



Masterplan 100% Klimaschutz

Endbericht Zusammenfassung

Auftraggeber:

Universitäts- und Hansestadt Greifswald



seecon
Ingenieure

SVUDresden

Impressum

Herausgeber:

Universitäts- und Hansestadt Greifswald

Redaktion, Satz und Gestaltung:

seecon Ingenieure GmbH, Hortensienstr. 29, 12203 Berlin

SVU Dresden, Gottfried-Keller-Straße 24, 01157 Dresden-Cotta

Stand bzw. Redaktionsschluss:

15.09.2017

Bildnachweis Titelseite:

Marktplatz mit Rathaus, Malte Kretschmann (Universitäts- und Hansestadt Greifswald)

Anmerkung:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Alle geschlechtsspezifischen Bezeichnungen, die in männlicher oder weiblicher Form benutzt wurden, gelten für beide Geschlechter gleichermaßen ohne jegliche Wertung oder Diskriminierungsabsicht.

Zusammenfassung

Rahmenbedingungen

Seit den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts weisen Klimaforscher auf einen sich abzeichnenden Klimawandel durch die beständige Zunahme von Treibhausgasen in der Atmosphäre hin. Dieser Effekt wird überwiegend auf menschliche Aktivitäten zurückgeführt, insbesondere auf das Verbrennen fossiler Brennstoffe, Viehhaltung und Rodung von Wäldern.

Um dem Klimawandel Einhalt zu gebieten, muss der globale Ausstoß an Treibhausgasen verringert werden. Das Übereinkommen von Paris als Nachfolge für das Kyoto-Protokoll wurde am 12. Dezember 2015 auf der UN-Klimakonferenz in Paris verabschiedet und sieht die Begrenzung der menschengemachten globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten vor.

Den Rahmen bilden zwei Strategien auf europäischer Ebene: einerseits das Richtlinien- und Zielpaket für Klimaschutz und Energie, auch als 20/20/20-Ziele bekannt, und der EU-Klima- und Energierahmen 2030 andererseits (EU-KIEn 2030). 20/20/20 bezieht sich dabei auf drei Ziele bis zum Jahr 2020¹:

Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 20 % gegenüber 1990

Erhöhung der Energieeffizienz um 20 %

Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch von 20 %

Der EU-Klima- und Energierahmen 2030 baut auf diesen Zielen auf. Er soll bereits heute Sicherheit für Investoren hinsichtlich der weiteren Zielvorgaben liefern. Die Ziele werden bis 2030 auf eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 40 %, 27 % Energieeinsparungen und ein Anteil der erneuerbaren Energien von 27 % ausgeweitet.²

In Deutschland ist der Begriff „Energiewende“ in aller Munde. Grund dafür sind nicht nur Überlegungen zum Klimaschutz, sondern auch folgende entscheidende Faktoren:

knapper werdende fossile Energieträger,

die hohe Importabhängigkeit Deutschlands, vor allem bei Öl und Erdgas, und

die steigenden Energiekosten auf dem Weltmarkt.

Zentrale Elemente der Gestaltung und Umsetzung der Energiewende sind die Einsparung von Energie, der effizientere Umgang mit Energie und der Einsatz regenerativer Energieträger. Das Potenzial zur Energieeinsparung liegt größtenteils in der Senkung des Verbrauchs und der Vermeidung von Verkehr. Die Steigerung der Effizienz beschreibt die rationelle Energienutzung

¹ vgl. European Commission (2016)

² vgl. ebd.

und -umwandlung, die z. B. durch die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung verbessert werden kann. Der Einsatz regenerativer Energieträger zielt auf eine CO₂-arme Energieversorgung. Voraussetzung ist dabei im Allgemeinen, dass Einspar- und Effizienzmaßnahmen zuerst ausgeschöpft werden. Darauf aufbauend kann ein somit verringerter Energiebedarf durch die Nutzung emissionsarmer Energieträger gedeckt werden.

Die Beschlüsse innerhalb der Europäischen Union bilden die Grundlage des Handelns in Deutschland. Die Ziele der deutschen Bundesregierung sind im Rahmen des Energiekonzepts aus dem Jahr 2010 daher folgende:³

Tabelle 1 **Ziele der Energiewende in Deutschland**

Ziel	bis 2010	bis 2020	bis 2030	bis 2040	bis 2050
Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch	35 %		50 %	65 %	80 %
Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch			30 %	45 %	60 %
Senkung der Treibhausgasemissionen	40 %				mind. 80 %
Einsparung Primärenergie		20 %			50 %

Ein weiteres Kernelement der Energiewende ist der Strukturwandel, weg von den wenigen konventionellen fossilen Kraftwerken, hin zu einer Dezentralisierung und Demokratisierung der Energieerzeugung durch Wind- und Solarparks sowie Biomasse- und Geothermieanlagen an vielen verschiedenen Standorten. Hier kommen besonders regionale Akteure ins Spiel. Zur Umsetzung der Klimaschutzziele hat das Bundesumweltministerium eine breit angelegte Klimaschutzinitiative initiiert. Dieses Programm sieht unter anderem die Förderung kommunaler Klimaschutzkonzepte und Maßnahmen zur Emissionsreduktion vor.

Die UHGW hat bereits seit einigen Jahren strategische Überlegungen im Bereich Klimaschutz unternommen. So wurde 2010 ein Klimaschutzkonzept erstellt, 2015 Klimaschutzteilkonzepte zu den Themen Wärme, Mobilität und Deponie und 2008 haben sich die wichtigsten Akteure der UHGW zum Klimaschutzbündnis Greifswald 2020 (Stadt, Uni, Stadtwerke, Wohnungsunternehmen, Klinikum, Fa. ADTRAN, Sparkasse Vorpommern, WITENO GmbH) zusammengeschlossen.

Als neue Herausforderung hat sich die UHGW das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 95 % zu reduzieren sowie gleichzeitig den Energieverbrauch zu halbieren. Damit ist die UHGW, neben den anderen Masterplan-Kommunen, die seit dem 1. Juli 2016 durch die Nationale Klimaschutzrichtlinie gefördert werden, Vorreiter in Sachen Klimaschutz.

³ vgl. Die Bundesregistrierung (2015)

Was haben wir erreicht und wo stehen wir jetzt?

Die UHGW emittierte im Jahre 1990 mit 66.251 Einwohnern ca. 518.000 t CO₂ bei einem Endenergieverbrauch von etwas über einer Million MWh. Im Jahre 2015 mit 57.286 Einwohnern waren es etwa 312.000 t CO₂ bei ca. 979.000 MWh Endenergieverbrauch (siehe Abb. 1 und 2).

Das entspricht einem Rückgang von 39,8% bei den Treibhausgasemissionen und 8,5 % beim Energieverbrauch. Pro Kopf sind die Emissionen von 7,8 t auf 5,44 t (-30,4 %) gesunken. Der spezifische Endenergieverbrauch hingegen ist von 16,2 MWh/EW auf 17,1MWh/EW (+5,8 %) gestiegen.

Die größten Einsparungen sind in den Sektoren „Industrie“ und „Kommunale Einrichtungen“ zu verzeichnen und hauptsächlich auf den Rückgang industrieller Produktion im Stadtgebiet und Umstrukturierungen in der kommunalen Verwaltung zurückzuführen. Insbesondere die seit 2010 verstärkt getätigten Optimierungen im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) tragen entscheidend zur stetigen Reduzierung des kommunalen Energiebedarfs bei.

Der Motorisierungsgrad der Bevölkerung ist seit 1990 stark gestiegen. Das spiegelt sich in den steigenden Zahlen des Verkehrssektors wieder. Den größten Anteil am Energiebedarf und den Emissionen hat dabei der motorisierte Individualverkehr. Auf den öffentlichen Verkehr (Stadt-, Regional- und Fernverkehr) entfallen lediglich ca. 3 % des Energiebedarfes sowie der Emissionen.

Der überwiegende Teil des Energiebedarfes wird durch den Verbrauch von Kraftstoffen gedeckt. Der Anteil des elektrischen Stromes ist mit unter 1 % aktuell gering.

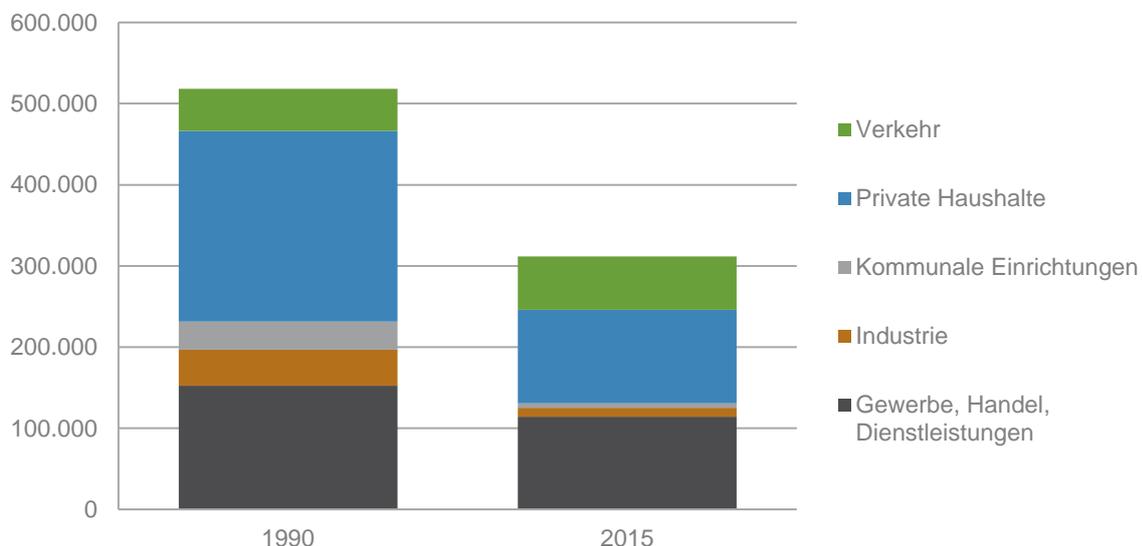


Abbildung 1

THG-Emissionen Vergleich 1990 und 2015 nach Sektoren in t CO₂-äqu.

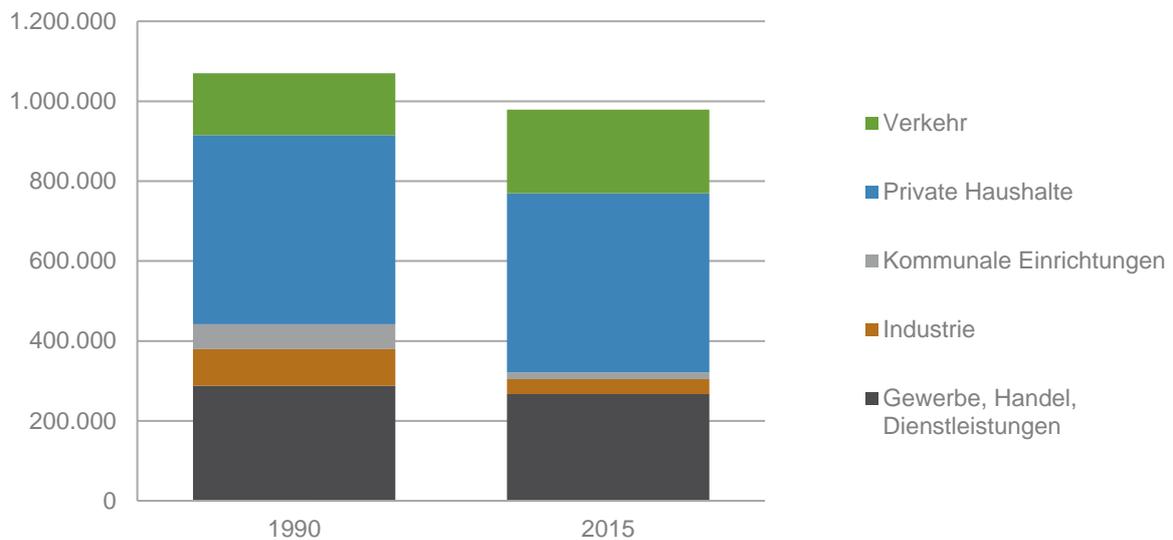


Abbildung 2 Endenergieverbrauch Vergleich 1990 und 2015 nach Sektoren in MWh/a

Beim Blick auf die verwendeten Energieträger fällt auf, dass sich vor allem die Struktur verändert hat. Aktuell kommen weit mehr Energieträger als 1990 zum Einsatz. Insbesondere im Wärmebereich sind erneuerbare Energieträger hinzugekommen. Zudem gab es eine Substituierung von Braunkohle hauptsächlich durch Erdgas. Im Verkehrssektor hat sich die Verteilung der Kraftstoffe zugunsten von Dieselmotoren verschoben. Alternative, vor allem fossile Gaskraftstoffe sind in geringen Mengen präsent.

Der Endenergieverbrauch bei der Fernwärme hat stark abgenommen. Das ist vor allem auf die bereits erwähnten Reduktionen in den einzelnen Sektoren (außer Verkehr) zurückzuführen in Verbindung mit einer stetigen energetischen Sanierung des Gebäudebestandes.

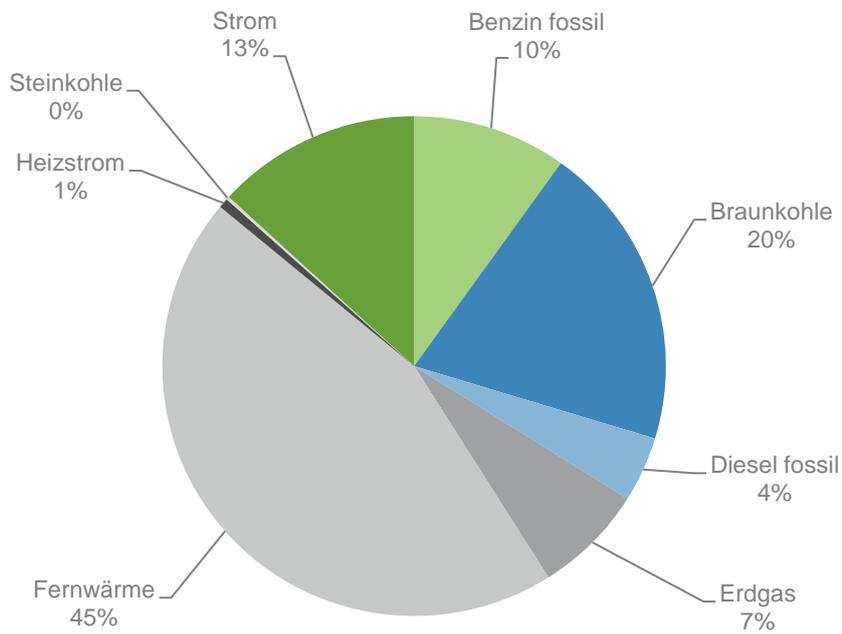


Abbildung 3 Endenergieverbrauch 1990 nach Energieträgern

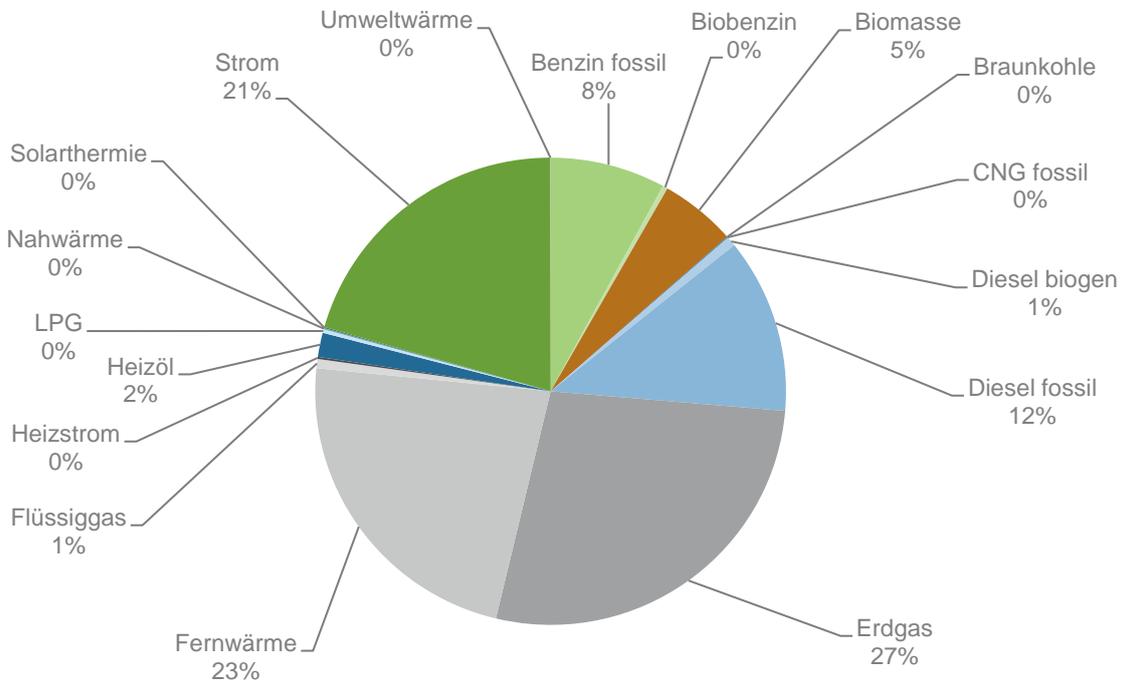


Abbildung 4 Endenergieverbrauch 2015 nach Energieträgern

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Energieversorgung der UHGW in hohem Maße von Erdgas bestimmt wird. Es wird vor Ort entweder direkt zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser genutzt oder indirekt in Verbindung mit der gleichzeitigen Erzeugung von elektrischer Energie im Fernwärmenetz verwendet. Dank sehr hoher Effizienzsteigerungen in diesem Bereich, sind die damit verbundenen Emissionen stark gesunken.

Im Verkehrsbereich sind die Emissionen durch eine Zunahme des Motorisierten Individualverkehrs und des Güterverkehrs mit seinem hohen Dieselanteil stark gestiegen. Der Stromverbrauch ist sowohl gesamt als auch pro Kopf gestiegen. Die spezifischen Emissionen des bundesdeutschen Strommixes sinken jedoch.

Wo wollen wir hin?

Im vorliegenden Masterplankonzept sind die Energiebedarfe 2050, die Potenziale der erneuerbaren Energien und die Minderungsoptionen für die verschiedenen Sektoren detailliert beschrieben worden. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 2 Substitutionspotential erneuerbare Energien

Ressource/ Technologie	Mittelwert [GWh/a]	Endenergie	Davon erschließbares Potenzial
PV	93	Strom	40 %
Solarthermie	283	Wärme	10 %
Kleinwindanlagen	6	Strom	5 0%
Biomasse ⁴	188 ⁵	103 ($\eta_{\text{Wärme}}$: 0,55)	30 %
		66 (η_{Strom} : 0,35)	30 %
Tiefengeothermie	k.A.		zu untersuchen
Erdwärmesonde (COP4)	569 ⁶		25 %

Tabelle 3 Bedarfsminderungsoptionen bis 2050

Bereiche	Einsparpotenziale	Bedarfsminderungsoptionen
Heizung und Warmwasser (Private Haushalte)	18% EEV-Einsparung bis 2030, 28% bis 2050 gegenüber 2015	gesamter Gebäudebestand energetisch saniert, verminderte Warmwasser-Energiebedarfe

⁴ Die Nutzung der Biomasse kann in einem KWK Prozess in Wärme und Strom ausgekoppelt werden

⁵ Potential ohne Wirkungsgrad der Technologie ausgewiesen

⁶ Arithmetischer Mittelwert der Wärmeentzugsleistung inkl. COP = 4

Bereiche	Einsparpotenziale	Bedarfsminderungsoptionen
Strombedarf (Private Haushalte)	50% EEV gegenüber 2015	Einsparung unter Verwendung der jeweils besten Effizienztechnologie bei Fortschreibung des Bestandes, Änderung des Nutzerverhaltens durch Senkung der Ausstattungsraten energieintensiver Anwendungen berücksichtigt
Heizung und Warmwasser (Industrie, GHD)	46 % EEV Einsparung gegenüber 2015	hohe Effizienz bei Energienutzung und energetischer Umwandlung
Strombedarf (Industrie, GHD)	34 % EEV Einsparung gegenüber 2015	hohe Effizienz bei Energienutzung und energetischer Umwandlung
Mobilität	47% EEV gegenüber 2015	Verringerung der Verkehrsleistung, Einsparung durch Verkehrsvermeidung insbesondere durch Verkürzung der durchschnittlichen Wegelängen (verkehrssparende Siedlungsentwicklung, Verbesserung der Nahversorgung u. ä.), Verkehrsverlagerung vom MIV zum Umweltverbund, differenziert nach Wegelängen, Verbesserungen der technischen Effizienz von Fahrzeugen

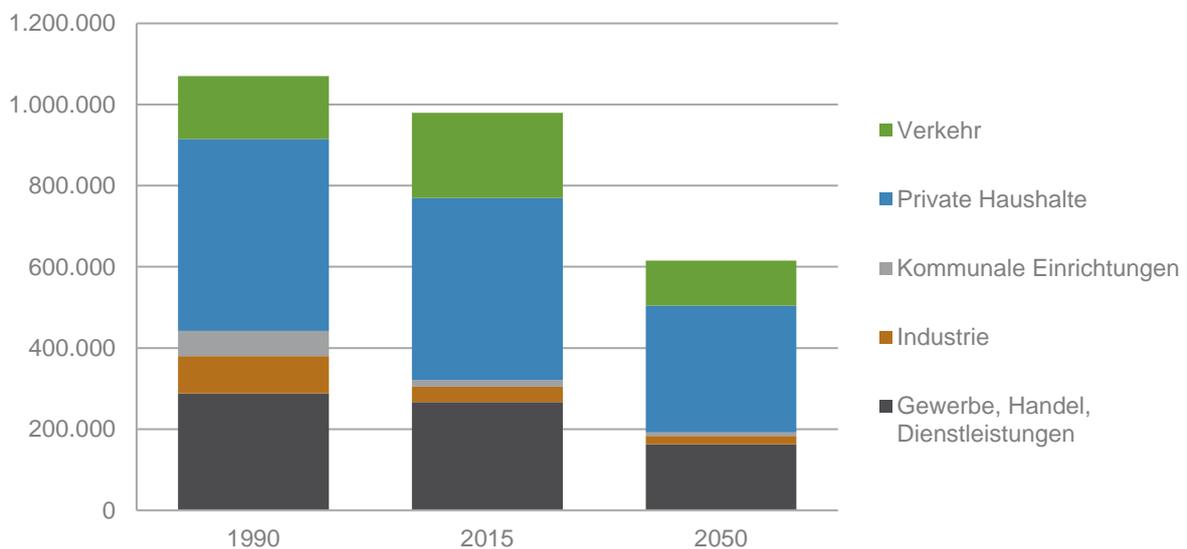


Abbildung 5 EEV 1990, 2015 und 2050 in MWh/a

Mit diesen Bedarfsminderungsoptionen durch steigende Energieeffizienz lässt sich bis 2050 eine Endenergieeinsparung von 43 % gegenüber 1990 erzielen. Werden diese durch

Suffizienzmaßnahmen ergänzt, sollte das Ziel einer Halbierung des Endenergieverbrauches aus heutiger Sicht erreicht werden können.

Zur Erreichung der Masterplanziele in Bezug auf die Treibhausgasemissionen ist eine fossilfreie Energieversorgung unabdingbar. Wie die zukünftig zur Verfügung stehenden Energieträger erzeugt und verwendet werden, wurde detailliert untersucht ist zusammenfassend in Tabelle 4 und Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 4 Zukünftige Bereitstellung und Nutzung der Energieträger

Energieträger	Versorgungsoptionen
Fern- und Nahwärme	Erzeugung 2050 in etwa der gleichen Größenordnung wie 2015, Dekarbonisierung mit Power-To-Heat, Biomasse und Solarenergie, möglichst hohe Anschlusszahlen
Solarenergienutzung	Priorität vor Biomassenutzung, starker Ausbau der Nutzung vor allem bei den privaten Haushalten, Ausschöpfung der technischen Potenziale zu rund 10 %
Biomassenutzung	Priorität Fernwärme und Kraftstofferzeugung, Nutzung ausschließlich des Potenzials in der Stadt
Photovoltaik, Geothermie, Windenergie	Ausschöpfung aller Potenziale um den Import von Strom möglichst gering zu halten
Energieaustausch mit dem übergeordneten System	<ul style="list-style-type: none"> • Vorgelagertes Stromnetz: Strombezug und -einspeisung möglich • Vorgelagertes Gasnetz: Bezug von synthetischem Methan (Power-to-Gas) möglich • Kraftstoffe: Bezug synthetischer Kraftstoffe aus erneuerbaren Quellen • Fluktuationsausgleich durch zentrale P2H-Anlage in der UHGW möglich

Tabelle 5 Zukünftige Versorgung nach Nutzungen

Sektoren	Versorgungsoptionen
Mobilität	50% Strom, 50% nicht fossile Kraftstoffe
Kommunale Mobilität	ausschließlich basierend auf Erneuerbaren Energien
Heizung und Warmwasser	Priorität: Fernwärme, Solarenergie, Geothermie
Strom	möglichst hoher Deckungsbeitrag erneuerbarer Energien im Stadtgebiet

Unter diesen Prämissen in Verbindung mit den zukünftigen Energieverbräuchen werden sich die THG-Emissionen wie in Tabelle 6 entwickeln.

Tabelle 6 THG-Emissionen 1990, 2015 und 2050 in t/a

Sektor	1990	2015	2050	Saldo THG 2015 zu 1990		Saldo THG 2050 zu 1990	
	THG	THG	THG	Absolut	Prozent	Absolut	Prozent
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	152.520	114.241	4.063	-38.279	-25%	-148.457	-97%
Industrie	44.185	11.051	524	-33.134	-75%	-43.661	-99%
Kommunale Einrichtungen	34.602	5.427	402	-29.175	-84%	-34.200	-99%
Private Haushalte	234.897	115.355	12.321	-119.542	-51%	-222.576	-95%
Verkehr	51.840	65.789	8.061	13.949	27%	-43.779	-84%
Gesamt	518.044	311.863	25.371	-206.181	-40%	-492.673	-95%

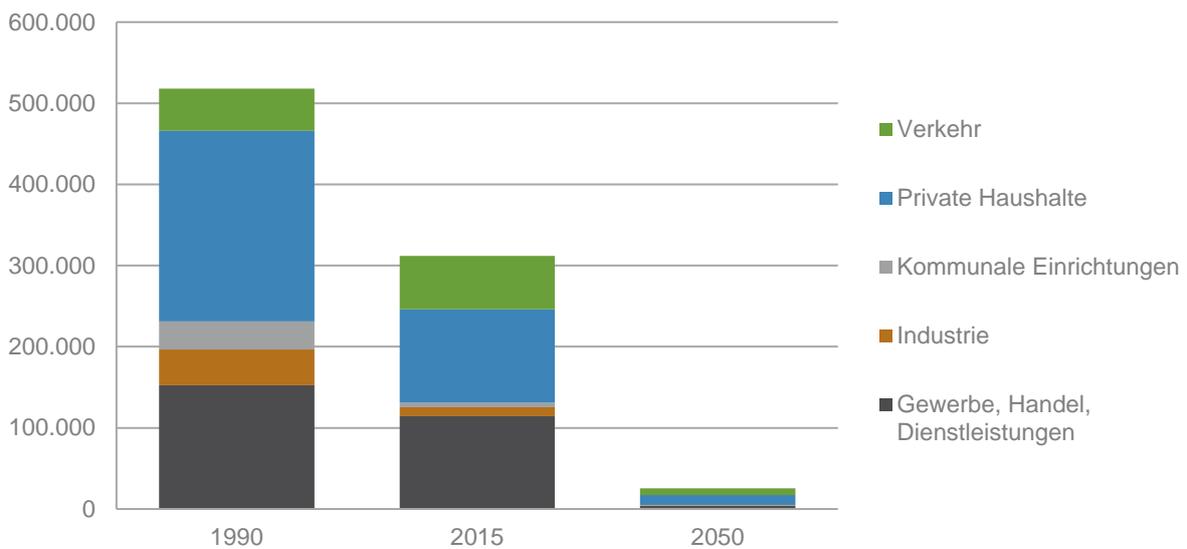


Abbildung 6 THG-Emissionen 1990, 2015 und 2050 in t/a

Deutlich wird, dass die Masterplanziele in den Sektoren GHD, Industrie, Kommunale Einrichtungen und Private Haushalte erreicht werden können. Lediglich der Verkehrsbereich schafft mit -84% die erwartete 95%ige THG-Reduktion nicht.

Wie wollen wir diese Ziele erreichen?

Zur Erreichung der Ziele sind 55 Maßnahmen in den Handlungsfeldern Stadtentwicklung, Kommunale Gebäude und Anlagen, Ver- und Entsorgung, Interne Organisation, Mobilität, Private Haushalte, Gewerbe entwickelt worden. Eine Übersicht aller Maßnahmen ist in Tabelle 1 zu finden.

Tabelle 1 **Maßnahmenübersicht**

Nr.	Bezeichnung
E	Stadtentwicklung
1	Weiterentwicklung der energie- und klimabewussten Bauleitplanung
2	Berücksichtigung Klimaschutz, Klimawandel in der Stadtentwicklung
3	Innovatives Klimaschutzteilkonzept für den maritimen Aspekt
4	Etablierung eines Energetischen Sanierungsmanagements für die Altstadt innerhalb des Walls
5	Wiedervernässung der Moorflächen im Stadtgebiet
K	Kommunale Gebäude/Anlagen
1	Ausbau Energie-Controlling
2	Energieeffiziente Stadtbeleuchtung
3	Energiesparen in Schulen und Kitas (50/50-Projekt) mit Förderung
4	Weiterentwicklung der „Leitlinien zum nachhaltigen und wirtschaftlichen Bauen Stadt Greifswald“
5	Bezug von Ökostrom für die städtischen Liegenschaften
V	Versorgung, Entsorgung
1	Reduzierung des Emissionsfaktors für Fernwärme durch Dekarbonisierung
2	Nachverdichtung des Fernwärmenetzes
3	Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
4	Erstellung einer Potenzialanalyse zur Abwärmenutzung
5	Erstellung einer Potenzialanalyse zur Tiefengeothermie
6	Erschließung alternativer Brenn- und Kraftstoffe im Stadtgebiet und Umgebung
7	Energetische Nutzung „Paludikultur“ von wiedervernässten Moorflächen
M	Mobilität
1	Förderung betrieblichen Mobilitäts- und Fuhrparkmanagements
2	Zentrales und umweltfreundliches kommunales Fuhrparkmanagement

Nr.	Bezeichnung
3	Unterstützung von Kampagnen für nachhaltige und gesunde Mobilität
4	Individualisiertes Marketing / Öffentlichkeitsarbeit zur Förderung des Umweltverbundes insbes. des ÖPNV
5	Umsetzung und Weiterentwicklung des Radverkehrskonzeptes
6	Erarbeitung einer Fußverkehrsstrategie sowie von quartiersbezogenen Fußverkehrskonzepten
7	Stärkung des öffentlichen Stadt-Umland-Verkehrs unter besonderer Berücksichtigung des ÖPNV
8	Weiterentwicklung / Schaffung intermodaler Schnittstellen insbes. zwischen Fuß-, Rad- und öffentl. Personennahverkehr (ÖPNV)
9	Straßenraumgestaltung unter Berücksichtigung der Anforderungen des Umweltverbundes sowie der Umweltwirkungen
10	Erstellung eines Teilkonzeptes City-Lieferverkehr
11	Weiterentwicklung des Parkraummanagements im Sinne klimafreundlicher Mobilität
12	Autoarme/autofreie Gebiete in Stadtteilen und Quartieren
13	Weiterentwicklung und Unterstützung des Carsharing-Angebotes
14	Mobilitätsmanagement bei Neubauvorhaben / Anpassung der Stellplatzsatzung
15	Umstellung des kommunalen Fuhrparks auf Erneuerbare Energien
16	Förderung von Elektromobilität in der Stadt
17	Förderung der Wasserstofftechnologie in der Stadt
18	Setzung von Rahmenbedingungen für das autonome Fahren
I	Interne Organisation
1	Regelmäßige Erstellung Energie- und CO ₂ -Bilanz und Maßnahmencontrolling
2	Gründung eines Vereins "Klimaschutzbündnis"
3	Einführung European Energy Award (eea)
4	Nachhaltige Beschaffung in der Verwaltung
5	Überprüfung von Bürgerschaftsbeschlüssen auf Nachhaltigkeit
6	Energiesparkampagnen in der Verwaltung
7	Digitalisierung der Verwaltung
P	Private Haushalte
1	Förderung und Intensivierung von Beratungsangeboten im Bereich Energieeffizienz durch die Verbraucherzentrale
2	Energiekarawane - Durchführung von Haus zu Haus Beratungen
3	Einführung einer "grünen" Hausnummer

Nr.	Bezeichnung
4	Stromsparcheck für Bedarfshaushalte (Caritas)
5	Urban Gardening - Förderung von Gemeinschaftsgärten
6	Förderung gemeinschaftlicher, innovativer Wohnformen
7	Teilen statt kaufen - Gemeinsame Nutzung von Geräten
8	Einrichtung eines Repair-Cafés
9	Unterstützung von aktiven Gruppen und Stärkung von Netzwerken in den Bereichen Klimaschutz, Energieeffizienz und Suffizienz
10	Entwicklung von lokalen Kreisläufen
G	Gewerbe
1	Durchführen eines Energieeffizienz-Netzwerks für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)
2	Informations- und Beratungskampagne im Gewerbe
3	Zielvereinbarung mit der Wohnungswirtschaft zur Sanierung von Gebäuden

Die Maßnahmen mit dem höchsten THG-Reduktionspotenzial sind die Maßnahmen V1 Reduzierung des Emissionsfaktors für Fernwärme durch Dekarbonisierung (44.000 t/a) und V3 Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (55.000 t/a) sowie die Maßnahmen im Verkehrsbereich, die im Bündel eine THG-Reduktion von gut 50.000 t/a THG-Reduktion bewirken.

Die Umsetzung aller Maßnahmen ergibt in Summe eine THG-Reduktion von rund 173.000t/a bzw. rund 55% der THG-Emissionen 2015. Für die weiteren 40 %, die bis 2050 erreicht werden sollen sind auch Maßnahmen auf EU-, Bundes- und Landesebene erforderlich. Dies können Verschärfung von Gesetzen und Richtlinien sein, Förderanreize, steuerliche Anreize, Streichung von klimaschädlichen Investitionen etc. sein.

Wichtig ist auch der Aspekt der Suffizienz für die Erreichung der Masterplanziele. Zu den Suffizienzmaßnahmen zählen insbesondere die Maßnahmen P 5 bis P10. Ein CO₂-Minderungspotenzial kann hierfür nicht angegeben werden, da sich überwiegend um sogenannte „weiche“ Maßnahmen handelt, die nicht quantifizierbar sind.

Als sektorales Ziel hat die UHGW den Verkehrsbereich ausgewählt. Mit den Maßnahmen M1 (Förderung betrieblichen Mobilitäts- und Fuhrparkmanagements), M2 (Zentrales und umweltfreundliches kommunales Fuhrparkmanagement) und M15 (Umstellung des kommunalen Fuhrparks auf erneuerbare Energien/Alternative Antriebe als Pilotprojekt) sollen bis 2020 5% des Energieverbrauchs bzw. der THG-Emissionen im Vergleich zu 2015 eingespart werden.

Zur Umsetzung der Maßnahmen Vor-Ort sind die Bürgerinnen und Bürger sowie alle Akteure in der UHGW gefordert. Nur gemeinsam können die anspruchsvollen Ziele erreicht werden.