für Bereiche außerhalb der Innenstadt (aktuell im Rahmen des IEQK „Emden im Wallring“ erstellt) - Ausbau und Qualifizierung der Fuß- und Radwege - Verstärkte Einrichtung von Fahrradstraßen (Schaffung eines Fahrradstraßennetzes/ Rückkopplung zum Masterplan Radverkehr 40%) - Einrichtung von Mobilitätstationen, verkehrsmittelübergreifender Informationen und Tarifangebote zur Förderung der Multi- und Intermodalität - Schaffung und Ausweitung (E-)Bikesharing-Angebot - Verstärkter Ausbau von Carsharing (rd. 20 neue Carsharing-Fahrzeuge pro Jahr zum Ersatz wegfallender Privatfahrzeuge) - Autoarme/-freie Innenstadt und Stadtquartiere (z. B. Innenstadtmaut, modale Filter) - Umsetzung des erstellten Parkraumbewirtschaftungskonzepts: aktive strategische Nutzung als Stellschraube - Weitere Verlegung des (überregionalen) Lieferverkehrs für das VW-Werk auf die Schiene („kombinierter Verkehr“)
Herausforderungen bei der Umsetzung	- hoher Investitionsbedarf zur Modernisierung/Ausbau der Infrastruktur (Fuß, Rad, ÖPNV) - Fehlende finanzielle & personelle Kapazitäten (u.a. für Planung oder Abruf von Fördermitteln) - Hohe Bürokratieanforderung und Zeitverzögerungen bei der Umsetzung von verkehrsplanerischen Maßnahmen - intensive Verteilungskämpfe um begrenzten öffentlichen Raum - ursprünglich stark Auto-zentrierte Stadt- & Verkehrsplanung
Ggf. weitere begleitende Maßnahmen	- Potenzial der „Pull-Maßnahmen“ ist begrenzt, ergänzend verstärkte „Push-Maßnahmen“ nötig (z. B. Tempo 30 stadtweit) - Regelmäßiges Monitoring des Modal Splits und dessen Entwicklung - Antrag E-Mobilität (geplant mit „Allianz für Ostfriesland“ im Rahmen der Fördermittel für die „Zukunftsregionen in

	Niedersachsen“, ggf. Thema in anderem Kontext wieder aufnehmen) - Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplanes unter angepassten Prämissen/Prioritäten (schnellere Klimaneutralität) - Kooperation/Abstimmung des ÖPNV-Ausbaus, Radwegeausbaus und der Fußwegeanbindungen mit Bedürfnissen der Mitarbeitenden großer Akteure (z.B. VW, Hochschule), um den Pendler-Modal-Split zu beeinflussen - Betriebliches Mobilitätsmanagement bei der Emder Stadtverwaltung und in Emder Unternehmen inkl. Jobrad/-ticket - Erhöhung der Radverkehrsausgaben pro Kopf (Richtwert 30 €/ Einwohner*in = ca. 1,5 Mio. € pro Jahr)
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Lokale Handlungsmöglichkeiten vorhanden, aber begrenzt: v. a. Infrastruktur & Stadt-/Verkehrsplanung (Pull-Maßnahmen) Wichtige Unterstützungshebel auf Bundes-/ EU-Ebene: stärker gefasstes kommunales/lokales Verkehrsplanungsrecht (z. B. für Verbot Verbrennerfahrzeuge u. a. Push-Maßnahmen) nötig
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil des Verbrauchs des Handlungsfeldes am Gesamtverbrauch von Emden (2017): 17 % Mittlere Auswirkungen

Dekarbonisierung der Mobilität	
Ziel der Maßnahme	- Komplette Umstellung auf E-Mobilität auf Basis von 100 % erneuerbarem Strom - Ziel: 100 % regenerative Antriebe im MIV und ÖPNV (inkl. Fähren) - Auch im Lastgüterverkehr Verzicht auf Verbrennungsmotore
Beschreibung der Maßnahme	- Umsetzung des E-Mobilitätskonzeptes für den kommunalen Fuhrpark (aktuell in Erstellung) - Bis 2035 ca. 15.000 E-Autos (+1.000/a neu zulassen) - Weiterer Ausbau Ladeinfrastruktur (private in/an Wohngebäuden sowie im öffentlich zugänglichen im Stadtgebiet) - Aufbau ca. 500 öffentliche Ladepunkte (d. h. etwa 35 LP/Jahr neu zu errichten) - Umrüstung der Busse auf E-Motoren - Verbot von Verbrennungsmotoren (z. B. in der Innenstadt) - Umrüstung der Fähren auf klimaneutrale Antriebe: Borkum-Fähren der AG EMS von LNG auf Bio-Kraftstoffe (bzw. Elektrifizierung bei Neuanschaffung prüfen)

	- Ggf. Bio-/synthetische Kraftstoffe oder Wasserstoff ausschließlich für Nischenanwendungen (Nutzfahrzeuge, Schwerlast-/Güterverkehr, Schifffahrt)
Herausforderungen bei der Umsetzung	- Lange Austauschraten v. a. privater Fahrzeuge - Immer noch zu geringe Anzahl öffentlicher Ladestationen - Schleppender Neubau von (auch privaten) Ladepunkten - Höhere Investitionskosten in E-Fahrzeuge - Begrenzte Verfügbarkeit von Wasserstoff-Fahrzeugen - Geringes Vertrauen in Alltagstauglichkeit („Reichweitenangst“) - Begrenzte Einflussmöglichkeiten der Kommunen auf private Kaufentscheidungen
Ggf. weitere begleitende Maßnahmen	- Temporäre Privilegierung von E-Mobilität im öffentlichen Raum (kostenfreies/-reduziertes Parken ausweiten, bevorzugte Spuren oder privilegierter Zugang zu autoarmen Quartieren – wichtig: mit steigenden Anteilen von E-Fahrzeugen ist Privilegierung nicht mehr notwendig bzw. kontraproduktiv) - Ertüchtigung des Verteilnetzes für flächendeckenden Ladeinfrastrukturausbau - Einrichtung Tankinfrastruktur für Lkw mit Bio-/Synthetikkraftstoff (z. B. Hub am Hafen mit Synergien für Schifffahrt) und/oder H_2 (erste Projekte geplant, siehe Exkurs)
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Lokale Handlungsmöglichkeiten begrenzt: Anreize setzen, Bevorzugung E-Fahrzeuge im Straßenverkehr, Ausbau Ladeinfrastruktur koordinieren/forcieren (Akteur Stadtwerke Emden), lokale Förderinstrumente Größerer Hebel auf Bundes-/ EU-Ebene: schärfere Emissionsvorgaben für Neuwagen, Förderungen, Push-Maßnahmen
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil der Emissionen des Handlungsfeldes an den Gesamtemissionen von Emden (2017): 18 % Mittlere Auswirkungen

Handlungsfeld: Erneuerbare Energieversorgung

Hinweis: Das Handlungsfeld besteht aus zwei separaten Maßnahmenkategorien:

1) *Erzeugung von CO_2-neutraler Wärme*
2) *Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung*

→ *„Emden hat den Umstieg auf eine 100 % erneuerbare Wärmeversorgung geschafft."*

→ *„Emden ist ein bedeutender ‚Stromexporteur'."*

CO_2-neutrale Wärmeversorgung	
Ziel der Maßnahme	- Vollständiger Ausstieg aus fossilen Energieträgern - Verbleibender Wärmebedarf (nach Bedarfsreduzierung und Effizienzsteigerung) der nicht an Wärmenetze angeschlossenen Gebäude (Einzelheizungen) muss vollständig durch 100 % regenerative Energieträger gedeckt werden

Beschreibung der Maßnahme	- Erstellung kommunaler Wärme-Masterpläne in Kooperation mit den Stadtwerken Emden
	  ○ Ziel CO_2-Neutralität (d.h. EE-ready, keine direkte Nutzung von H_2)
	  ○ sind lt. niedersächsischem Klimaschutzgesetz ab 2026 gesetzlich vorgeschrieben
	- Umstellung auf CO_2-neutrale Wärmenetze als nächster zukunftsweisender großer Schritt (keine temporären Zwischenlösungen)
	- Möglichst Pflicht zur erneuerbaren Wärmeversorgung bei Neubau/Sanierung einführen, soweit (zukünftig) im Handlungsbereich der Stadt (vgl. Neubaugebiet Conrebbersweg West)
	- Ertüchtigung/Ausbau/Erweiterung bestehender Netze (z. B. in die Jahre gekommenes NW-Netz Barenburg als Pilotprojekt zur Nutzung der Elektrolyseurabwärme oder Tiefengeothermie)
	- ggf. Aufbau neuer Netze (Potenzialuntersuchung aufbauend auf bestehendem Wärmeatlas zur Identifizierung und Planung von Ausbaupotenzialen der Fernwärme)
	- Mit Pilot-Netz anfangen & Kern zum weiteren Ausbau im Bestand nutzen
	- Keine Einzelheizungen bei Neubaugebieten zulassen, soweit (zukünftig) im Handlungsbereich der Stadt
	  ○ Quartierslösungen in verdichteten Gebieten
	  ○ In weniger dichten Wohn- & Gewerbegebieten sonst dezentrale Lösungen mit (Luft-)Wärmepumpe (inkl. PV, ggf. Speicher)
	  ○ Ziele:
	  ▪ bis 2030 ca. 30 % der Wohngebäude mit Wärmepumpen umrüsten (entspricht ca. 4.500 Gebäuden in Emden d.h. ca. +500 WP/a)

	▪ bis 2045 ca. 70 % der Wohngebäude mit WP (entspricht ca. 10.500 Geb., d.h. ab 2031 +400 WP/a) Schätzungen gemäß (Öko-Institut und Fraunhofer ISE, 2022) - Reduzierung der Netzverluste und Effizienzsteigerung im Wärmenetz (Absenkung Netzrücklauftemperatur, Optimierung der Übergabestationen) - Umstellung auf Niedertemperaturnetze zur einfacheren Einbindung (dezentraler) Solarthermie, Geothermie, Abwärme und Umweltwärme - Ausweitung der Fernwärmevorranggebiete & ggf. Anschluss- und Benutzungszwang - Einbindung Großwärmepumpe & ggf. saisonaler Großwärmespeicher als Teil der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung - Verstärkte Nutzung industrieller/gewerblicher Abwärmepotenziale (z.B. von lokalen Kühlhaus-Betreibern) - Ausbau Solarthermie (Potenzial lt. Masterplan/Solarkataster: ca. 300.000 m² = 1.530 GWh/a, entspricht theoretisch dem 4-fachen des privaten Wärmebedarfs in Emden)
Herausforderungen bei der Umsetzung	- Zu geringe Austausch-/Erneuerungsraten der Heizungssysteme - Bislang zu geringe Förderanreize für den Austausch fossiler Heizungssysteme - Vorgaben zu klimafreundlichen Technologien (Mindestanteil EE) bei Neubau/Austausch von Heizungen gem. Gebäudeenergiegesetz erst spät (gemessen an wiss. Notwendigkeit) - Begrenzte/teure Verfügbarkeit alternativer Energieträger (H_2 und/oder synthetische Energieträger - Einsatz für Wärme-/Stromerzeugung allerdings so weit wie möglich reduzieren, da Bedarf in anderen Sektoren) - Geringer CO_2-Preis - Vollkostenrechnung (Investitions- und langfristige Betriebskosten) zu wenig berücksichtigt - „Mieter-Vermieter-Dilemma“ (Investitionen durch Eigentümer*innen nötig, Mieter profitieren allerdings von geringeren Verbrauchskosten) - Erhöhung der Erzeugungskosten → steigende Wärmepreise (Gewährleistung der Sozialverträglichkeit) - Schwierige Untergrundbedingungen für Wärmenetze in Emden - Fehlendes Vertrauen in/Erfahrung mit innovative(n) Technologien
Ggf. weitere begleitende Maßnahmen	- Dekarbonisierungsstrategie der Stadtwerke - Verstärkte Gebäudesanierung (s. Handlungsfeld „Energieeffizientes Bauen & Sanieren“, S. 22) - Anreize/Förderungen zur Heizungsumstellung außerhalb der Sanierungszyklen (besonders für einkommensschwache Gebäudeeigentümer*innen) - Strategie „grünes Emden“ der Stadtwerke Emden

	konkretisieren/operationalisieren - Frühzeitige Ausweisung von Neubaugebieten als Anschlussgebiete für das Fern- oder für ein Nahwärmenetz - Anreize/Förderungen zur Heizungsumstellung außerhalb der Sanierungszyklen - Ausbau Wärme-Contracting (v. a. Prozesswärmeversorgung) - Qualifizierung von Beratungs- und Handwerksunternehmen - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze nutzen (unterstützt den Bau neuer Wärmenetze mit mindestens 75 % erneuerbaren Energien und Abwärme sowie die Dekarbonisierung bestehender Netze)
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Lokale Handlungsmöglichkeiten begrenzt auf Neubauten: Umstellung der Energieträger, Wärme(netz)planung, Anschluss- und Benutzungszwang Wichtige Hebel (v. a. Bestandsgebäude) auf Bundes-/ EU-Ebene: CO_2-Emissionshandel, Förderprogramme
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil der Emissionen des Handlungsfeldes an den Gesamtemissionen von Emden (2017): 44 % Große Auswirkungen

Ausbau der regenerativen Stromerzeugung	
Ziel der Maßnahme	- Erschließung lokal/regional vorhandener Potenziale regenerative Stromerzeugung (PV & Wind)

Beschreibung der Maßnahme	- schnellerer Zubau von Photovoltaik
	- Umsetzung der beantragten Potenzialstudie zum PV-Ausbau
	- Geschätzte PV-Potenziale & -Projekte:
	  ○ Bis zu 1,2 Mio. m² (privater & gewerblicher) Dachflächen geeignet (lt. Solarkataster), d.h. ca. 200- 240 MWp (Annahme 0,2 kWp/m²)
	  ○ Nutzung kommunaler Dachflächen für Photovoltaik: 27 Gebäude mit rd. 50.000 m² Fläche, d.h. 6-10 MWp Potenzial (Priorität bei Schulen)
	  ○ Bedachung öffentlicher Parkflächen mit Photovoltaik: Potenzial lt. Masterplan 80.000 m², d.h. ca. 16 MWp
	  ○ Agri-PV (Potenzial: ca. 10 % der landwirt. Fläche = ca. 600 ha & 0,25 MWp/ha -> 150 MWp)

	○ Freiflächen-PV-Anlagen aktuell geplant: ▪ SWE: Bau einer Freiflächen-PV-Anlage an der BAB 31 (ca. 65 MWp) ▪ Wybelsumer Polder: FF-PV mit 94 MW (Beweidung unter Modulen möglich) (Lipperheide, 2023) - Geschätzte Potenziale Windenergie auf Vorrangflächen: ○ lt. Flächenpotenzialanalyse auf 46 ha im Gemeindegebiet theoretisch möglich (Pape, et al., 2023) ○ anteiliger Anteil von Emden am niedersächsischen Flächenziel = 9 ha (ebd.) -> Potenzial für ca. 50 MW ○ Ziel lt. Masterplan ca. 50 MW) ○ Repowering der 72 bestehenden Anlagen mit durchschnittlicher Anlagengröße von 3 MW = 216 MW (d.h. läge deutlich über vom Land angestrebten Ausbauziel) - Errichtung Kleinwindanlagen wo möglich, v. a. Gewerbegebäude und -gebiete): Potenzial rd. 1 MW (ca. 200 Stk. à 5 kW, wenn für Windzone IV zertifiziert)
Herausforderungen bei der Umsetzung	- Steigender Strombedarf (u. a. durch Sektorenkopplung, E-Mobilität) - Denkmalschutz - Lange Planungs- und Genehmigungsdauern
Ggf. weitere begleitende Maßnahmen	- Umsetzung Solardachpflicht bei Neubau & Sanierung - Aktualisierung & breitere Kommunikation des Solarkatasters (Gebäudebestand, Eignungsbewertung, Potenziale mit aktueller Technik) - Ausbau Verteilnetz, um mit veränderten Stromflüssen zurechtzukommen (Smart Grid) - Überarbeitung der Denkmalschutzrichtlinien hinsichtlich der Ermöglichung von mehr PV-Nutzung - Erhöhung des lokalen Ökostromanteils durch verstärkte Nutzung von PPAs (direkte „Stromliefervereinbarung“, z. B. von abgeschriebenen, aus dem EEG herausfallenden Windparks)
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Lokale Handlungsmöglichkeiten begrenzt: Nutzung kommunaler Dachflächen, Solardachpflicht Wichtige Hebel auf Bundesebene: Ausbau EE in großem Stil, Planungsbeschleunigung, Strommarktdesign
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil der Emissionen des Handlungsfeldes an den Gesamtemissionen von Emden (2017): 39 % Große Auswirkungen

Handlungsfeld: Organisation

→ *„Emden hat bis Ende 2025 ein Konzept für die klimaneutrale Verwaltung beschlossen."*

→ *„Klimaschutz ist in der Politik & Stadtverwaltung von Emden auf allen Ebenen fest etabliert."*

Kommunaler Einflussbereich	
Ziel der Maßnahme	Stärkung der Klimaschutzthemen in Politik und Verwaltung

Beschreibung der Maßnahme	- Erarbeitung und Beschließung eines Klimaschutzkonzeptes für die Emder Verwaltung (lt. NklimaG § 18)
	  ○ Gelder vom Land werden ab 2024 für 1,5 Stellen zur Begleitung und Umsetzung der klimaneutralen Verwaltung zugewiesen
	  ○ wichtig: zusätzliche Stellen schaffen, keine bestehenden damit finanzieren
	- Klimaschutz organisatorisch, strukturell und personell weiter stärken
	  ○ mittelfristig mehr Personal bei Stadt für Querschnitts-aufgaben zur Verfügung stellen (geschätzt anhand engagierter Kommunen ähnlicher Größe insgesamt ca. 5-10 Vollzeitstellen)
	  ○ Mehr finanzielle Mittel für die Umsetzung von Maßnahmen im kommunalen Einflussbereich bereitstellen
	  ○ Einführung von Zeitvorgaben und konkret messbaren Zielen bei Maßnahmenentwicklung (z. B. aufbauend auf eea)
	- Weitere Themenbereiche in den Fokus nehmen:
	  ○ Suffizienz & Konsum (Problem: konsumabhängige Emissionen werden nach dem Territorialprinzip nicht in der Emder Bilanz erfasst)
	  ○ Landwirtschaftsemissionen
	  ○ Klimafolgenanpassung
	- Schaffung eines Ressourcenzentrums (zusammen mit der HS Emden/Leer)

Herausforderungen bei der Umsetzung	- Begrenzte personelle und finanzielle Ressourcen - Klimaschutz ist (noch) keine kommunale Pflichtaufgabe
Ggf. weitere begleitende Maßnahmen	- Vollständige Umrüstung Straßenbeleuchtung auf LED, Konzept zur Dimmung - Stärkere Kommunikation über gute Beispiele (z.B. Aktivitäten auf Campus) in der Öffentlichkeit als Vorbild - Beibehaltung der regelmäßigen Aktualisierung der Energie- und CO_2-Bilanz (z. B. alle drei Jahre) für die Gesamtstadt und kontinuierliches Monitoring von Kennzahlen - Weiterentwicklung und Anstreben neuer Ziele beim European

	Energy Award - Einwerbung von Fördermitteln
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Lokale Handlungsmöglichkeiten vorhanden
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil der Emissionen des Handlungsfeldes an den Gesamtemissionen von Emden (2017): Nicht genau zu beziffern Mittlere Auswirkungen

Handlungsfeld: zusätzliche Maßnahmen

→ *„Emden hat Klimaschutz in allen Bereichen umgesetzt."*

Sonstige Maßnahmen	
Ziel der Maßnahme	Klimaschutz in allen anderen, nicht von den o.g. Handlungsbereichen erfassten, Feldern umsetzen

Beschreibung der Maßnahme	- Fokus Klimakrisenanpassung: Konzept Klimafolgenanpassung entwickeln und in Maßnahmenstrategie und Umsetzung überführen (Maßnahmen umsetzen, Kampagnen entwickeln, Öffentlichkeitsarbeit machen)
	- Fokus auf Emissionen der Landwirtschaft legen
	- Klimaschutzkonzepte für große (öffentliche) Akteure initiieren/Fördermittel anwerben (z.B. Hochschule Emden/Leer)
	- Fokus auf Akteursbeteiligung/Kooperation
	  o „Klimapakt" mit großen Verbrauchern/Akteuren als (freiwillige) Selbstverpflichtung & Netzwerk/Multiplikatoren
	  o Klimaparlament an mehr/allen Schulen (bestehende Projekte erweitern) -> Verknüpfung mit bestehendem Nachhaltigkeitszertifikat der HS
	  o Klimaräte institutionell (beratend) in Stadtpolitik einbinden, eigenes Budget für Maßnahmen zuweisen
	- Bildung
	  o „Projekt 50/50" wiederaufnehmen
	  o Bildungsprojekte für weiterführende Schulen durch Ökowerk („E-SPAS+") initiieren/unterstützen
	  o Kooperation/Netzwerk v. Bildungseinrichtungen (Ökowerk, HS, VHS, Schulen) -> Abstimmung über Schwerpunkte, Zielgruppenspezifische Aufgabenteilung, niedrigschwellige Nutzbarmachung der jeweiligen Kompetenzen für andere Akteure

Herausforderungen bei der Umsetzung	- Abhängigkeit geförderter Projekte von begrenzter Projektlaufzeit, fehlende Planungssicherheit - Abhängigkeit vom privaten/freiwilligen Engagement einzelner Akteure
Akteur*innen/ Handlungsebene	Stadt EMDEN Lokale Handlungsmöglichkeiten vorhanden
Auswirkungen auf Zielerreichung	Anteil der Emissionen des Handlungsfeldes an den Gesamtemissionen von Emden (2017): Nicht genau zu beziffern Kleine Auswirkungen

Exkurs: Rolle von Wasserstoff für die (Emder) Energiewende

Wasserstoff wird für ein zukünftig vollständig dekarbonisiertes Energiesystem eine **entscheidende Rolle** spielen. Wasserstoff ist ein flexibel einsetzbarer und leicht transportierbarer Energieträger (in Pipelines oder Transport-LKW). Wenn er zu 100 % aus erneuerbaren Energien hergestellt wird, ist er zudem klimaneutral. Sein Einsatz ermöglicht, Deutschlands Industrie sowie den Lkw-, Schiff- und Flugverkehr klimaschonend umzugestalten.

Abhängig von seiner Herstellungsart gibt es **verschiedene „Farben" von Wasserstoff**:

- Grüner H2: Herstellung in Elektrolyse mit Ökostrom
- Roter H2: Herstellung in Elektrolyse mit Strom aus Atomkraft
- Gelber H2: Herstellung in Elektrolyse aus nicht 100 % klimaneutralem Strommix
- Grauer H2: Herstellung aus Erdgas bei Freisetzung von CO_2
- Blauer H2: Grauer Wasserstoff, bei dem das CO_2 mittels CCS abgeschieden und gespeichert wird.
- Türkiser H2: Herstellung mittels Pyrolyse aus Methan
- Weißer H2: natürlich vorkommende Wasserstoffvorkommen

Wasserstoff spielt im heutigen fossilen Energiesystem als Sekundärenergieträger für Raffinerieprozesse und die chemische Industrie eine Rolle. Grundsätzlich ist Wasserstoff in allen Anwendungsbereichen, etwa Verkehr, Industrie und Gebäuden, als Endenergieträger technisch denkbar. Allerdings ist dessen **breiter Einsatz** (wie auch der von sog. „E-Fuels") vor dem Hintergrund der Energieeffizienz und des Ressourceneinsatzes **nicht zweckmäßig**. Verglichen mit elektrolytisch hergestelltem Wasserstoff kann deutlich mehr fossile Energie ersetzt und mehr Treibhausgasemissionen reduziert werden, wenn der erneuerbare Strom direkt eingesetzt wird (s. Abbildung 15).

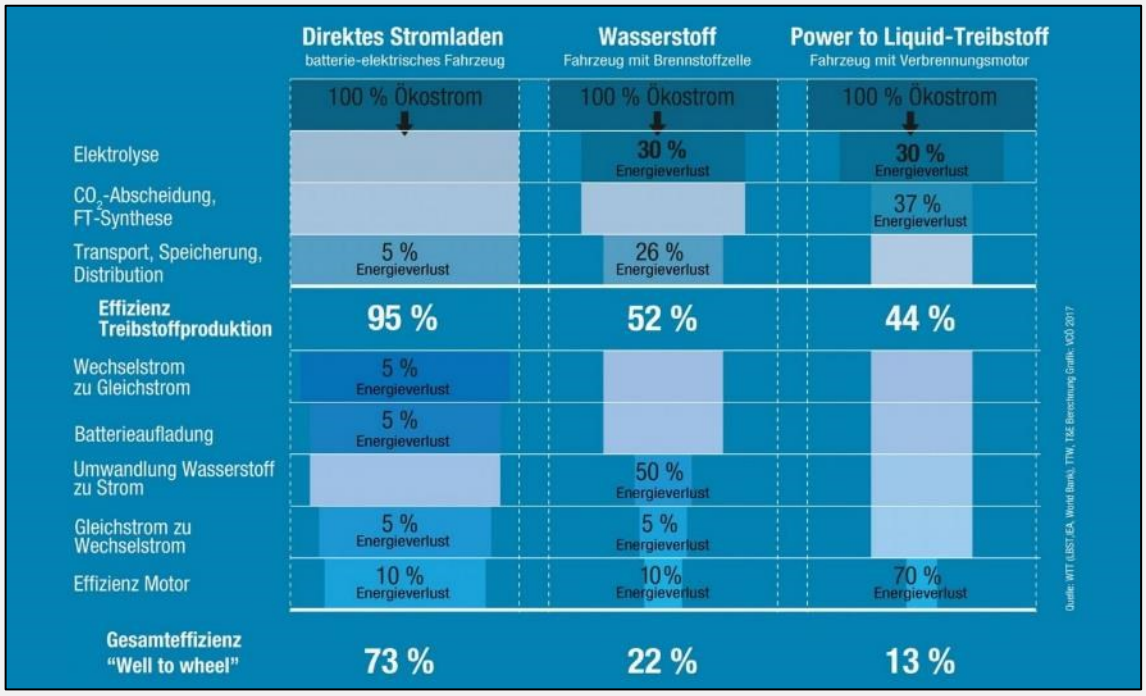

Abbildung 15: Vergleich der Effizienz verschiedener Energiequellen für den Einsatz in Fahrzeugen (Quelle: (VCÖ, 2021))

Wissenschaftler haben die **möglichen Anwendungsbereiche von Wasserstoff** anhand der voraussichtlichen Kosten und technischen Notwendigkeiten in eine schematische Einsatzreihenfolge gebracht (s. Abbildung 16) und, angelehnt an Energieeffizienzklassen, von A (alternativlos) bis G (unwirtschaftlich) bewertet. Nur dort, wo es technisch nicht möglich ist, erneuerbare Energien und erneuerbaren Strom direkt zu nutzen, sollten Brennstoffe, also auch Wasserstoff zum Einsatz kommen. So wird Wasserstoff direkt als Brennstoff in Gaskraftwerken erforderlich sein, um die Stromversorgung dauerhaft zu gewährleisten und die fluktuierende Stromerzeugung aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen auszugleichen. Auch andere Speichersysteme für Strom sind dazu denkbar und sinnvoll, etwa Batteriespeicher. Als erneuerbarer Brenn-, Kraft- und Rohstoff wird Wasserstoff langfristig vornehmlich in der chemischen Industrie, der Stahlindustrie sowie in Luft- und Schiffsverkehr und Teilen des Schwerlastverkehrs benötigt. Nicht überall kann Wasserstoff als Endenergieträger eingesetzt werden, beispielsweise im Luftverkehr, da Wasserstoff eine sehr geringe Energiedichte hat, wäre das Volumen sehr hoch für den erforderlichen Transport dieses Treibstoffes (Umweltbundesamt, 2022).

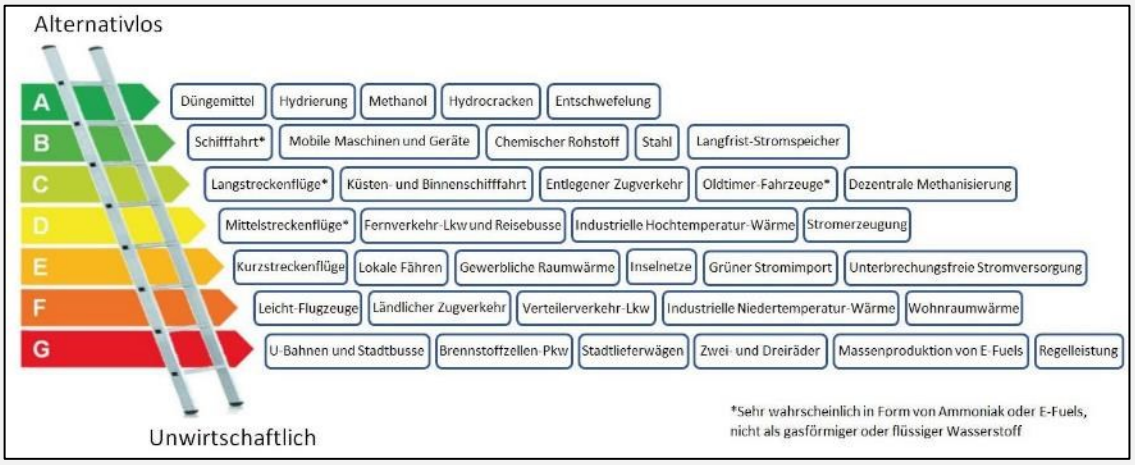

Abbildung 16: Systematik des zukünftigen Wasserstoffeinsatzes (Quelle: (Hagedorn, Schill, & Kittel, 2021))

Für die Stadt Emden **relevante prioritäre Einsatzbereiche für Wasserstoff** wären:

- Nutzung für Schiffsantriebe für die Fähren (zukünftig vermutlich jedoch elektrische Antriebe sinnvoller) oder Frachtschifffahrt (aufgrund der geringen Dichte jedoch vermutlich als Derivate wie Methanol, Ammoniak oder umgewandelt in „E-Fuel“)
- Vereinzelte Nutzung bei Überlandbussen mit langen Tagesstrecken > 500 km (3 H_2-Pendelbusse Emden-Aurich geplant, ebenso 5 H_2-Busse von Weser-Ems-Bus)
- Ggf. Rohstoff in der chemischen Industrie
- Bei Vorhandensein geeigneter Kavernen als Speichermedium: Produktion in Phasen hohen Windstromangebots und spätere Rückverstromung über Wasserstoffkraftwerke

Darüber hinaus ist der Einsatz höchstens in einzelnen Nischen ratsam, nicht jedoch bspw. für die Erzeugung von Wärme (Einzelheizungen, Wärmenetze) oder auch zur Betankung von PKWs (Umweltbundesamt, 2022). Eine herausgehobene Bedeutung wird Wasserstoff jedoch aufgrund der günstigen Lage (viel Windstrom) für **Emden als Produktionsstandort** spielen. Bereits jetzt sind einige Elektrolyse-Projekte geplant:

- 320 MW-Elektrolyseur im Borssumer Hammrich (EWE, bis ca. 2026) (Lipperheide, 2022), Abwärmepotenziale für Wärmenetze nutzen
- 20 MW-Elektrolyseur (Statkraft)
- (langfristig bis zu) 50 MW-Elektrolyseur (H2Nord-Konsortium)

Um die lokale Produktion im Verkehrssektor zu nutzen, ist in der Frisiastraße vom Emder Unternehmen SCORE eine von drei Wasserstofftankstellen in Ostfriesland geplant (SCORE, 2020).

Zu beachten ist allerdings, dass gemäß der geltenden BISKO-Systematik (Territorialprinzip) der Bau von Elektrolyseanlagen zu einer rechnerisch starken Erhöhung des zu bilanzierenden Emder Stromverbrauchs führt. Rein technisch betrachtet sind die Elektrolyseure H_2-„Fabriken“, die aus Strom und Wasser ein (teilw. in anderen Regionen verbrauchtes) Produkt herstellen. Bei Ansetzung des Bundesemissionsmixes für den Strom beeinflussen die Elektrolyseure folglich die Emder Emissionen negativ (d. h. erhöhen sie). Positiv würde sich jedoch die Nutzung der Abwärme auswirken, wenn auch nicht im gleichen Umfang. Dieser bilanztechnische Widerspruch schränkt allerdings die praktische Sinnhaftigkeit der Wasserstoffproduktion im Sinne einer überregional aufgeteilten Versorgung mit nachhaltigen Rohstoffen nicht ein.

4.3. Kosten und Finanzierung der Klimaschutzmaßnahmen

Die Kosten für die beschriebenen Maßnahmen bis 2050 sind im „Masterplan 100 % Klimaschutz“ nicht gesamt beziffert worden. Dies ist naturgemäß auch sehr schwierig seriös zu berechnen, da sie zum einen stark von Annahmen (z. B. des Umfangs der umgesetzten Projekte bei verschiedensten Akteuren) abhängen und andererseits langfristig nicht prognostizierbaren Preisentwicklungen unterworfen sind.

Die EU hat jedoch die **Größenordnung der Kosten** in einer Studie für Kommunen, die bis 2030 klimaneutral werden wollen, geschätzt. Dort wird von 1.000 € je Einwohner*in und Jahr für den Zeitraum 2021-2030 ausgegangen (European Commission, 2020, S. 32), was auf die Stadt Emden gerechnet rd. 50 Mio. € ergibt. Davon entfallen lt. Studie ca. 55 % auf den Sektor Gebäude, 25 % auf den Mobilitätsbereich und je rd. 10 % auf die Dekarbonisierung von Wärme- und Stromerzeugung. **Zu beachten ist hierbei jedoch, dass diese Summe für alle privaten, gewerblichen und öffentlichen Akteure der Stadt zusammen gilt und nicht allein vom kommunalen Haushalt aufzubringen ist**.

Zudem ist bei Umsetzung der Maßnahmen auch mit **erheblichen wirtschaftlichen Benefits** zu rechnen. Nicht nur sind noch keine zusätzlichen regionalwirtschaftlichen Auswirkungen durch die getätigten Investitionen berücksichtigt; ebenso wenig sind in die Kosten im Gegenzug eingesparten Ausgaben z. B. für (immer teurer werdende) Energiebezüge eingerechnet. In der EU-Studie liegt die Schätzung der Gewinne durch zusätzliche investitionsbedingte wirtschaftliche Tätigkeiten bei +27 % gegenüber den Kosten (für den Zeitraum 2020-2060).

Die zukünftig zu tätigenden Kosten der ernsthaften Klimaschutzmaßnahmen erscheinen naturgemäß viel höher als die vergleichsweise niedrigen, aktuell in Klimaschutzmaßnahmen getätigten Investitionen. Gesamtwirtschaftlich und -gesellschaftlich betrachtet allerdings sind **Klimaschutzinvestitionen trotzdem in jedem Fall deutlich günstiger als die zukünftigen Gesamtkosten inklusive der Folgekosten durch die fortschreitende Klimakrise** (Glanemann, Willner, & Levermann, 2020). Ein Vergleich der aktuellen mit den zukünftigen Kosten für Klimaschutz ist ohnehin nicht richtig, sondern muss stattdessen zwischen zwei zukünftigen Szenarien mit wenig Klimaschutz (und dementsprechend hohen Klimakrisen-Folgekosten, „Zukunft 1“) und mit viel Klimaschutz (und geringeren Klimakrisen-Folgekosten, „Zukunft 2“) erfolgen (s. Abbildung 17).

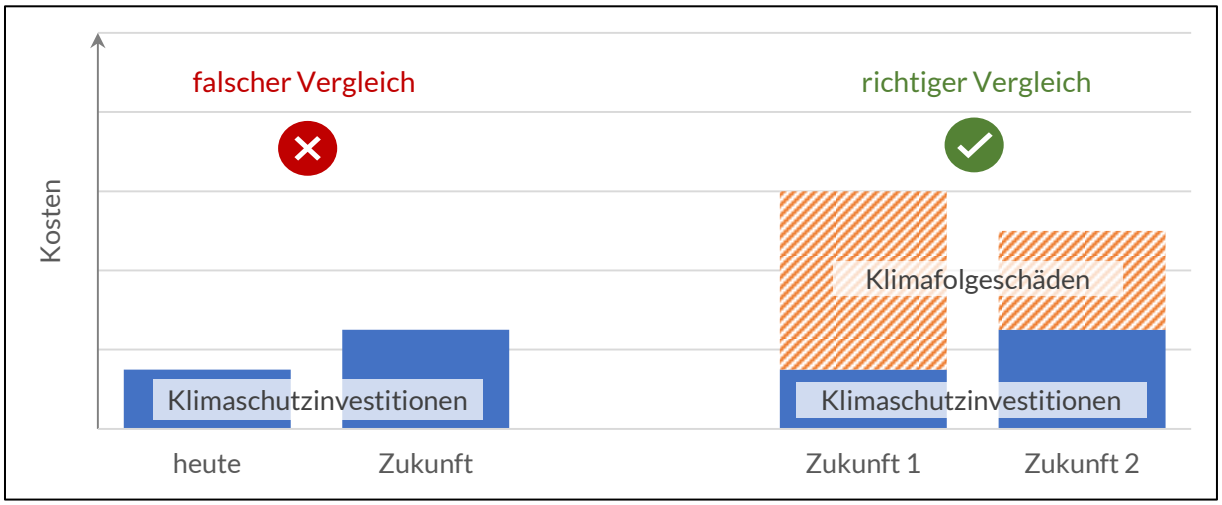

Abbildung 17: Schematischer Vergleich der Klimaschutzkosten (eigene Darstellung)

Zur Maßnahmenfinanzierung wird auf die Notwendigkeit von Fördermitteln verwiesen, die einen finanziellen Anreiz zur Umsetzung bieten, sowie eine Abmilderung der finanziellen Begleiteffekte (bspw. von energetischen Sanierungen für die Mietpreise) ermöglichen können. Der Bedarf dafür wird bei einer beschleunigten Maßnahmenumsetzung stark steigen, hier sind jedoch in erster Linie das Land Niedersachsen sowie der Bund verantwortlich. Allerdings müssen dafür gemeinsame Lösungen mit dem Land gefunden werden, um trotz haushaltsrechtlich begrenzter Investitionsmöglichkeiten in zukunftsfähige, nachhaltige Lösungen investieren zu können.

Trotzdem kann auch die Stadt Emden selbst aktiv werden. Eine Möglichkeit ist die Einrichtung eines (rollierenden) **kommunalen Klimaschutzfonds**, um kostenintensive energetische Sanierungs- oder investive Klimaschutzmaßnahmen vorzufinanzieren. Gespeist werden könnte ein solcher Fonds bspw. aus Einnahmen aus der finanziellen Beteiligung Emdens als Anliegergemeinde an den Erträgen von Wind- und Solaranlagen gem. § 6 EEG), die mit den Betreibern zu vereinbaren wären. Eine weitere Möglichkeit ist die Einrichtung eines **Bürger*innenfonds**, der den Einwohner*innen eine Art „Klimaschutz-Anleihe“ anbietet und womit Klimaschutzmaßnahmen (co-)finanziert werden können.

Grundsätzlich sollte bei der notwendigerweise vorzunehmenden Priorisierung immer auch die **Kosteneffizienz von Klimaschutzmaßnahmen** abgewogen werden. Diese ist jedoch nicht immer trennscharf genug messbar. Mit den sog. CO_2-Vermeidungskosten (angegeben in € Maßnahmenkosten je Tonne dadurch vermiedenem CO_2) existiert zwar ein Maßstab, allerdings mit inhärent methodischen Unschärfen (z. B. schwer direkt kausal zuordenbarer CO_2-Einsparungen). Deshalb sollte dieses Kriterium nur eines von mehreren bei Auswahl prioritär umzusetzender Maßnahmen sein.

4.4. Welche zusätzlichen Maßnahmen braucht es zur Klimaneutralität deutlich vor 2050?

Aus der Bewertung der einzelnen Maßnahmenblöcke wird deutlich, dass eine umfassende Transformation zu einer klimaneutralen Stadt **nicht allein mit Anreizen zu erreichen ist, sondern auch verbindliche ordnungsrechtliche Vorgaben und Verbote** (sog. Pull- bzw. Push-Maßnahmen) für eine stringente Umsetzung unerlässlich sind. Dazu zählen z. B.

- eine Sanierungspflicht für alle Gebäudearten,
- die Festlegung verbindlicher Energiestandards in Bebauungsplänen,
- eine Solardachpflicht für alle Gebäudearten,
- das Verbot nicht klimaneutraler Neubauten mit fossilen Heizungssystemen bzw. bei Heizungserneuerung kein Ersatz durch fossile Heizungssysteme (über das im novellierten GEG geplante Gebot von mind. 65 % erneuerbarer Energien hinaus),
- die Begrenzung der Wohnfläche/Kopf (bspw. durch Begrenzung der Neubautätigkeit und Konzentration auf die Nutzung vorhandener innerstädtischer Flächen),
- flächendeckendes Tempo 30 in der Stadt oder
- ein Verbot verbrennungsmotorisierter individueller Mobilität.

Die aufgeführten Maßnahmen sind aus verschiedenen Gründen derzeit von der Stadt Emden aufgrund fehlender Zuständigkeit nur schwer bzw. sehr eingeschränkt unter den aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen für die Allgemeinheit umzusetzen.

Weitere zusätzliche Maßnahmen, die bisher nicht im Fokus des „Masterplan 100 % Klimaschutz“ bzw. dessen Umsetzung stehen, fallen in den Bereich der sog. „negativen Emissionen“:

- Die Nutzung von CCS („Carbon Capture and Storage“) oder CCU („Carbon Capture and Utilization“, d. h. Abscheidung und Verwendung von CO_2 bei weiteren chemischen Prozessen, für Getränke oder E-Fuels). Das wäre allerdings nur für auch zukünftig noch weiter betriebene fossile Kraftwerke oder bei der zukünftigen Nutzung anderer Kohlenstoffsenken wie Luftfilterung relevant.
- Die Nutzung von BECCS („Bioenergy with carbon capture and storage“) in der Industrie, um aus der Verfeuerung von Biomasse abgeschiedenes CO_2 als nachhaltige Quelle für eine synthetische Kraftstoffindustrie zu nutzen.
- Weitere nutzbare natürlichen Kohlenstoffsenken wären eine Stärkung einer nachhaltigen Waldwirtschaft und der nachhaltigen Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen (z. B. Humusaufbau) sowie Wiedervernässungsmaßnahmen von Mooren. Diese Potenziale (auch außerhalb des Stadtgebietes) sind allerdings ähnlich begrenzt wie die der Aufforstung.
- Investitionen in Aufforstung zur Kompensation von Treibhausgasen sind möglich, aber kaum eine realistische Alternative. Würde man bspw. nur 5 % der jährlichen Emder Emissionen dadurch kompensieren wollen, müssten dafür jährlich ca. 2 Mio. Bäume auf einer Fläche von rd. 280 km² gepflanzt werden – mehr als die doppelte Fläche der Stadt Emden. Grundsätzlich ist dies auch außerhalb des Emder Stadtgebietes möglich, jedoch auch dort global gesehen nicht in erforderlichem Umfang möglich. Zudem bestehen Bedenken hinsichtlich der langfristigen Wirkung solcher Maßnahmen.

Radikalere, grundlegende Transformationen sind mittelfristig nur durch eine Abkehr vom „Wachstumsdiktat“ möglich. Nur durch eine **nachhaltige Suffizienzstrategie aller Wirtschafts- und Lebensbereiche** können große Mengen Energie und Emissionen eingespart werden. Da der Energieverbrauch wesentlich auch von der Wirtschaftsleistung abhängt, spielen Annahmen bspw. zum BIP-Wachstum eine wichtige Rolle. Eine durch Anreize oder Verbote steigende Nachfrage nach langlebigen, reparierbaren und rohstoffeffizienten Produkten (geschlossene Rohstoffkreisläufe, „Cradle-to-cradle“) mit geringen Umweltwirkungen flankiert diese Entwicklung. Auch eine Begrenzung des Bevölkerungswachstums der Stadt Emden wäre rechnerisch-theoretisch denkbar, da die Einwohner*innenzahl ein wesentlicher Faktor für den Energieverbrauch ist – auch, wenn diese Maßnahme natürlich unrealistisch ist.

4.5. Grenzen einer kurzfristigen Verbrauchs- und Emissionsreduktion

Eine kurzfristige Verbrauchs- und Emissionsreduktion, wie sie für eine schnelle Erreichung der Klimaneutralität bis z. B. 2035 zwingend notwendig ist, stößt allerdings auch an praktische Grenzen. Bei der Gebäudesanierung hat die Stadt Emden nach gegenwärtiger Lage **kaum Einfluss auf Bestandsgebäuden** und deren vorgezogene Sanierung, wenn an diesen keine Änderungen bevorstehen. Auch lassen sich Bestandsgebäude physikalisch bedingt selten zu Null- oder gar Passivenergiehäuser ertüchtigen. Deshalb ist es besonders notwendig, die vorhandenen kommunalen Spielräume bei Neubauvorgaben zu nutzen und ab sofort zukünftige Sanierungsbedarfe zu vermeiden.

Der großskalige Energieimport aus Gebieten außerhalb der Stadtgrenze oder gar anderen Ländern setzt der Nutzung v. a. regenerativen Stroms oder zukünftig E-Fuels ebenso Grenzen, insbes. in Anbetracht entsprechender Nutzungskonkurrenz der Flächen (Landwirtschaft, Industrie, Gewerbe, Wohnen, Erholung, Naturschutz etc.). Daher sollten alle vorhandenen Potenziale (Dach- und Freiflächen) vollständig ausgenutzt werden.

Exkurs: Bilanztechnische Grenzen der CO_2-Neutralität

Die Bilanzierung für den „Masterplan 100 % Klimaschutz" wurde 2017 nach der damals neu eingeführten bundesweit einheitlichen Methodik „BISKO" (Bilanzierungs-Standard Kommunal) durchgeführt. Diese bilanziert auf Basis einer sog. endenergiebasierten Territorialbilanz, wobei „alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie [...] berücksichtigt [werden]. Über spezifische Emissionsfaktoren werden dann die Treibhausgasemissionen berechnet." (Hertle, Dünnebeil, Gugel, Rechsteiner, & Reinhard, 2016) D. h., dass alle Verbräuche und Emissionen in die Emder Bilanz zählen, die auf dem Stadtgebiet verbraucht/emittiert werden – ganz gleich, ob von einem originär Emder Akteur, Touristen oder bspw. Fahrzeugen auf der Durchfahrt.

Zu Gunsten einer bundesweiten Harmonisierung und Vergleichbarkeit verschiedener Kommunen **hat das verwendete Bilanzierungsprinzip allerdings auch Nachteile und Grenzen**, die eine bilanzielle Erreichung der Klimaneutralität erschweren. Durch die vorgegebene Bilanzierung ist es rechnerisch fast nicht möglich, die Stadt Emden vollständig CO_2-neutral zu gestalten. Dies zeigt sich an folgenden Beispielen:

- Von den Stadtwerken Emden außerhalb des Stadtgebietes ggf. klimaneutral mit Strom versorgte Kunden fließen nicht positiv in die Bilanzierung ein.
- Andersherum muss jedoch der Strom von Emder Kund*innen, der von externen Stromversorgern ggf. nicht klimaneutral bezogen wird, auf die Emder Bilanz angerechnet werden.
- Die BISKO-Bilanzierung verwendet ohnehin nur einen bundeseinheitlichen Emissionsfaktor für den verwendeten Strommix (ebenso Fern-/Nahwärme). Sofern also nicht sämtlicher Strom bundesweit CO_2-neutral ist, kann dies rechnerisch auch nicht für die Stadt Emden gelten. Eine lokale (bilanziell) CO_2-neutrale Energieversorgung („Territorialmix") kann nur in einer separaten Treibhausgas-bilanz dargestellt werden.

Eine weitere Grenze der CO_2-Neutralität ergibt sich durch die **bilanziell strikte geografische Begrenzung auf das Emder Stadtgebiet**. Das beschränkt naturgemäß die vorhandenen Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien, auch wenn diese durch die ländliche und küstennahe Lage der Stadt Emden verhältnismäßig groß sind. Eine lokale CO_2-Neutralität gemäß BISKO-Standard ist daher trotzdem nur theoretischer/bilanzieller Natur.

Eine dritte bilanztechnische Grenze der Klimaneutralität ist die Tatsache, dass die sog. „graue" Energie bzw. **indirekte Emissionen in der BISKO-Bilanz unberücksichtigt** bleiben. Graue Energie wird bei der Produktion von Gütern in anderen Regionen verbraucht, jedoch gemäß der territorial bezogenen BISKO-Methodik auch in diesen Regionen bilanziert. Dazu gehören auch die **Emissionen der Landwirtschaft** (z. B. Methanausstoß durch

Rinderhaltung). Die Art und Umfang der Ernährung der Emder*innen wirken sich durch Nahrungsmittelimporte zwangsläufig auch außerhalb des Stadtgebiets aus – vom direkten Umland bis in alle Regionen der Welt. Entsprechende lokal durchführbare Klimaschutzmaßnahmen sind also kaum lokal bilanziell wirksam. Begrenzter Einfluss besteht auch auf die indirekten Emissionen, die bspw. bei der Bereitstellung von nicht-energetischen Rohstoffen oder der Produktion von Konsumgütern entstehen. Auf diese hat man nur begrenzt direkten Einfluss, wie es z. B. bei den direkten Emissionen durch die Auswahl der Energieträger in einem Kraftwerk möglich ist. Die indirekten Emissionen, die außerhalb des direkten Einflusses Emder Handelns entstehen, können lediglich durch proaktives Handeln und bewusste Konsumentscheidungen beeinflusst werden. Zum Beispiel durch die gezielte Nachfrage nach klimaneutral erzeugten und transportierten Gütern.

Im Fall von nicht beeinflussbaren bzw. prozess- und bilanzierungsbedingt nicht vermeidbaren Restemissionen kann alternativ eine rechnerische Kompensation durch geeignete Maßnahmen in anderen Regionen (z. B. Moorrenaturierung oder Humusaufbau in der Landwirtschaft) erfolgen.

Zuletzt bleibt zu erwähnen, dass aus methodischen Gründen nicht alle klimarelevanten Emissionen im Rahmen des „Masterplan 100 % Klimaschutz“ sowie der Bilanzierung berücksichtigt werden können. Das betrifft sowohl den Landwirtschaftssektor (s. Exkurs) als auch die sog. „Scope 3“-Emissionen. Diese beinhalten bspw. gekaufte Waren und Dienstleistungen, Geschäftsreisen oder Vorketten von Produktionsprozessen („graue Energie“). Auf diese haben die Emder Akteur*innen zwar aktuell i. d. R. kaum signifikanten aktiven Einfluss, sie sollten aber trotzdem bei den Klimaschutzbemühungen nicht vergessen werden.

5. Ist eine klimaneutrale Stadt Emden bis deutlich vor 2050 erreichbar?

Das Erreichen der Klimaneutralität bis bspw. 2035, also mit einer **deutlich schnelleren Reduzierung der Treibhausgasemissionen** als bisher im „Masterplan 100 % Klimaschutz“ angenommen, ist **aus technischer Sicht erreichbar**. **Nötig dazu wäre ein kompromissloses Bekenntnis der Stadtpolitik im Schulterschluss mit der Verwaltung und allen wichtigen lokalen Akteur*innen,** dem sich folglich sämtliche Entscheidungen über relevante Investitionen, politische und rechtliche Rahmensetzungen und Sanktionen gegen Verstöße unterordnen und mit dem v. a. auch ein Bekenntnis zur Finanzierung der Maßnahmen und Auswirkungen einhergeht. Die **Anstrengungen für die Zielerreichung deutlich vor 2050 sind jedoch um ein Vielfaches höher** als die bereits bestehende ambitionierte Zielsetzung bis 2050 (s. Maßnahmencheck in Abschnitt 4).

Die Handlungsmöglichkeiten der Stadt Emden hinsichtlich der Zielerreichung sind jedoch stark eingeschränkt. Hier können lediglich entsprechende Vorgabe für die eigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten gemacht werden sowie ordnungsrechtliche Maßnahmen innerhalb rechtlich zulässiger Rahmenbedingungen durchgeführt werden. Neuerdings gehört mit der kommunalen Wärmeplanung ein weiterer Hebel für zumindest Rahmenbedingungen dazu.

Allerdings bedingt ein lokaler Erfolg auch viele **Umstellungen im Energiesystem auf nationaler Ebene**, die nicht durch Emder Akteur*innen selbst steuerbar sind (bspw. Gebäudeenergiegesetz, Emissionshandel). Dort finden sich in der Tat die größeren Hebel für eine Transformation zu einem nachhaltigen Energiesystem, sodass maßgebliche Veränderungen auch auf nationaler Ebene für das Ziel der Klimaneutralität erfolgen. Eine Zielverschärfung der energiebedingten CO_2-Emissionen führt z. B. zu einer stark wachsenden Bedeutung des Stromsektors, weil durch die Sektorenkopplung (z. B. E-Mobilität, Wärmepumpen) in allen Verbrauchssektoren der Strombedarf steigt, was mit einem größeren notwendigen Ausbau der erneuerbaren Energien einhergeht.

Trotz Unsicherheiten im Detail ist dabei klar, dass ein treibhausgasneutrales Energiesystem auf einem **vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromsystem** fußen und dafür regional, national und europaweit ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig sein wird. Auch die Wärmeerzeugung wird durch die Sektorenkopplung zukünftig zu großen Teilen (aber nicht ausschließlich) auf Strom basieren müssen. Aufgrund relativ großer Potenziale in Deutschland und der mittlerweile geringen Gestehungskosten wird die Erzeugung aus Wind und Photovoltaik klar dominieren (Wuppertal Institut, 2020, S. 72). Die Steuerung und Anreizung des Ausbaus von Stromnetzen, -speichern und Systemflexibilitäten zur Balancierung des gleichzeitig notwendigen massiven Ausbaus erneuerbarer Energien muss dabei primär national erfolgen.

Nicht nur für eine klimaneutrale Wärmeversorgung muss der Emissionshandel zum Leitinstrument werden, denn ein **wirkungsvoller CO_2-Preis** ist v. a. im Wärmemarkt der entscheidende Hebel. Dies ist jedoch ebenso ein Handlungsfeld außerhalb des Emder Einflusses.

5.1. Wichtige lokale Maßnahmen zur Klimaneutralität in der Stadt Emden

Grundsätzlich steht fest, dass **auf allen Ebenen und von allen Akteur*innen jede einzelne Maßnahme zur Zielerreichung ergriffen werden muss und zählt**. Die Tatsache, dass eine Erreichung der Klimaneutralität nur realisierbar ist, wenn wesentliche Voraussetzungen auf nationaler Ebene geschaffen werden, darf auf **keinen Fall zu einer abwartenden Haltung** auf lokaler Ebene führen. Auch wenn die Stadt Emden und ihre Akteur*innen bereits viele Klimaschutzmaßnahmen angehen und mit dem „Masterplan 100 % Klimaschutz“ eine gute Grundlage besteht, ist hier **noch einige Luft nach oben**, um das Ziel einer Klimaneutralität zu erreichen – erst recht bei einem Ziel deutlich vor 2050. Das betrifft insbesondere die Anwendung von ordnungsrechtlichen Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele. Damit lassen sich Klimaschutzziele wesentlich effizienter und schneller erreichen, wie internationale Beispiele anderer Städte wie Paris oder London zeigen.

Im Detail können die Maßnahmen aufgeteilt werden in Maßnahmen im direkten Einflussbereich der Stadt Emden sowie weiterer Maßnahmen, die eigenständig von den einzelnen Emder Akteur*innen in deren jeweiligem Verantwortungsbereich durchgeführt werden müssen. Für die Umsetzung letzterer Maßnahmen kann die Stadt oft lediglich motivierend, initiierend, beratend und/oder fördernd wirken.

Die **wichtigsten Maßnahmen und Weichenstellungen der Emder Klimawende** sind:

1) Ein Großteil der privaten, gewerblichen und kommunalen Gebäude muss ab sofort mit hoher Priorität (möglichst auch außerhalb der Sanierungszyklen) energetisch auf hohe Energiestandards saniert werden.
2) Die Umstellung der Wärmeerzeugung auf vollständig klimaneutrale Energieträger muss möglichst rasch umgesetzt werden („Wärmewende"). Keine Heizung darf mehr durch ein mit fossilen Brennstoffen betriebenes System ausgetauscht oder neu gebaut werden. Wärmepumpen (in Haushalten oder zur Versorgung von Wärmenetzen), möglichst mit Ökostrom oder Abwärme betrieben, müssen ab sofort zu einer Schlüsseltechnologie für die Wärmeversorgung werden. Ebenso entscheidend ist ergänzend der Ausbau dekarbonisierter Wärmenetze.
3) Die Umsetzung umfangreicher Energieeinsparmaßnahmen im Gewerbe- und Industriebereich (Beleuchtung, elektrische Maschinen & Antriebe, Prozesswärme-erzeugung etc.) auch außerhalb von regulären Erneuerungszyklen muss deutlich beschleunigt werden. Die Umsetzung des Planes zum CO_2-neutralen VW-Werk hat aufgrund seines dominierenden Anteils an den Emder Emissionen eine hohe Bedeutung.
4) Im Mobilitätssektor muss ein deutliches und ganzheitliches Umdenken erfolgen („Mobilitätswende"). Zentrale Hebel, um v. a. den verbrennungsmotorisierten Individualverkehr deutlich zu reduzieren, sind bspw. eine Verringerung des (privaten) Fahrzeugbestandes und parallel eine massive Aufwertung der Alternativen des Umweltverbundes (ÖPNV, Rad- und Fußverkehr).
5) Sämtliche verbleibende Mobilität muss klimaneutral erfolgen, was in den überwiegenden Fällen Elektromobilität mit Ökostrom sein wird. Lediglich in einigen schwer zu elektrifizierenden Nischen (Nutzfahrzeuge, Schwerlastverkehr, Schiffsverkehr) können klimaneutral erzeugte synthetische Kraftstoffe langfristig eine Option sein.

Alle diese Maßnahmen sind sog. **„no regret"-Maßnahmen**, die unabhängig von den Folgen der Klimakrise ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvoll sind. **Alle Maßnahmen für eine nachhaltigere und klimaneutrale(re) Stadt Emden lohnen sich in jedem Fall**, denn sie haben i. d. R. weitere Ko-Benefits über ihren Beitrag zur bilanziellen Klimaneutralität hinaus: Schadstoffärmere Energieerzeugung, verbesserte Luftqualität durch weniger fossile Verbrennungsmotoren, höhere Aufenthaltsqualität durch weniger lärmenden Verkehr, proaktiver Strukturwandel von Gewerbe und Industrie, verbesserte Wohnqualität, erhöhte lokale Wertschöpfung usw. Zudem reduziert engagierter Klimaschutz tendenziell auch potenzielle Kosten zur Klimawandelanpassung.

5.2. Rolle von Stadtpolitik, Verwaltung und lokalen Schlüsselakteur*innen

Die vergangenen Jahre der Umsetzungsphase nach dem Beschluss zum „Masterplan 100 % Klimaschutz" in der Stadt Emden haben gezeigt, dass selbst vermeintlich einfach umsetzbare Ziele trotz umfangreicher Bemühungen z. B. des Klimaschutzmanagements u. a. Akteure mitunter an den einfachsten Hürden scheitern. Eine sind vergleichsweise langsame kommunale Entscheidungsprozesse, unflexible Stellen- und Haushaltspläne oder zeitliche verzögernde Ausschreibungsvorgaben.

Gleichzeitig birgt das Ziel der Klimaneutralität in all seiner Konsequenz auch hinreichend Konfliktpotential in der Gesellschaft, dem allerdings durch **Transparenz, Überzeugungsarbeit und einem intensiven Kommunikationsprozess** entgegengewirkt werden kann.

Beispielmaßnahmen für einen näher zu detaillierenden Aktionsplan für den Einflussbereich der Stadt Emden könnten sein:

1) Herstellung eines stadtweiten konsensualen Bekenntnisses zu einem Klimaschutzziel deutlich vor 2050, das zur verbindlichen Richtschnur zukünftigen Handelns aller Akteur*innen wird (hier sind die lokalen Schlüsselakteur*innen ein entscheidender Hebel.)
2) Werbung der Stadtspitze für das Ziel „Klimaneutral bis 20xx“ (abhängig vom gewählten Zieljahr)
3) Bekenntnis zum Ziel einer klimaneutralen Stadtverwaltung (Vorbildfunktion)
4) Entwicklung einer städtischen Strategie für einen klimaneutralen Gebäudebestand (eigene Liegenschaften) mit dem Zieljahr 2035
5) Konsequente Sanierung sämtlicher kommunalen Gebäude auf niedrige Energiestandards, Umstellung der Energieversorgung auf klimaneutrale Energieträger
6) Erstellung und Umsetzung einer kommunalen Wärmeplanung und Ausbau des erneuerbaren Wärmenetzes (Nutzung von Abwärme, bspw. von Elektrolyseuren, Großwärmepumpen etc.) in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Emden
7) Kampagne zum frühestmöglichen Ausstieg aus der Nutzung von Gas & Heizöl zum Heizen
8) Nutzung aller kommunalen Handlungshebel und -spielräume zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen (z. B. Nutzung von Vorgaben zu Energiestandards und Energieträgern für Neubauten in B-Plänen und städtebaulichen Verträgen, Solarpflicht für alle Neubauten, ggf. Vorgaben auch bei Bestandsgebäuden, Anwendung besonderen Städtebaurechts zur Ausweisung von Sanierungsgebieten auf Basis eines Klimaschutz-/Quartierskonzeptes, ggf. Denkmalschutzvorgaben hinsichtlich PV überarbeiten)
9) Massiver Ausbau adäquater Fuß- & Radwegeinfrastruktur und des ÖPNVs (inkl. erweitertem Regiotramnetz in die Umlandregion)
10) Intensive Unterstützung der lokalen Wirtschaftsbetriebe bei der Realisierung einer klimaneutralen Produktion (z. B. Genehmigungen)
11) Einführung ordnungsrechtlicher Maßnahmen („Push-Maßnahmen“, z. B. Anschluss-/Benutzungszwang der Fernwärme, Solardachpflicht, autofreie Innenstadt, Verknappung kostenfreien Parkraums etc.) zur Unterstützung der (und ggf. Sanktionierung mangelnder) Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen

Von mitentscheidender Bedeutung sind hier auch die lokalen Schlüsselakteur*innen als Vorreiter*innen, die freiwillig vorweggehen. Sie müssen häufig erst mühsam aktiviert werden, was die Umsetzung ambitionierter Zielsetzungen nicht erleichtert. Die Erfahrung hat allerdings auch gezeigt, dass Zielerreichungen auf Basis reiner Freiwilligkeit oft nicht realistisch sind.

Der Emder **Oberbürgermeister** als Verwaltungsoberhaupt sowie der **Rat der Stadt Emden** als Mittelgeber müssen hier in ihren **Rollen als Entscheider und Vorbilder** proaktiv vorangehen. Auch wenn wie erwähnt die kommunale Gestaltungsmacht der Stadt Emden begrenzt ist, darf keinesfalls gewartet werden, bis auf Bundesebene die Rahmenbedingungen geändert werden. **Es muss bereits jetzt auf kommunaler Ebene freiwillig und konsequent gehandelt werden.** Lokalpolitik, Stadtverwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft müssen sich parallel dazu auf allen Ebenen massiv für die Veränderungen der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen einsetzen. Dabei hilft es, offensiv zu zeigen, welche Klimaschutzanstrengungen man erfolgreich unternimmt, um andere Akteur*innen und Kommunen zu überzeugen. Die Stadt Emden kann sich hier als treibendes Vorbild in kommunalen Netzwerken positionieren.

5.3. Das „richtige" Zieljahr

Ein einzelnes „richtiges" Zieljahr für die Emder Klimaneutralität lässt sich nur schwer empfehlen. Grundsätzlich gilt, dass so viel Klimaschutz wie nur irgend möglich, so schnell wie möglich betrieben werden muss. Das konkrete Zieljahr ist dabei fast zweitrangig, denn das Einhalten des CO_2-Budgets ist entscheidend (siehe Kapitel 2, S. 7 und Abbildung 18).

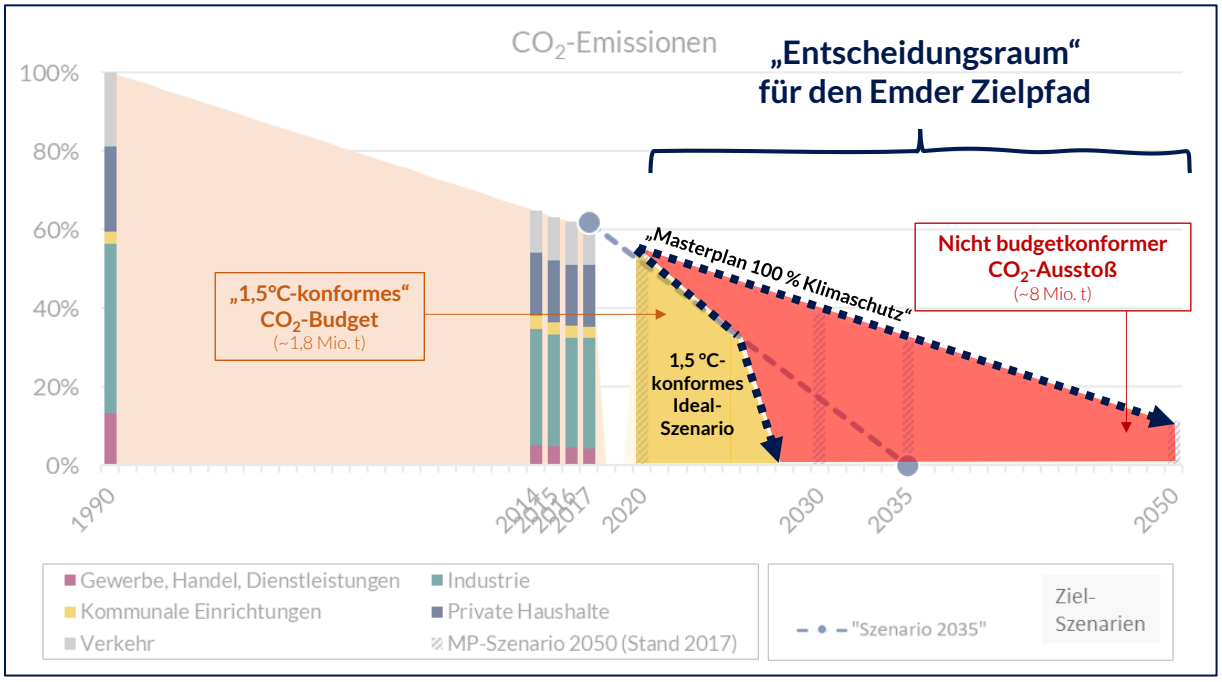

Abbildung 18: Darstellung der möglichen Pfade zur Klimaneutralität gemäß Budgetansatz (Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von (Stadt Emden, 2017))

Bei Einhaltung des 1,5 °C-konformen CO_2-Budgets (gelbe Fläche in Abbildung 18, ca. 1,8 Mio. t CO_2) müsste Emden sehr schnell bis ca. 2026 klimaneutral sein. Das ist objektiv unrealistisch. Da der bisherige „Masterplan 100 % Klimaschutz" dies erst frühestens 2050 vorsieht (sofern alle bereits ambitionierten Maßnahmen entsprechend umgesetzt werden), entsteht ein nicht Budget-konformer CO_2-Ausstoß in Höhe von ca. 8 Mio. t CO_2. Eine frühere CO_2-Neutralität ist also notwendig, da zur Vermeidung zukünftiger Klimakrisen-Folgeschäden „jedes Zehntel Grad" und jede Tonne CO_2 zählt". Um auf ein konkretes Ziel hinzuarbeiten, die Akteure zu motivieren und nicht zuletzt auch ein sinnvolles Monitoring der Zielerreichung betreiben zu können, ist die

Festlegung auf ein konsentiertes Zieljahr allerdings deutlich zu empfehlen. Dieses sollte jedoch von der Stadt Emden selbst festgelegt werden.

Wichtig ist dabei aus Sicht der Stadt Emden die ehrliche Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit über das angestrebte Zieljahr:

- 2035 oder gar früher wäre zwar wissenschaftlich dringend notwendig, ist aber sehr unrealistisch. Mit diesem Ziel kann man nur scheitern und wäre damit gegenüber Emder*innen unehrlich.
- 2040 ist sehr ambitioniert, aber der Zeitraum erscheint etwas realistischer, auch wenn dies immer noch immense Anstrengungen aller Akteure erfordert.
- 2045 ist als Bundesziel bereits gesetzlich festgeschrieben, erscheint daher aber für eine Masterplan-Kommune nicht besonders ambitioniert.
- 2050 ist als altes Ziel des Masterplans 100 % Klimaschutz bereits überholt.

Die Entscheidung ist letztlich auch ein Abwägungsprozess zwischen politischem Signal, geplanter Ernsthaftigkeit bei der Umsetzung der sich ergebenen Konsequenzen zur Zielerreichung und der „Zumutung“ von einschneidenden Maßnahmen (bzw. mindestens ebenso einschneidenden späteren Klimakrisenfolgen), den man den Emder Bürger*innen zutrauen will.

5.4. Fazit

Aus der Bewertung des Papiers wird deutlich, dass

- die Umsetzung der Maßnahmen mit **enormen notwendigen Veränderungen** im Handeln aller Akteur*innen und weitreichenden Auswirkungen auf allen Ebenen einhergehen,
- viele **praktische Herausforderungen** existieren, die eine vollständige Maßnahmenumsetzung in der Stadt Emden wohl enorm erschweren bzw. unmöglich machen würden (z. B. fehlende kommunale Einflussmöglichkeiten und finanzielle sowie personelle Ressourcen der Stadt Emden),
- die Umsetzung gegenüber den derzeit aufgewendeten Ausgaben **deutlich größere Investitionen** verursachen wird (was allerdings bei Einbeziehung von Klimakrisen-Folgekosten **in jedem Falle günstiger ist als nicht zu handeln**, s. Kapitel 4.3) und
- viele Maßnahmen nicht (allein) durch Emder Akteure oder die Stadtverwaltung und erst recht nicht auf Basis von Freiwilligkeit umgesetzt werden können, sondern auf das Vorhandensein der **richtigen Rahmenbedingungen auf höheren Entscheidungsebenen** (v. a. Bund und EU) angewiesen sind,
- der **Fokus** der Stadt Emden bei den **Maßnahmen** liegen muss, die **im eigenen Einflussbereich** liegen und lokal umgesetzt werden können.

Obwohl es zu vielen Detailfragen der Klimaschutzmaßnahmen noch weitergehende Untersuchungen und Konzepte benötigt, dürfen diese **Diskussionen und Abwägungsprozesse nicht dazu führen, dass in der Zwischenzeit bei den Klimaschutzbemühungen eine Pause eingelegt wird**. Aufgrund der Bedeutung der sich über die Jahre aufsummierenden Emissionen als Treiber für die Klimakrise zählt jede einzelne Maßnahme, die bereits frühzeitig einen Beitrag zur Emissionsminderung leisten kann - zumindest, solange sie weitergehende Maßnahmen zu einem späteren Zeitpunkt nicht verhindern (Wuppertal Institut, 2020, S. 104).

Abschließend bleibt zu konstatieren, dass eine rasche Klimaneutralität bis bspw. 2035 für die Stadt nach allen Erfahrungen aus der Praxis leider nicht realistisch scheint, auch wenn eine

schnellstmögliche CO_2-Neutralität für das Klima aus wissenschaftlicher Sicht **dringend notwendig und mit den vorhandenen Möglichkeiten rein technisch machbar** ist. Nichtsdestotrotz sollten dessen ungeachtet in der Stadt Emden schnellstmöglich alle nur denkbaren Maßnahmen und Hebel konsequent genutzt werden, um dem Ziel soweit und schnell wie möglich näher zu kommen. Jedes sich irgendwie ergebende Potenzial zur Umsetzung von Klimaschutz muss konsequent und zeitnah genutzt werden, um die Klimaveränderungen auf ein weltweit halbwegs lebenswertes Maß zu begrenzen und zukünftigen Generationen einigermaßen intakte Lebensgrundlagen zu hinterlassen.

Literaturverzeichnis

Akteursinterviews. (Juni-August 2022). Interviews zu den Handlungsfeldern des "Masterplan 100 % Klimaschutz" mit Emder Akteuren (s. Tabelle 1 in Kapitel 3.2). (M. Jahn, Interviewer)

Bundesregierung. (12. Juli 2021). *Klimaschutzgesetz 2021 - Generationenvertrag für das Klima*. Abgerufen am 16. Juli 2021 von https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672

Hagedorn, G., Schill, W.-P., & Kittel, M. (2021). Einsatzbereiche sauberen Wasserstoffs. *(Schätzungen nach M. Liebreich, 2021)*. Abgerufen am 04. 04 2023 von https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Einsatzbereiche_sauberen_Wasserstoff.png

Hertle, H., Dünnebeil, F., Gugel, B., Rechsteiner, E., & Reinhard, C. (2016). *BISKO - Bilanzierungs-Systematik Kommunal: Empfehlung zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und VErkehrssektor in Deutschland.* Heidelberg: ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg.

IPCC. (2018). Summary for Policymakers - Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of [...]. (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. Shukla, . . . T. Waterfield, Hrsg.)

IPCC. (03 2023). Summary for Policymakers. *Climate Change 2023: Synthesis Report to the IPCC Sixth Assessment Report (AR6)*. Abgerufen am 24. 03 2023 von https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

Klima-Bündnis e.V. (29. 08 2022). *Bilanz der Stadt Emden*. Von Klimaschutzplaner: https://www.klimaschutz-planer.de/ abgerufen

Lipperheide, U. (29. 10 2022). Wasserstoff-Kraftwerk in Emden soll 2026 starten. *Emder Zeitung, 122. Jahrgang*(253. Ausgabe).

Lipperheide, U. (03. 02 2023). Niedersachsens größter Solarpark entsteht im Wybelsumer Polder. *Emder Zeitung, 123. Jahrgang*, S. 12.

NewClimate Institute & Climate Analytics. (Juli 2020). *Climate Action Tracker*. Abgerufen am 12. Februar 2021 von Country summary Germany: https://climateactiontracker.org/countries/germany/

Öko-Institut und Fraunhofer ISE. (2022). *Durchbruch für die Wärmepumpe. Praxisoptionen für eine effiziente Wärmewende im Gebäudebestand.* Berlin: Agora Energiewende. Abgerufen am 23. 10 2022 von https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/durchbruch-fuer-die-waermepumpe/

Otto, A. K. (2021). Ranking local climate policy: assessing the mitigation and adaptation activities of 104 German cities. (S. S. LLC, Hrsg.) *Climatic Change*(167). doi:https://doi.org/10.1007/s10584-021-03142-9

Pape, C., Geiger, D., Zink, C., Peters, W., Herbeck, T., & Hildebrandt, S. (2023). *Windpotenzialstudie Niedersachsen.* Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE & Bosch & Partner GmbH. Kassel & Berlin: Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz. Abgerufen am 24. 02 2023 von https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/193383/Windpotenzialstudie_Niedersachsen_-_Kurzdarstellung_der_vorlaeufigen_Ergebnisse.pdf

Purr, K., Günther, J., Lehmann, H., & Nuss, P. (2019). *Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität (RESCUE-Studie).* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU). (2022). *Wie viel CO2 darf Deutschland maximal noch ausstoßen? Fragen und Antworten zum CO2-Budget.* Berlin: Sachverständigenrates für Umweltfragen.

SCORE. (22. Dezember 2020). *SCORE investiert in die Mobilität der Zukunft:*. Abgerufen am 01. 07 2023 von https://www.score-emden.de/score-wasserstofftankstellen/

Stadt Emden. (2017). *Masterplan 100 % Klimaschutz.* Emden: Stadt Emden (A. Neuwöhner, D. Vagepohl, J. Gerdes).

Stadt Emden. (2019). *eea-Bericht externes (Re-)Audit Gold 2019*. Emden: Stadt Emden.

Umweltbundesamt. (18. 05 2022). *Wasserstoff – Schlüssel im künftigen Energiesystem*. Abgerufen am 04. 04 2023 von Klimaschutz- und Energiepolitik in Deutschland: https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/wasserstoff-schluessel-im-kuenftigen-energiesystem

Umweltbundesamt. (02. 05 2023). *Treibhausgasminderungsziele Deutschlands*. Abgerufen am 23. 06 2023 von https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgasminderungsziele-deutschlands

VCÖ. (2021). *Warum die E-Mobilität nicht auf den Wasserstoff-Durchbruch warten kann*. Abgerufen am 04. 04 2023 von Verkehrsclub Österreich: https://vcoe.at/news/details/warum-die-e-mobilitaet-nicht-auf-den-wasserstoff-durchbruch-warten-kann

Voitel, J. (21. 01 2023). VW-Emden: Millionen für neue Energieversorgung. *Emder Zeitung, 123. Jahrgang*(Nr. 18 (3. KW)), S. 1.

Wuppertal Institut. (13. 10 2020). Begleitende Präsentation zur Studie "CO2-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze". Wuppertal.

Wuppertal Institut. (2020). *CO2-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze.* Wuppertal.