

Friedrichshafens Weg zur klimaneutralen Stadt

Realisierbarkeit, Maßnahmen und Kosten

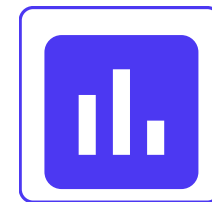
Zwischenergebnis eines Gutachtens der

energieagentur

Inhaltsverzeichnis



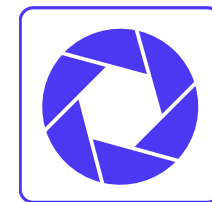
1. Problemaufriss und Ziel
Ergebnis Prüfauftrag



2. Mögliche Zielsetzungen
2035, 2040, 2045?



3. Umsetzung
Realisierbarkeit, Konsequenzen



4. Fazit
Empfehlung der Energieagentur

Problemaufriss

Ergebnis Prüfauftrag 2022



Aktuelle Zielsetzung gegenüber Bund und Land unzureichend



Aktueller Trend der Umsetzung verfehlt Klimaneutralität 2050



Treibhausgasbudget mit aktuellem Trend zwischen 2022 - 2027 aufgebraucht



Aktuelle Zielsetzung überschreitet Treibhausgasbudget

Problemaufriss

Kernaussagen aus Prüfauftrag 2022

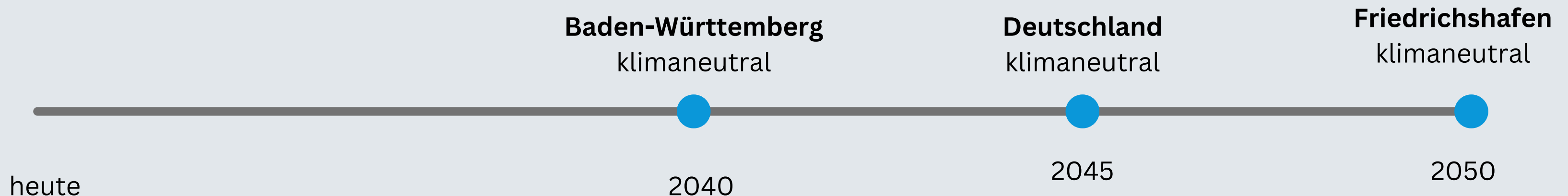


Umsetzungslücke: Bereits jetzt Lücke Umsetzung <-> Ziel



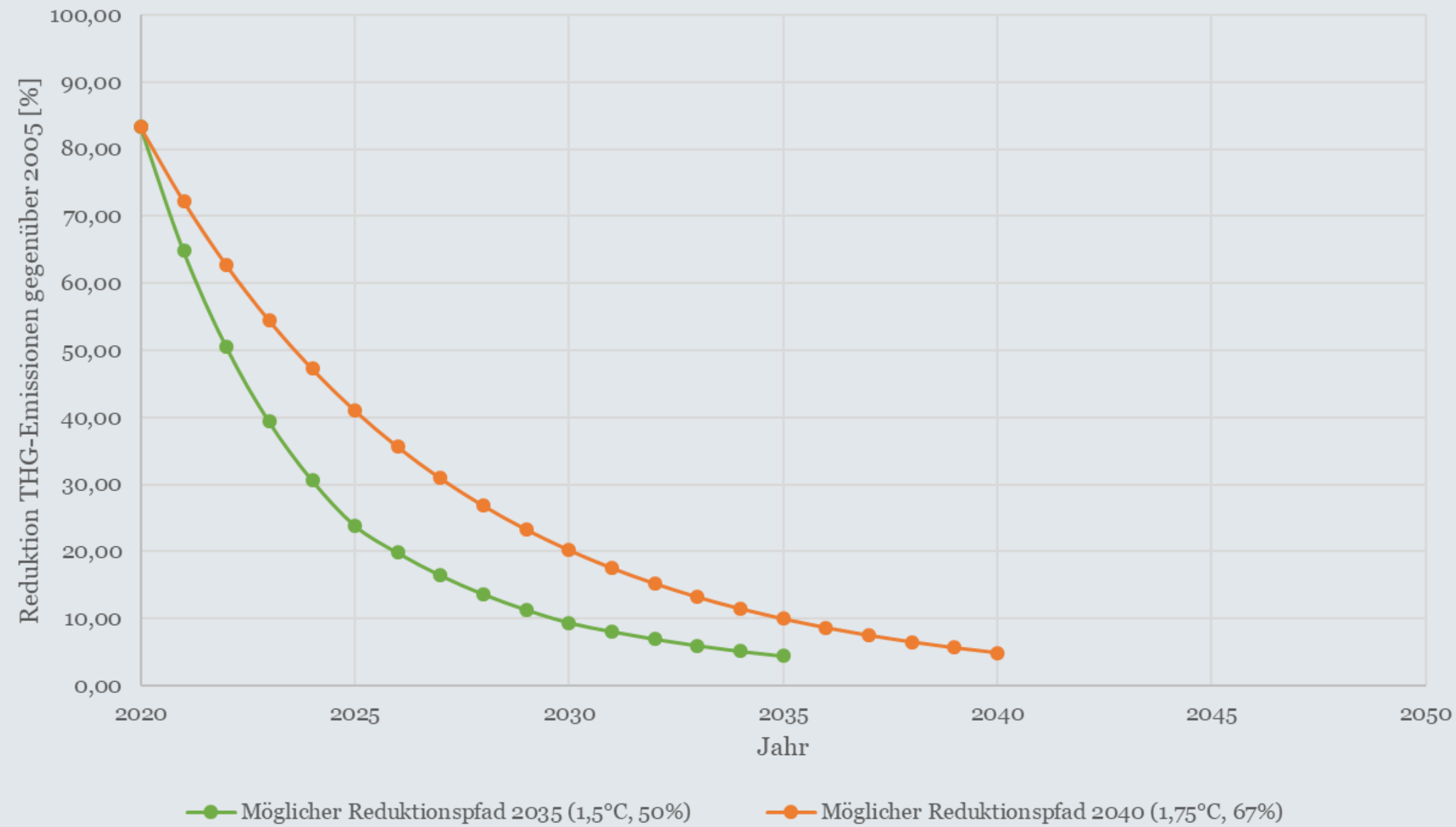
Ambitionsücke: Klimaneutralität 2050 unzureichend

- Ziel nicht im Einklang mit Bundes- und Landesziel
- Ziel hält Pariser Klimaabkommen nicht ein



Problemaufriss

Empfehlung Prüfauftrag 2022

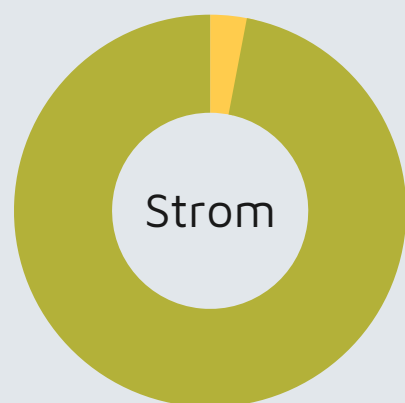


gemäß:

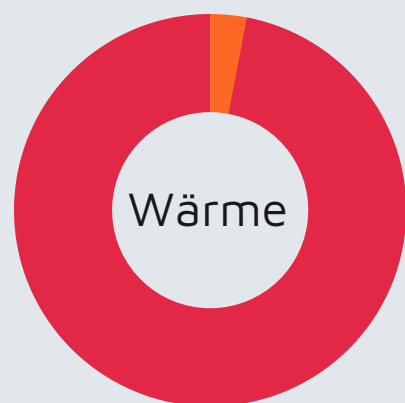
- Pariser Klimaabkommen (globales Ziel)
- Bundesziel
- Landesziel

ENERGIE- UND CO2-BILANZ

ERNEUERBARE ENERGIEN:



~3 %
Anteil der lokalen erneuerbaren
Stromerzeugung



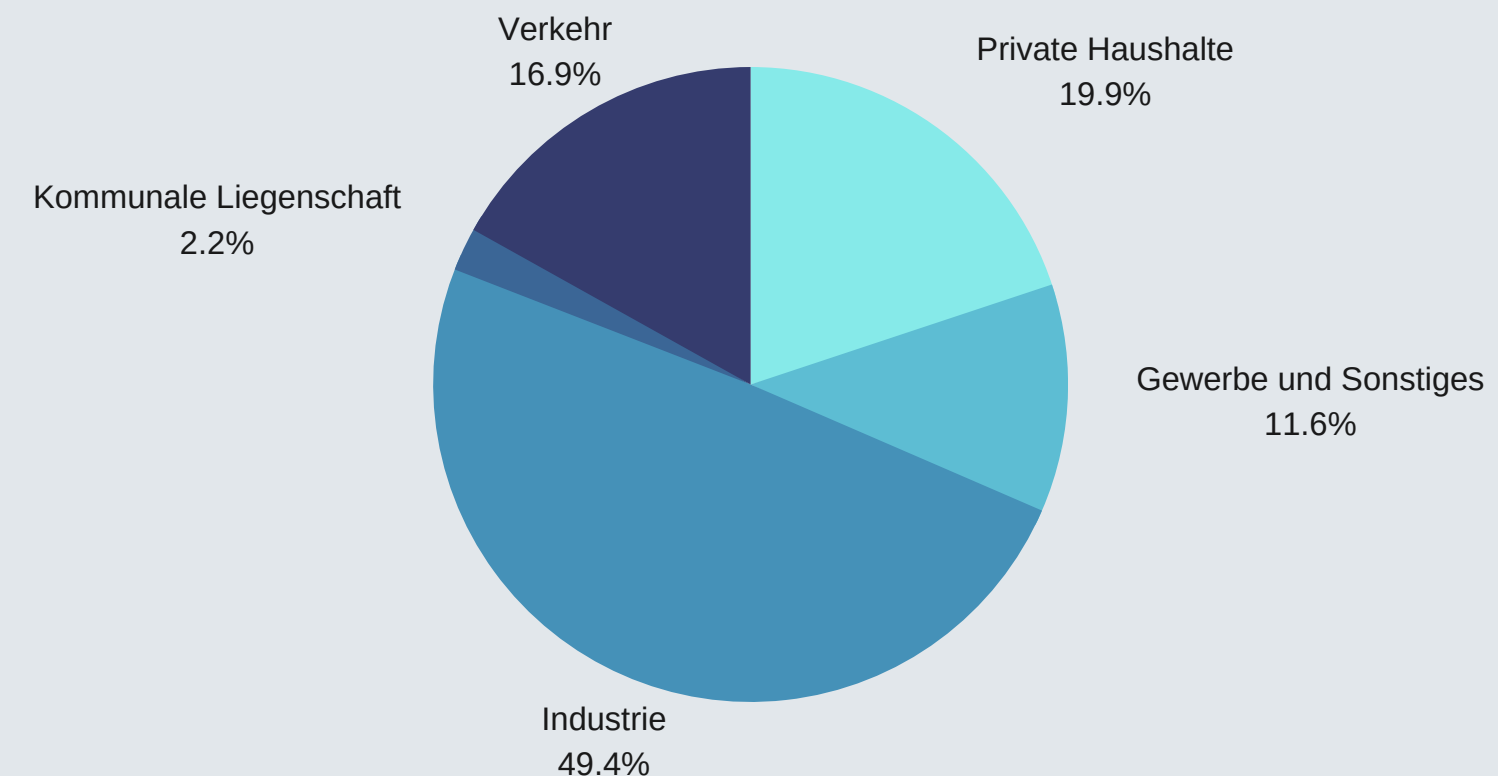
~3 %
Anteil der lokalen erneuerbaren
Wärmeerzeugung



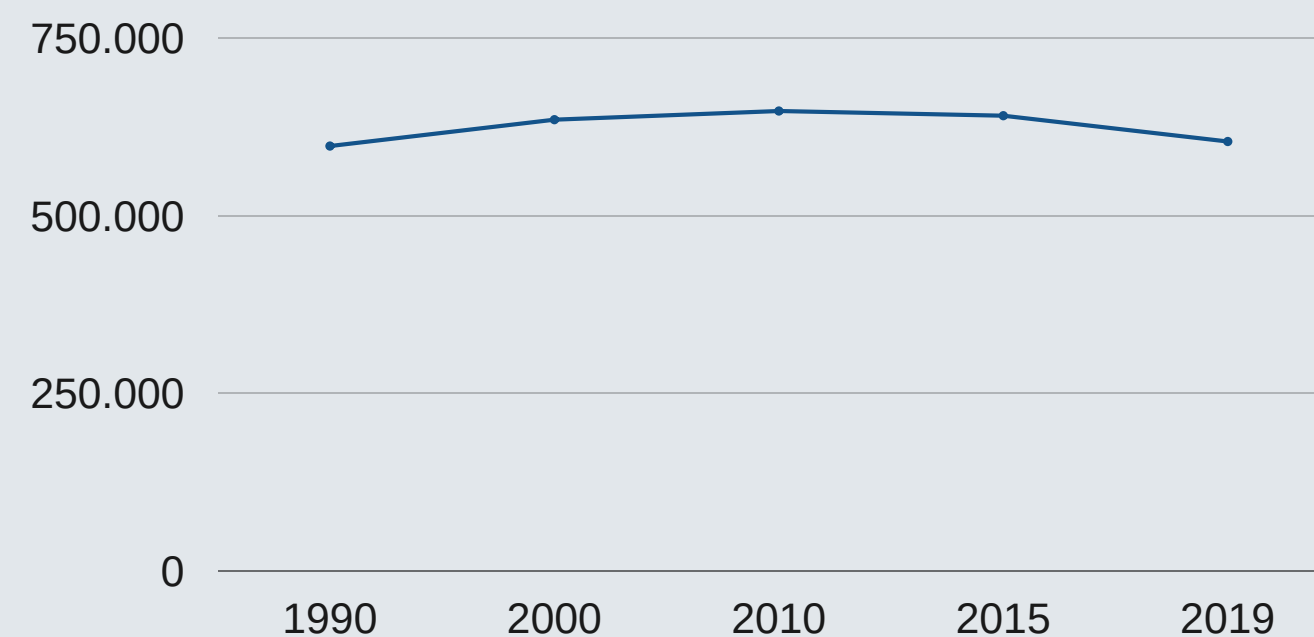
GRÖSSTER EMMITENT:
~50 % Anteil der **Industrie** an
den Treibhausgasemissionen

» Konsum, Ernährung und Graue Energien sind nicht in der Bilanz enthalten

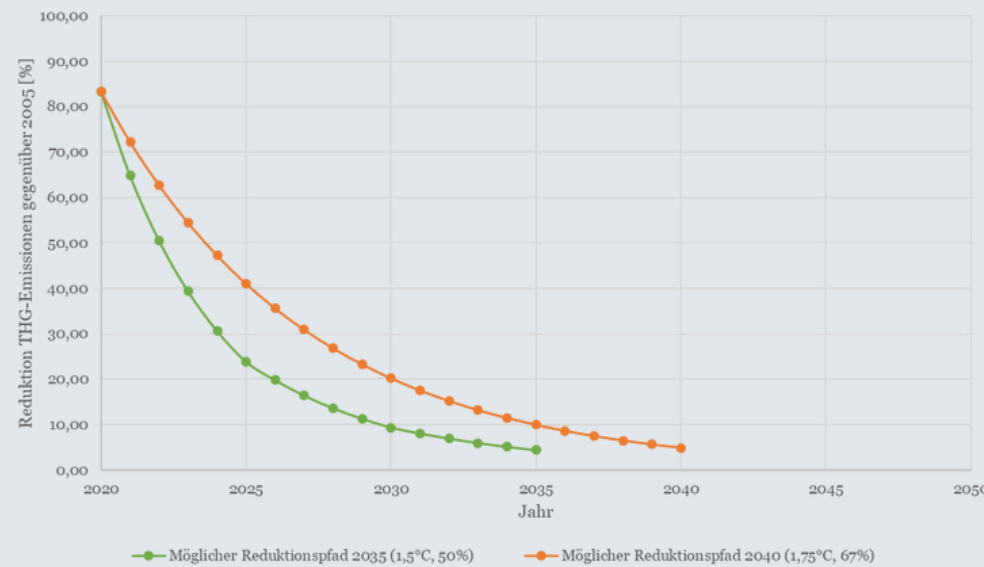
TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN SEKTOREN



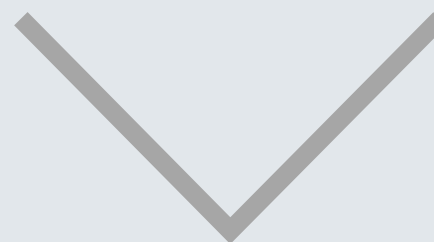
VERLAUF DER TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN



UMSTELLUNGSELEMENTE



Von der notwendigen THG-Reduktionskurve zum konkreten Fahrplan



Gebäude

14 % des Reduktionspotentials

Verkehr

19 % des Reduktionspotentials

Energie

Strom 32 % des Reduktionspotentials,
Industrieprozesse 35 %

Beispiele



90 %

Sanierungsquote im Zieljahr



100 %

Elektrifizierung des verbleibenden PKW-Bestandes


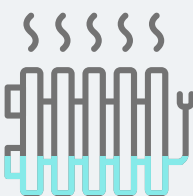


100 %

Erneuerbare lokale Stromerzeugung

➤ Die Reduktionspotentiale sind teils voneinander abhängig. Um zum Beispiel beim Strom die Reduktionspotentiale ausschöpfen zu können, ist eine parallele Ausschöpfung der Reduktionspotentiale beim Verkehr notwendig!

Realisierbarkeit und Konsequenzen Gebäude

| Ziel | Status quo | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|--|--|--|
|  <p>Sanierung 90% sanierte Gebäude</p> <p>.....</p> <p>➤ 55 % zusätzlich sanierte Gebäude bis Zieljahr</p> | <p>ca. 35% der Gebäude saniert</p> <p>ca. 1% Sanierungsrate/Jahr</p> <p>ca. 10 Energieberater</p> <p>ca. 700-750 Handwerker</p> | <p>3,4 %/Jahr</p> <p>+ 20 Energieberater</p> <p>+ 170-700 Handwerker</p> | <p>2,6 %/Jahr</p> <p>+ 15 Energieberater</p> <p>+ 110-530 Handwerker</p> | <p>2,1 %/Jahr</p> <p>+ 10 Energieberater</p> <p>+ 80-350 Handwerker</p> |
|  <p>Heizung 100% erneuerbare Heizungen</p> <p>.....</p> <p>➤ 80 % der Heizungen in Wohngebäude tauschen</p> | <p>ca. 80% der Heizungen fossil (Wohngebäude)</p> <p>Heizungstauschquote: 4,6 %/a</p> | <p>Tauschquote: 6,1 %/a</p> | <p>Tauschquote: 4,4 %/a</p> | <p>Tauschquote: 3,5 %/a</p> <p>➤ Vermutlich keine Steigerung der Fachkräfte im Heizungsbau erforderlich, sondern Qualifikation für erneuerbare Heizungssysteme (z.B. Wärmepumpe)</p> |

Reduktionspotentiale Gebäude

| Umstellungselement | Reduktionspotential |
|---|----------------------|
| Sanierung 55 % der Gebäude | 1,4 % Gebäudesektor |
| Umstellung 60% der fossile Heizung (Industrie 30 %) auf Wärmepumpen | 54,1 % Gebäudesektor |
| Umstellung 30% der fossile Heizung (Industrie 60 %) auf Fernwärme | 36 % Gebäudesektor |
| Umstellung 10% der fossile Heizung auf Biomasse | 9,4 % Gebäudesektor |

» Die energetische Sanierung ist wichtig um den Energieverbrauch zu senken (trotz geringem THG-Reduktionspotential) und letztendlich eine Umstellung des verbleibenden Wärmeverbrauchs auf erneuerbare Energien zu ermöglichen (dadurch deutlich geringerer Bedarf an erneuerbaren Energien)

14 % der gesamten Reduktionspotentiale



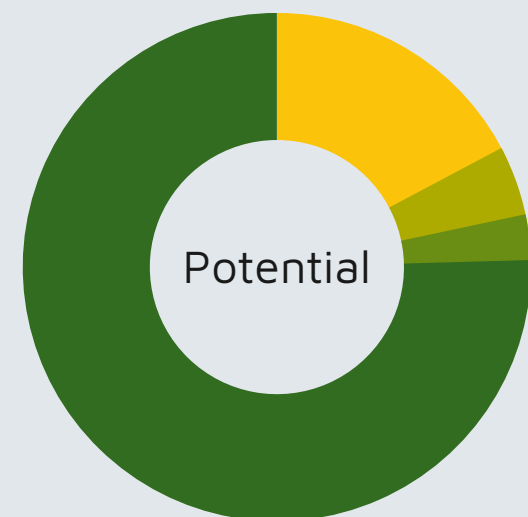
Je nach Effizienzstandard machen graue Energien beim Neubau einen Großteil (ca. 25 - 65 %) des Energieverbrauchs über den Lebenszyklus aus und sind daher nicht zu vernachlässigen!

Realisierbarkeit und Konsequenzen

Energie - Welche Potentiale hat Friedrichshafen?

Strom - Photovoltaik als größtes Potential

Technische Potentiale der Stadt Friedrichshafen für erneuerbare Stromerzeugung:



| | | | | |
|-----------------|--------------|--------------------------|------------------------|--------|
| Dachflächen | 203 Mio. kWh | 102 ha (Belegungsfläche) | 1,5 % d. Gebietsfläche | 17,3 % |
| Freiflächen | 52 Mio. kWh | 52 ha (Gesamtfläche) | 0,7 % d. Gebietsfläche | 4,4 % |
| Parkplatz | 34 Mio. kWh | 48 ha (Gesamtfläche) | 0,7 % d. Gebietsfläche | 2,9 % |
| Agri (Baumobst) | 888 Mio. kWh | 1586 ha (Gesamtfläche) | 23 % d. Gebietsfläche | 75,4 % |

➤ Die Tabelle stellt technische Potentiale dar! Eine Potentialstudie der Stadt Friedrichshafen 2022 betrachtet die Flächen detaillierter auf die Eignung bezüglich aktueller Rahmenbedingungen. Unterschiedliche Definitionen der Flächenarten führen daher zu teils differenzierten Zuordnungen. Mit 1.410 ha (Potentialstudie Stadt 2022) und 1.788 ha (Tabelle, technische Potentiale) sind die Unterschiede zwischen detaillierter Potentialstudie und technischen Potentialen gering.

➤ Technisches Photovoltaik-Potential reicht für eine bilanzielle 100% erneuerbare Stromversorgung in Friedrichshafen. Gegenüber dem Stromverbrauch 2019 entspricht das Potential einer Abdeckung von 245 % und ist selbst bei einer deutlichen Stromsteigerung ausreichend. Mit 75 % hat die Agri-PV das größte Potential.

Realisierbarkeit und Konsequenzen

Energie - Wie kann eine Stromversorgung aussehen?

Ziel

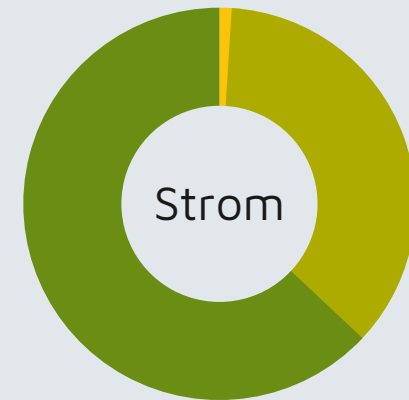
Zieljahr



Strom

Ausbau erneuerbare
Stromerzeugung

➤➤ 100 % erneuerbare
Stromerzeugung vor Ort



- 0,6 % Sonstige erneuerbare (Biomasse und Wasserkraft)
- 99,4 % aus Photovoltaik:
 - 36 % Photovoltaik versiegelt (Dach und Parkplatz)
 - 63 % Photovoltaik Solarparks (Agri 94 % und Freiflächen 6 %)

➤➤ 42-faches an PV-Leistung gegenüber 2019 notwendig

Status quo

3% erneuerbar

Ausbau PV aktuell 1-2 MW/a

2035

Ausbau 47 MW/a erforderlich
ca. 757 Wp/a/Einwohner
+ 24-facher jährlicher Ausbau

2040

Ausbau 34 MW/a erforderlich
ca. 547 Wp/a/Einwohner
+ 17-facher jährlicher Ausbau

2045





Ausbau 26 MW/a erforderlich
ca. 428 Wp/a/Einwohner
+ 13-facher jährlicher Ausbau

➤➤ Strom: 32 % der gesamten Reduktionspotentiale




Realisierbarkeit und Konsequenzen

Energie - Ökostrom, Beitrag als Letztverbraucher

Geringer Ökostromanteil bei Letztverbrauchern:

-  31,3 % der Haushaltskunden 2020 in Deutschland mit Ökostrom*
-  knapp 22,1 % der Stromlieferung 2021 an Kunden der Stadtwerk am See mit Ökostrom**
-  Beim Stadtwerk am See sind Ökostromtarife etwas teurer als konventionelle
-  Ökostromanteil (aus neuen Anlagen) muss steigen!

Wechsel der Kunden auf Ökostrom:

-  Privathaushalte: **Einsparungen bis über 90%** im Stromsektor möglich
(27 - 29 kt CO₂e entspricht 5 % der gesamten Emissionen 2019)
-  Ökostromtarif muss günstiger als konventioneller Stromtarif werden
-  Stromwechsel-Kampagne: Informationsoffensive und Bonus für Wechsel? (Privath. und Gewerbe)

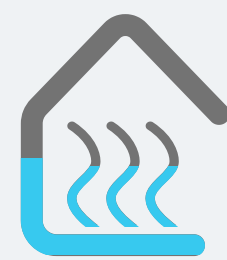
*Ökostrom: Ökostrom mit Label bzw. besonderer Relevanz/Förderung Ausbau erneuerbare Energien (UBA, BNetzA)

** Ökostromanteil gemäß Stromkennzeichnung 2021, Ökostrom mit Label (OK Power) und ohne Label

Realisierbarkeit und Konsequenzen Energie - Wie könnte eine Wärmeversorgung aussehen?

Ziel

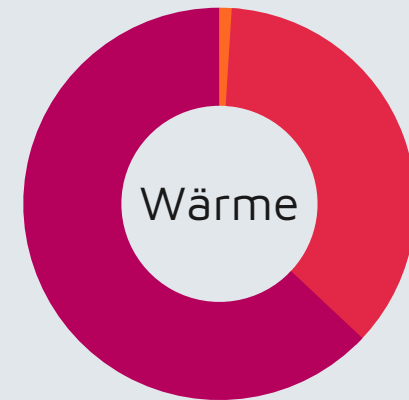
Zieljahr



Wärme

Ausbau erneuerbare
Wärmeezeugung

➤ 100 % erneuerbare
Wärmeversorgung



- Anteil der Energieträger der zukünftigen Wärmeversorgung je nach Sektor (Gewerbe, Industrie, Private Haushalte, Kommunale Liegenschaften) unterschiedlich
- Angenommener Anteil der Heizungen welche die fossilen Heizungen ersetzen (in Sektoren außer Industrie):
 1. Wärmepumpen (60 %, Großteil Luft-WP)
 2. Fernwärme (30 %, Urbane Schwerpunktgebiete)
 3. Biomasse (10 %)

Zieljahr

Ausbau gegenüber Status quo

Wärmepumpe Faktor 16

Fernwärme Faktor 3

Biomasse Faktor 5

Anteil an Wärmeversorgung

(46 %)

(43 %)

(10 %)



Die kommunale Wärmeplanung wird hierzu genauere Ergebnisse liefern

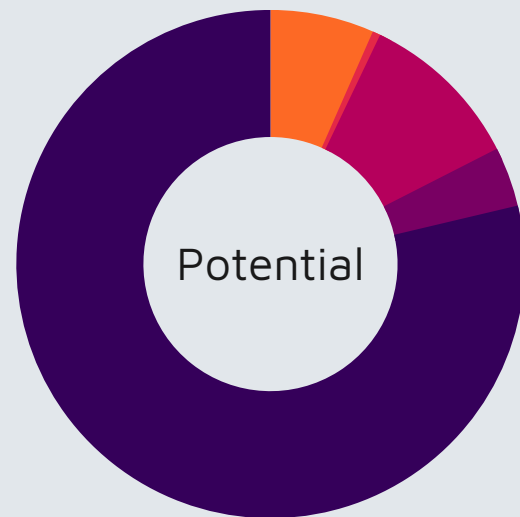
Realisierbarkeit und Konsequenzen

Energie - Welche Potentiale hat Friedrichshafen?



Wärme - Abwasser und Wärme aus See als größtes Potential

Technische Potentiale der Stadt Friedrichshafen für erneuerbare Wärmeerzeugung:



| | | |
|---------------------------|--------------|--------|
| Solarthermie Dach | 29 Mio. kWh | 6,6 % |
| Biomasse | 2 Mio. kWh | 0,5 % |
| Geothermie oberflächennah | 45 Mio. kWh | 10,4 % |
| Abwärme (bekannt) | 17 Mio. kWh | 3,8% |
| Abwasser + Wärme aus See | 343 Mio. kWh | 78,7 % |

- Die Potentiale reichen für eine 100 % Deckung des Fernwärmebedarfs.
Verbleibendes Potential wie oberflächennahe Geothermie und Solarthermie kann lokal für Einzelheizungen verwendet werden.

Realisierbarkeit und Konsequenzen

Verkehr- Personenverkehr

Verkehrsverlagerung



Reduktion des PKW-Bestands



-50% bis
Zieljahr



Elektrifizierung des PKW-Bestands



100% E-Fahrzeuge

Status quo

2022: 36670 PKW-
Fahrzeuge

2035

-3,8 %/Jahr
-1.410 PKWs/Jahr

2040

-2,8 %/Jahr
-1.019 PKWs/Jahr

2045

-2,2 %/Jahr
-797 PKWs/Jahr

2022: 2,3% der PKWs
elektrisch betrieben

+1.347 PKWs/Jahr
8 %*/Jahr

+973 PKWs/Jahr
6 %*/Jahr

+761 PKWs/Jahr
4 %*/Jahr





Elektrifizierung betrifft Anzahl der verbleibenden PKWs (50 % vom Status quo). Eine parallele Dekarbonisierung der Stromerzeugung ist ebenfalls wichtig (Ausbau erneuerbare Energien).

*Prozentsatz der verbleibenden PKWs

Realisierbarkeit und Konsequenzen

Verkehr- Personenverkehr

Verkehrsverlagerung

| | Status quo | 2035 | 2040 | 2045 |
|--|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|  Anteil des Fuß- verkehr erhöhen ➤ +20% | 22% am Modalsplit (2015) | +1,6 %*/Jahr | +1,1 %*/Jahr | +0,9 %*/Jahr |
|  Anteil des Rad- verkehr erhöhen ➤ +80% | 8% am Modalsplit (2015) 124,4 km Radweglänge | +6,2 %*/Jahr +2,4 km/Jahr | +4,4 %*/Jahr +1,7 km/Jahr | +3,5 %*/Jahr +1,3 km/Jahr |

➤ Schätzung Münster: +25 % Radwege: ca. 156 km
Budget für Ausbau: 30 - 35 €/Einwohner/Jahr**

➤ Eine Aussage über den Ausbau der Radinfrastruktur ist nicht/nur begrenzt möglich, da dies von vielen Faktoren abhängt und eine direkte Ableitung von Reduktionspotentialen/km nicht möglich ist

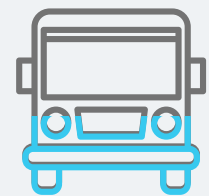
*Prozentualer Anstieg des Modalsplit pro Jahr

**Ergebnisse der Studien Klimaschutzstrategie Konstanz (2035 klimaneutral) und Fachgutachten - Köln Klimaneutral 2035

Realisierbarkeit und Konsequenzen

Verkehr- Personenverkehr

Verkehrsverlagerung



Verdoppelung des ÖPNV

➤ +100%

Status quo

6% am Modalsplit (2015)
25 Linienbusse (Diesel)
ca. 55 Busfahrer/innen

2035

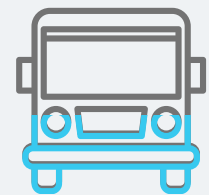
+7,7 %*/Jahr
+1,9 E-Busse/Jahr
+4 Fahrer*innen/Jahr

2040

+5,6 %*/Jahr
+1,4 E-Busse/Jahr
+3 Fahrer*innen/Jahr

2045

+4,3 %*/Jahr
+1,1 E-Busse/Jahr
+2 Fahrer*innen/Jahr



Elektrifizierung ÖPNV

➤ 100% Umstellung Bestand

25 fossile Busse
(Diesel)

Aussicht:
ab 2024: 7 E-Busse

1,9 Busse/Jahr

1,4 Busse/Jahr

1,1 Busse/Jahr

➤ Eine parallele Dekarbonisierung der Stromerzeugung ist ebenfalls wichtig (Ausbau erneuerbare Energien).

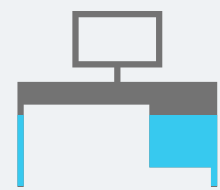
➤ Der Verkehrsentwicklungsplan liefert hierzu konkretere Ergebnisse (auch zur Umsetzung)

*Prozentualer Anstieg des Modalsplit pro Jahr

Realisierbarkeit und Konsequenzen

Verkehr- Personenverkehr

Verkehrsvermeidung



Orstunabhängiges Arbeiten

ca. 25% aller Erwerbstätigen arbeiten im Schnitt 2,5 Tage im Homeoffice

➤ Reduktion der Pendlerfahrten um 15%

Status quo

2019: 13%* waren im Homeoffice tätig

2021: 21%* waren im Homeoffice tätig

2035

25%*

2040

25%*

2045

25%*



entspricht ca. 1.240 Erwerbstätige in Friedrichshafen (2021)

*Zahlen beziehen sich auf die Anzahl der Erwerbstätigen

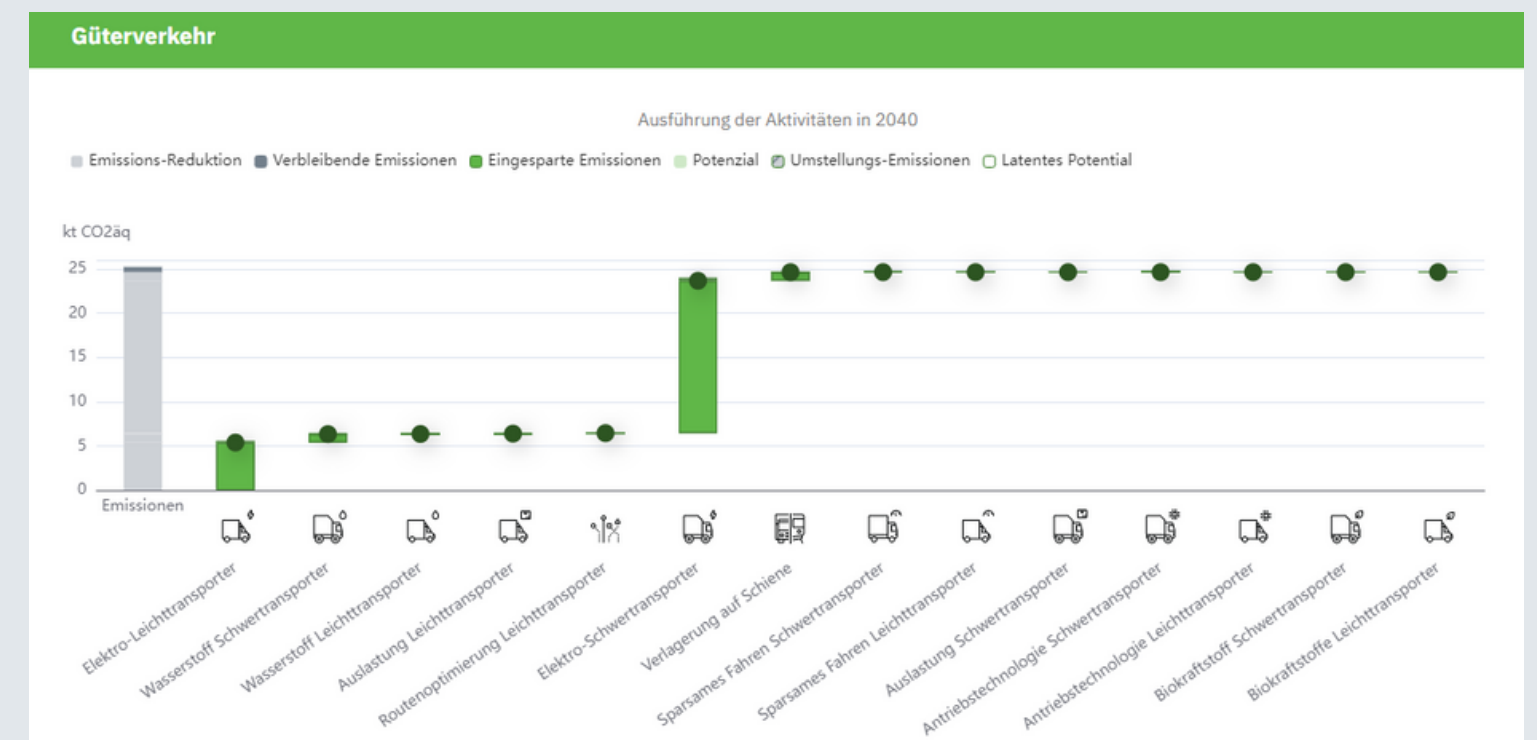
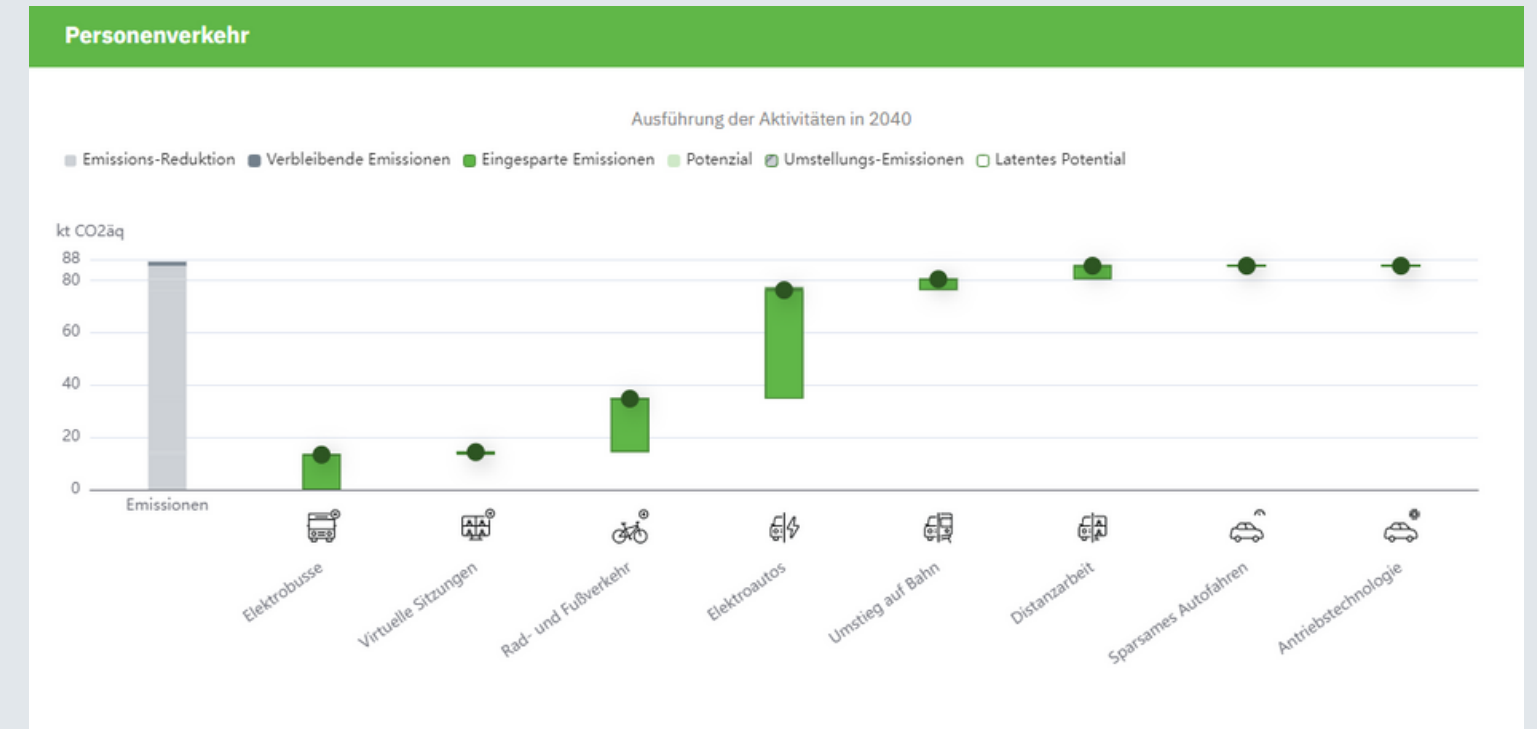
Reduktionspotentiale

Verkehr

| Umstellungselement | Reduktionspotential |
|---|-----------------------|
| Mehr Home-Office und Online Konferenzen | 5,8 % Verkehrssektor |
| Rad und Fußverkehr erhöhen (+ 20 u. 80 %) | 19,4 % Verkehrssektor |
| ÖPNV verbessern (+ 100 %) | 12,7 % Verkehrssektor |
| Verbleibende PKWs auf E-Antrieb umstellen | 39,5 % Verkehrssektor |
| Güterverkehr auf alternative Antriebe umstellen (davon 90 - 98 % E-Antrieb) | 22,5 % Verkehrssektor |
| Verlagerung auf Schienenverkehr (5 %) | 1 % Verkehrssektor |

➤ Im gleichen Zuge ist eine Dekarbonisierung der Stromerzeugung notwendig (Ausbau Erneuerbare Energien)

19 % der gesamten Reduktionspotentiale



Realisierbarkeit und Konsequenzen Energie



Industrie

Industrieprozesse
klimaneutral

- Erdgas durch grünen Wasserstoff ersetzen gemäß Ausbaustrategie Netzbetreiber
- Stromerzeugung wird bis Zieljahr 100% erneuerbar

Status quo

- Industrieprozesse machen ca. 85 % des Endenergieverbrauchs im Sektor Industrie aus
- Endenergieverbrauch für Industrieprozesse aus 65% Erdgas, 25% Strom
- Erdgas und Strom je 50% der THG-Emissionen bei Industrieprozessen

35 % der gesamten Reduktionspotentiale

| 2035 | 2040 | 2045 |
|--|--|--|
| 45% vom Erdgas durch grünen Wasserstoff ersetzt | 75% vom Erdgas durch grünen Wasserstoff ersetzt | 95% vom Erdgas durch grünen Wasserstoff ersetzt |
| 100% erneuerbarer Strom | 100% erneuerbarer Strom | 100% erneuerbarer Strom |
| Reduktion: - 45 % THG-Emissionen | Reduktion: - 75 % THG-Emissionen | Reduktion: - 95 % THG-Emissionen |

- Eine Klimaneutralität ist vor 2045 nicht ohne Kompensation möglich, da das Erdgas durch grünen Wasserstoff ersetzt werden muss (Ausbaustrategie Netzbetreiber Baden-Württemberg)

Big Points - größte Hebel



Übergreifend

Gesamtgesellschaftlich:

- Akteursvernetzung (Verwaltung, Bürgerschaft, Industrie, Wohnungswirtschaft, Handwerk, Landwirtschaft,...)
- Klimaschutzoffensive zur öffentlichen Motivation und Beratung (Klimastadt Friedrichshafen)
- Gemeinsame Selbstverpflichtung (Wohnungswirtschaft, Industrie, Verwaltung mit Eigenbetrieben, Bsp. Klimapakt Tübingen)
- ...

➤ Konkrete Maßnahmen werden nach Beschlussfassung erarbeitet

Big Points - größte Hebel

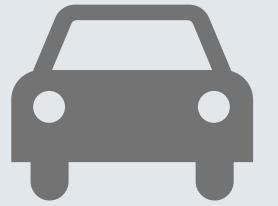


Gebäude

- Energetische Gebäudesanierungen (Steigerung der Sanierungsrate in allen Sektoren)
- Wohnflächen gewinnen durch Innenentwicklung
- Austausch bestehender fossiler Heizungen durch erneuerbare Energien und Fernwärme
- Nachhaltiger Neubau (z.B. Wohnraumentwicklung)
 - Erneuerbare Heizungsanlagen
 - Ökologisches Bauen (innen und außen)
 - Hoher Neubaustandard (KfW 40 als Minimum)
- Sanierungsgebiete und Quartierskonzepte

➤ Konkrete Maßnahmen werden nach Beschlussfassung erarbeitet

Big Points - größte Hebel



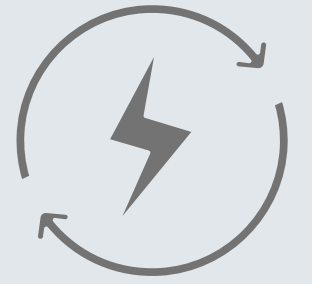
Verkehr

- Verkehrsvermeidung und -verlagerung auf den Umweltverbund
(Umverteilung Verkehrsraum zugunsten ÖPNV, Fuß- und Radverkehr, ...)
- Attraktivität ÖPNV erhöhen (besser und günstiger)
- Elektrifizierung Verkehr (ÖPNV, PKWs, Güterverkehr, öffentliche Ladeinfrastruktur, ...)
- Attraktivität Fuß- und Radverkehr (Infrastruktur, Abstellanlagen, Sicherheit, ...)
- Ausbau der Sharing-Angebote mit E-Fahrzeugen

➤ Konkrete Maßnahmen werden nach Beschlussfassung erarbeitet

Big Points - größte Hebel

Energie



- Ausbau Erneuerbare Stromerzeugung durch PV
- Ausbau der EE-Nutzung beim Stadtwerk
- Ausbau Fernwärme (Quartiere/Schwerpunktgebiete identifizieren, planen und realisieren, Wärme aus dem See, ...)
- Beteiligungsmöglichkeiten ausbauen (Mieterstrom, Agri-PV, ...)
- Beratungspalette erweitern (Energiesparen, Agri-PV, Parkplatz, Mieterstrom, ...)

» Konkrete Maßnahmen werden nach Beschlussfassung erarbeitet

Empfehlung der Energieagentur

2035, 2040 oder 2045?

➤ Die Energieagentur empfiehlt den Reduktionsfahrplan zur **Klimaneutralität 2040**



Warum 2040?

➤ Hält übergeordnete Zielsetzungen ein:

✓ Europäisches Ziel und Bundesziel (2050 und 2045)

✓ Landesziel - Klimaneutralität 2040 → Fördermittel bei Zielsetzung 2045? Eher schwierig...

➤ Hält Pariser Klimaabkommen ein (1,75 °C, deutlich unter 2°C)

✓ Zielsetzung kann öffentlich nachvollziehbar begründet werden

➤ Realistische Erreichung abhängig von vielen Faktoren

z.B. finanzieller Situation, materieller und personeller Entwicklung, übergeordnete Rahmenbedingungen, ...

✓ Gehen diese Faktoren in die richtige Richtung (u.a. durch eigenes Handeln), macht ein Zieljahr 2040 oder 2045 bei der Machbarkeit kaum Unterschiede