



Net-Zero Stuttgart Abschlussbericht

Endfassung vom 06.12.2022

Überblick der Kernerkenntnisse



Stuttgart kann bis 2035 klimaneutral werden und sich an die Auswirkungen des Klimawandels anpassen



Ohne Klimaschutzmaßnahmen werden für 2035 Treibhausgasemissionen von ca. **3,6 Mt CO₂-Äquivalenten** erwartet

Zur Reduktion dieser Emissionen ist die Umsetzung von **13 zentralen Maßnahmenpaketen zum Klimaschutz** unter Beteiligung einer Vielzahl von Akteuren notwendig: Stromsparmaßnahmen, Ausbau Photovoltaik, Umstellung der lokalen GuD-Kraftwerke auf grünen Wasserstoff, Erzeugung von Ökostrom außerhalb des Stadtgebiets, Gebäudesanierung, bedarfsgesteuertes Wärmen, Ausbau der Fernwärme und weiterer Wärmenetze, Dekarbonisierung der lokalen Wärmeherzeugung, Verkehrsreduktion und -verlagerung, Dekarbonisierung/ Elektrifizierung des Verkehrs, optimierte Abfallwirtschaft und treibhausgasarme Landwirtschaftspraktiken

Für Klimaschutzmaßnahmen werden Zusatzinvestitionen bis 2035 von in Summe ca. **11 Mrd. EUR** erwartet. Diese können durch Einsparungen von laufenden Kosten bis Anfang der 2040-er Jahre wieder hereingeholt und überkompensiert werden



Durch den Klimawandel werden Extremwetterphänomene und chronische Wetterveränderungen an Häufigkeit und Schwere zunehmen. Die größten Gefahren für Stuttgart sind aktuellen wissenschaftlichen Studien zufolge **Hitze und Starkregen**

Vor diesen Klimaveränderungen kann sich Stuttgart mit **10 zentralen Maßnahmenpaketen zur Klimaanpassung** schützen: Renaturierung, hitzeabweisende Baumaßnahmen, Anpassung der Gesundheitsinfrastruktur, Abflussmöglichkeiten, Wassermanagement und -rückgewinnung, Reduktion von Brandherden, Staudämme und hochwasserabweisende Baumaßnahmen, Frühwarnsysteme, Anpassung des Gewerbes und Umbau der Stuttgarter Ökosysteme



Zusammenfassung der Ergebnisse (1/ 2)

Klimaschutz rückt immer mehr in den Fokus von Ländern, Firmen und Städten. Im Jahr 2021 hat Deutschland sein Zieljahr der Klimaneutralität auf 2045 vorverlegt, und das Land Baden-Württemberg hat sich das Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu sein. Darüber hinaus zeigen jüngste Ereignisse wie der Hitzesommer 2019 und die Überflutungen 2021 sowie die prognostizierte Zunahme an Extremwetterereignissen und chronischen Wetterveränderungen, wie wichtig es für Städte und Gemeinden ist, sich an Klimaveränderung anzupassen, um die Bevölkerung vor den unvermeidbaren Folgen des Klimawandels zu schützen. Vor diesem Hintergrund hat der Stuttgarter Gemeinderat im Januar 2022 beschlossen, das **Ziel der Klimaneutralität 2035** für die Landeshauptstadt zu prüfen und einen Fahrplan zu erarbeiten, wie dieses Ziel erreichbar ist. Nach öffentlicher Ausschreibung wurde die Unternehmensberatung McKinsey&Company mit der Ausarbeitung des Klimafahrplans beauftragt. Die Beratung erarbeitete bis Mai zusammen mit Mitarbeitern der Stabstelle Klimaschutz die vorliegenden Maßnahmenpakete.

Sowohl zum Klimaschutz als auch zur Klimaanpassung wurden die **zentralen Maßnahmenpakete** erarbeitet, welche dazu führen, dass Stuttgart bis 2035 netto keine Treibhausgase mehr emittiert und auf anstehende Klimaveränderungen vorbereitet ist. Die Umsetzbarkeit der Maßnahmenpakete wurde mit den beteiligten Akteuren validiert. Dieser Bericht enthält die Maßnahmenpakete im Bereich Klimaschutz und -anpassung sowie die relevanten nächsten Schritte der Umsetzung.

Klimaschutz: Aktuell werden in Stuttgart **Treibhausgase in Höhe von 3,8 Mt CO₂äq.**^{1,2} emittiert. Diese Emissionen entstehen in fünf Sektoren: Strom (47% der Emissionen; 1,8 Mt CO₂äq.), Wärme (37%; 1,6 Mt CO₂äq.), Verkehr (14%; 0,5 Mt CO₂äq.), Abfall- und Landwirtschaft (je ca. 1%; <0,1 Mt CO₂äq.). Ohne Klimaschutzmaßnahmen würden die Emissionen bis 2035 nur leicht sinken (auf ca. 3,6 Mt CO₂äq.), da Bedarfssteigerungen durch Effizienzgewinne nur leicht überkompensiert würden.

Klimaneutralität² ist in Stuttgart bis 2035 möglich, sofern alle 13 zentralen Maßnahmenpakete zur Emissionsminderung unter Beteiligung einer Vielzahl von Akteuren umgesetzt werden:

- Bei den Maßnahmenpaketen im **Strombereich** handelt es sich um 1. Stromsparmaßnahmen (erwartete Reduktion der Treibhausgasemissionen um ca. 0,2 Mt CO₂äq.), 2. den Ausbau von Photovoltaik (ca. 0,5 Mt CO₂äq.), 3. die Umstellung der lokalen GuD-Kraftwerke auf grünen Wasserstoff (ca. 0,4 Mt CO₂äq.) und 4. die Erzeugung von Ökostrom außerhalb des Stadtgebiets (ca. 0,5 Mt CO₂äq.)
- Im **Wärmesektor** sind 5. Gebäudesanierung (ca. 0,6 Mt CO₂äq.), 6. bedarfsgesteuertes Wärmen (ca. 0,1 Mt CO₂äq.), 7. Ausbau der Fernwärme und weiterer Wärmenetze mit Umstellung der lokalen GuD-Kraftwerke auf grünen Wasserstoff (ca. 0,2 Mt CO₂äq.), und die 8. Dekarbonisierung der lokalen Wärmeherzeugung (ca. 0,5 Mt CO₂äq.) zentral
- Im **Verkehrssektor** sind 9. Reduktion (<0,1 Mt CO₂äq.), 10. Verlagerung (ca. 0,1 Mt CO₂äq.) und 11. Dekarbonisierung/Elektrifizierung (ca. 0,3 Mt CO₂äq.) notwendig
- Zusätzlich ist auf 12. eine optimierte **Abfallwirtschaft** (<0,1 Mt CO₂äq.) und 13. treibhausgasarme **Landwirtschaftspraktiken** (<0,1 Mt CO₂äq.) setzen
- Eine **zusätzliche Emissionsreduktion** kann durch CO₂-Abscheidung und -Speicherung (weiteres Potenzial von bis zu 0,3 Mt CO₂äq.) erreicht werden

1. Ausgangspunkt der Berechnung sind die vorpandemischen Emissionen des Jahres 2019

2. "Endenergiebasierte Territorialbilanz": Betrachtung aller Prozess- und Energieemissionen im Stuttgarter Stadtgebiet inkl. importiertem Strom; Ausschluss weiterer Vorkettenemissionen



Zusammenfassung der Ergebnisse (2/ 2)

Klimaanpassung: Durch den Klimawandel werden Extremwetterphänomene und chronische Wetterveränderungen an Häufigkeit und Schwere zunehmen. Die größten Gefahren für Stuttgart sind aktuellen wissenschaftlichen Studien zufolge nach jetzigem Stand Hitze und Starkregen. Bis 2050 werden bis zu 70 jährliche Hitzetage¹ und 35-50% regenreichere Winter² erwartet. Die Analyse der geplanten Maßnahmen hat gezeigt dass zur **Anpassung an den Klimawandel** weitere präventive Maßnahmen sowie Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz notwendig sind. Auch hierfür wurden zehn Maßnahmenpakete entwickelt.

- Zu den **präventiven Maßnahmen** zählen 1. Renaturierung, 2. hitzeabweisende Baumaßnahmen, 3. Anpassung der Gesundheitsinfrastruktur, 4. Abflussmöglichkeiten, 5. Wassermanagement und -rückgewinnung, 6. Reduktion von Brandherden, 7. Staudämme und hochwasserabweisende Baumaßnahmen
- Zu den Maßnahmen zur **Stärkung der Resilienz** zählen 8. Frühwarnsysteme, 9. Anpassung des Gewerbes und 10. Umbau der Stuttgarter Ökosysteme

Die **erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmenpakete** aus Klimaschutz und Anpassung erfordert die Beteiligung aller relevanten Akteure - Stadt, Bürger, Gewerbe-, Handels-, Dienstleistungs- und Industrieunternehmen, ÖPNV, Energieversorger und Netzbetreiber – sowie die Einrichtung einer zentralen Steuerung inklusive Erfolgsmessung. Für die skizzierten Klimaschutzmaßnahmen ist für die beteiligten Akteure mit Zusatzinvestitionen³ von in Summe ca. 11 Mrd. EUR bis 2035 zu rechnen. Diese können, wenn wir es richtig angehen, durch Einsparungen von laufenden Kosten bis Anfang der 2040-er Jahre wieder hereingeholt und überkompensiert werden: ca. 5 Mrd. EUR Einsparung durch lokale Produktion von Solarstrom und je ca. 3 Mrd. EUR Einsparung durch verringerten Wärmebedarf und Wegfall der Treibstoffkosten.

Für das **zentrale Management der Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen** muss eine geeignete Querschnittsorganisation aufgebaut und die notwendigen Kompetenzen sichergestellt werden. Optionen der Organisation sind eine dedizierte Klima-Taskforce, eine oder mehrere verantwortliche Abteilungen, eine Partnerschaft mit privaten Akteuren und der Aufbau einer neuen Abteilung. Darüber hinaus müssen Prozesse zur Entscheidungsfindung und Erfolgsmessung etabliert und die Beteiligung von Bevölkerung und Unternehmen institutionalisiert werden. Für eine **erfolgreiche Umsetzung der definierten Maßnahmenpakete zur Klimaanpassung** müssen die bestehenden Strukturen und Prozesse effektiver gestaltet werden: Die Umsetzung muss politisch sichtbar und priorisiert werden, die Arbeitsgruppe muss formalisiert und ein Projektbüro eingerichtet werden, Verbindlichkeiten müssen geschaffen werden, die Zusammenarbeit an den Schnittstellen muss strategisch geplant werden und die Kommunikation muss effektiver gestaltet werden

1. IPCC Szenario A1B (moderates Szenario); Der Sommer 2019 mit ca. 1.700 Hitzetoten in Baden-Württemberg hatte 33 Hitzetage

2. IPCC Szenario B2 (moderates Szenario)

3. Zusätzlich notwendige Investitionen bis 2035 im Vergleich zum Szenario ohne Klimaschutz

Inhaltsverzeichnis



**Klimaschutz:
Emissionsreduktion
bis 2035**



Anpassung: Schutz
vor anstehenden
Klimaveränderungen



Appendix



Klimaschutz

Vorgehen und Treibhausgasbilanzierung

Maßnahmenpakete für die Klimaneutralität 2035

Abgleich mit bestehenden Maßnahmen

Finanzierung der Transformation

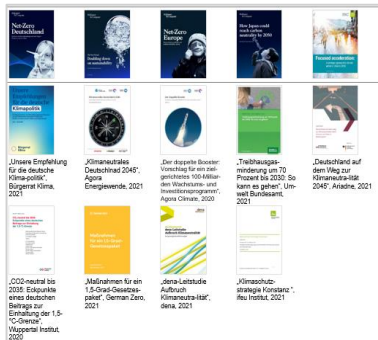
Empfehlungen zur Umsetzung

Auf Grundlage von 13 Publikationen und Klimaschutzkonzepten weiterer 6 Städte wurden Klimaschutzoptionen für Stuttgart evaluiert.



Überblick Erkenntnisse aus der bestehenden Literatur

Übergreifende Aussagen aller Veröffentlichungen



Das **Transformations-Tempo** muss in **ALLEN** Bereichen um ein **vielfaches gesteigert** werden (z.B. >3x Ausbau von Erneuerbaren, 20x Batterieproduktion)

Je **früher mit der Transformation begonnen** wird, desto leichter und umso weniger Verbote braucht es

Verzögerter Klimaschutz kostet die Gesellschaft insgesamt **deutlich mehr** aufgrund von Klimafolgeschäden

Negative Emissionen in **natürlicher und technischer** Form sind unausweichlich für das 1.5-Grad Ziel

Eine möglichst **effiziente Primärenergienutzung** wird unisono präferiert wodurch sehr **ähnlich Technologieanwendungen** resultieren z.B. Pkw Brennstoffzellen 3x höherer, synthetische Kraftstoffe 10x höherer Strombedarf als Batterieelektrisch

Unterschiede in den Reports

Zieljahre der Klimaneutralität variieren von 2030 bis 2050 – daraus resultieren unterschiedliche Dekarbonisierungspfade und Kosten

Fokus der Veröffentlichungen reichen von **regulatorischen Maßnahmen** und Änderungsvorschlägen (inkl. Paragraphen) bis zur Quantifizierung von **Investitions- und Klimafolgekosten**

Unterschiedliche **Suffizienz- und Effizienzannahmen** z.B. **Wuppertal Institut/Fridays-for-Future -36 bis -58% Endenergiebedarf (2018 vs. 2050)**, sowie Annahmen zur **Energieimporten** z.B. **Ariadne von 130 TWh** (direkte Elektrifizierung und Erzeugung in DE) **bis zu 620 TWh** (E-Fuel Szenario) wovon **500 TWh synthetische Kraftstoffe**



Implikationen der Reports für Projekt Stuttgart



- Bürger:innen** aus dem gesamten Gesellschaftsspektrum **unterstützen deutlich schärfere Maßnahmen** als die nationale Politik plant (andere Länder erzielen vergleichbare Ergebnisse z.B. UK)
- Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsprozessen, Innovationsförderung und deutliche Stromkostenreduktionsind** essentiell z.B. muss die Gesetzgebung muss die Voraussetzungen für eine gegenüber den letzten 30 Jahren etwa >3x so schnelle Transformation schaffen
- Elektrifizierung von Verkehr, Wärme und Industrie führt zu einem **signifikant höherem Bedarf an Strom (+70-100%)**, jedes Potential zur Erzeugung erneuerbarer Energien muss genutzt werden
- 100% H2 für lokale Gasheizungen** werden mit **4-7x höheren Betriebskosten eingeschätzt**, Nutzung von H2 vor allem sinnvoll für Nischen wie Strom-(Wärme)-Erzeugung während „Dunkelflauten“ und in der Chemie/ Industrie (z.B. Stahl, Grüne Kunststoffe, etc.)
- Effektive Anreize** zum **schnellen Auslaufen fossiler Neuanschaffungen** (wie Verbrennungsmotor, Kohlekraftwerke oder Öl- und Gasheizungen) sind **unausweichlich** und können **aktiv** z.B. Verkaufstopps oder **passiv** z.B. Emissionsgrenzwerte **gesteuert** werden
- Aufbau **technische CO2-Abscheidung** und Speicher Kapazitäten höchstwahrscheinlich unumgänglich um Netto-Null zu erreichen (BECCS bzw. DACCS)¹ wobei Synergieeffekte bei Fernwärme mit Biomasse (BECCS) am sinnvollsten

Parallel wurde ein Emissionsmodell für Stuttgart erstellt.



Das Modell berechnet die Emissionen basierend auf dem **Aktivitätsniveau je Technologie**

Aktivität, z.B. mit dem Benzin-PKW gefahrene km pro Jahr im Stuttgarter Stadtgebiet



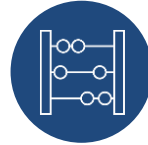
Energieverbrauch, z.B. Liter Benzin / km



Emissionsfaktor, z.B. kg CO2 / Liter Benzin



Jährliche THG Emissionen je Technologie, z.B. des Benzin-PKWs, in kg CO2



Die Emissionen von 2019 bis 2035 wurden in **3 Szenarien** gerechnet

- **Business-as-usual:** Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum, Effizienzsteigerung von Motoren und moderater Ausbau erneuerbarer Energien
- **Maßnahmen von EU/Bund/BaWü:** klimaneutrale Erzeugung von 50% der Wärme in 2030, Verbesserung Gebäudeisolierung, 80% erneuerbare Energien in Deutschland 2030, Erhöhung Verkaufsquote Elektro-Autos
- **Stuttgarter Nettonull Pfad:** Simulation der 13 Maßnahmenpakete, welche die abgestimmten notwendigen und angestrebten Maßnahmen enthalten



Das Modell betrachtet die **Prozess- und Energieemissionen** (Scope 1 und 2) im Stadtgebiet Stuttgart

Eine Detaillierung des Vorgehens folgt auf den nächsten Seiten.



Die Stuttgarter Emissionen wurden auf Grundlage des Aktivitätsniveaus je Technologie berechnet.



Herunterbruch aller Sektoren in Segmente und Technologien

Sektor	Segment	Technologie
Strom	Auto	Benzin
Gebäude	Bus	Diesel
Verkehr	Schienenverkehr	Hybrid
Industrie	Nutzfahrzeuge	Elektro
...

Aktivitäten-basierte Berechnung der Treibhausgasemissionen

Aktivität: Mit dem Benzin-PKW gefahrene km pro Jahr im Stuttgarter Stadtgebiet



Energieverbrauch: Liter Benzin / km



Emissionsfaktor: kg CO2 / Liter Benzin



Jährliche THG Emissionen je Technologie in kg CO2

Kalibrierung basierend auf den Daten des Amts für Umweltschutz

Abgleich der Emissionen je Sektor aus der Aktivitäten-basierten Berechnung mit den Emissionen der THG Bilanz des Amts für Umweltschutz

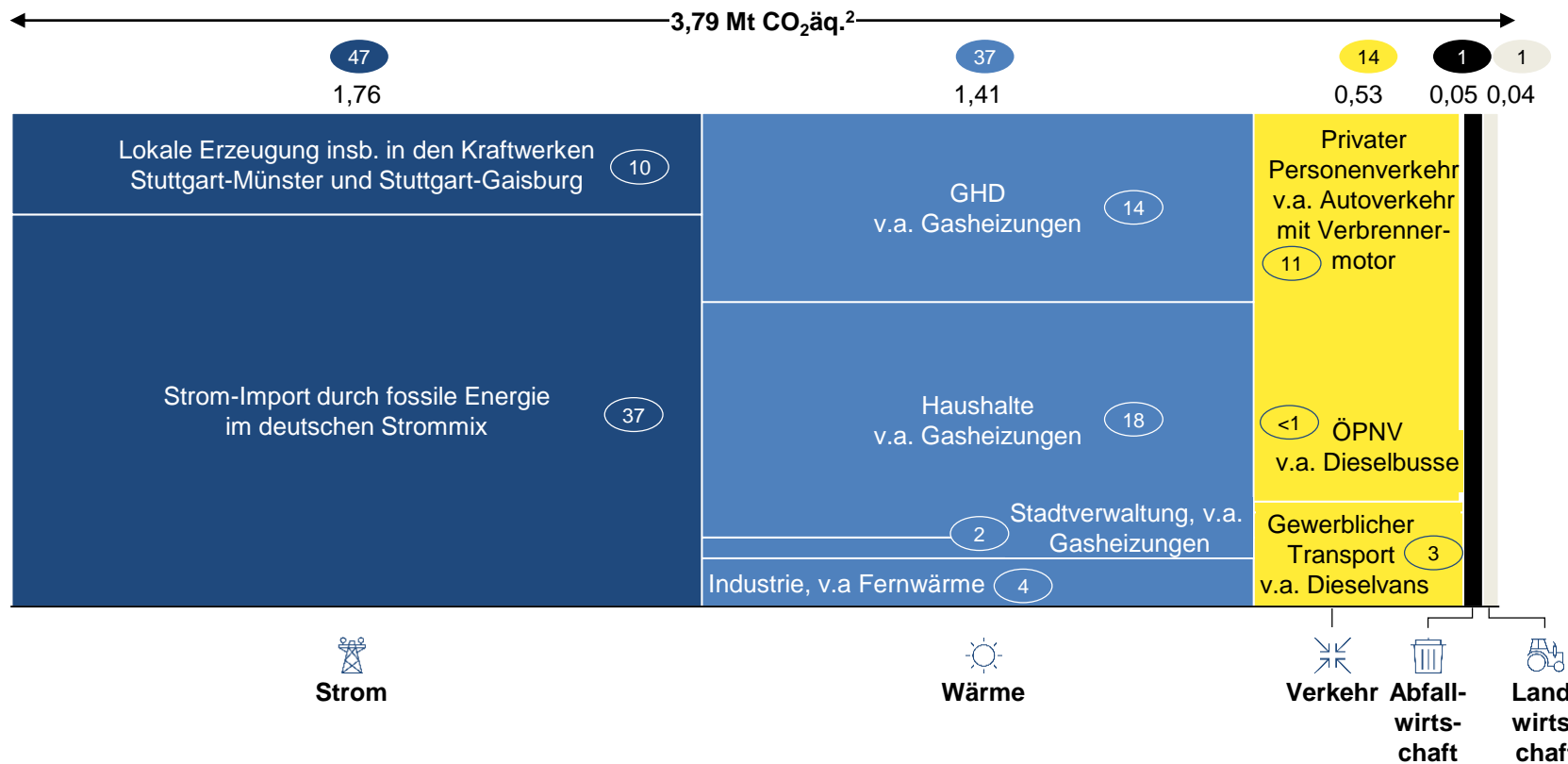


Das Ergebnis: Aktuell emittiert Stuttgart 3,8 Mt CO₂äq. pro Jahr. Davon kommen 98% aus Strom, Wärme und Verkehr.



Emissionen 2019, in Mt CO₂äq.¹

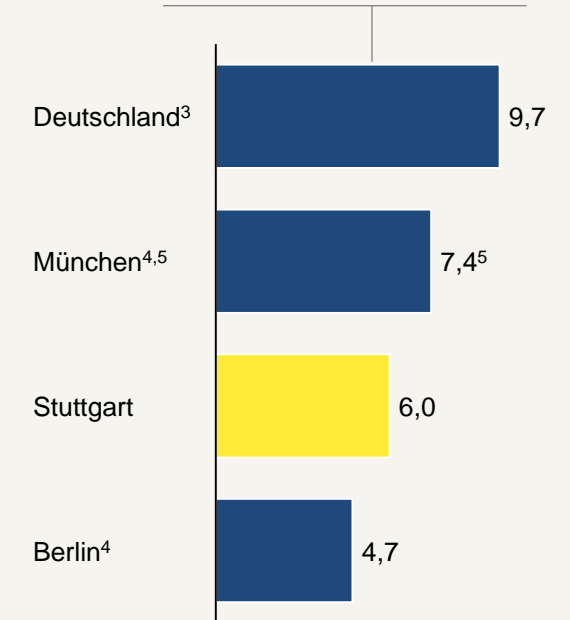
Prozess- und Energieemissionen im Stadtgebiet inkl. importiertem Strom



Pro Kopf Emissionen 2019

in t CO₂äq

Stark emittierende Industrien und erhöhter Energiebedarf in ländlichen Gebieten führen zu höheren nationalen Pro-Kopf-Emissionen



1. CO₂ Äquivalente: Erwärmungswirkung eines Treibhausgases im Vergleich zu der von CO₂ innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 100 Jahren (GWP-100) 2. Exklusive Landnutzung (negative Emissionen von -0.03 Mt CO₂äq.) 3. Exklusive Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft; Gemeinden mit wenig Einwohner und viel Industrie liegen deutlich >10 tCO₂äq 4. Betrachtung der energiebedingten territorialen Treibhausgasemissionen (inkl. Vorkette); 5. Ohne Autobahn-Emissionen (+2.3 tCO₂äq)

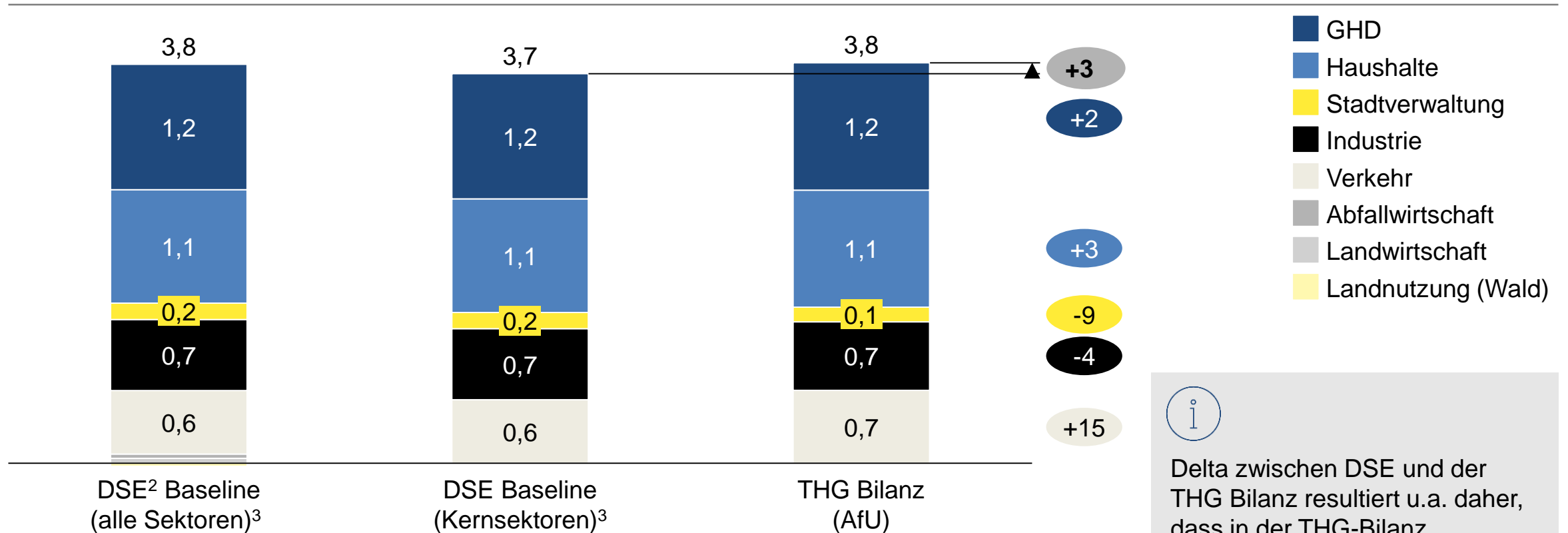


Die aktivitätsbezogene Berechnung weicht nur +3% von den THG-Daten des Amts für Umweltschutz ab.



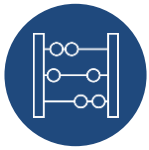
Stuttgart 2019 Emissionen je Sektor, in Mt CO₂äq¹

Delta, in %



i
Delta zwischen DSE und der THG Bilanz resultiert u.a. daher, dass in der THG-Bilanz Vorketten-Emissionen fossiler Brennstoffe betrachtet werden

1. CO₂ Äquivalente: Erwärmungswirkung eines Treibhausgases im Vergleich zu der von CO₂ innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 100 Jahren (GWP-100)
 2. DSE = Decarbonization Scenario Explorer, verwendetes Bilanzierungstool
 3. Zum Abgleich haben wir die Emissionen aus dem Stromsektor im DSE aufgeteilt



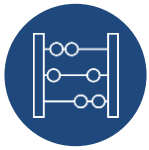
Es wurden Entwicklungen und Maßnahmen ermittelt, die ohne Zutun der Stadt Stuttgart eintreten.



STAND 25.04.2022

Sektor	Business as usual ¹		Maßnahmen von EU/Bund/BaWü ⁴	
Haushalte	Bevölkerungsentwicklung von 635.000 in 2019 auf 650.000 in 2030 und 648.000 in 2035 ²	+ Moderater Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland ³	Klimaneutrale Erzeugung von 50% der Wärme in 2030	+ Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland auf 80% in 2030 ⁵
Stadtverwaltung				
GHD	Wachstum des Stuttgarter BIPs um 0,9% in 2019-2030 und um 0,8% in 2030-2035	+ Bevölkerungswachstum, Effizienzsteigerung von Motoren	Verbesserung Gebäudeisolierung durch KfW Kredite und Zuschüsse für energieeffiziente Sanierungen	
Industrie				
Verkehr			Erhöhung Verkaufsquote Elektro-Autos (60% in 2030)	
Weitere Sektoren	Konstant angenommen		-	

1. Keine großen Projekte mit erheblichen Auswirkungen auf die Emissionen in der Umsetzung (Industrieanlagen, Waldrodung, usw.)
2. Wohnbauprojekte im Einklang mit dem erwarteten Bevölkerungswachstum
3. Basierend auf historischem Ausbau zwischen 1990 und 2020
4. Es wurden nur Maßnahmen gezählt, die bereits beschlossen/verabschiedet sind.
5. Ziel der Bundesregierung (Koalitionsvertrag)

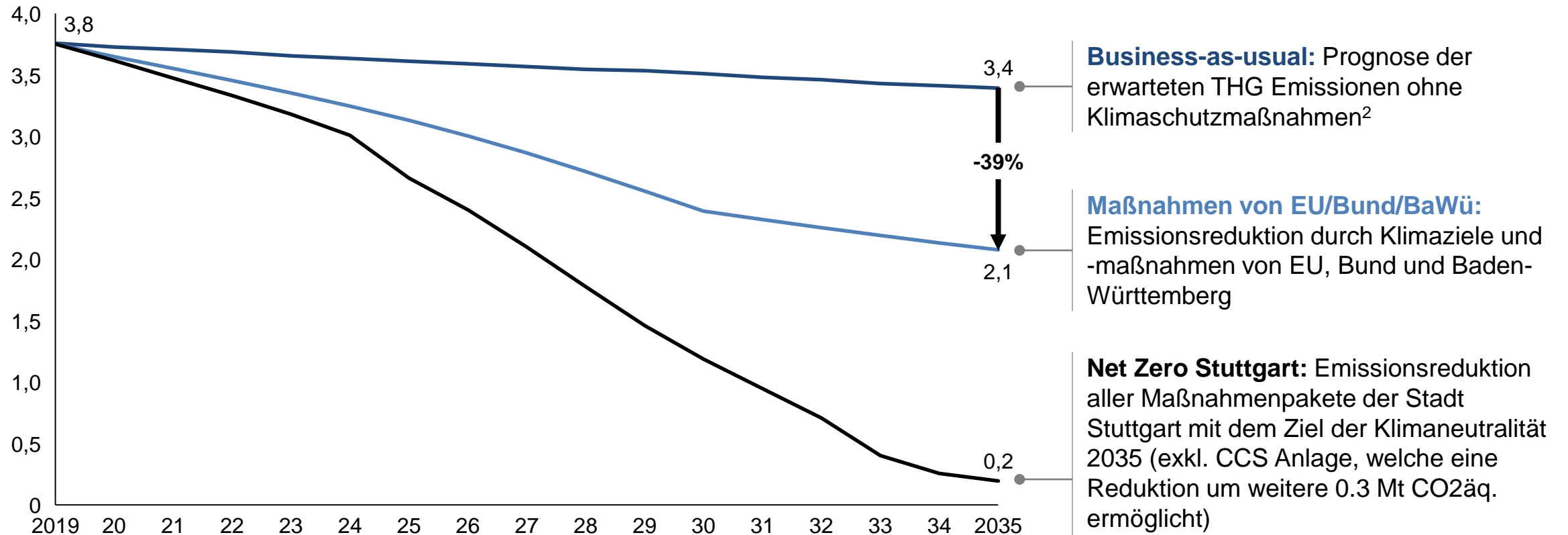


Der Stuttgarter Reduktionspfad übertrifft die Einsparungen der Maßnahmen von EU, Deutschland und BaWü um ca. 60%



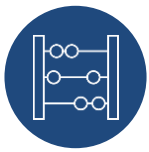
STAND 25.04.2022

Stuttgart Emissionen je Sektor, in Mt CO₂äq¹



1. CO₂ Äquivalente: Erwärmungswirkung eines Treibhausgases im Vgl. zu der von CO₂ innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 100 Jahren (GWP-100)

2. Insb. ohne Sektorkopplung, d.h. ohne erhöhten Strombedarf durch Elektrifizierung von Wärme und Verkehr

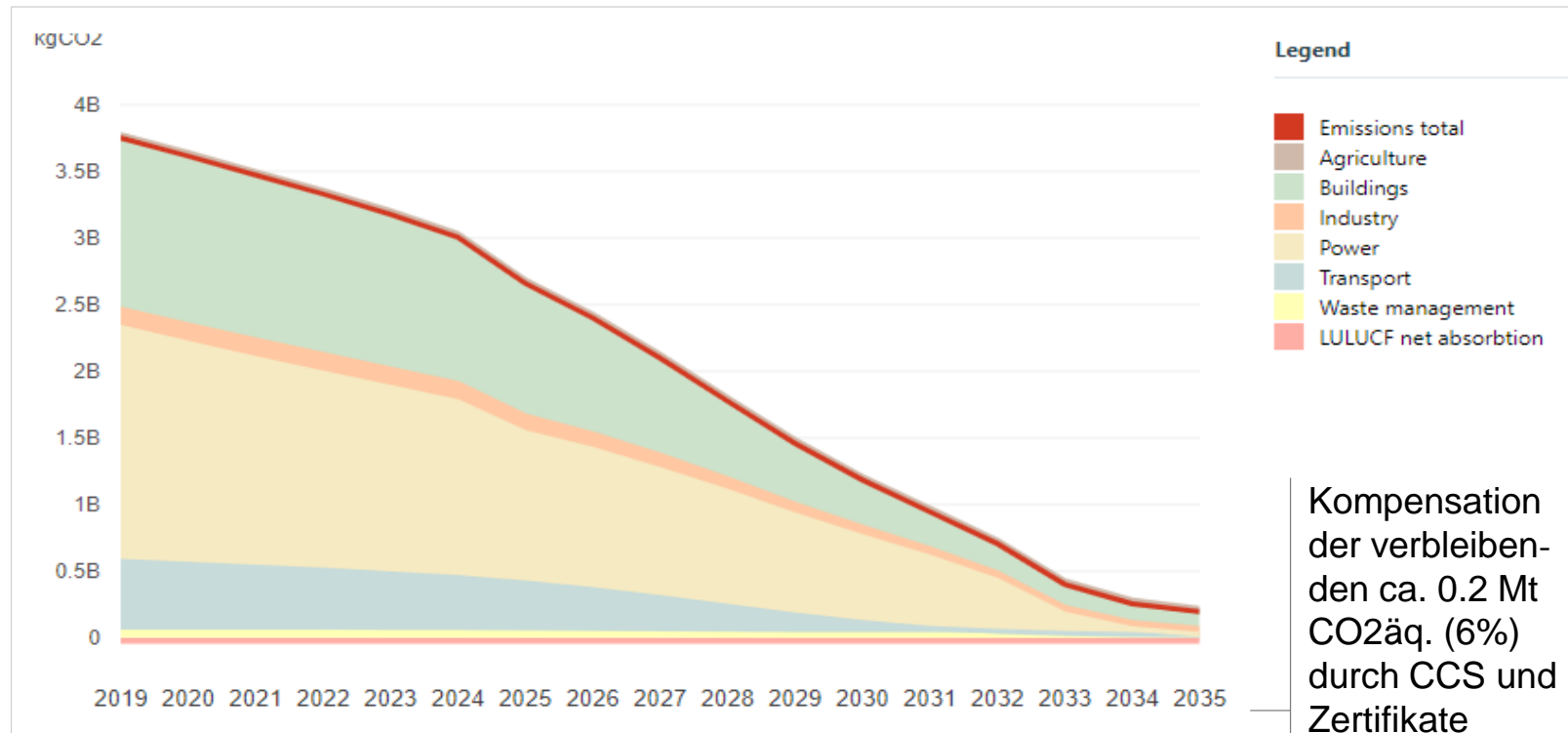


Die Gesamtemissionen des Nettonullpfades belaufen sich ab 2019 auf 34 Mt CO₂äq.



STAND 30.11.2022

Stuttgarter Dekarbonisierungspfad 2019 - 2035



Kumulative Gesamtemissionen im Zeitraum 2019 - 2035

34 Mt CO₂äq.

Budget ab 2018, um 1,5° C mit einer Wahrscheinlichkeit von 67% bzw. 50% zu erreichen¹:

35 Mt CO₂äq.

48 Mt CO₂äq.

1. Skalierung des CO₂-Budgets nach IPCC anhand der Bevölkerungszahlen von 2018 (Welt: 7,6 Mrd., Stuttgart: 633 Tsd.); globales Budget von 420 Gt CO₂äq für 67% Wahrscheinlichkeit und 580 Gt CO₂äq für 50% Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung. In Stuttgart betragen die Emissionen ab 2018 ca. 38 Mt CO₂. Dabei ist zu beachten, dass für Stuttgart die Scope 3 Emissionen nicht betrachtet wurden, um Doppelzählungen zu vermeiden, und so die Vergleichbarkeit zum IPCC zu gewährleisten. Je nach Bereich sind Scope 1 oder Scope 3 Emissionen höher, z.B. wird im Ernährungsbereich mehr nach Stuttgart importiert als exportiert. Insofern kann eine Umrechnung des globalen Budgets auf Stuttgart nicht exakt erfolgen.



Die Bilanzierung betrachtet Prozess- und Energieemissionen im Stuttgarter Stadtgebiet.



Dimension	Betrachtete Emissionen
Sektoren	Verkehr (exkl. Transitverkehre: Autobahn, Flughafen, Bahnfernverkehr, Schifffahrt) Gebäude (unterteilt in GHD, Haushalte, Stadtverwaltung) Elektrizität (lokale Erzeugung und Strom-Import) Industrie (insb. Automobilindustrie) Landwirtschaft Abfallwirtschaft Landnutzung
Gebiet	Stadtgrenze der Landeshauptstadt Stuttgart (Territorialbilanz)
Emissionen	Prozess- und Energieemissionen (Scope 1&2)
Treibhausgase	CO ₂ , CH ₄ , NO ₂ in CO ₂ äq ¹
Kompensation	Wenn möglich lokal/regional Natürliche (präferiert) und technische Lösungen

Klimaneutralität wird hier als eine **Treibhausgasneutralität** in dem Sinne verstanden, dass

1. die Emissionen so weit wie realistisch umsetzbar **reduziert** und
2. die verbleibenden, unvermeidbaren Emissionen vollständig **kompensiert** werden sollen.



1. CO₂ Äquivalente: Erwärmungswirkung eines Treibhausgases im Vergleich zu der von CO₂ innerhalb eines Betrachtungszeitraums von 100 Jahren (GWP-100)



Klimaschutz

Vorgehen und Treibhausgasbilanzierung

Maßnahmenpakete für die Klimaneutralität 2035

Abgleich mit bestehenden Maßnahmen



Finanzierung der Transformation


Empfehlungen zur Umsetzung

13 zentrale Maßnahmenpakete in den Kernsektoren können die Emissionen in Stuttgart reduzieren.



STAND 06.12.2022

Strom 	Wärme 	Verkehr 	Abfallwirtschaft 	Zusatzmaßnahmen ¹ 
1 Stromsparmaßnahmen	5 Sanierung von Bestandsgebäuden, insb. mit geringem Energiestandard	9 Reduktion des Verkehrsaufkommens	12 Optimierte Abfallmanagement	14 Abscheidung und Speicherung von CO₂ aus der Müllverbrennung
2 Ausbau von Solar PV und weiteren erneuerbaren Energien innerhalb Stuttgarts	6 Steigerung Effizienz der Wärmeversorgung	10 Verlagerung des Verkehrs auf den Umweltverbund (ÖPNV, Rad- und Fußverkehr)	Landwirtschaft 	15 Sensibilisierung für klimafreundliche Ernährung, Konsum und Reiseverhalten
3 Kohle- und Erdgasausstieg, Umstellung auf grünen Wasserstoff in den lokalen GuD-Kraftwerken	7 Ausbau des Fernwärmenetzes und Aufbau neuer, klimaneutraler Wärmenetze	11 Elektrifizierung/Dekarbonisierung des verbleibenden Auto- und Wirtschafts- und Busverkehrs	13 Treibhausgasarme Praktiken	16 Reduktion grauer Energie durch eine Kreislaufwirtschaftsstrategie
4 Ausbau Ökostrom-Erzeugung außerhalb des Stadtgebiets	8 Dekarbonisierung lokaler Wärmeerzeugung , auch durch lokale Quellen (Heizen, Industrieprozesse)			17 Förderung von Innovation zur Entwicklung klimafreundlicher Produkte und Prozesse

Kernvoraussetzungen 	
Herstellung klarer Verantwortlichkeiten und Berichtstrukturen	Einbindung von Stadtgesellschaft und Unternehmen
Kontinuierliches Monitoring der Indikatoren und Fortschritte	Digitalisierung und Optimierung der Förderprogramme
Kommunikation der Klimaziele und -maßnahmen in die Bevölkerung	Sicherstellung ausreichender Ressourcen in der Stadtverwaltung
	Aufbau von Fachkräften , insbesondere in Planung, Handwerk und Energieberatung

1. Zur Abscheidung von CO₂ an der Entstehungsquelle und Reduktion der Vorkettenemissionen (Scope 3)

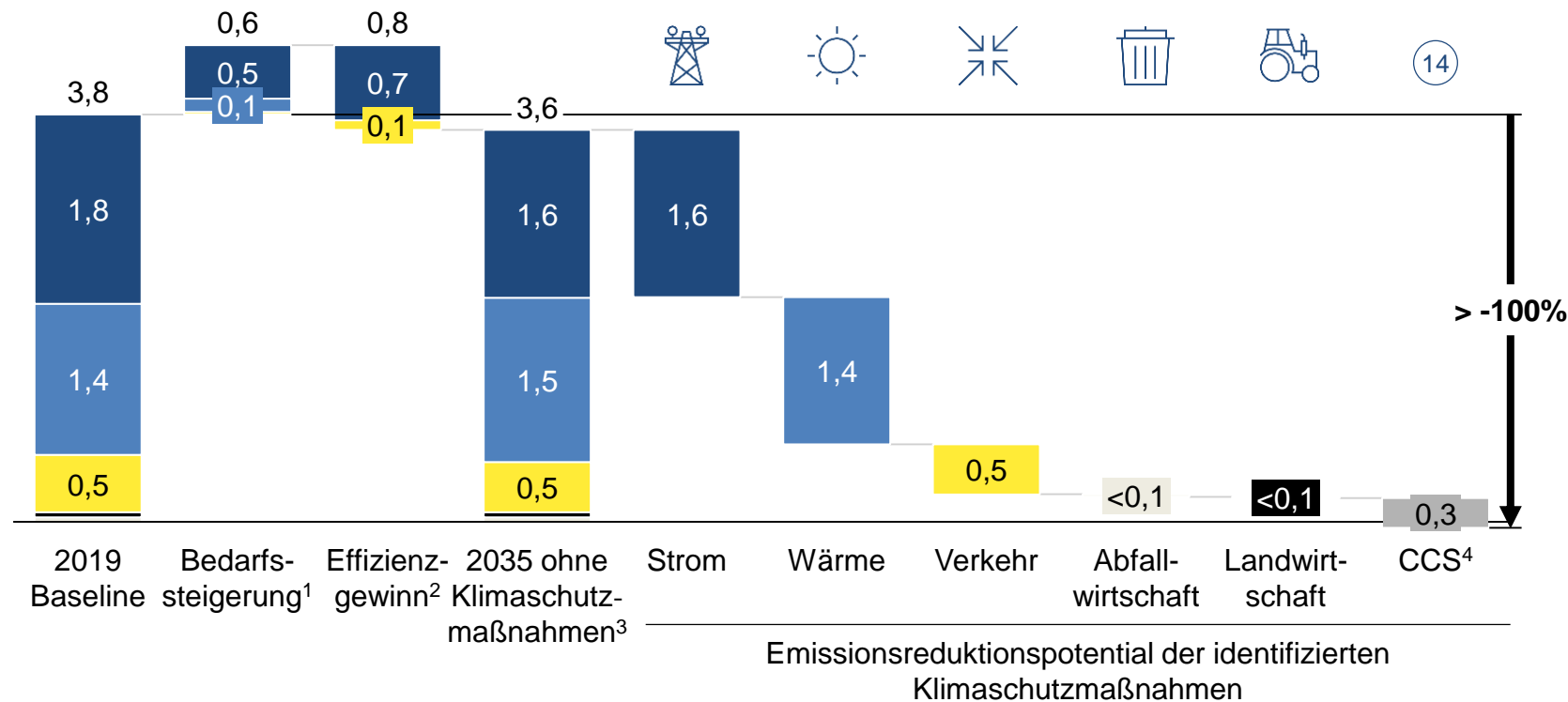
Die Maßnahmenpakete führen zu einer vollständigen Reduktion der Emissionen bis 2035.



STAND 25.04.2022

Abfallwirtschaft Landwirtschaft Verkehr Wärme Strom

Gesamtemissionen in Stuttgart, Mt CO₂äq.



Zusätzliche Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgase ermöglichen eine **Brutto-Reduktion um 94%** (exkl. CCS) und eine **Netto-Reduktion um >100%** bis 2035

1. Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum
2. Sinkender Energiebedarf neuer Autos und Geräte und Anstieg des Ökostromanteils im deutschen Strommix
3. Inkl. erhöhten Strombedarf durch Sektorkopplung (Elektrifizierung von Wärme und Verkehr)
4. CO₂-Abscheidung und -Speicherung von Emissionen der Müllverbrennung (Carbon Capture and Storage)



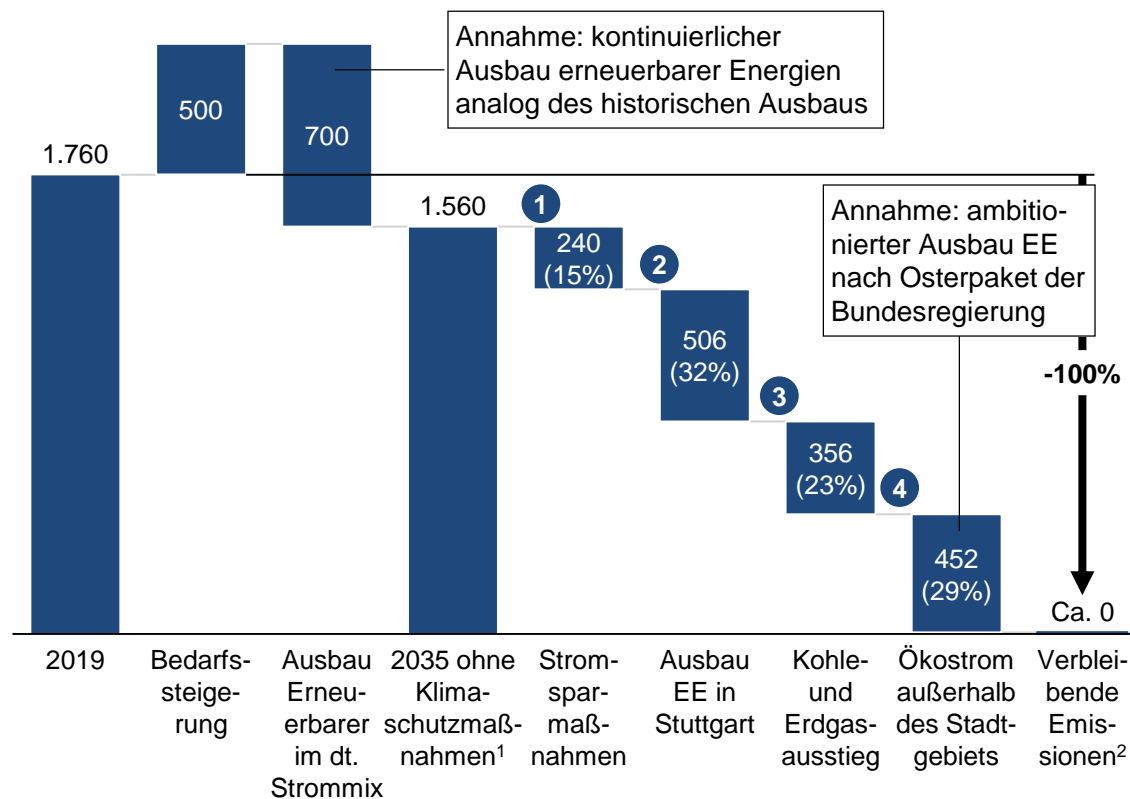
Der Stromsektor kann durch Sparmaßnahmen, Solar PV, grünen Wasserstoff und Import von Ökostrom dekarbonisiert werden



STAND 22.04.2022

Prognostizierte Emissionen im Stromsektor für Stuttgart in 2035,

Tsd. tCO₂-äq.



Maßnahmenpakete

Ziel bis 2035

- | | |
|---|--|
| 1 Stromsparmaßnahmen
(z.B. Nutzung effizienter Haushaltsgeräte, digitale Gerätesteuerung) | 1,6% jährliche Reduktion des Netto-Stromverbrauchs ³ |
| 2 Ausbau von Solar PV und weiteren erneuerbaren Energien innerhalb Stuttgarts | 2,1 TWh erneuerbare Energien 2035 (1,5 TWh PV Gebäude, 0,4 TWh PV Flächen, 0,2 TWh Sonstige) ⁴ |
| 3 Kohle- und Erdgasausstieg, Umstellung auf grünen Wasserstoff in den lokalen GuD-Kraftwerken | Kohleausstieg bis 2026 (Bau von GuD Werken in Münster und Altbach) ⁵
100% Wasserstoff bis 2035 (Steigende Beimischung) ⁵ |
| 4 Ausbau Ökostrom-Erzeugung außerhalb des Stadtgebiets | Import von nahezu 100% grünem Strom bis 2035 durch die deutsche Energiewende ⁶
Ggf. zusätzlicher Bau/ Betrieb eigener Erzeugungskapazitäten zur Sicherstellung von 100% grünem Stromimport und Produktion von grünem Wasserstoff ⁷ |

1. inkl. Mehrbedarf durch Sektorkopplung; 2. Biomasse, Heizöl; 3. abhängig der Produktivität (in MWh/BIP); Ziel analog dt. Durchschnitt 2008-2019; 4. Potentialanalyse AfU; 5. Zielgrößen alle nach Planung EnBW; 6. Osterpaket der Bundesregierung; 7. Optionen und Ausgestaltung ab 2025 zu prüfen

Im Wärmesektor können Emissionen durch Bedarfsreduktion und emissionsarme Fern- und lokale Wärme eingespart werden

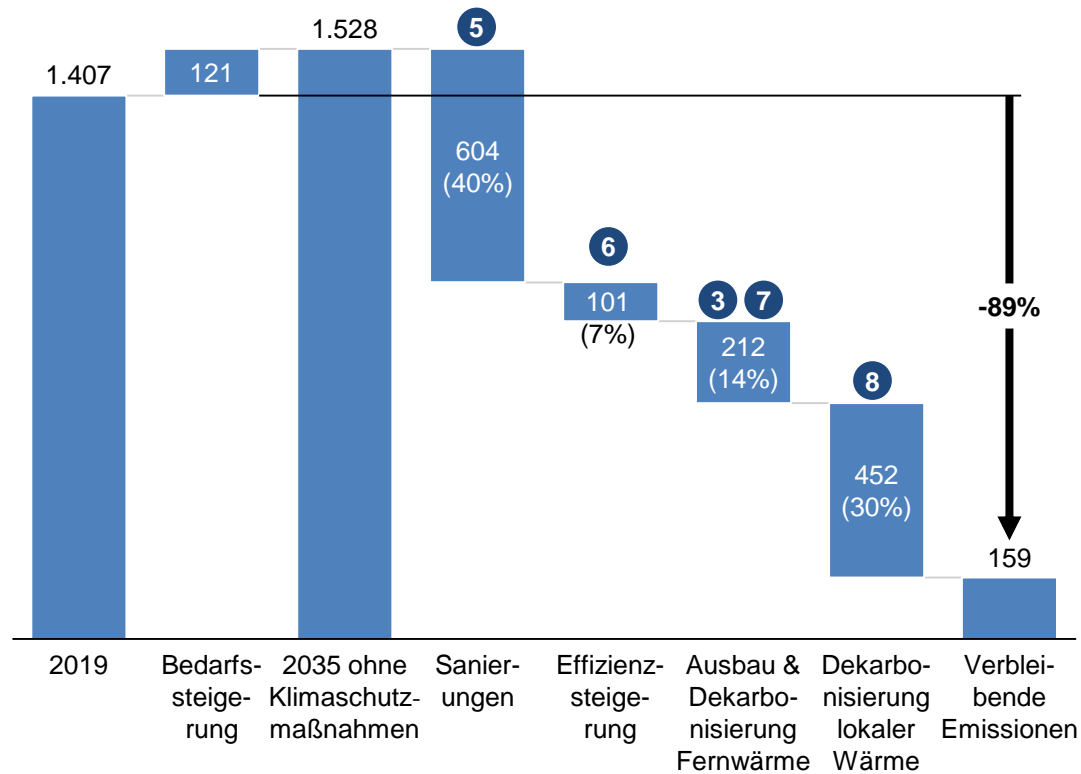


STAND 22.04.2022

Vertiefung auf Folgeseite

Prognostizierte Emissionen im Wärmesektor für Stuttgart in 2035

Tsd. tCO₂äq.



Maßnahmenpakete

Ziel bis 2035

5 Sanierung von Bestandsgebäuden, insb. mit geringem Energiestandard	Durchschnittliche jährliche Sanierungsrate von 4,3% bis 2035 (Hochlauf von aktuell ca. 1,5%) ¹ Durchschnittliche Senkung des Energiebedarfs je saniertem Quadratmeter um 60% ¹
6 Steigerung Effizienz der Wärmeerzeugung, z.B. Zeitschaltuhren, digitale Thermostate	0,5% jährliche Energieeffizienzsteigerung ²
3 Kohle- und Erdgasausstieg, Umstellung auf grünen Wasserstoff in den lokalen GuD-Kraftwerken	Kohleausstieg bis 2026 (Bau von GuD Werken in Münster und Altbach) ³ 100% Wasserstoff bis 2035 (Steigende Beimischung) ³ Bau Großwärmepumpe 24 MW ³
7 Ausbau des Fernwärmenetzes und Aufbau neuer, klimaneutraler Wärmenetze	Heizung von 38% der Gebäude durch Fernwärme und von 18% durch weitere lokale Wärmenetze in 2035 ¹
8 Dekarbonisierung lokaler Wärmeerzeugung , auch durch lokale Quellen (Heizen, Industrieprozesse)	100% Dekarbonisierung des lokalen Heizens (v.a. durch Wärmepumpen) 100% Elektrifizierung von Prozesswärme und Kochen

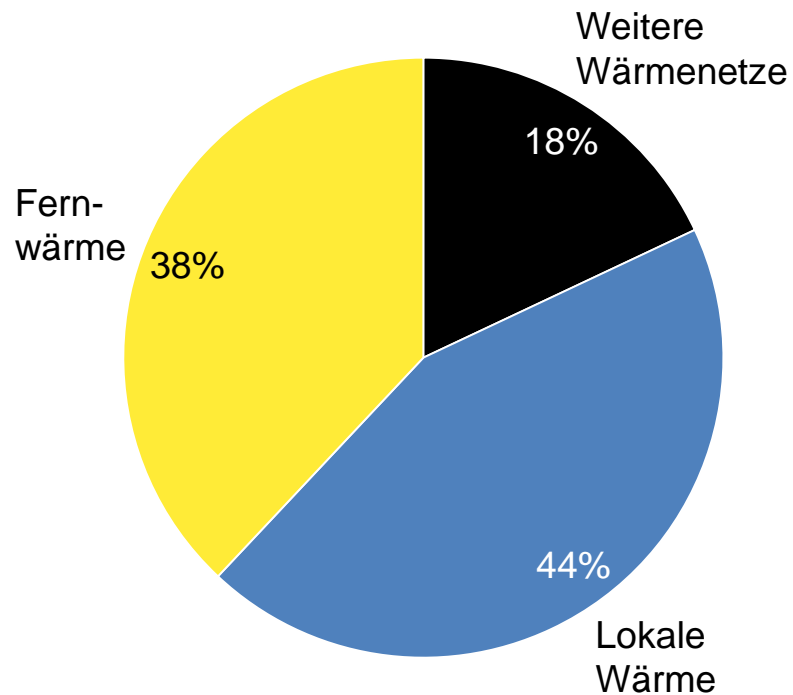
1. Nach Planung Amt für Umweltschutz; 2. Analog dt. Durchschnitt 2008-2019; 3. Zielgrößen alle nach Planung EnBW

Vertiefung: 2035 kann 56% der Gebäudewärme durch Fern- und Nahwärmenetze bereitgestellt werden

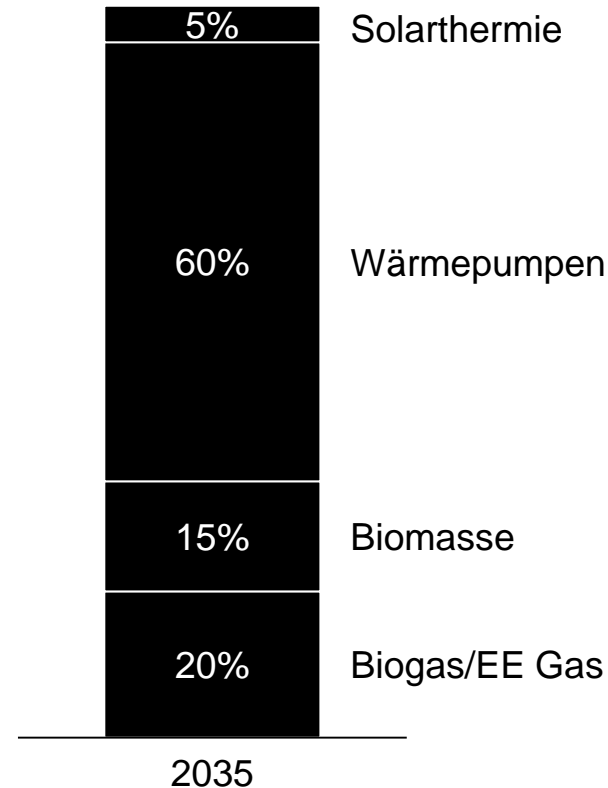


STAND 02.05.2022

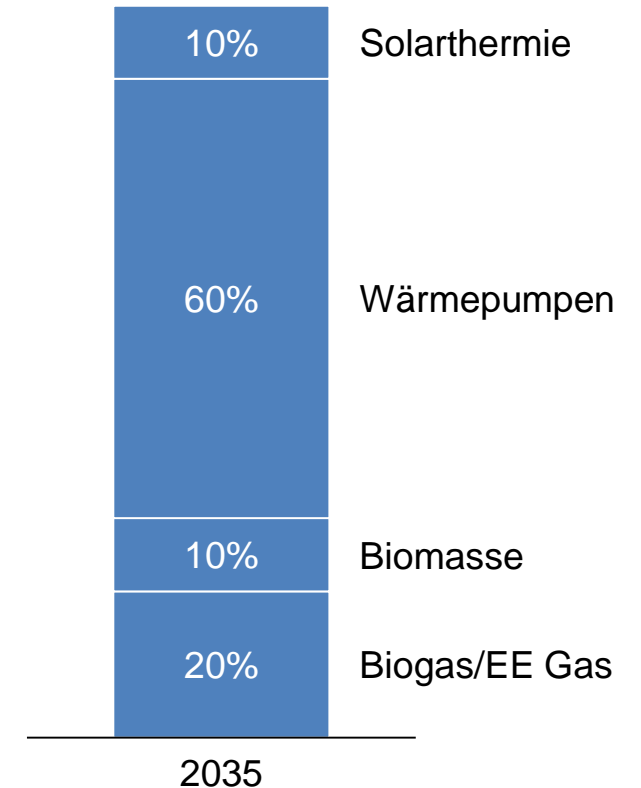
Verteilung Wärmeerzeugung 2035



Energieträgermix Weiterer Wärmenetze



Energieträgermix Lokale Wärme



Um Netto-Null im Verkehrssektor zu erreichen, muss der Verkehr reduziert, verlagert und dekarbonisiert werden

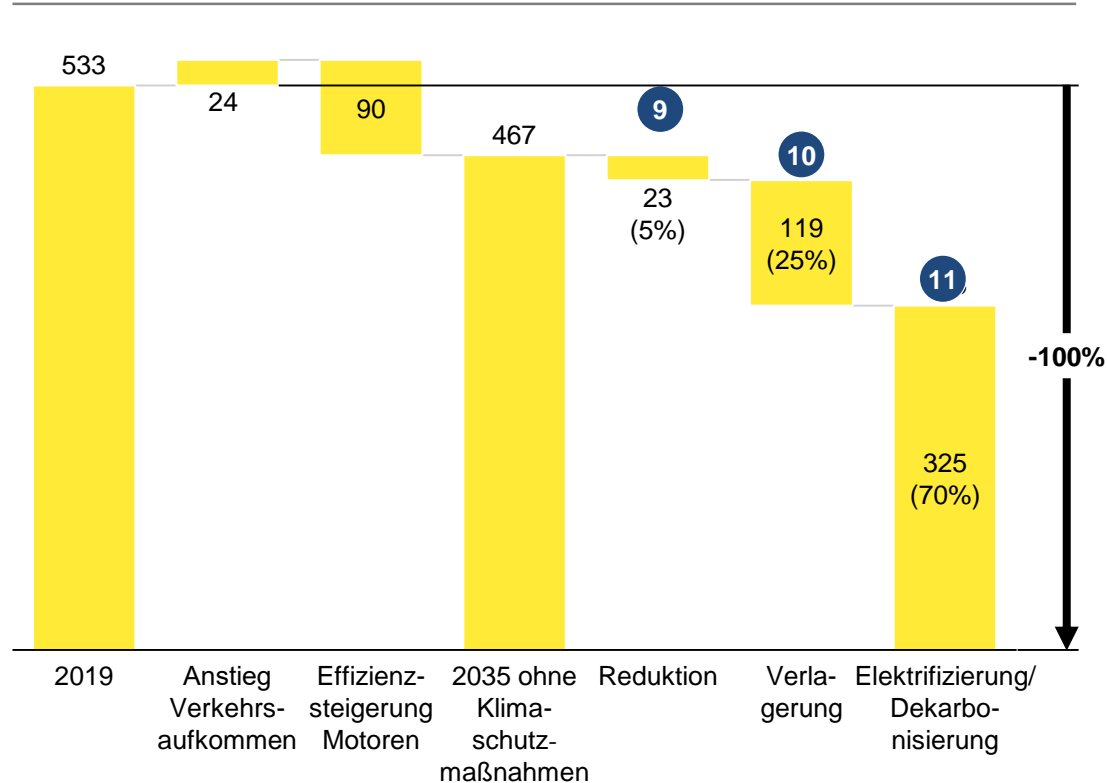


STAND 22.04.2022

Vertiefung auf Folgeseite

Prognostizierte Emissionen im Verkehrssektor für Stuttgart in 2035

Tsd. tCO₂äq.



Maßnahmenpakete

Ziel bis 2035

- | | |
|---|---|
| <p>9 Reduktion des Verkehrsaufkommens, z.B. durch Telearbeit, Onlinebesprechungen und Optimierung von Routen und Ladeplatznutzung im Güterverkehr</p> | <p>Reduktion der zurückgelegten Wege um 2% im Personenverkehr (0,1% pro Jahr) und um 16% im Güterverkehr (1% pro Jahr)</p> |
| <p>10 Verlagerung des Verkehrs auf den Umweltverbund, insb. durch Ausbau und Optimierung des ÖPNV, Ausbau und Verbesserung von Rad- und Fußwegen</p> | <p>Verlagerung des Verkehrs auf Rad- und Fußverkehr: 42% der Wege (entspricht 9% der Strecke in pkm) und ÖPNV: 37% der Wege (entspricht 40% der pkm)</p> |
| <p>11 Elektrifizierung/ Dekarbonisierung des verbleibenden Auto- und Wirtschafts- und Busverkehrs</p> | <p>100% Kauf von eAutos ab 2026
 100% Kauf von elektrischen und Wasserstoffbussen ab 2026
 100% Kauf elektrischer Vans und elektrischer/ Wasserstoffbetriebener LKWs ab 2029
 Bau von 4.100 AC und 500 DC Ladepunkten¹</p> |

1. 1. Basierend auf Studie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT): 33.000 AC und 4.000 DC für 1.000.000 eAutos in Deutschland

Vertiefung: Durch Verkehrsreduktion und Förderung nachhaltiger Verkehrsmittel können signifikant Emissionen eingespart werden



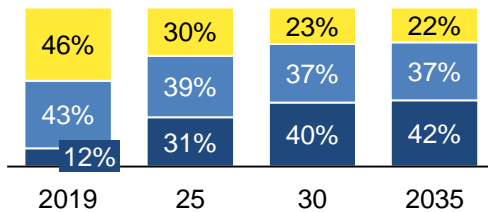
STAND 04.05.2022

Veränderung im Verkehrsverhalten

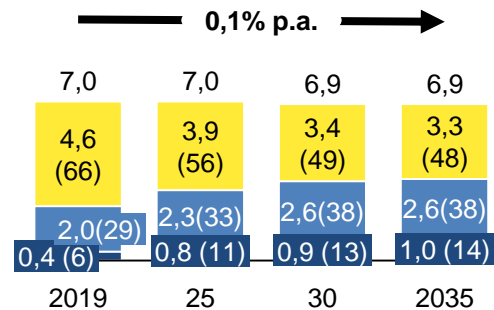
Personenverkehr

Veränderung bei der Wahl von Verkehrsmitteln und Reduktion der Wege führt zu einem nachhaltigeren Modalsplit

Anteil der zurückgelegten Wege je Verkehrsmittel



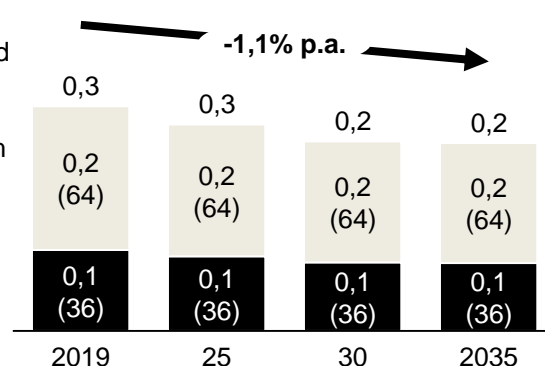
Strecke, in Mrd. km und Anteil der zurückgelegten km



Güterverkehr

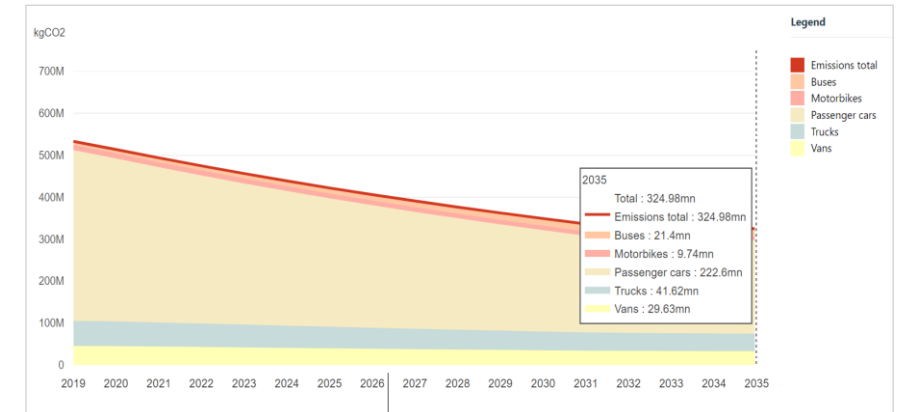
Routen- und Beladeoptimierung führt zu einer Reduzierung der Wegstrecke

Strecke, in Mrd. km und Anteil der zurückgelegten km



Motorisierter Individualverkehr ÖPNV Rad- und Fußverkehr

Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor



Reduktion der Emissionen um 208 Tsd. t CO₂äq. vs. 2019, davon 142 Tsd. t CO₂äq. durch Verkehrsreduktion und Förderung nachhaltiger Verkehrsmittel



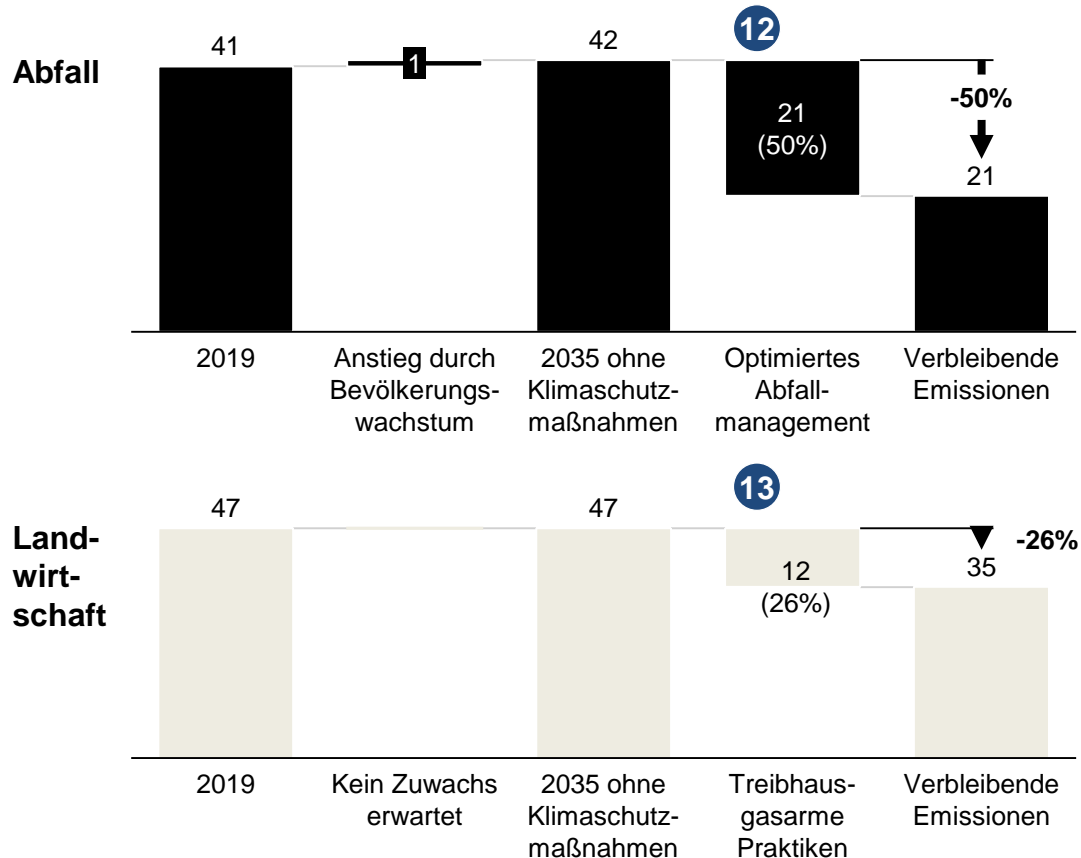
Optimiertes Abfallmanagement und treibhausgasarme Praktiken sind Voraussetzung für Emissionsreduktion in Abfall- und Landwirtschaft



STAND 29.04.2022

Prognostizierte Emissionen für Stuttgart in 2035

Tsd. tCO₂äq.



Maßnahmenpakete

12 Optimiertes Abfallmanagement

- Abfallvermeidung
- Umwidmung von Produkten
- Trennung, Recycling und Kompostierung
- Bergen von Wertstoffen aus Deponien
- Verbessertes Methanmanagement auf Deponien, insb. Lecks abdichten, Auffangeinrichtungen optimieren

13 Treibhausgasarme Praktiken

- Biologische Düngemittel
- Optimierter Stickstoffdünger Einsatz



14 bis zu 280 Tsd. t CO₂äq. entfernt werden

Reifegrad: Technologie noch in Forschung Technologie wird in großem Maßstab verwendet

Aktuelle Situation

Müllverbrennung zur Wärme-gewinnung verursacht jährliche Brutto-Emissionen von ca. 310 Tsd. t CO₂äq;

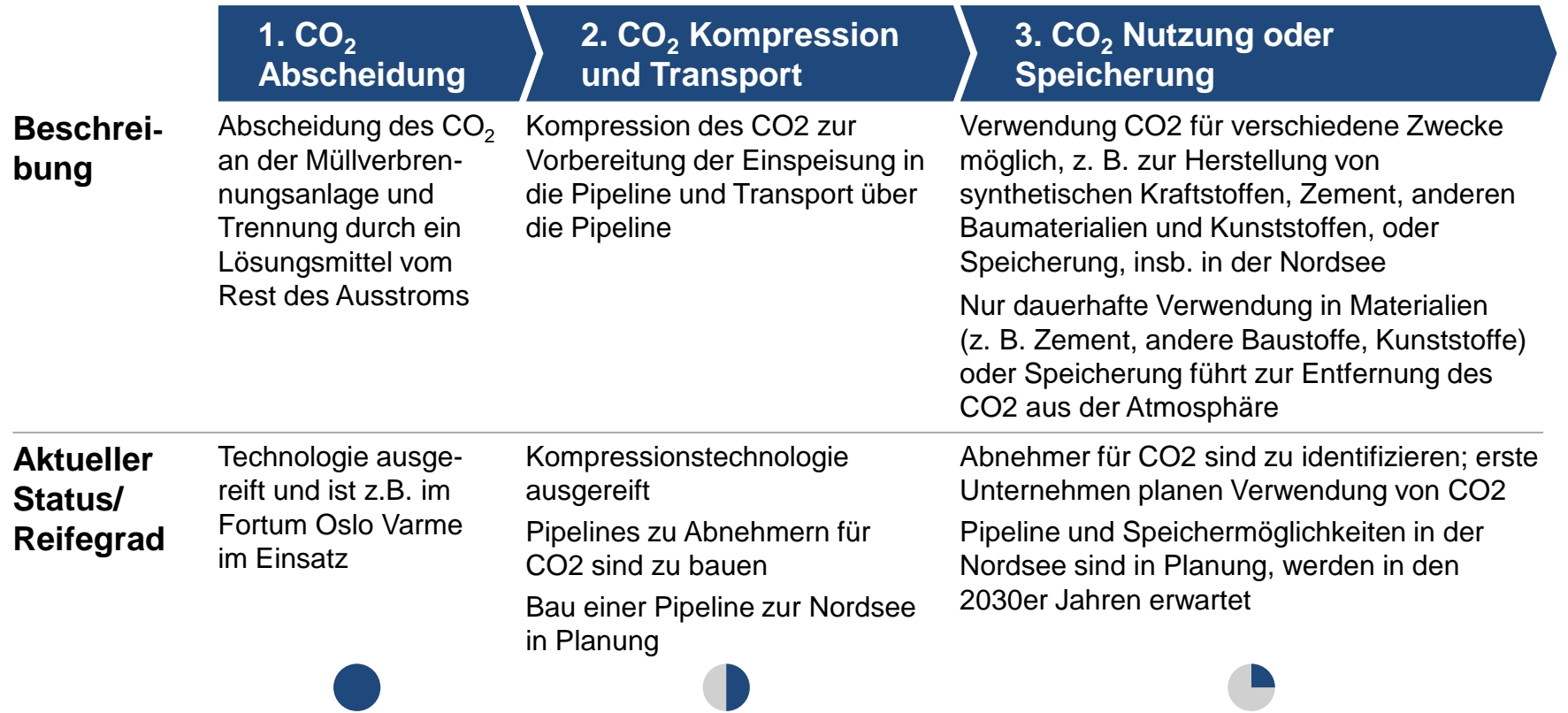
Davon kommen ca. 50% aus der Verbrennung von biogenem Abfall¹; **Netto-Emissionen sind 155 Tsd. t CO₂äq.**

Abfälle müssen verbrannt werden, solange sie nicht erheblich reduziert werden, THG Emissionen von Deponien sind noch höher²

Ca. 65% des Mülls ist importiert – zentrale Verbrennung in Stuttgart und Nutzung zur Wärmeerzeugung ist **effiziente Lösung**

Alternative Wärme-gewinnung (z.B. Großwärmepumpen, Bio-masse) **erfordert hohen Aufwand**

CCUS (CO₂ Abscheidung und Nutzung/Speicherung) Prozess



Bis 2035 sind sowohl Nutzung als auch Speicherung vermutlich möglich und erlauben es, ca. 90% der Brutto Emissionen (280 t CO₂äq.) zu reduzieren – **unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten sowie die Speicherung in der Nordsee sind konstant zu evaluieren**

1. Wird als CO₂ neutral betrachtet;
2. Z.B. durch Zersetzungsprozesse, die Methan freisetzen

Darüber hinaus hat Stuttgart auch Einfluss auf Emissionen außerhalb des Stadtgebiets



Emissionen

Vorgelagert



Scope 3 Kategorie

Eingekaufte/gemietete Güter und Dienstleistungen, insb. Konsumgüter und Nahrung

Reisen

Eingekaufte und gemietete (Kapital-)Güter

Nachgelagert

Transport, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung der verkauften Produkte, Franchise

Investitionen



Maßnahmenpakete

15 Sensibilisierung für **klimafreundliche Ernährung, Konsum und Reiseverhalten**

16 Reduktion **grauer Energie** durch eine **Kreislaufwirtschaftsstrategie**

17 **Förderung von Innovation** zur Entwicklung klimafreundlicher Produkte und Prozesse

Für jedes der 13 Maßnahmenpakete wurde ein Steckbrief zur Umsetzung erstellt.



Beispiel: Steckbrief "Sanierung von Bestandsgebäuden, insb. mit geringem Energiestandard"

Sektor: Wärme	Reduktionspotential bis 2035, Tsd. tCO2-äq 604
1. Übersicht	
Titel des Maßnahmenpakets: 05. Klimaneutraler Gebäudebestand und Sanierung von Bestandsgebäuden, insbesondere mit geringem Energiestandard	
Kurzbeschreibung des Maßnahmenpakets: Die Sicherstellung einer hohen Energieeffizienz von Gebäuden spielt eine Kernrolle in der Erreichung der Dekarbonisierungsziele. Das Ziel ist in Stuttgart eine Sanierungsrate von 4,3% bis 2035 zu erreichen. Dies umfasst eine Sanierung von Bestandsgebäuden sowie die Einführung von Energieeffizienzstandards bei städtischen Neubauten. Das Maßnahmenpaket enthält die folgenden Einzelmaßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> Städtische Neubauten mit höchstmöglichem energetischem Standard Sanierung der städtischen Liegenschaften Gesamelte Beschaffung von Materialien (z.B. Solarplatten etc.) zur Realisierung von Skaleneffekten Sanierungs-Förderprogramm Digitalisierte und massiv beschleunigte Sanierungs-Anträge Kommunikationsmaßnahmen Beseitigung des Fachkräftemangels durch Ausbildungsoffensive, Digitalisierung und attraktive Arbeitsbedingungen, Weiterbildungen im Bereich (serieller/Altbau) Sanierung 	
Umsetzung des Maßnahmenpaketes erfolgt ... kontinuierlich einmalig mehrmalig	
2. Zielgrößen	
<ol style="list-style-type: none"> Sanierungsrate in %: 2019: 1,5 2025: 2, 2030: 3, 25 2035: 6 (Erreichung von 4,3% im Mittelwert) Energieverbrauch der Haushalte gegenüber 1990: -50% 	
3. Einzelmaßnahmen	
Städtische Neubauten mit höchstmöglichem energetischem Standard <ul style="list-style-type: none"> Aktuelle Planung: Alle ab 2020 geplanten Neubauten als Plusenergiegebäude Verantwortliche Stakeholder: Stadtverwaltung Zusätzliche Aktivität: Detailplanung für alle neu geplanten Liegenschaften 	
Sanierung der städtischen Liegenschaften <ul style="list-style-type: none"> Aktuelle Planung: Sanierung aller Liegenschaften wird angestrebt, 50 Mio. EUR-Paket bereits beschlossen und Prozess wurde begonnen 	

<ul style="list-style-type: none"> Verantwortliche Stakeholder: Stadtverwaltung Zusätzliche Aktivität: Erstellung von Sanierungsfahrplänen, Festlegen von Kriterien für die Priorisierung in Kombination mit weiteren Ansprüchen, Einzelfallabschätzung für die Investitionskosten der Gebäude, Schaffung der strukturellen und personellen Voraussetzungen
Gesamelte Beschaffung von Materialien (z.B. Solarplatten, etc.) oder Beauftragung zur Realisierung von Skaleneffekten <ul style="list-style-type: none"> Verantwortliche Stakeholder: Stadtverwaltung Zusätzliche Aktivität: Großbeschaffung von Solarplatten und anderen Technologien durch die Stadt, gesammelte Beauftragung von bspw. Architekten zur Sanierung von mehreren Gebäuden
4. Unterstützende Maßnahmen
Optimierung existierender Förderprogramme: Sanierungs-Förderprogramm <ul style="list-style-type: none"> Aktuelle Planung: Energiesparprogramm zu Förderung der Sanierung von Wohngebäuden, Beratung durch Energieberatungszentrum (Bei einer Förderung durch das Energiesparprogramm darf die Miete um maximal 2 EUR/qm in den nächsten sechs Jahren erhöht werden.) Verantwortliche Stakeholder: Stadtverwaltung in Kombination mit weiteren Akteuren und Initiativen im Wärmebereich Zusätzliche Aktivität: kontinuierliche Weiterentwicklung des Energiesparprogramms inkl. genauer Implementierungs-Hürden-Analyse; Dynamische Förderung: umso mehr Energie / CO₂ eingespart werden kann, umso größer die relative Förderung, Knüpfung von Genehmigungen an Energievorgaben (bspw. NT-Ready Standard)
Verknüpfung mit Förderprogrammmaßnahmen in anderen Steckbriefen prüfen.
Kommunikation
Dialogveranstaltungen für Bürger <ul style="list-style-type: none"> Aktuelle Planung: Umwelttag Verantwortliche Stakeholder: EBB, Stadtverwaltung, Handwerksbetriebe in Kombination mit weiteren Akteuren und Initiativen im Wärmebereich Zusätzliche Aktivität: Organisation und Koordination von Praxisberichten, Vorträgen, Einrichten einer Hotline
Kostenloses Beratungsangebot <ul style="list-style-type: none"> Aktuelle Planung: Energieberatungszentrum Verantwortliche Stakeholder: EBB, Stadtverwaltung in Kombination mit weiteren Akteuren und Initiativen im Wärmebereich Zusätzliche Aktivität: App- und Website-Angebote, zentralisierte Übersicht an Förderangeboten, Informationskampagne zu schnellen einfachen Tipps: was ist schnell machbar, welche Voraussetzungen sind nötig, etc., Angebote für entlastende Dienstleistungen für Sanierungen wie Baustellen-Management und Notfall-Telefon, Übernahme von zentralen Planungs- und Koordinationsaufgaben (z.B. für ganze Straßenzüge), gebündelte Beschaffung
Erfahrungsaustausch mit anderen Bürgern <ul style="list-style-type: none"> Verantwortliche Stakeholder: Stadtverwaltung in Kombination mit weiteren Akteuren und Initiativen im Wärmebereich Zusätzliche Aktivität: Organisation und Koordination von Erfahrungsaustauschen, Führungen durch Beispielhäuser

Verknüpfung mit Kommunikationsmaßnahmen in anderen Steckbriefen prüfen.
Wichtige Kernvoraussetzungen: Kommunikation der Klimaziele und Maßnahmen an die Bevölkerung, Einbindung von Stadtgesellschaft und Unternehmen, Digitalisierung der Förderprogramme, Herstellung klarer Verantwortlichkeiten und Berichtstrukturen, kontinuierliches Monitoring der Indikatoren und Fortschritte, Sicherstellung ausreichender Ressourcen in der Stadtverwaltung, Aufbau von Fachkräften, insbesondere in Planung, Handwerk und Energieberatung
5. Aufwand
Investitionskosten, Abschätzung in Mio. EUR: <ul style="list-style-type: none"> Stadtverwaltung: ca. 250 Bürger:innen: ca. 3.800 Unternehmen: ca. 1.000
Laufende Kosten, Abschätzung in Mio. EUR: <ul style="list-style-type: none"> Stadtverwaltung: ca. -70 Bürger:innen: ca. -1.100 Unternehmen: ca. -300 Energieversorger/ Netzbetreiber: ca. -250
Schätzung Personalaufwand: <ul style="list-style-type: none"> Stadtverwaltung: 9 MAK (Sanierung der städtischen Liegenschaften, Förderprogramme, gesammelte Beschaffung, Anträge, Schaffung von Bäumen, Kommunikation)

Dimensionen der Steckbriefe

Kurze Beschreibung des Maßnahmenpaketes, inklusive der jeweiligen Einzelmaßnahmen

Indikation zur **Umsetzung** des Maßnahmenpakets

Relevante **Zielgrößen** zur Erfolgsmessung

Detaillierte Beschreibung der **Einzelmaßnahmen**, mit aktueller Planung, verantwortlichen Stakeholdern und Aktivitäten

Zusammenfassung des **Aufwands** mit Investitions- und laufenden Kosten, sowie Schätzung des Personalaufwands je nach Stakeholder



Steckbriefe als Anhang



Weitere Details zu den Maßnahmen im Appendix

In der Implementierungsphase müssen Steckbriefe von dem Umsetzungsverantwortlichen weiter ausgearbeitet und ausdetailliert sowie konstant aktualisiert werden.



Klimaschutz

Vorgehen und Treibhausgasbilanzierung

Maßnahmenpakete für die Klimaneutralität 2035

Abgleich mit bestehenden Maßnahmen

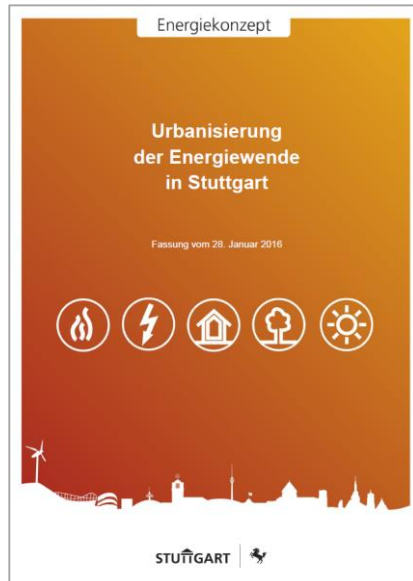
Finanzierung der Transformation

Empfehlungen zur Umsetzung

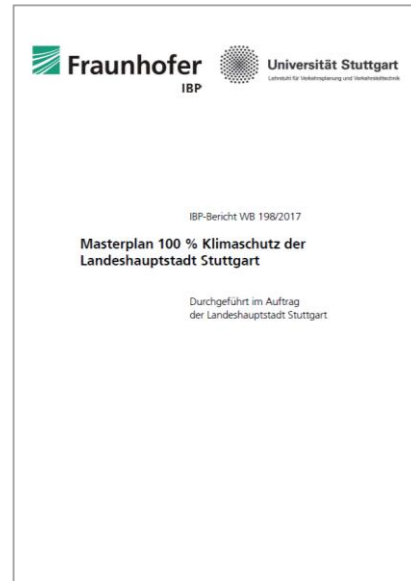
Die Maßnahmenpakete wurden mit den bestehenden Konzepten zum Klimaschutz bei der Landeshauptstadt Stuttgart abgeglichen.



2015 Energie- Konzept



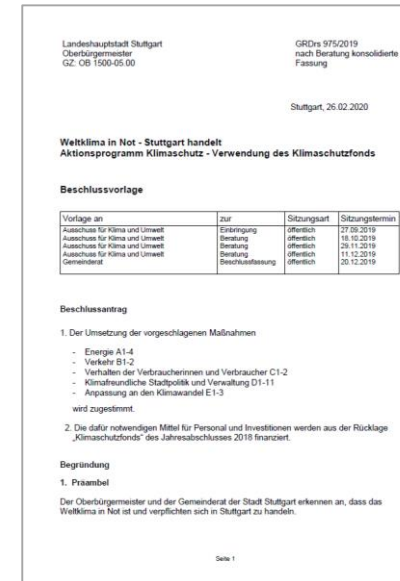
2017 Masterplan 100 % Klimaschutz



2017 Aktionsplan Mobilität




2019 Klima- Aktionsprogramm



Im Stromsektor ist u.a. eine Skalierung der Maßnahmen auf das Zieljahr 2035 und ein stärkerer EE-Ausbau notwendig.



✓ Adäquat ✓ Nicht umfassend ✗ Unzureichend

Sektor	Priorisierte Maßnahmenpakete	Ausreichender Maßnahmenumfang und -detailplanung	Bisherige Planung und Umsetzung		Masterplan 100 % Klimaschutz	
			Maßnahmen Klima-Aktionsprogramm	Handlungsfelder Energiekonzept		
Strom 	1 Stromsparmaßnahmen	✓	Siehe z.B. Maßnahmen A.4.1 Verbot von Heizpilzen, D.4 Energiemanagement	Siehe z.B. Handlungsfelder Energiemanagement, Nutzersensibilisierung (Kapitel 6.1)	Siehe z.B. Maßnahmen S04, S05, S11-S14, I01-I05,	
	2 Ausbau von Photovoltaik und weiteren erneuerbaren Energien innerhalb Stuttgarts	✓	Siehe z.B. Maßnahmen A.1.2 Solarenergienutzung, A.1.6 PV auf Schulen, A.3.4 Solaroffensive	Siehe z.B. Handlungsfelder Erneuerbare Energien (je in den Kapiteln 6.1, 6.2, 6.3)		
	3 Kohle- und Erdgasausstieg, Umstellung auf Wasserstoff in den lokalen GuD-Kraftwerken¹	✓		Siehe Planungen der EnBW zur Klimaneutralität 2035		
	4 Ausbau der Erzeugung von Ökostrom und biogenem Gas außerhalb des Stadtgebiets	✗				

1. Diese Maßnahme betrifft ebenfalls den Wärmesektor.

Im Wärmesektor ist in allen Bereichen eine Beschleunigung und Skalierung der Maßnahmen 2035 nötig.



✓ Adäquat ✓ Nicht umfassend ✗ Unzureichend

Sektor	Priorisierte Maßnahmenpakete	Ausreichender Maßnahmenumfang und -detailplanung	Bisherige Planung und Umsetzung		Masterplan 100 % Klimaschutz
			Maßnahmen Klima-Aktionsprogramm	Handlungsfelder Energiekonzept	
Wärme 	5 Klimaneutraler Gebäudebestand und Sanierung von Bestandsgebäuden, insbesondere mit geringem Energiestandard	✓	Siehe z.B. Maßnahmen A.1.1 Klimaneutrale Bauten, A.1.8 Referenzprojekte Plusenergie, A.2.2 Energiesparprogramm	Siehe z.B. Handlungsfelder Sanierungen, Plusenergiegebäude, energetische Vorgaben (je in den Kapiteln 6.1, 6.2, 6.3)	Siehe z.B. Maßnahmen S02, W01
	6 Steigerung der Effizienz der Wärmeversorgung	✓	Siehe z.B. Maßnahme D.4 Energiemanagement	Siehe z.B. Handlungsfelder Energiemanagement, Nutzersensibilisierung (Kapitel 6.1) sowie Haushaltsberatung (Kapitel 6.2)	Siehe z.B. Maßnahmen I01-I05,
	7 Ausbau des Fernwärmenetzes und Aufbau neuer klimaneutraler Wärmenetze	✓	Siehe z.B. Maßnahmen A.3.2 Wärmeoffensive, A.3.3 Quartiersoffensive	Siehe z.B. Handlungsfelder Energieleitplanung und Energiekonzepte für Stadtquartiere, Netzoptimierung und -ausbau, Erneuerbare Energien (Kapitel 6.5)	Siehe z.B. Maßnahmen E02, E10
	8 Dekarbonisierung lokaler Wärmeerzeugung	✓	Siehe z.B. Maßnahme A.3.2 Wärmeoffensive	Siehe z.B. Handlungsfeld Erneuerbare Energien (je in den Kapiteln 6.1, 6.2, 6.3, 6.5)	

Die vielfältigen Maßnahmen im Verkehrsbereich müssen weiter verstärkt werden, so dass das Klimaziel erreicht werden kann.



✓ Adäquat ✓ Nicht umfassend ✗ Unzureichend



Sektor	Priorisierte Maßnahmenpakete	Ausreichender Maßnahmenumfang und -detailplanung	Bisherige Planung und Umsetzung		
			Klima-Aktionsprogramm	Aktionsplan „Nachhaltig mobil“	Masterplan 100% Klimaschutz
Mobilität 	9 Reduktion des Verkehrsaufkommens	✓	Siehe z.B. Maßnahme B.2.1 Ausbau nachhaltiger Mobilität	Siehe z.B. Handlungsfeld 5 Mobilität in der Region	Siehe z.B. Maßnahmen M27
	10 Verlagerung des Verkehrs auf den Umweltverbund (ÖPNV, Rad- und Fußverkehr)	✓	Siehe z.B. Maßnahmen B.1.1 Förderung SSB, B.1.2 Nahverkehrsabgabe, B.2.5 Umsetzung der echten Fahrradstadt	Siehe z.B. Handlungsfelder 1 Intermodalität und Vernetzung, 2 ÖPNV, 3 Berufsverkehr, 4 Städteteigene Mobilität, 5 Mobilität in der Region, 7 Nicht-motorisierter Verkehr	Siehe z.B. Maßnahmen M06-M14
	11 Elektrifizierung/Dekarbonisierung des verbleibenden Auto-, Wirtschafts- und Busverkehrs	✓	Siehe z.B. Maßnahmen B.2.1 Ausbau nachhaltiger Mobilität, B.2.2 Förderung Einsatz alternativer Kraftstoffe, B.2.3 City Logistik	Siehe z.B. Handlungsfelder 4 Städteteigene Mobilität, 6 MIV, 8 Wirtschaftsverkehr	Siehe z.B. Maßnahmen S15, M01, M20, M21, M24

Zu über diese Beispiele hinausgehenden Planungen siehe weiterhin Nahverkehrsentwicklungsplan, Radverkehrskonzept, Fußverkehrskonzept, Verkehrsentwicklungskonzept.

Bei Abfall- und Landwirtschaft sowie den Zusatzmaßnahmen müssen durch eine gute Koordinierung Handlungslücken gefüllt werden.



✓ Adäquat ✓ Nicht umfassend ✗ Unzureichend

Sektor	Priorisierte Maßnahmenpakete	Ausreichender Maßnahmenumfang und -detailplanung	Bisherige Planung und Umsetzung	
			Maßnahmen Klima-Aktionsprogramm	Masterplan 100 % Klimaschutz
Abfallwirtschaft 	12 Optimiertes Abfallmanagement	✓		Siehe z.B. Maßnahmen S03
Landwirtschaft 	13 Treibhausgasarme Praktiken in der Landwirtschaft	✗		
Zusatzmaßnahmen	14 Abscheidung und Speicherung von CO ₂ aus der Müllverbrennung	✗		
	15 Sensibilisierung für klimafreundliche Ernährung, Konsum und Reiseverhalten	✓	Siehe z.B. Maßnahmen C.1, C.2, C.3, C.4	Siehe z.B. Maßnahmen S16, S17, W13, W14
	16 Reduktion grauer Energie durch eine Kreislaufwirtschaftsstrategie	✓	Siehe z.B. Maßnahmen A.1.3, A.1.4, D.7	Siehe z.B. Maßnahmen S03
	17 Förderung von Innovation zur Entwicklung klimafreundlicher Produkte und Prozesse	✓	Siehe z.B. Maßnahme A.3.5	



Klimaschutz

Vorgehen und Treibhausgasbilanzierung

Maßnahmenpakete für die Klimaneutralität 2035

Abgleich mit bestehenden Maßnahmen

Finanzierung der Transformation

Empfehlungen zur Umsetzung



Betrachtete Kosten

Zusätzlich anfallende Kosten des Netto-
nullpfades im Vergleich zur Entwicklung
ohne Klimaschutzmaßnahmen

Betrachtung von **Investitionen, laufenden
Kosten und Einsparungen**

Kumulierte, nicht diskontierte, Betrachtung
aller Kosten im **Zeitraum 2022-2035**

Einsparungen nach 2035 konservativ
extrapoliert

Szenarienrechnung zur Betrachtung der
Einsparungen **mit und ohne CO2-Preis**



Vorgehen

Schritt 1

**Abschätzung der gesamten
Zusatzkosten je Maßnahmen-
paket** anhand der Kosten je
Einheit (z.B. Kosten je saniertes
Gebäudefläche)

Schritt 2

**Zuteilung der Zusatzkosten auf die
betroffenen Stakeholder**

- Stadtverwaltung
- Bürger:innen
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
- Industrie
- Öffentlicher Nahverkehr
- Energieversorger / Netzbetreiber
Landwirtschaft

Schritt 1: Berechnung der zusätzlichen jährlichen Investitionskosten anhand Kosten je Einheit



STAND 29.11.2022

Berechnung anhand Kosten je grundlegender Einheit

- Beschreibung**
1. Berechnung der Investitionskosten des Nettonullpfades: Investitionskosten je Einheit mal Anzahl Einheiten
 2. Analog Berechnung der Investitionskosten für das Business-as-usual¹
 3. Differenz Kosten Nettonullpfad und Business-as-usual¹ ergibt zusätzliche Investitionskosten

Beispiel-Rechnung

$$\begin{aligned} & \text{Zusätzliche jährliche Investitionskosten PKW (E – Autos) =} \\ & \{ \text{Kosten je Fahrzeugtyp}^2 \times \text{Anzahl Fahrzeuge je Fahrzeugtyp}^2 \text{ im Nettonullpfad} \} \\ & - \{ \text{Kosten je Fahrzeugtyp}^2 \times \text{Anzahl Fahrzeuge je Fahrzeugtyp}^2 \text{ im Business – as – usual} \} \end{aligned}$$

Investitions-posten

- Installation von Solaranlagen (Dächer, Freifläche)
- Gebäudesanierung
- Ersatz der Gasheizung durch Wärmepumpe
- Installation klimaneutraler Kochtechnologien
- Anschaffung elektrischer Fahrzeuge
- Bau privater Ladestationen
- Anschaffung Fuß- und Radausrüstung
- Ausbau Rad- und Fußverkehrsinfrastruktur
- Ausbau des ÖPNV
- Ausbau Stromnetz und –speicher
- Bau eines Gaskraftwerks
- Ausbau Nah- und Fernwärme
- Installation emissionsarme Prozesswärme
- Bau einer Wasserstoff-Infrastruktur
- Bau (halb-)öffentlicher Ladeinfrastruktur
- Installation CO2-Abscheidungsanlage

1. Erwartete Entwicklung ohne Klimaschutzmaßnahmen
2. U.a. Benzin-, Diesel- und Elektro-Auto

Schritt 2: Aufteilung der zusätzlichen jährlichen Investitionskosten auf die relevanten Stakeholder



STAND 29.11.2022

Investitionsposten (beispielhaft)	Stakeholdersplit
Installation von Solaranlagen auf Dächern Gebäudesanierung Ersatz der Gasheizung durch Wärmepumpe	Aufteilung auf Bürger:innen, GHD ¹ und die Stadt nach Eigentums-Verteilung der zu Grunde liegenden Einheit (z.B. Dachflächen, Gebäudeflächen, Wärmebedarf, Strombezug)
Anschaffung elektrischer Fahrzeuge Bau privater Ladestationen	Separate Berechnung für Personen- und Wirtschaftsverkehr
Installation klimaneutraler Kochtechnologien Anschaffung Fuß- und Radausrüstung	Fällt nur bei Bürger:innen an
Ausbau Rad- und Fußverkehrsinfrastruktur Ausbau Stromnetz und –speicher	Investitionskosten werden dem Stakeholder zugeteilt, der zunächst für die Kosten aufkommt (z.B. Stadtverwaltung, Energieversorger / Netzbetreiber); über laufende Kosten wird die Umverteilung an andere Stakeholder berücksichtigt

1. Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Zusatzinvestitionen von ca. EUR 11 Mrd. sind bis 2035 zur Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen notwendig – diese werden durch Einsparungen Anfang der 2040-er Jahre ausgeglichen



STAND 22.04.2022

x Einsparungen übersteigen Investitionen
 x Einsparungen decken Investitionen
 x Einsparungen decken Investitionen noch nicht



Betrachtete Kosten

Zusätzlich anfallende Kosten des Nettonullpfads im Vergleich zur Entwicklung ohne Klimaschutzmaßnahmen

Betrachtung von **Investitionen, laufenden Kosten und Einsparungen**

Kumulierte, nicht diskontierte, Betrachtung aller Kosten im **Zeitraum 2022-2035**

Einsparungen nach 2035 konservativ extrapoliert

Szenarienrechnung zur Betrachtung der Einsparungen **mit und ohne CO2-Preis**

	Zusätzliche Investitionen bis 2035 ¹ , in Mrd. EUR	Jährliche Netto-Einsparungen ab 2035, in Mrd. EUR	Gesamteinsparungen bis		
			2035	2040	2045
Strom	2,6	0,3	2,3	4,0	5,6
Wärme	6,7 – Davon 5,0 Mrd. Sanierung	0,2 – Bei aktuell hohem Gaspreis 0,35	1,4	2,3	3,3
Verkehr	1,4	0,2	1,8	2,6	3,5
Abfall- und Landwirtschaft	<1	<1	<1	<1	<1
Gesamt (exkl. CO2-Preis)	10,7	0,7	5,5	8,9	12,4
Gesamt (inkl. CO2-Preis)²	10,7	1,0	7,6	12,5	17,4

CO2-Preis nur auf gesparte Scope 1 Emissionen berechnet (inkl. Stromimport jährliche Einsparungen von EUR 1,1 Mrd.)

1. Inkl. durch EU/Bund/Land getragene Kosten (Förderungen) Ausstehend: Wasserstoffinfrastruktur
 2. Hochlauf CO2-Preis auf 130 EUR/t CO2 ab 2030 nach Edenhofer et al. (2019)

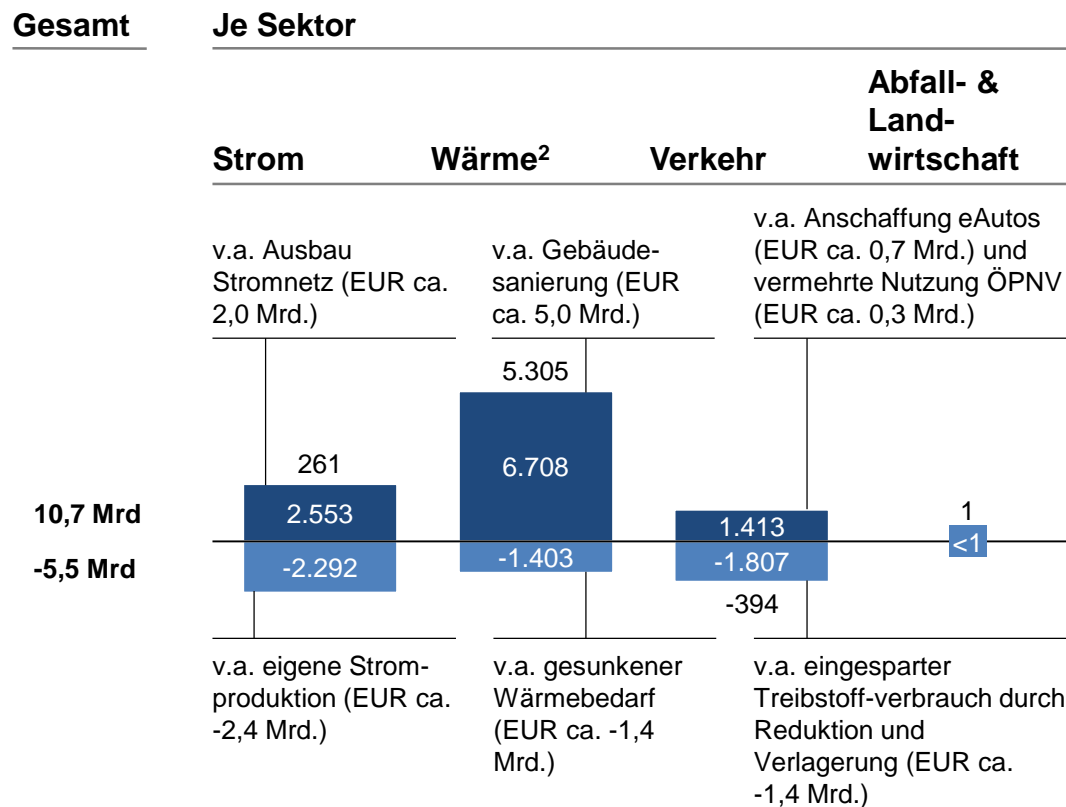
Vertiefung: Investitionen und Einsparungen je Sektor



STAND 29.11.2022

■ Laufende Kosten ■ Investitionskosten

Erwartete kumulierte Zusatzkosten¹ 2022 - 2035, in Mio. EUR (ohne CO2 Preis)



Kernergebnisse

- Für die Klimaneutralität werden **Zusatzinvestitionen von ca. EUR 10,7 Mrd.** erwartet – dies entspricht ca. 1,5% des Stuttgarter BIPs
- Der **Wärmesektor** macht mit **EUR 6,7 Mrd.** den größten Teil der Investitionskosten aus, gefolgt von Strom- und Verkehrssektor (EUR 2,6 Mrd. und EUR 1,4 Mrd.)
- Den Investitionen stehen im Zeitraum 2022-2035 **Einsparungen bei laufenden Kosten von EUR 5,5 Mrd.** gegenüber
- **Im Verkehrssektor decken die Einsparungen die Investitionen** bereits vor 2035, auch im Stromsektor ist eine Deckung von ca. 90% zu erwarten

1. Erwartete Kosten der Maßnahmen des Nettonullpfades abzüglich der Kosten, die ohne Klimaschutzmaßnahmen anfallen würden; ausstehend: Wasserstoffinfrastruktur
 2. Kosten Umbau Kraftwerk Altbach nicht berücksichtigt



Klimaschutz

Vorgehen und Treibhausgasbilanzierung

Maßnahmenpakete für die Klimaneutralität 2035

Abgleich mit bestehenden Maßnahmen

Finanzierung der Transformation

Empfehlungen zur Umsetzung

Eine erfolgreiche Umsetzung des Klimafahrplans setzt eine geeignete Organisationsstruktur und die Sicherstellung notwendiger Kompetenzen voraus.



Klassische Herausforderungen bei Transformationsprojekten in Städten



Der Wandel zu Netto-Null ist eine **Querschnittsaufgabe** – eine bereichsübergreifende Koordination der Umsetzung der Maßnahmenpakete ist notwendig



Klare Prozesse zum Treffen von **Entscheidungen und zur Erfolgsmessung** sind zu etablieren



Die Beteiligung vielfältiger Stakeholder (Bürger, GHD, Industrie) ist zentral, effektive Kommunikation und Einbindung müssen gewährleistet sein



Der Fokus der Referate und Abteilungen der Stadtverwaltung **liegt i.d.R. auf dem Tagesgeschäft**, z.B. Instandhaltung von Straßen und Gebäuden, und nicht auf großen städtischen Veränderungen oder die Eindämmung des Klimawandels



Es gibt vielfältige Möglichkeiten einer bereichsübergreifenden Organisationsstruktur (1/2)



 Stadtverwaltung
 Führende Stelle
 Andere beteiligte Einheiten

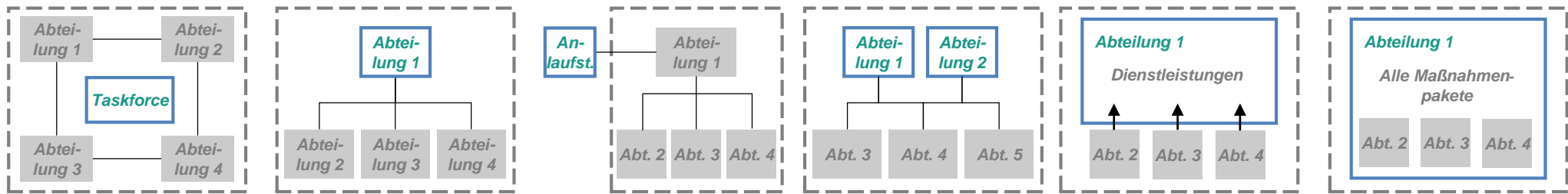
Am häufigsten

Am seltensten



Taskforce
 Übergeordnete Abteilung
 Public Private Partnership
 Abteilungshubs
 Neue Serviceabteilung
 Neue Gesamtabteilung

Struktur



Eine dedizierte Taskforce koordiniert die Umsetzung

Eine Abteilung ist federführend für die Umsetzung verantwortlich

Öffentlich-private Partnerschaften treiben die Umsetzung

Mehrere Abteilungen koordinieren die Umsetzung

Neue Abteilung bietet zentralisiert Dienstleistungen für externen Stakeholder an

Neue Abteilung übernimmt alle Zuständigkeiten der bisherigen Abteilungen



Zugrundeliegende Glaubenssätze



Es wird eine dedizierte Koordinierungsstelle benötigt, um die Abteilungen auf die Gesamtstrategie und die Umsetzung abzustimmen und um Silos zu vermeiden

Abteilungen haben in der Vergangenheit bereits zusammengearbeitet; es besteht die Bereitschaft, eine federführende Stelle am Büro des OBs zu etablieren; eine zentrale Anlaufstelle bietet für die Industrie einen erheblichen Mehrwert

Eine zentrale Anlaufstelle muss eng mit dem Privatsektor verbunden sein, um einen Mehrwert zu schaffen; eine private Einrichtung kann die beteiligten Verwaltungsstellen wirksam koordinieren

Abteilungen haben in der Vergangenheit bereits eng zusammengearbeitet; spezifische Zuständigkeiten können klar zwischen den federführenden Abteilungen aufgeteilt werden, ohne dass es zu größeren Überschneidungen kommt

Zentralisiertes Management geteilter Dienste, z.B. Carbon Accounting und Vergabe von Zuschüssen, sind erforderlich, um die Nettonull Transformation in Industrie und Bevölkerung zu ermöglichen

Orchestrierung und die Leitung der Umsetzung müssen parallel erfolgen; Zentralisierung der Ressourcen ist notwendig, um die Umsetzung voranzutreiben und bietet erhebliches Synergiepotenzial



Es gibt vielfältige Möglichkeiten einer bereichsübergreifenden Organisationsstruktur (2/2)



Stadtverwaltung
 Führende Stelle
 Andere beteiligte Einheiten

Am häufigsten

Am seltensten



	Taskforce	Übergeordnete Abteilung	Public Private Partnership	Abteilungshubs	Neue Serviceabteilung	Neue Gesamtabteilung
Vorteile 	Leicht umzusetzen Die Zuständigkeit für die Erbringung liegt bei der übergeordneten Abteilung Zuständigkeiten sind klar definiert	Leicht umzusetzen Klare Verantwortung der Umsetzung bei federführender Abteilung Zuständigkeiten sind klar definiert	Beste Einbindung der Kompetenzen des Privatsektors Schnellere Umsetzung aufgrund der Kooperation mit dem Privatsektor	Fördert enge Zusammenarbeit der leitenden Abteilungen Hub hat einen besseren Einblick in verschiedenen Abteilungen als eine einzelne Einheit	Klarer Fokus der neuen Abteilung Erhebliches Potenzial für Nutzung von Synergien	Stärkstes Mandat für Umsetzung der Dekarbonisierung Erhebliches Potenzial für Nutzung von Synergien
Nachteile 	Zusätzliche Ressourcen werden benötigt Zusammenarbeit und notwendige Kompetenzen der Abteilungen in der Linie sind nicht zwingend gegeben	Silos können erhalten bleiben, wenn Handlungsmandat und -bereitschaft der übergeordneten Abteilung nicht stark genug sind	Zusammenarbeit mit privaten Akteuren erhöht Komplexität und Ressourcenbedarf	Aufteilung der Zuständigkeiten zwischen den Abteilungen kann schwierig sein, und redundante Prozesse können entstehen	Aufbau der Abteilung erfordert Zeit, Ressourcen und regulatorische Anpassung	Aufbau der Abteilung erfordert signifikantes Maß an Zeit, Ressourcen und regulatorische Anpassung
Beispiele¹ 	Vereinigtes Königreich	Schweden	Singapur	Neuseeland	-	-

1. Beispiele für Erbringung von Dienstleistungen, nicht zwingend vollständige Nettonull-Transformation

Beste Praxis: In anderen Städten wurden diese Herausforderungen unterschiedlich adressiert.



Entscheidungs- und Erfolgsmessungsprozesse



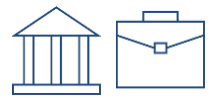
Climate City Contract



Zentrales Sponsorship der Nettonull Transformation durch den Bürgermeister, bereichsübergreifendes Treffen aller zentralen Entscheidungen

Unterzeichnung eines bindenden Vertrags zur langfristigen Umsetzung des Klimafahrplans durch Bürgermeister, Oppositionsparteien und Stadtverwaltung von Malmö (Climate City Contracts wurden in Anlehnung an den Vertrag in Malmö entwickelt); nur so kann sichergestellt werden dass die Umsetzung über Wahlperioden hinweg erfolgt

Beteiligung vielfältiger Stakeholder und Sicherstellung von Kompetenzen



Multi-Stakeholder Stadtleitung

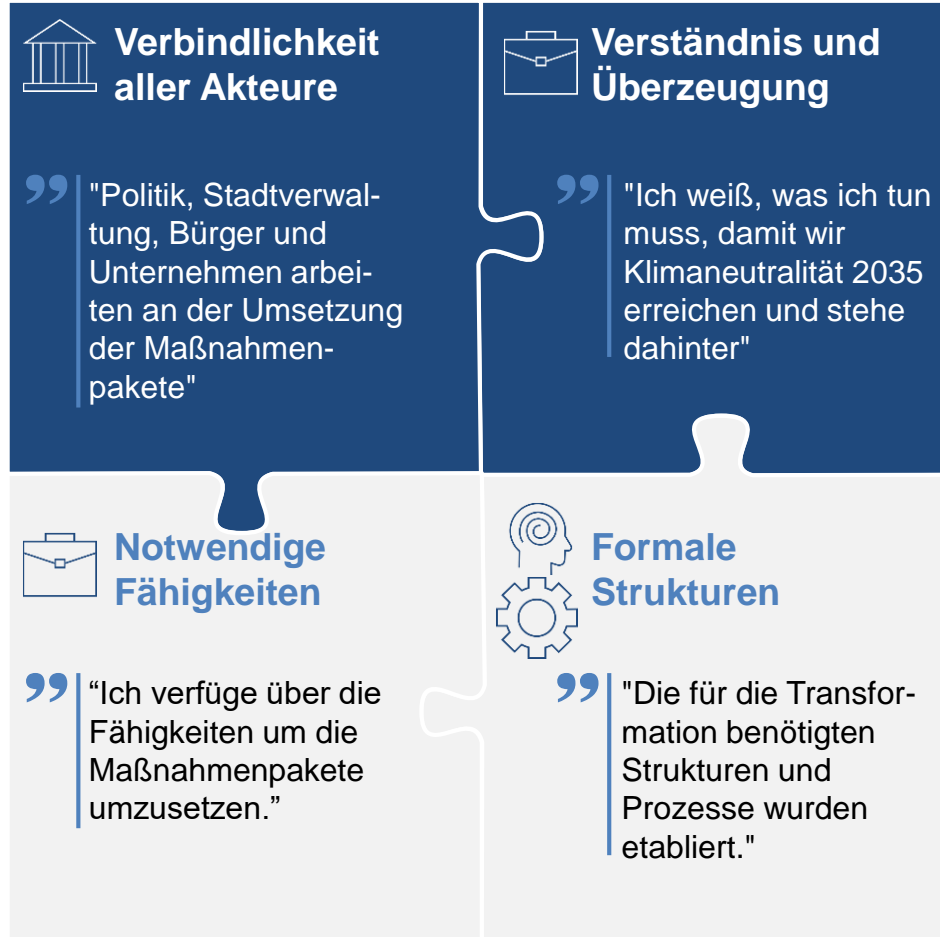


Der **Bristol One City Plan** enthält Vision und Herausforderungen für ein faires, gesundes und nachhaltiges Bristol 2050

Gemeinsame Erstellung durch **>300 Partner** aus privatem und öffentlichem Sektor, Organisationen und Gemeinschaften; regelmäßige gemeinschaftliche Aktualisierung

Bristol One City **Climate Change Ask**: Aufruf an alle Unternehmen und Organisationen zur Klimaneutralität 2030; Aufbau eines Netzwerks zur gegenseitigen Unterstützung bei der Zielerreichung

Erfolgreiche Transformationen basieren auf 4 Bausteinen.



Nächste Schritte für eine erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmenpakete zum Klimaschutz in Stuttgart



Gemeinderatsbeschluss zum Ziel der Klimaneutralität 2035

Klare interne und externe **Kommunikation des Ziels durch den Oberbürgermeister**

Ausbau der **Zusammenarbeit mit externen Akteuren**



Interne Kommunikation des Ziels und der Kernmaßnahmenpakete

Aufbau der benötigten Kompetenzen durch Training, Recruiting oder Kooperation mit externen Partnern



Aufbau einer **bereichsübergreifende Koordination** der Nettonull-Transformation



Aufsetzen von **Entscheidungsprozessen**, welche bei zentralen Entscheidungen OB und ggf. Gemeinderat/ Ausschuss für Klima und Umweltschutz involvieren

Unterzeichnung eines **bindenden Vertrags** zur Umsetzung der Nettonull Transformation

Etablierung einer regelmäßigen **Erfolgsmessung**, insb. eines Reporting des Status der Zielerreichung je Maßnahmenpaket im Gemeinderat/ Ausschuss für Klima und Umweltschutz

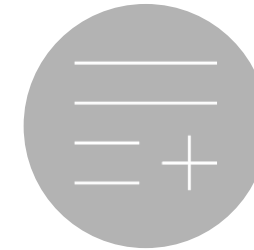
Inhaltsverzeichnis



Klimaschutz:
Emissionsreduktion bis
2035



**Anpassung: Schutz
vor anstehenden
Klimaveränderungen**



Appendix



Klimaanpassung

Erwartete klimatische Veränderungen

Maßnahmen zur Klimaanpassung

Empfehlungen zur Umsetzung

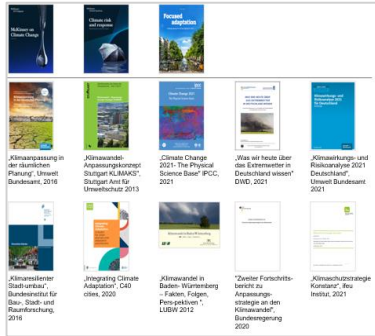
Basierend auf 13 Veröffentlichungen wurde ein holistisches Bild von Anpassungsbedarf und -möglichkeiten für Stuttgart gezeichnet



Überblick Erkenntnisse aus der bestehenden Literatur

STAND 04.02.2022 - ERSTE QUALITATIVE BEWERTUNG

Übergreifende Aussagen aller Veröffentlichungen



Hitze, innerstädtische Flutungen (z.B. durch Starkregen) und Dürre sind die Extremwetterphänomene/ chronischen Wetterveränderungen, die am häufigsten erwartet werden

In Deutschland und Baden Württemberg speziell werden v.a. zunehmende **Hitze, Starkregen und Stürme** erwartet

Insbesondere der **Ausbau von Grün- und Blaflächen im Stadtgebiet, Oberflächen- und Fassadenrenovierungen sowie Entsiegelung** sind wiederkehrende empfohlene Anpassungsmaßnahmen

Granulare Risikokarten für die verschiedenen Wetterphänomene sind von hoher Bedeutung um gezielt und wirksam Maßnahmen ergreifen zu können

Unterschiede in den Reports

Reports zu dem Thema Anpassung haben grundsätzlich **zwei verschiedene Schwerpunkte**:

- a) Auswirkungen Extremwetterphänomen und Anpassungsmaßnahmen
- b) Städtische Prozesse und bauplanerische Implikationen

Die **Definition und Clusterung der sozioökonomische Risiken** (inklusive Detailgrade) ist einer der Hauptunterschiede















Implikationen der Reports für Projekt Stuttgart

- ☐ **Klimaanpassungspläne** für Stuttgart sollten insbesondere die Prävention und Folgen von steigender **Hitze, Starkregen und Stürme** adressieren
- ☐ Es gibt **zahlreiche Hebel, die wirken**, aber für **Stuttgart vor besonderen Herausforderungen** stehen (z.B. aufgrund Flächenknappheit)
- ☐ Für eine effektive und effizienten Klimaanpassung sind **hochwertige und granulare Daten unabdingbar** (Risikokarten, Kostenabschätzung, Umsetzungsdauer, Externalitäten, etc.)
- ☐ Stuttgart muss eine **individuell zugeschnittene Anpassungsstrategie** unter Berücksichtigung der in Stuttgart relevanten Gegebenheiten und sozioökonomischen Risiken entwickeln
- ☐ Bei der Umsetzung der Maßnahmen können **je nach Projektphase unterschiedliche Quellen** gute Orientierungen geben hinsichtlich Potenzialen, Herausforderungen, konkreten Umsetzungsbeispielen und Ansprechpartner:innen

Extremwetterphänomene und chronische Veränderungen werden in Häufigkeit und Ausmaß auch in Stuttgart zunehmen



Größten Gefahren für Stuttgart

Wetterphänomen	Historisches Beispiel	Physische Veränderung in Stuttgart		
		Bis 2035	Bis 2050	
 Hitze	33 Hitzetage mit Temperaturen über 30°C in 2019 und 1.700 Hitzetoten in BaWü	Durchschnittlich 30 Hitzetage pro Jahr in Stuttgart (Temperaturen über 30°C)	Bis zu 70 Hitzetage pro Jahr in Stuttgart (Temperaturen über 30°C)	
 Starkregen	Starkregen mit Überflutungen durch 60l/qm in 24 Stunden (vergl. mit ca. 100 l/qm/Monat im Juni 2021)	Bis zu 30% regenreichere Winter und erhöhte Wahrscheinlichkeit von Starkregen	Bis zu 50% regenreichere Winter und erhöhte Wahrscheinlichkeit von Starkregen	
 Fluten	Jahrhunderthochwasser zuletzt 1978	Zunahme der Häufigkeit von Jahrhundertfluten	Zunahme der Häufigkeit von Jahrhundertfluten auf alle 20-50 Jahre	
 Stürme	Signifikante Sturmtiefs mit Schäden im Sommer 2021 und Februar 2022	Zunahme der Häufigkeit extremer Stürme	Zunahme der Häufigkeit extremer Stürme	
 Brände	Rauch- und Feuerverbot im Stuttgarter Wald von März-Oktober 2020	Signifikante Zunahme des Waldbrandrisikos	Signifikante Zunahme des Waldbrandrisikos	
 Dürre	Stuttgarter Wald in problematischer Klima- und Dürresituation seit 2018	Bis zu 10% trockenere Sommer	Bis zu 20% trockenere Sommer	

Die Auswirkungen des Klimawandels werden überall in Stuttgart zu spüren sein



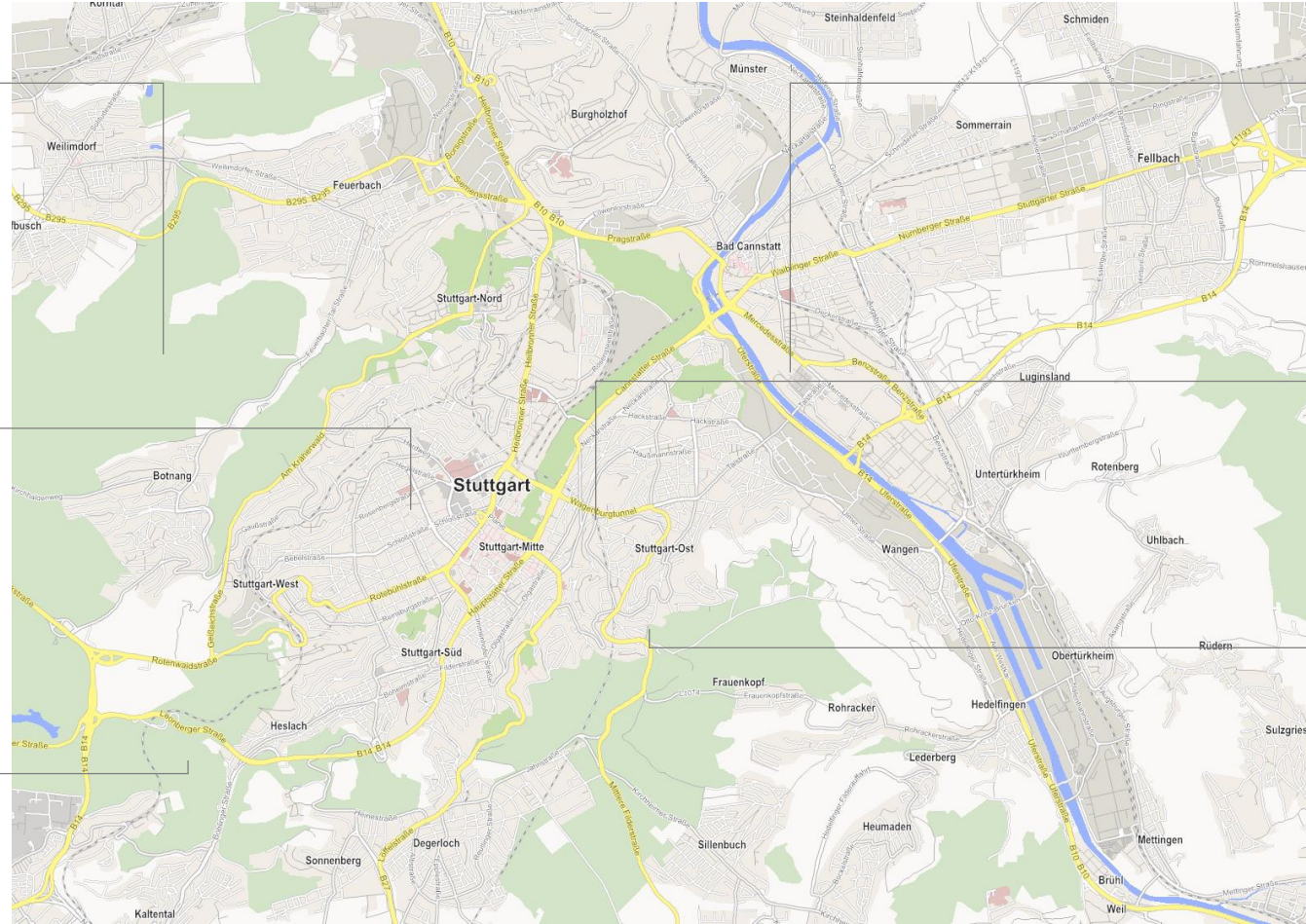
Signifikante Zunahme des Waldbrandrisikos (Hitze in 2050 wie Sizilien heute)



In 2050 bis zu 70 Hitzetage pro Jahr in Stuttgart. In 2019, 33 Hitzetage und insgesamt ca. 1.700 Hitzetote in Baden-Württemberg



Stuttgarter Wald seit 2018 zu trocken. Bis zu 20% trockenere Sommer



Zunahme der Häufigkeit von Jahrhundertfluten auf alle 20-50 Jahre (zuletzt 1978)



Zunahme der Häufigkeit extremer Stürme wie zuletzt Februar 2022



Bis zu 50% regenreichere Winter und erhöhte Wahrscheinlichkeit von Starkregen. Starkregen möglich mit mehr als 60l/qm in 24 Stunden (vergl. mit aktuellem Durchschnitt ca. 100 l/qm/Monat)

Die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits 2030 im Alltag der Stuttgarter Bürger spürbar und werden sich bis 2050 deutlich verstärken



Klimaanpassung

Erwartete klimatische Veränderungen

Maßnahmen zur Klimaanpassung

Empfehlungen zur Umsetzung

Durch gezielte Maßnahmenpakete kann sich Stuttgart auf die Auswirkungen von Hitze und Starkregen vorbereiten



Präventionsmaßnahmen

STAND 04.05.2022

✓ Adäquat
✓ Nicht umfassend
✗ Unzureichend
■ Maßnahme aus KLIMAKS
■ Maßnahme aus dem Klima-Aktionsprogramm

Dimension	Veränderung Bis 2050	Priorisierte Maßnahmenpakete	Ausreichend vorbereitet	Einzelmaßnahmen	Bisherige Umsetzung
Hitze Starkregen		1 Hitzenkende und wasserspeichernde Renaturierung		Schaffung von Grünanlagen/Parks sowie Pflanzen von Bäumen und Hecken	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W8
				Entsiegelung von Oberflächen	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W8
				Schaffung von Wasserflächen in besonders hitzebelasteten Gebieten (Brunnen, Teiche)	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W3
Hitze	Bis zu 70 Hitzetage pro Jahr in Stuttgart (Temperaturen über 30°C)	2 Hitzeabweisende Baumaßnahmen		Kühlwirkung durch Gebäudebegrünung an Dach und Fassade	Siehe z.B. Maßnahmenblatt P.4.3
				Hitzeabweisende Außenoberflächen an Gebäuden, z.B. „Cool-Roofs“, Strahlungsreflexion, außenliegender Sonnenschutz.	Siehe z.B. Maßnahmenblatt B1
				Maßnahmen für ein gutes Raumklima, Speichermassen in Innenräumen, angemessener Verglasungsanteil, Nutzung von Geothermie zur Gebäudekühlung	Siehe z.B. Maßnahmenblatt B1
				Einsatz von "kühlen" Straßenbelägen	
		3 Ausrichtung lokale Gesundheitsinfrastruktur auf Zusatzbelastungen		Saisonale Kapazitätsanpassung in Krankenhäusern/Kliniken/ Rettungswägen	Siehe z.B. Maßnahmenblatt G2
				Schaffung öffentlicher Trinkwasserinfrastruktur (Trinkwasserbrunnen)	Siehe z.B. Maßnahmenblatt E2
Starkregen	Bis zu 50% regenreichere Winter	4 Schaffung ausreichender Abflussmöglichkeiten und Schutz vor Regenschäden		Ausbau von Retentionsflächen und gezielte Wasserlenkung	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W1
				Zusätzliche Regenrückhaltebecken in betroffenen Stadtgebieten	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W7
				Anpassung des Planungsrechts in besonders betroffenen Gebieten	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W1

Bei der Prävention von Dürre und Bränden besteht der größte Handlungsbedarf in und für Stuttgart



Präventionsmaßnahmen

STAND 04.05.2022

✓ Adäquat
✓ Nicht umfassend
✗ Unzureichend
■ Maßnahme aus KLIMAKS
■ Maßnahme aus dem Klima-Aktionsprogramm

Dimension	Veränderung Bis 2050	Priorisierte Maßnahmenpakete	Ausreichend vorbereitet	Einzelmaßnahmen	Bisherige Umsetzung	
Dürre	Bis zu 20% trockenere Sommer	5 Management des Wasserverbrauchs		Ausbau Leistungsfähigkeit der Wasseraufbereitungsanlagen inkl. Regen- und Grauwasseraufbereitung	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W1	
				Etablierung eines nachhaltigen Grundwassermanagement inkl. Monitoring Wassermenge und Qualität aus Bodensee	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W2	
				Definition von Wasserverbrauchsnormen für Dürrezeiten (z.B. Auto waschen, etc.)		
				Förderung dezentrale Grünflächenbewässerung mit rekuperiertem Regen- und Grauwasser		
Brände	Signifikante Zunahme des Waldbrandrisikos	6 Reduktion von Brandherden und Gefahrenabwehr		Kontrolliertes Abbrennen potenzieller Brandherde wie trockenes Laub, Geäst		
				Sicherstellung ausreichender Löschkapazitäten (auf Straße, in Luft und über Wassersystem)		
Fluten	Zunahme der Häufigkeit von Jahrhundertfluten auf alle 20-50 Jahre	7 Kapazitätsmanagement Dämme und flutabweisende Baumaßnahmen		Prüfung der zusätzlichen Sicherung des Neckarstaudammsystems vor Schäden durch Überflutung und Ausbau ausreichende Kapazität	Abschließende Prüfung empfohlen, z.B.	
				Anpassung/Ertüchtigung von Hochwasserrückhaltebecken in Neckarnähe/Bad Cannstatt	Siehe z.B. Maßnahmenblatt W7	

Neben der Prävention gilt es die Resilienz von Bürgern, Unternehmen und dem Stuttgarter Ökosysteme zu stärken



Maßnahmen zur Stärkung der Resilienz

STAND 04.05.2022

✓ Adäquat
✓ Nicht umfassend
✗ Unzureichend
■ Maßnahme aus KLIMAKS
■ Maßnahme aus dem Klima-Aktionsprogramm

Dimension	Veränderung Bis 2050	Priorisierte Maßnahmenpakete	Ausreichend vorbereitet	Einzelmaßnahmen	Bisherige Umsetzung	
	Siehe zuvor	8 Frühwarnsystem inkl. Information und Aufklärung	✓	Frühwarnsystem (Telefon/SMS) und Signaltafeln/Sirenen	✓ Siehe z.B. Maßnahmenblatt W6	
				Aufklärung und Information Bürger und Unternehmen in betroffenen Gebieten	✓ Siehe z.B. Maßnahmenblatt G6	
		9 Unterstützungsangebote zur Anpassung an Veränderung	✓	Schaffung einer Plattform für Austausch zu Herausforderungen und Lösungen der Klimakrise im Großraum Stuttgart	Initiativen zur Förderung von Klimaanpassungs-Innovationen in Stuttgart	✓ Siehe Stuttgarter Klima Innovationsfonds
					Förderprogramme bauliche und technologische Umbaumaßnahmen zum Schutz vor Hitze, Starkregen, Stürme oder Feuer (Finanzmittel für Entsiegelung, moderne Drainagesysteme, etc.)	✓ Siehe z.B. Maßnahmenblatt L2
					10 Vorbeugender Umbau Stuttgarter Ökosysteme	✓
		Erstellung und Umsetzung eines Brandschneiseplans	✗			
		Bewässerungssysteme für Wald und städtische Grünflächen	✗			
		Gefahrenabwehr Bodenerosion durch Starkniederschlag	✓ Siehe z.B. Maßnahmenblatt Bo1			
				Biodiversitätsfördernde Pflege von Grünflächen	✓ Siehe z.B. Maßnahmenblatt V 2.1	

Aus den Möglichkeiten zur Prävention und zur Steigerung der Resilienz wurden Steckbriefe zu 10 Maßnahmenpaketen erstellt



Beispiel: Steckbrief "Hitzesenkende und wasserspeichernde Renaturierung"

Wetterereignis: Hitze/ Starkregen	Maßnahmenpaket: Prävention
1. Phase „Maßnahmensammlung“	
Titel der Maßnahme: 01. Hitzesenkende und wasserspeichernde Renaturierung	
Kurzbeschreibung der Maßnahme (inkl. Zielindikation): Die Wetterphänomene, die laut Experten die höchste Relevanz für die Stadt Stuttgart haben werden, sind zunehmende Hitze und vermehrter Starkregen, der zu innerstädtischen Flutungen führen kann. Um den Auswirkungen dieser Entwicklungen insbesondere im Stuttgarter Kessel entgegenzuwirken, müssen verschiedene Begrünungs- und andere Anpassungsmaßnahmen durchgeführt werden: a) Schaffung von Grünanlagen/Parks in der Stadt- Siehe z.B. Maßnahmenblatt W8 b) Entsiegelung von Oberflächen- Siehe z.B. Maßnahmenblatt W8 c) Schaffung von Wasserflächen in Innenstadt (Brunnen, Seen, Teiche) -Siehe z.B. Maßnahmenblatt W3 d) Weitläufige Fassaden- und Dachbegrünung- Siehe z.B. Maßnahmenblatt P4.3 Für jede dieser Einzelmaßnahmen muss eine Detailplanung erfolgen, sofern diese noch nicht erfolgt ist.	
Umsetzung der Maßnahme erfolgt ... kontinuierlich <input type="checkbox"/> einmalig <input type="checkbox"/> mehrmalig <input type="checkbox"/>	
Wirksamkeit für die Klimawandel-Anpassung / Priorität*: hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> konzeptionell/planerisch <input type="checkbox"/>	
2. Phase „Umsetzungsbedingungen“	
Verantwortliche / federführende Stelle / Institution: 67 Garten-, Friedhofs- und Forstamt (Abstimmung hierfür ausstehend)	
Beteiligte Stellen / Institutionen: 36 Amt für Umweltschutz 63 Baurechtsamt 65 Hochbauamt 66 Tiefbauamt inkl. S55 62 Stadtmessungsamt 08/82 Abteilung Wirtschaftsförderung 23 Liegenschaftsamt 61 Amt für Stadtplanung und Wohnen	

Dimensionen der Steckbriefe

Titel der Maßnahmenpakets

Kurzbeschreibung des Maßnahmenpakets inkl. enthaltene Einzelmaßnahmen

Regelmäßigkeit der Umsetzung

Wirksamkeit/Priorität

Verantwortliche/Federführende Institution

Beteiligte Institutionen

Erfolgsfaktoren für die Umsetzung

Umsetzungsschritte¹

Zeithorizont für die Umsetzung²

Kostenschätzung für die Umsetzung²

Maßnahmenpakete

- 1 Hitzesenkende und wasserspeichernde Renaturierung
- 2 Hitzeabweisende Baumaßnahmen
- 3 Ausrichtung lokale Gesundheitsinfrastruktur auf Zusatzbelastungen
- 4 Schaffung ausreichender Abflussmöglichkeiten und Schutz vor Regenschäden
- 5 Management des Wasserverbrauchs
- 6 Reduktion von Brand-herden und Gefahrenabwehr
- 7 Kapazitätsmanagement Dämme und flutabweisende Baumaßnahmen
- 8 Frühwarnsystem inkl. Information und Aufklärung
- 9 Unterstützungsangebote zur Anpassung an Veränderung
- 10 Vorbeugender Umbau Stuttgarter Ökosysteme

In der Implementierungsphase müssen Steckbriefe von dem Umsetzungsverantwortlichen weiter ausgearbeitet und ausdetailliert sowie konstant aktualisiert werden



Steckbriefe als Anhang

1. In Absprache mit Projektteam zusätzlich hinzugefügt; 2. In Absprache mit Projektteam depriorisiert auf Maßnahmenpakets-Ebene



Klimaanpassung

Erwartete klimatische Veränderungen

Maßnahmen zur Klimaanpassung

Empfehlungen zur Umsetzung



Situation

Im KLIMAKS 2012 wurden insgesamt **25 Maßnahmen mit höchster Priorität** bewertet: Hiervon sind **7 noch nicht umgesetzt** (Stand April 2019).

Unter den **umgesetzten Maßnahmen** sind vor allem **leicht bzw. günstig** umzusetzende Maßnahmen

Es gibt **bereits zahlreiche weitere Ideen** zum Thema Klimaanpassung



Problem

"Ein fortzuschreibendes KLIMAKS wird zwangsläufig fast ausschließlich aus solchen schwieriger umzusetzenden Maßnahmen bestehen und deshalb nur erfolgreich sein, wenn die Randbedingungen angepasst werden."

Quelle: Studie zur Umsetzung von kommunalen Klimawandel-Anpassungsmaßnahmen in der Stadt Stuttgart



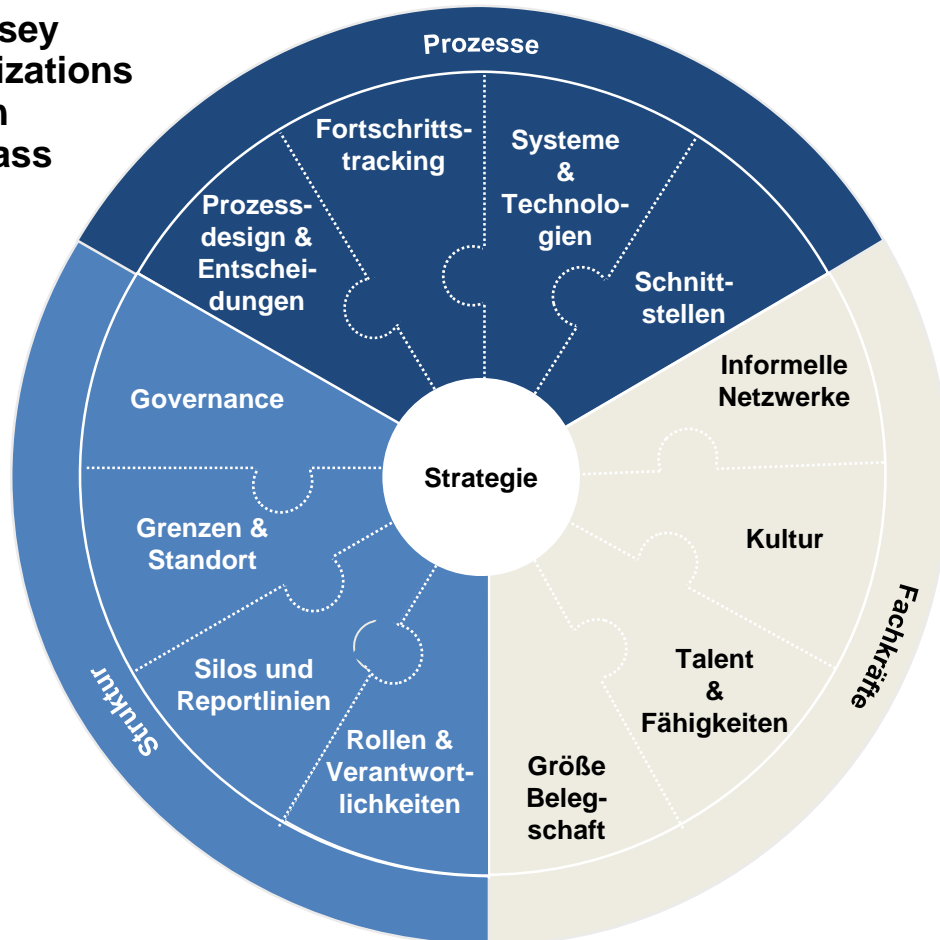
Lösung

Mit Verabschiedung einer Fortschreibung der Stuttgarter Klimaanpassungsstrategie muss eine **durchsetzungsfähige Organisation** geschaffen werden, die diese umsetzt

Es besteht vor allem Handlungsbedarf in den Dimensionen Struktur und Prozesse

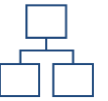


McKinsey Organizations Design Kompass



		<i>Fokus</i>
Struktur 	Governance und Aufsicht Rollen & Verantwortlichkeiten Silos und Reportlinien Grenzen & Standort	——— Aktuell geringe Relevanz
Prozesse 	Schnittstellen Prozessdesign & Entscheidungen Fortschrittstracking Systeme & Technologien	
Fachkräfte 	Größe der Belegschaft Talente & Fähigkeiten Kultur Informelle Netzwerke	} Aktuell geringe Relevanz

Analyse: In der aktuellen strukturellen Aufhängung von Klimaanpassungsmaßnahmen zeigen sich drei Handlungsfelder und eine Vielzahl möglicher Maßnahmen

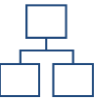





Strukturelle Handlungsfelder

Mögliche Maßnahmen

Governance und Aufsicht	1. Kein regelmäßiger verbindlicher politischer Auftrag zur Umsetzung (lediglich Grundsatzbeschluss)	Eigenes Budget und ausreichend politischer Fokus auf den Themen Erstellung offizieller Aufträge, die Themen in der Umsetzung zu priorisieren
	2. Mangelnde Aufsicht/Sichtbarkeit im Gemeinderat und Bürgermeisterrunde	Enge Anbindung an Querschnittsorganisation, welche die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen verantwortet Sicherstellung durchgängiger Aufmerksamkeit von OB und BGMs Gewährleistung von ausreichend Priorität
Rollen & Verantwortlichkeiten	3. Keine dedizierte Mitarbeiter, die sich hauptamtlich mit Klimaanpassung beschäftigen	Bündelung von Ressourcen/Kompetenz/Schnittstellen in Funktion eines Anpassungsmanagements
	4. Keine Umsetzungskompetenz/Budget durch Amt für Umweltschutz	Sicherstellung der Priorisierung der Maßnahmenumsetzung durch die jeweiligen Ämter
	5. Hohe Anzahl Stakeholder mit Teilverantwortung	Optimierung der komplexen Prozesse und Abstimmungsrunden zur Beschleunigung der Umsetzung
Reportlinien	6. Lediglich freiwilliges Expertengremium zur Erarbeitung und gemeinsamen Bewertung von Anpassungsmaßnahmen ¹	Etablierung regelmäßiger, häufiger Treffen mit verbindlicher Teilnahme aller Mitglieder
	7. Keine zentrales Reporting und Projektmanagement, dass Initiativen und Maßnahmen bündelt, nachverfolgt und bei der Priorisierung unterstützt	Gewährleistung von laufender Transparenz über Umsetzungsfortschritt Zentrales Reporting, z.B. im Ausschuss für Klima und Umwelt Festlegung und Messung von Erfolgsindikatoren (KPIs)

Um die strukturellen Handlungsfelder zu verbessern, sind drei übergreifende Maßnahmen besonders relevant



	<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
Maßnahmen	<p>Sicherstellung politische Sichtbarkeit und Umsetzungspriorität</p>	<p>Formalisierung der Arbeitsgruppe</p>	<p>Aufsetzen eines zentralen Koordinierungsstelle</p>
Erläuterung	<p>Erstellung KLIMAKS 2.0 inkl.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausdetaillierung und soweit möglich Quantifizierung von Kosten/Nutzen einzelner Maßnahmen • Vorlage Umsetzungsbeschlüssen und Sicherung Mittel in Haushaltsplanungen <p>Potenziell: Definition neue auf Langfristigkeit ausgelegten "Projektstruktur" im Amt für Umweltschutz mit Schnittstellen zum OB</p>	<p>Formell zugesicherte Abstellung für Arbeit in Arbeitsgruppe mit min. halbjährliche Treffen im Rahmen regulärer Arbeit (evtl. Aufnahme Tätigkeit in Dienstplänen)</p> <p>Reorganisation Arbeitsgruppe hinsichtlich Expertise und Umsetzungskompetenz mit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kernteam für Erarbeitung Maßnahmen (optional thematische Teams) • Erweiterter Kreis für Information/Abstimmung/Quantifizierung <p>Sicherstellung regelmäßiger Zusammenkunft</p> <p>Überarbeitung & Erweiterung systematisches Bewertungsraster zur Priorisierung von Maßnahmen</p>	<p>Personelle Ressourcen für Klimaanpassung und speziell Koordination in Stuttgart</p> <p>Definierte Schnittstellen und Ansprechpartner zu umsetzenden Ämtern und Institutionen</p> <p>Festgelegte Leistungs- und Fortschrittsindikatoren</p> <p>Standardisierte Berichterstattung hinsichtlich Format, Frequenz, Gremien (z.B. Gemeinderat), etc.</p>
Empfehlung	<p>Enge Einbindung an zentrale Entscheidungsstellen und Austausch mit dem OB-Bereich</p>	<p>Frequenz Treffen 1x pro Halbjahr im Kernteam zur laufenden spezifischen Ausarbeitung von Maßnahmen und Diskussion von Fortschritten</p> <p>Zeitnahes Treffen im Sommer 2022 um über Projektergebnisse und zukünftigen Arbeitsmodus zu sprechen</p>	<p>Schnelle Ausschreibung geplante Vollzeitkraft und perspektivisch Ressourcen ausweiten</p>

Die Analyse von Umsetzungsprozessen der Anpassungsmaßnahmen zeigt weiteren Verbesserungsbedarf Handlungsfeldern



Prozessuale Handlungsfelder

Mögliche Maßnahmen

Entscheidungsprozesse

1. Fehlende Verbindlichkeit von Klimaanpassung in Planungsvorhaben
2. Umwandlung von Anpassungsnotwendigkeit in gesetzliche Auflagen unterliegt der Abwägung
3. Umsetzende Ämter oft nicht in Entwicklung der Maßnahmen involviert
4. Komplexe Förderrichtlinien

- Abwägungen zwischen Aspekten der Klimaanpassung und privaten Belangen (Bauherrn, Entwickler etc.), insbesondere bei Architekturwettbewerben (zunehmender Modus)
Sicherung der Relevanz von Anpassungsmaßnahmen im einzelnen Planungsvorhaben
- Quantifizierung der Anpassungsaufgaben, um Objektivität sicherzustellen und Beschleunigung des Umwandlungsprozesses
- Gewährleistung der Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen in allen beteiligten Ämtern
- Vereinfachung der Richtlinien zur Erhöhung der Abrufquote von Förderangeboten

Schnittstellen

5. Organisch gewachsene Schnittstellen, nicht strategisch gewählt nach zukünftiger Relevanz
6. Projektbezogene Arbeit mit wenig standardisierten Prozessen und geringer Priorität

- Etablierung regelmäßiger Kontaktpunkte zwischen den beteiligten Abteilungen/ Akteuren
Erhöhung der Frequenz von Kontaktpunkten, insb. mit wichtigen Umsetzern der Anpassungsmaßnahmen wie Garten-, Friedhofs- und Forstamt und Branddirektion
Sicherstellung der Vertretung aller wichtiger Akteure in der Arbeitsgruppe (z.B. Aufnahme Baurechtsamt)
- Standardisierung der Prozesse zur Erhöhung der Umsetzungswahrscheinlichkeit und Beschleunigung des Umsetzungsprozesses
Berücksichtigung der Anpassungsmaßnahmen im Haushaltsbudget


Kommunikation

7. Keine strategische Kommunikation über verschiedener Kanäle

- Zielgruppenorientierte Kommunikation zur Sicherstellung einer hohen Inanspruchnahme von Förderangeboten und -mitteln für Anpassungsmaßnahmen sowie eines höheren Bewusstseins für die Notwendigkeit der Klimaanpassung

Um die prozessualen Problemstellungen zu adressieren, sind zukünftig ebenfalls drei übergreifende Maßnahmen relevant



	<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
Maßnahmen	<p>Schaffung von Verbindlichkeit von Anpassungsmaßnahmen in Planungsprojekten</p>	<p>Strategische Planung Schnittstellen basierend auf zukünftigen Querschnittsthemen</p>	<p>Effektive Kommunikation von Relevanz Klimaanpassung und niedrigschwellige Fördermaßnahmen</p>
Erläuterung	<p>Entwurf verbindlicher Richtlinien inklusive Quantifizierung potenzieller Anpassungsauflagen</p> <p>Dialog mit Planungsamt (Planbesprechung) hinsichtlich Schwierigkeit der Umwandlung in gesetzliche Anpassungsauflagen</p> <p>Erstellung Beschlussvorlagen für Gemeinderat</p> <p>Intensivierter Dialog mit Wettbewerbsauslober (bzw. Auslobung durch die Stadt mit verbindlichem B-Plan) zur frühzeitigen Einstreuung von Anpassungsbedarfen</p>	<p>Tiefgehende Schnittstellenanalyse hinsichtlich Frequenz und Hierarchielevel</p> <p>Erstellung Zielbild Schnittstellen basierend auf Anpassungsbedarfen in Zukunft</p> <p>Workshop mit wichtigsten Institutionen/Stakeholdern (Basierend auf Anzahl Beteiligungen an zukünftigen 'Maßnahmen) zu Prozessroadblocks und Ideen- und Lösungsfindung</p> <p>Unterstützung umsetzende Ämter bei Koordination/Kommunikation und Planung von Maßnahmen und Budgetbedarf</p>	<p>Bündelung sämtlicher Fördermaßnahmen zum Thema Klimaanpassung (z.B. Dachbegrünung)</p> <p>Analyse relevanter Stakeholder (i.e. Endkunde vs. ausführendes Unternehmen)</p> <p>Vereinfachung des Beantragungsprozesses und der Förderrichtlinien</p> <p>Identifikation effektiver Kommunikationskanäle und -inhalte</p>
Empfehlung	<p>Best Practice Suche nach gesetzlicher Verbindlichkeit von Klimaschutz- und Anpassung auf kommunaler Ebene</p>	<p>Für Zielbild Schnittstellen auch die Zusammen-setzung der Arbeitsgruppe berücksichtigen</p> <p>Zur Unterstützung umsetzender Ämter wird Rolle des "Anpassungsmanagers" ebenfalls wichtig</p>	<p>Enge Abstimmung mit anderen Ämtern/Referaten, z.B. Kooperation/Bündelung von Themen aus dem Bereich Net-Zero</p>

Das aktuelle Momentum in Stuttgart sollte genutzt werden, um die Handlungsfelder systematisch anzugehen



STAND 04.03.2022

Handlungsfelder

Nächste Schritte

Struktur



1 Sicherstellung politische Sichtbarkeit und Umsetzungspriorität

Regelmäßige Platzierung des Themas Klimaanpassung und struktureller Roadbocks bei verschiedenen Stakeholdern

2 Formalisierung der Arbeitsgruppe

Strategische Planung Design und Mitglieder Arbeitsgruppe

Baldige Zusammenkunft der Arbeitsgruppe zur Besprechung der Projektergebnisse und Diskussion weitere Formalisierung

3 Aufsetzen eines zentralen Anpassungs-Projektbüros

Schnellstmögliche Besetzung der ausgeschriebenen Stelle

Prozess



1 Schaffung Verbindlichkeit bei neuen Planungsvorhaben

Entwurf und Quantifizierung potenzieller Anpassungsaufgaben

2 Strategische Planung Schnittstellen

Analyse zukünftig (und für Umsetzung wichtiger) Ämter und intensiviertes Netzwerken

Workshop mit wichtigsten Institutionen/Stakeholdern zu Prozessroadblocks zur Ideengenerierung und Lösungsfindung:

- Planungsprozesse
- Umsetzungsprozesse
- Förderprozesse

3 Effektive Kommunikation

Workshop mit wichtigsten Institutionen/Stakeholdern zu Verbesserung Kommunikation Relevanz und Angebote Anpassung

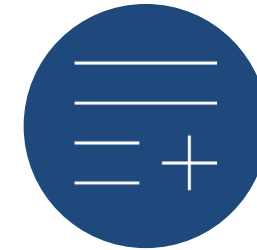
Inhaltsverzeichnis



Klimaschutz:
Emissionsreduktion bis
2035



Anpassung: Schutz vor
anstehenden
Klimaveränderungen



Appendix



Appendix

Abkürzungsverzeichnis

Klimaschutz: Details zu den Maßnahmenpaketen



Abkürzungs- verzeichnis

Abkürzungen

AfU	Amt für Umweltschutz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CCS	CO ₂ Abscheidung und Speicherung
CCU	CO ₂ Abscheidung und Nutzung
EE Gas	Gas aus elektrischer Energie
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GuD-Kraftwerke	Gas- und Dampfkraftwerk
GWP	Treibhauspotential (Global Warming Potential)
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
KLIMAKS	Klimaanpassungskonzept
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KPI	Schlüsselkennzahl (Key Performance Indicator)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgas

Einheiten

Gt	Gigatonnen
Mt	Megatonnen
t	Tonnen
TWh	Terawattstunden
MWh	Megawattstunden
MW	Megawatt
MWel	Megawatt (elektrisch)
MWth	Megawatt (thermisch)
TWh	Terawattstunden
MWh	Megawattstunden
l/qm	Liter pro Quadratmeter
CO ₂ äq.	CO ₂ Äquivalente



Appendix

Abkürzungsverzeichnis

Klimaschutz: Details zu den Maßnahmenpaketen

16 Energieeffizienzsteigerung Strom und Wärme

Bereinigt um Wirtschaftswachstum



Tabelle 1: Energieverbrauch und Energieproduktivität insgesamt

	Einheit	1990	2008	2018	2019	2020*	Veränderung ggü. 2008	Veränderung ggü. 2019
Primärenergieverbrauch	PJ	14.905	14.380	13.129	12.805	11.899	-17,2 %	-7,1 %
Endenergieverbrauch	PJ	9.472	9.159	8.963	8.973	8.341	-8,9 %	-7,1 %
Netto-Stromverbrauch	TWh	455	524	513	500	485	-7,5 %	-3,0 %
Primärenergieproduktivität**	EUR BIP/GJ	142	197	245	252	259	31,3 %	2,5 %
Endenergieproduktivität**	EUR BIP/GJ	223	309	359	360	369	19,3 %	2,5 %
Netto-Stromproduktivität**	EUR BIP/MWh	4.639	5.403	6.262	6.465	6.347	17,5 %	-1,8 %

* vorläufige Angaben

** in Preisen von 2015

Quelle: Berechnung UBA auf Basis AGEb, Energiebilanzen, Stand 03/2021; Auswertungstabellen, Stand 06/2021; Destatis, Fachserie 18, Reihe 1.5, Stand 06/2021

**Kehrwert Netto-Strom-
produktivität 2008 – 2019
(MWh/BIP)**

CAGR: 1,6%

Tabelle 3: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen

	Einheit	2008	2018	2019	Veränderung ggü. 2008	Veränderung ggü. 2018
Raumwärme	PJ	2.774	2.269	2.386	-14,0 %	5,2 %
Warmwasser	PJ	427	457	472	10,7 %	3,4 %

**Raumwärme und Warmwasser
Endenergieverbrauchs Energie-
effizienzsteigerung 2008 – 2019**

CAGR: 0,5%



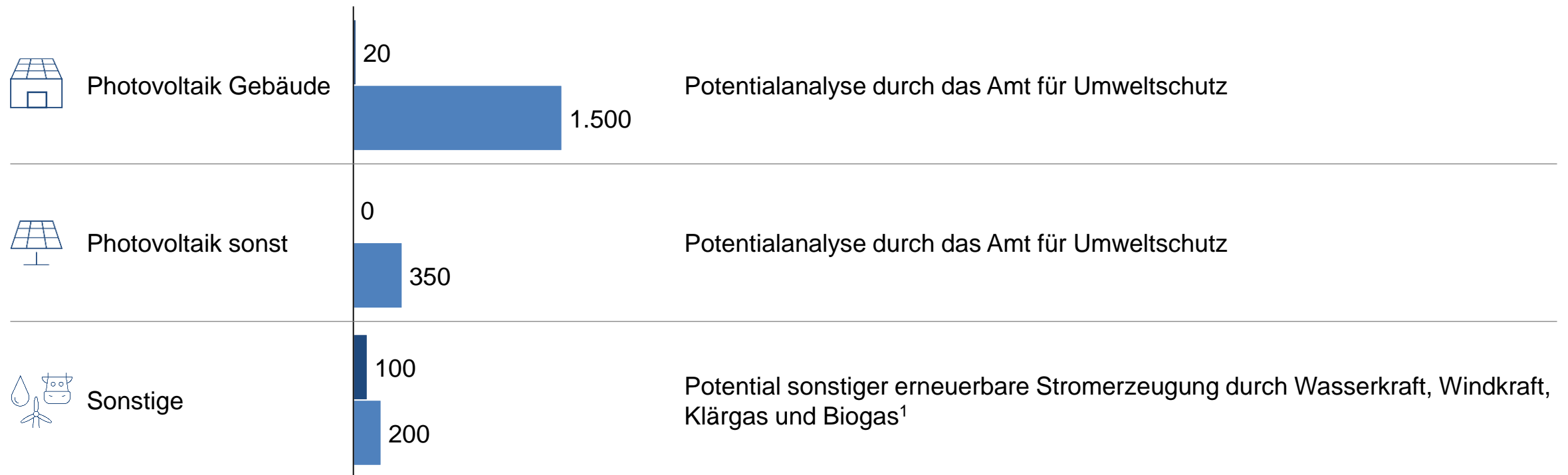
2 Der Solar PV Ausbau ist das Kernelement der lokalen Erneuerbaren Stromerzeugung

Potentiale Erneuerbarer Stromerzeugung innerhalb der Stadtgrenzen

■ Heutige Erzeugung ■ Potential in 2035

Erneuerbare Energien (Strom) erzeugt im Stadtgebiet, in GWh

Annahmen



1. Fraunhofer IBP, Universität Stuttgart, Masterplan 100 % Klimaschutz der Landeshauptstadt Stuttgart, 2017

3 Alle fossilen Heizkraftwerke Stuttgarts werden bis 2035 schrittweise auf emissionsarme Kraftstoffe umgestellt

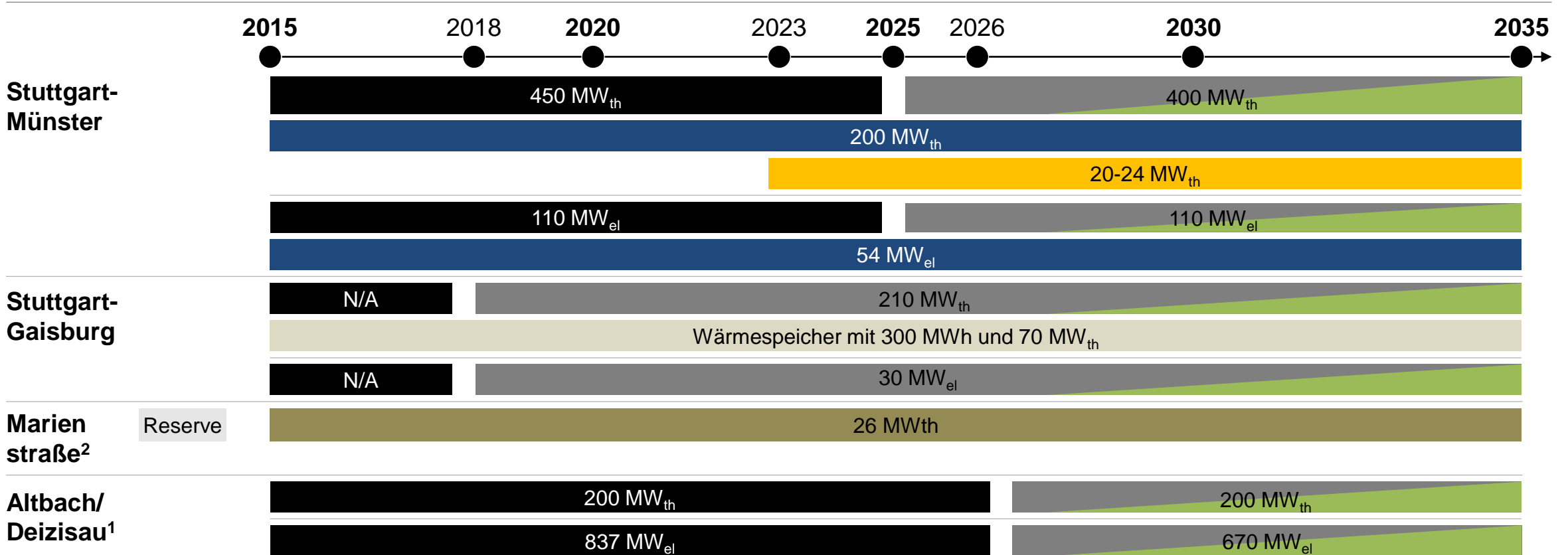


Strom- und Fernwärmeerzeugungskapazität lokaler Kraft-Wärme-Kraftwerke und Heizwerken für Stuttgart

STAND 02.05.2022



Zur Diskussion: Wo kommt der Wasserstoff her?



MW_{el} – Mega Watt elektrisch
 MW_{th} – Mega Watt thermisch

1. Außerhalb Stuttgarts, jedoch anteilig für die Versorgung verantwortlich
 2. Reserve-/Spitzenheizwerk für Tage unter -12° Celsius; Das Heizkraftwerk Feuerbach ist ausschließlich für einen Industriekunden





Das Amt für Umweltschutz erstellt zusätzlich ein Gutachten zum Thema „Klimaneutrale Fernwärme“, in dem der Themenbereich noch detaillierter beleuchtet wird.

Quellen: <https://www.enbw.com/unternehmen/konzern/energieerzeugung/fossile-energie/standorte.html>; <https://www.enbw.com/unternehmen/konzern/energieerzeugung/neubau-und-projekte/gas-und-dampfturbinenanlage-gud-altbach-deizisau/>; <https://www.enbw.com/unternehmen/konzern/energieerzeugung/neubau-und-projekte/heizkraftwerk-stuttgart-gaisburg/>; <https://www.enbw.com/unternehmen/konzern/energieerzeugung/neubau-und-projekte/kraftwerk-stuttgart-muenster/>; <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.stuttgart-mehr-fernwaerme-verkaufen.b2a43659-8a0f-4fa5-a7e1-641267e56cca.html>

4 Ökostrom außerhalb des Stadtgebiets kann durch Investitionen in Windparks gewonnen werden

Umsetzung 2025 beginnen²

STAND 02.05.2022

Titel	 GER 100% Öko-Strom	 Öko-Strom Zertifikate	 Öko-Strom-abnahmeverträge (PPA)	 Eigene Öko-Strom Parks	
Beschreibung	Keine aktive Beteiligung an der Dekarbonisierung der Strom	Stromimporte werden gedeckt mit Öko-Strom Zertifikaten, sogenannten „Guarantee of Origin“ (GOs), z.B. Windparks aus Norddeutschland	Direkter Strombezug von einzelnen zusätzlichen Anlagen	Zusätzlicher Anlagen mit voller Kontrolle und Transparenz	
Kontra	Koalitionsvertrag 22 Nov: 2030 80% ⇒ Was passiert mit restlichen 20%? ⇒ Was passiert wenn jeder so denkt und keiner neue Anlagen baut?	<i>Diese Optionen wurden ausgeschlossen</i>			Verschiedene Stufen: Entwicklung, Investition, Betrieb, Besitz, Strategische Partnerschaft, Bürger Energie oder Klima-Fonds
Umsetzungsaufwand	Niedrig			Hoch	
Ambitions-Level	„Trittbrett fahren“			„Vorreiter“	

Die SWM gestalten Münchens Klimazukunft

Gerade als kommunales Energieunternehmen stehen die SWM in der Verantwortung, die Energiewende maßgeblich mitzugestalten. Bereits vor dem Atomausstieg der Bundesrepublik haben wir bei der Stromerzeugung die Wende beschlossen und 2008 unsere Ausbauoffensive Erneuerbare Energien gestartet.

- ✓ Ab 2025 produzieren wir so viel Ökostrom in eigenen Anlagen, wie ganz München verbraucht.
- ✓ Wir decken den Münchner Bedarf an Fernwärme bis spätestens 2040 CO₂-neutral. Dabei setzen wir vor allem auf Tiefengeothermie.
- ✓ Wir bauen die umweltschonende Fernkälte aus, um individuelle Klimaanlage zu ersetzen.

Beim Ausbau der Ökostromerzeugung haben Projekte im Großraum München Vorrang. Schon heute betreiben wir in und um München mehr als 70 Strom-, Wärme- und Kälteerzeugungsanlagen, die regenerative Energien nutzen. Viele weitere regionale Projekte sind in Planung. In der Stadt liegt der Fokus auf der Dach-Photovoltaik. Daneben wollen wir im Umland Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf eigenen Flächen sowie auf Pachtflächen errichten und betreiben.

Windpark für München

Strom für den Süden mit Wind aus dem Norden

12. August 2014, 9:07 Uhr | Lesedzeit: 2 min

Keine andere Millionenstadt steckt ihre Ziele so hoch: Bis 2025 soll Münchens kompletter Strombedarf aus regenerativen Energien erzeugt werden. Die Stadtwerke investieren dafür 1,2 Milliarden Euro in einen Windpark - in der Nordsee.

Windkraftanlagen erzeugt wird. Gemeinsam mit dem Energiekonzern Vattenfall bauen die Stadtwerke München (SWM) in der Nordsee vom kommenden Jahr an für 1,2 Milliarden Euro den neuen Windpark "Sandbank". 49 Prozent übernehmen die SWM an dem neuen Park, der in unmittelbarer Nähe eines weiteren Gemeinschaftsprojekts westlich von Sylt entsteht: der Windpark "DanTysk", der Anfang 2015 mit 80 Windrädern ans Netz gehen soll; DanTysk speist schon seit dem vergangenen Jahr mit einem Teil der Anlagen Strom ein.



1. <https://www.spektrum.de/news/koalitionsvertrag-80-prozent-oekostrom-bis-2030/1952437>
2. Erwartete Vorlaufzeiten: 4 bis 5 Jahre von Idee, Genehmigung und Planung bis zum Bau, tatsächliche Bau nur 3-6 Monate (Onshore Wind, Offshore dauert länger)

Quellen: Experten Interviews, Konzepte der Stadt München und Konstanz, Bundesverband Windenergie, Stadtwerke München, Süddeutsche Zeitung

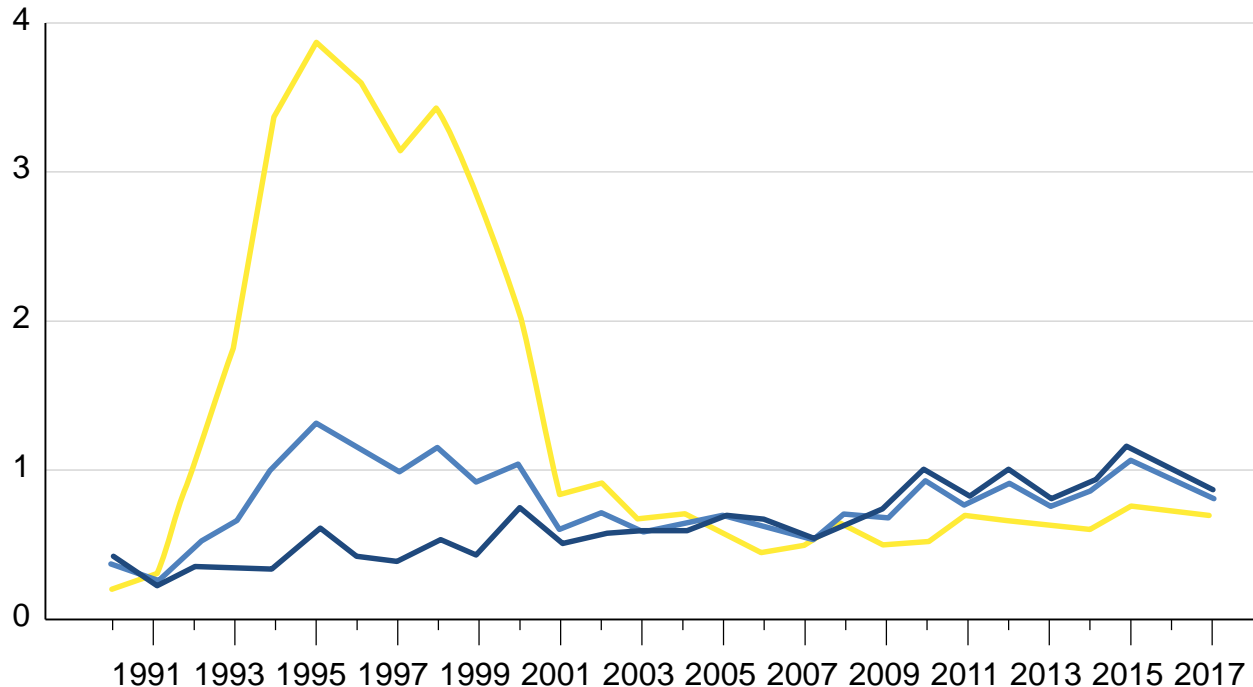


5 Eine Sanierungsrate von 4% wurde bereits erreicht – andere Städte peilen ähnliche Sanierungsraten an

Energetische Sanierungsrate

Flächenmäßiger Anteil des gesamten Gebäudehülle eines durchschnittlichen Gebäudes der energisch modernisiert wird, in Prozent

— Alte Länder — Deutschland — Neue Länder



Deutschland sieht eine stagnierende Sanierungsrate von ~1%

Stuttgart liegt mit 1.5% somit deutlich drüber

WUPPERTAL
2035 klimaneutral

Wuppertal peilt eine **Sanierungsrate von 4%** an in Ihrem Plan 2035 klimaneutral zu sein

Nach umfangreichen energetischen Sanierungen in den neuen Ländern in den 1990er Jahren verharrt die Modernisierungsrate in den letzten 15 Jahren bei unter einem Prozent



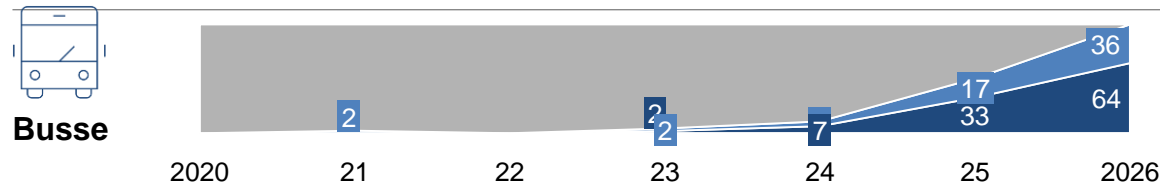
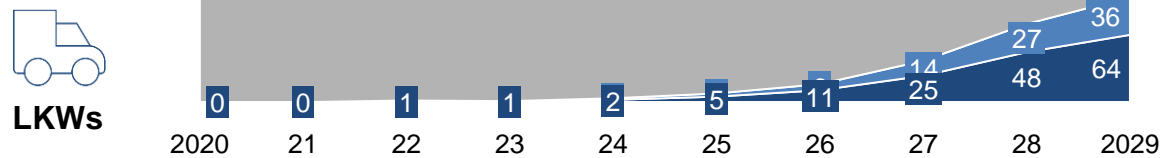
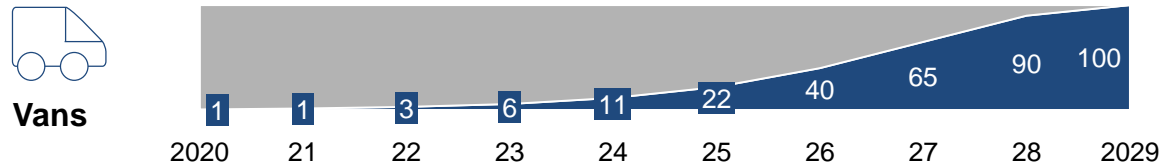
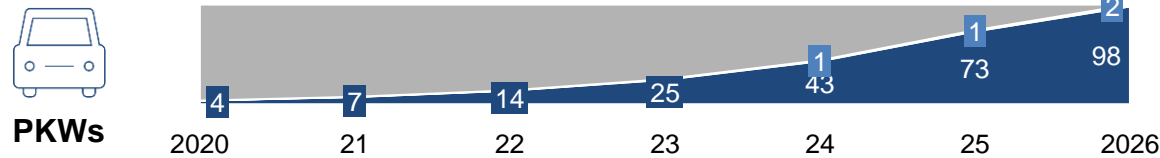
11 Angezielte Hochlaufkurven des Elektroverkehrs

STAND 02.05.2022

■ Verbrenner ■ Brennstoffzelle ■ Batterie

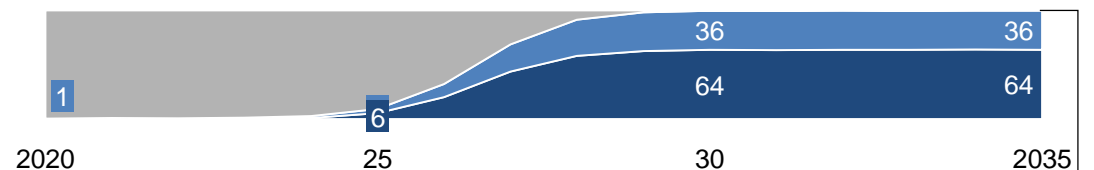
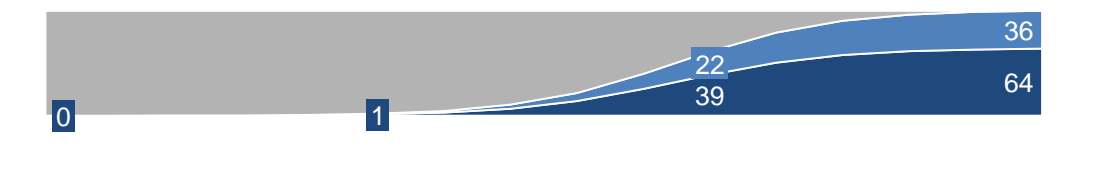
Absatz Fahrzeuge

in Prozent des Gesamtabsatzes



Fahrzeugflotte

in Prozent aller Fahrzeuge



- Dominiert von Batterie-elektrischen Bussen auf Grund verbesserter Reichweiten und geringeren Kosten
- Auf längeren sowie hügeligen Strecken kommen Brennstoffzellen-Busse zum Einsatz

14 CCUS Prozess



1. CO₂ Quelle

CO₂ kommt in **verschiedenen Quellen** vor: in der **Atmosphäre, hochkonzentrierten** oder **Quellen mit geringer Konzentration**.

Die **Charakteristika**¹ des ausgestoßenen CO₂ hängen von der Art der Quelle ab



2. CO₂ Abscheidung

Das reine CO₂ wird durch unterschiedliche Methoden aus den Emissionen abgeschieden und eingefangen:

1. Abscheidung **direkt an der Punktquelle**, beispielsweise Absorption, Adsorption, kryogene Luftzerlegungsanlagen, etc.
2. Abscheidung aus der Umgebungsluft (**Direct Air Capture**)



3. CO₂ Kompression und Transport

Eine **Komprimierung** des CO₂ erfolgt an der **Punktquelle** zur Injektion in die **Pipeline / Verflüssigung**

CO₂ wird dann entweder via **Schiffen** (verflüssigt) oder **Pipelines** zum Speicherort transportiert



4a. CO₂ Injektion und Speicherung

Injektion des CO₂ mit ca. 200bar in die **Lagerungsstätte** und **Speicherung** in dieser (unterirdisch)

4b. Weiterverwendung des CO₂

Verwendung des CO₂ als **Kohlenstoffquelle** in weiteren Prozessen

Die Nutzung von CCUS Technologien verbreitet sich kontinuierlich weiter

Norwegen spielt für CCS eine Vorreiterrolle:

- **Das Projekt Longship** ist das bisher größte staatlich finanzierte Klimaprojekt der Norwegischen Industrie, um CCS Projekte entlang des gesamten Prozesses durchzuführen.
- **Derzeit** sollen sowohl in der **Müllverbrennungsanlage** Fortum Oslo Varne und in der **Zementfabrik** Norcem je ca. 400,000 t CO₂ pro Jahr abgeschieden und durch Northern Lights, einem CCS Unternehmen in die Nordsee transportiert werden
- **Plan** ist es, diese Kapazitäten auf Europa auszuweiten und eine CCS Infrastruktur zu schaffen

Für **CCU** gibt es global es ca. **35 Anlagen**, die **CCU** im großen Maßstab betreiben und weitere sind in Entwicklung.

Für 2030 wird eine hohe Nachfrage an CO₂ in verschiedenen Segmenten prognostiziert, insbesondere in der **Treibstoffproduktion** (ca. 12.000 mT pro Jahr) und für **Baumaterialien** (ca. 2.700 mT pro Jahr)

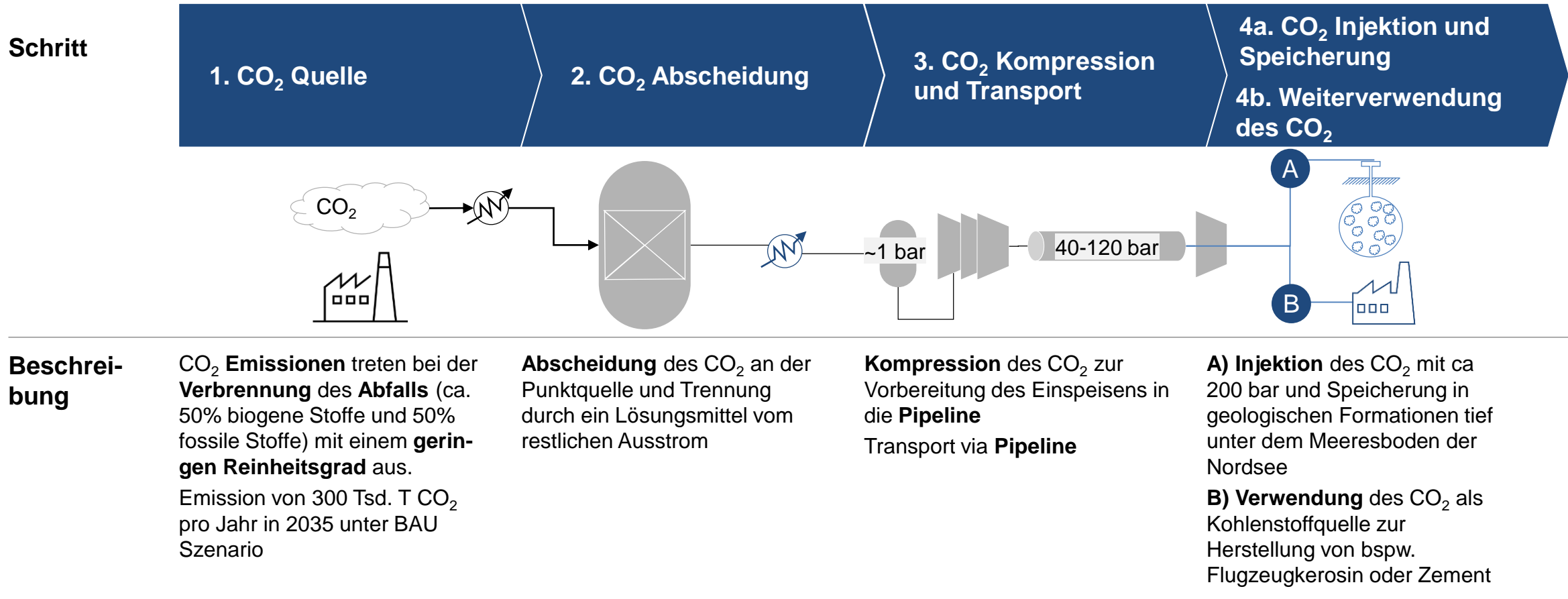
1. Druck, Temperatur, Qualität, Konzentration

2. 2021 hat das Konsortium 26 Mio. EUR Fördergelder durch die Dänische Regierung erhalten, die größte Summe, die jemals auf einen Schlag bewilligt wurde



14

Die Müllverbrennungsanlage in Stuttgart könnte ihre CO₂-Emissionen grundsätzlich in der Nordsee speichern



Weitere Emissionen können durch den Kauf von CO₂-Krediten kompensiert werden



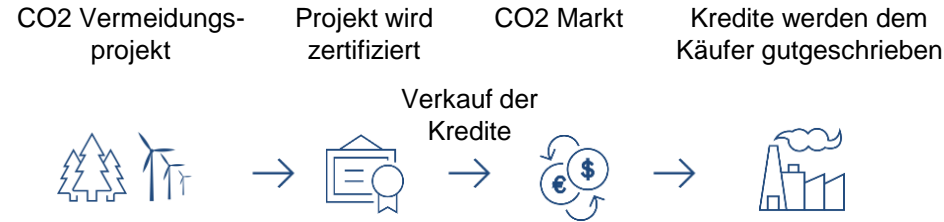
Definition

CO₂ Kredite sind **Zertifikate**, die genutzt werden, um THG **Emissionen** zu **kompensieren**

Dies erfolgt durch die **finanzielle Unterstützung von Projekten mit negativen Emissionen**, welche durch den Verkauf von CO₂ Krediten finanziert werden

Ein **Kohlenstoffkredit** (d.h. ein Kompensationszertifikat) entspricht **einer Tonne vermiedener CO₂ Äquivalente**

Funktionsweise



Gründung eines freiwilligen Projekts, welches THG Emissionen vermeidet (bspw. Waldkonservierung) oder aus der Atmosphäre entfernt (bspw. Aufforstung)

Registrierung des Projekts und **Zertifizierung durch unabhängige Drittpartei²**; Ausstellung der Emissionsgutschriften

Verkauf der Gutschriften an Firmen, Regierungen oder Personen

Kredite werden den Käufern zum Erreichen ihres **Emissionsreduktionsziels** angerechnet



Internationale Standards¹

Gold Standard



Gründung u.a. durch WWF

Einbeziehung Auswirkung auf Bereiche wie Gesundheit oder Wasserversorgung

Verified Carbon Standard



Gründung u.a. durch Climate Group

Gehört zur Organisation Verra

Weltweit meist verwendeter freiwilliger Standard

Clean Development Mechanism



Gründung durch Vertragsstaatengemeinschaft des Kyoto Protokolls

Größtes Instrument zur Erzeugung und Handelbarkeit von Gutschriften aus Klimaschutzprojekten

1. Internationale Standards sortiert nach größtem Marktanteil in Deutschland (2016) und Erfüllung von Mindeststandards laut Umweltbundesamt (Publikation: Freiwillige CO₂-Kompensation durch Klimaschutzprojekte)

2. Zertifikat belegt: Existenz des Projekts, Dauerhafte und messbare CO₂ Reduktion, Keine Produktion von Emissionen oder anderer Schäden



Sektorenkopplung



Anstieg des Stromverbrauchs um 0,4 TWh durch **Elektrifizierung** des Verkehrs und um weitere 0,4 TWh durch den Ausbau von **Wärmepumpen** sowie der Elektrifizierung von Prozesswärme



Verfehlung des Dekarbonisierungsziels eines Sektors kann zu gesteigerten Emissionen führen z.B. verschleppter Solar PV Ausbau führt zu höheren Emissionen des Ladestroms im Verkehr



Flexibilisierung des Stromverbrauchs:

- Speicherung von Strom durch eAutos (bi-direktionales Laden)
- Smartes Laden von eAutos verringert Lastspitzen und Netzausbau



Knappheit von Rohstoffen



Begrenzte Menge an grünem Wasserstoff – Nutzung für Strom- und Wärmegewinnung, Busse/LKWs und in der Industrie limitiert



Gewinnung von ca. 2,0 TWh **Fernwärme** – Wahl der Gebäude aus GHD, Industrie, Haushalten und Stadtverwaltung, welche mit Fernwärme geheizt werden können



Globale humanitäre oder natürliche **Katastrophen** können **Lieferengpässe in wichtigen Technologien** führen z.B. Krieg gegen die Ukraine blockiert die Automobilproduktion, Russland ist einer der wichtigsten Nickel Exporteure (Kernelement für Lithium-Ionen Akkus)



Flächennutzung



Reduktion des Auto- und Güterverkehrs legt Flächen frei, welche z.B. entsiegelt oder für den Ausbau des Umweltverbunds genutzt werden können



Aufforstung/Schaffung von Grünanlagen reduziert die Netto-Emissionen und schützt vor Hitze und Starkregen