

Studie des Ökoinstituts e.V. im Auftrag des  
BUND Baden-Württemberg

# 100% KLIMANEUTRALE ENERGIEVERSORGUNG DER BEITRAG BADEN-WÜRTTEMBERGS UND SEINER ZWÖLF REGIONEN



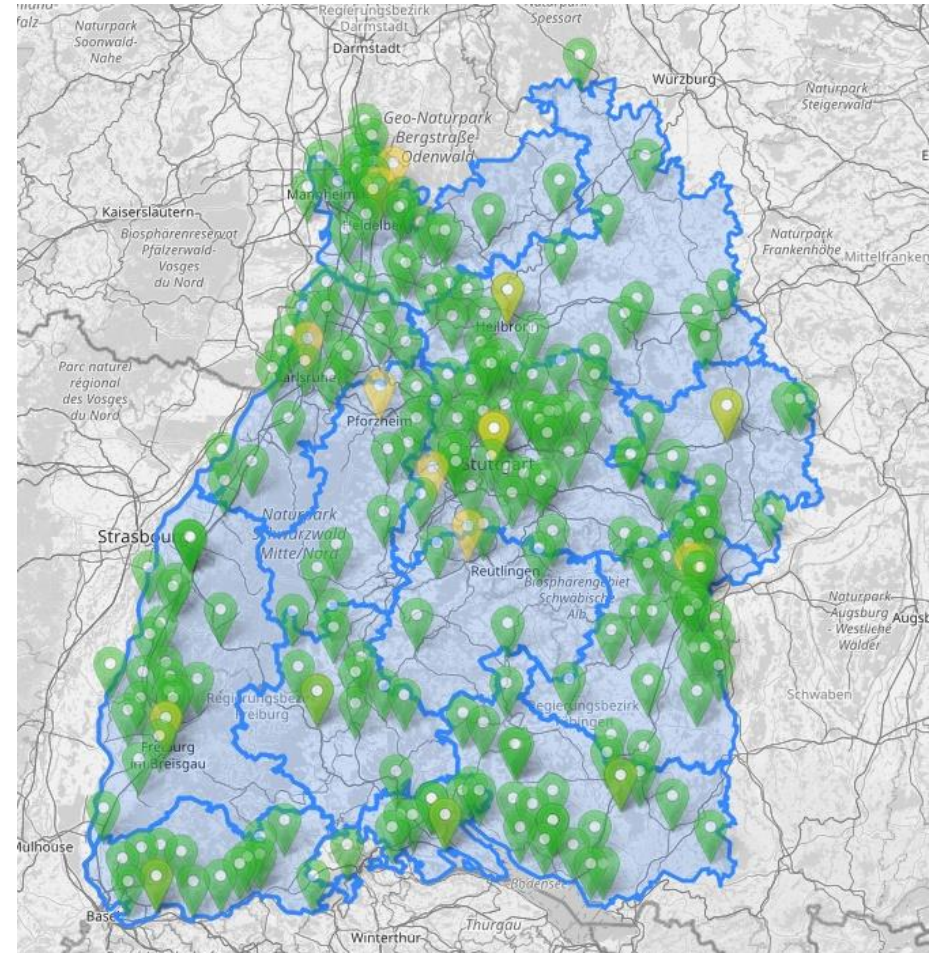
Sylvia Pilarsky-Grosch  
Landesvorsitzende

# Der BUND

## Knapp 60 Jahre aktiv für Natur und Umwelt



- 28 Geschäftsstellen in 12 Regional-, 220 Orts- und 24 Kreisverbänden
- Über 100 BUND-Kindergruppen und Jugendgruppen
- 95.000 Mitglieder und Förderer
- 1.100 Aktive
- Finanziell unabhängig durch Mitgliedsbeiträge und Spenden
- Teil des BUND Bundesverbandes mit 675.000 Mitglieder
- Teil des internationalen Netzwerks Friends of the Earth



Karte: OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA

# Ausgangsstudien



Ariadne-Report  
Deutschland auf dem Weg  
zur Klimaneutralität 2045  
Szenarien und Pfade im  
Modellvergleich

GEFÖRDERT VOM  
 Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**KOPERNIKUS**  
Ariadne-PROJEKTE  
Die Zukunft unserer Energie



Stiftung Klimaneutralität  
Agora Energiewende  
Agora Verkehrswende

## Klimaneutrales Deutschland 2045

Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann

ZUSAMMENFASSUNG



prognos  
Öko-Institut e.V.  
Wuppertal Institut



## Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE Kurzfassung

Treibhausgas-emissionen

Inanspruchnahme von Rohstoffen

Für Mensch & Umwelt  
**Umwelt Bundesamt**

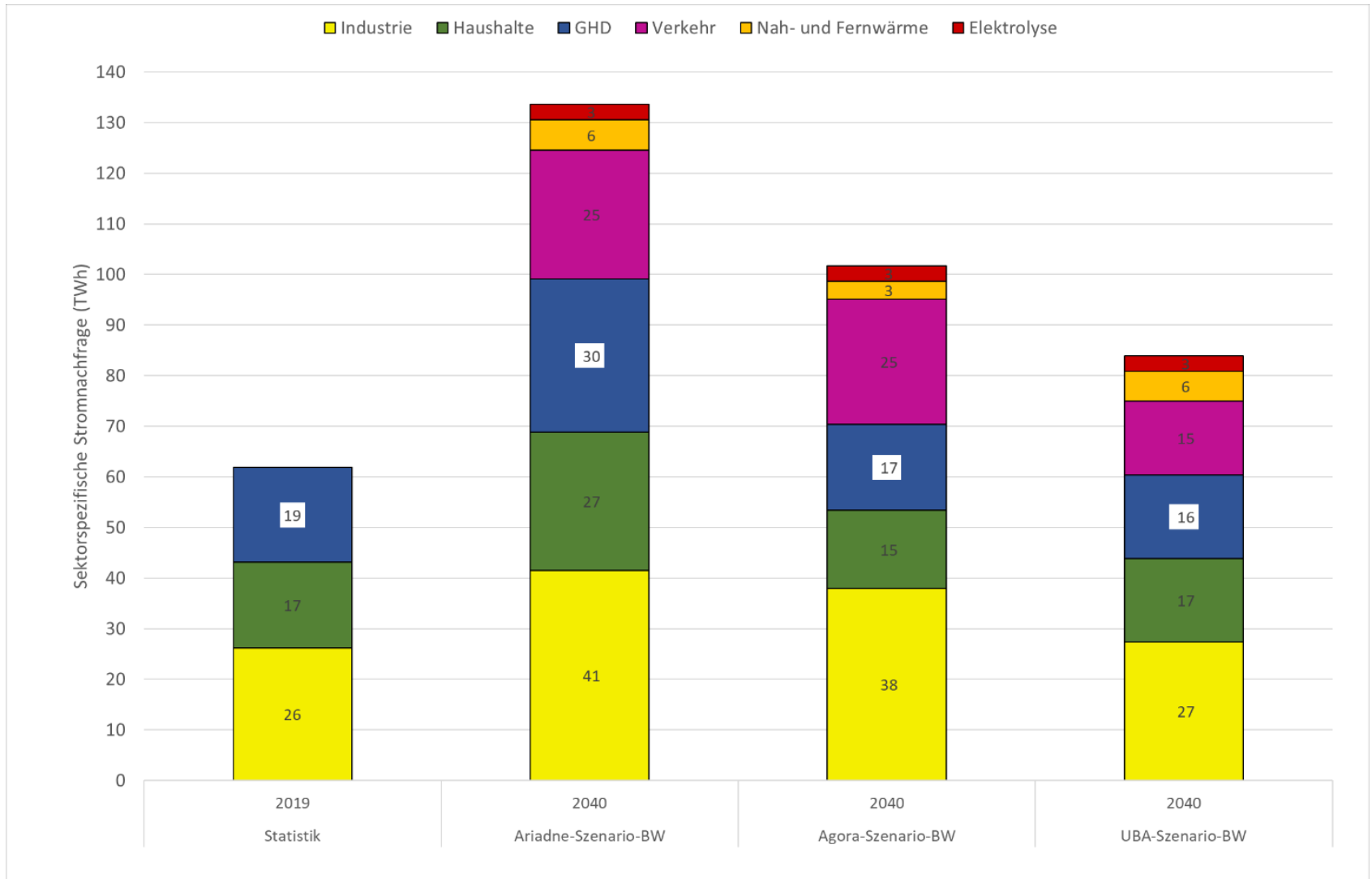
# Klimaneutrale Szenarien für Deutschland

	Ariadne-Szenario	Agora-Szenario	UBA-Szenario
Klimaneutralität	2045	2045	2050
Rolle von Suffizienz	keine	keine	Zentraler Bestandteil
Bevölkerung	80 Millionen	80 Millionen	72 Millionen
Wachstum	1,1 % p.a.	1,4 % p.a.	0 % ab 2030
Stromverbrauch	1.150 TWh = + 90 %	950 TWh = + 46 %	750 TWh = + 16 %
Wärmebedarf	- 28 %	- 35 %	- 66 %
Primärenergiebedarf	- 55 %	- 61 %	- 78 %
EE-Mix zur Stromerzeugung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wind onshore: 582 TWh</li> <li>• Wind offshore: 114 TWh</li> <li>• PV: 329 TWh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wind onshore: 292 TWh</li> <li>• Wind offshore: 239 TWh</li> <li>• PV: 336 TWh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wind onshore: 423 TWh</li> <li>• Wind offshore: 132 TWh</li> <li>• PV: 134 TWh</li> </ul>
Netto-Stromimporte	53 TWh	22 TWh	43 TWh
Verwendung von Biomasse	v.a. für biogene Kraftstoffe (Verkehr)	v.a. für Wärmeerzeugung (Industrie und Haushalte)	v.a. stoffliche Nutzung
Wasserstoff und E-Fuels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 TWh</li> <li>• 73% Import</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 425 TWh</li> <li>• 78% Import</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 455 TWh</li> <li>• 81% Import</li> </ul>

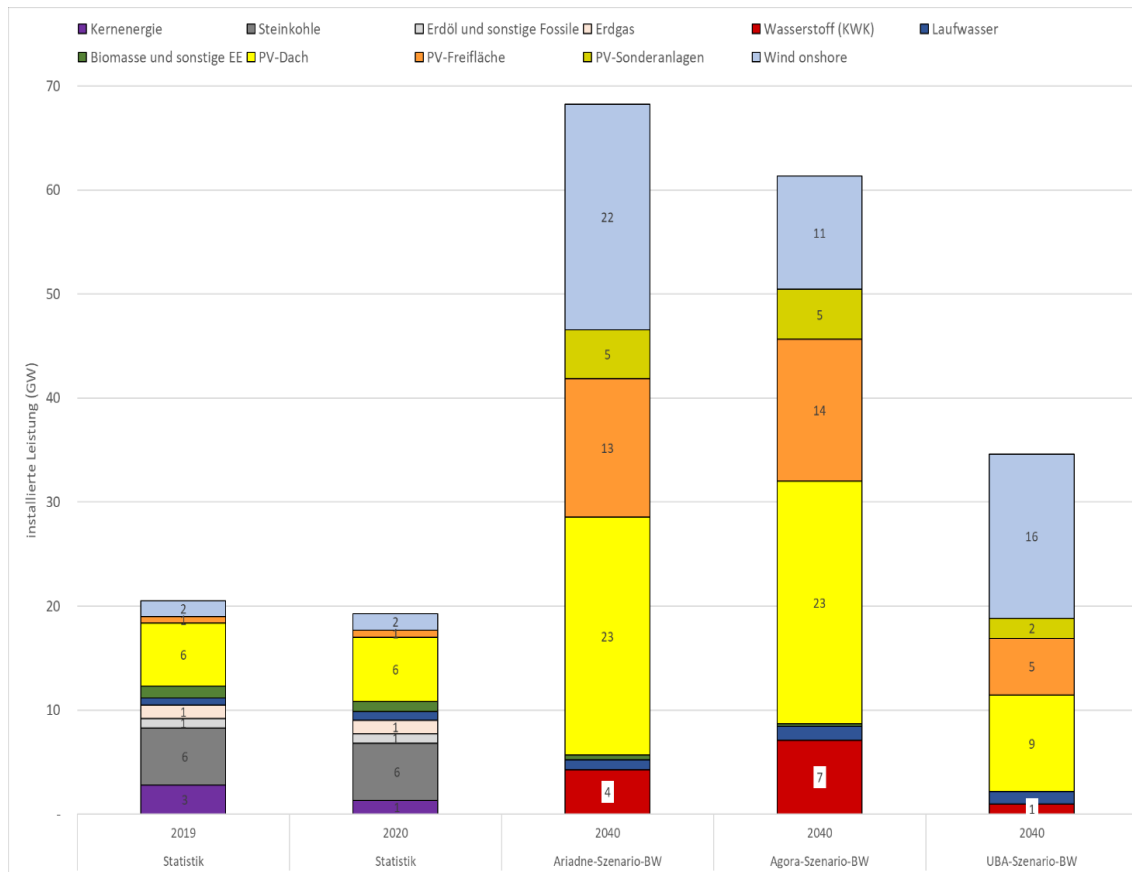
# Vorgehensweise bei der Erstellung der Studie

- Regelmäßiger Austausch und Diskussion mit dem BUND und dem Projektbeirat
- Skalierung von Deutschland auf Baden-Württemberg mit Klimaneutralität 2040
- Regionalisierung von Baden-Württemberg auf die zwölf Regionen
  - Spezifische Verteilschlüssel für Regionalisierung
  - Energiestatistiken des Landes und des Bundes
  - Deskriptive Kenngrößen, wie z.B. Anzahl: Einwohner, Fahrzeuge, Beschäftigte,...
  - Energieatlas und Solardachkataster der LUBW
  - Flächen, wie z.B. Windpotenzialflächen, Seitenrandstreifen, benachteiligte landwirtschaftliche Gebiete, Siedlungsflächen, Grünland, Sonderkulturen,...
  - Plausibilisierung der skalierten Zielszenarien für Baden-Württemberg mit weiteren Szenarien aus der Literatur (z.B. Studie zu Sektorzielen 2030, VfEW Studie zum zukünftigen Stromverbrauch der Industrie,...)
  - Erstellung relativer Verteilschlüssel
- GIS-gestützte Analyse und Visualisierung
  - Verschneidung der Windpotenzialflächen mit Daten zu windkraftsensiblen Vogelarten
  - Verteilschlüssel für Nah- und Fernwärmenetze (Nachfrage und Potenziale zur erneuerbaren Wärmeerzeugung)
- Modellierung der Fernwärmeerzeugung

# Sektorspezifische Stromnachfrage in Baden-Württemberg

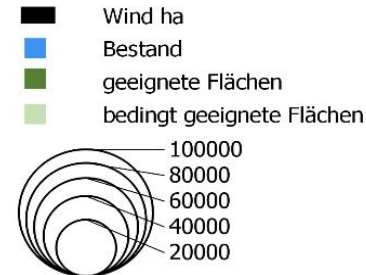
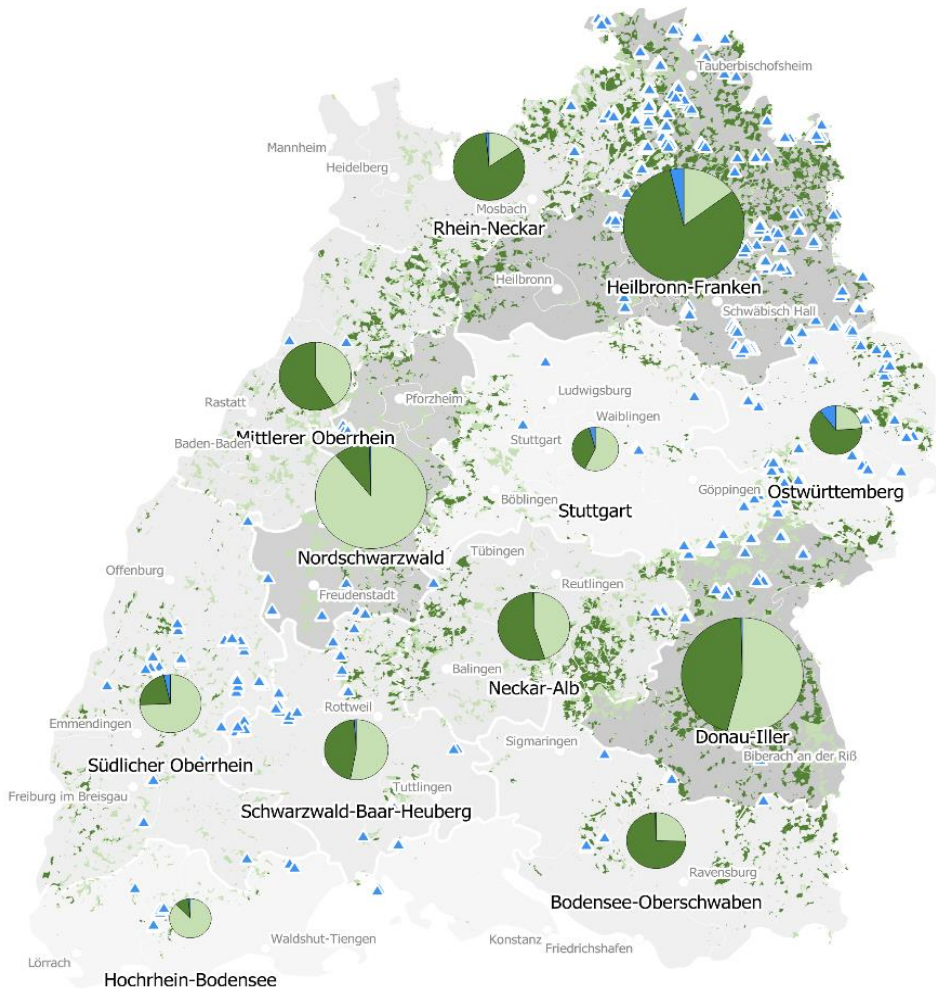


# Stromerzeugungskapazitäten in Baden-Württemberg



- Verteilschlüssel DE → BW: Potenzialanalysen aus dem Netzentwicklungsplan Strom
- Anforderung = Erhöhung der aktuell installierten EE Kapazität um den Faktor fünf bis zehn!
- PV-interner Mix
  - 55% PV-Dachanlagen
  - 35% PV-Freiflächenanlagen
  - 10% PV-Sonderanlagen

# Verteilung Windenergie



## Energieatlas:

6,2% geeignete Flächen und  
5,6% bedingt geeignete  
Flächen

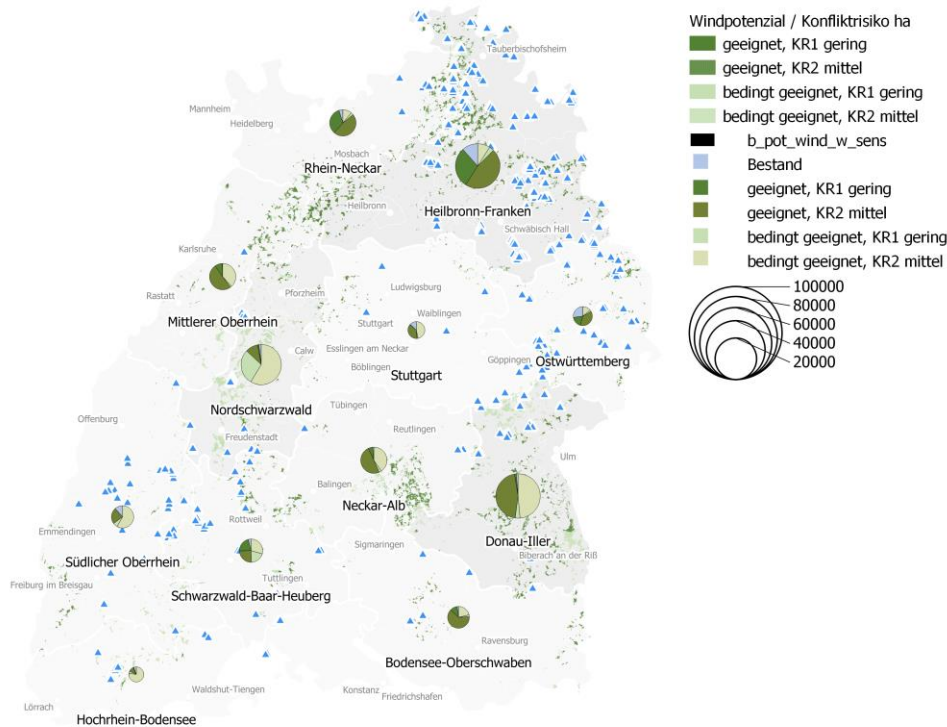
## Flächenverbrauch:

4,5 h/MW

0,5– 1 h/WEA



# Verteilschlüssel für Windenergie und Naturschutz



## • Datenquellen:

– Windpotenzialflächen aus dem Energieatlas Baden-Württemberg

- 420.000 ha (geeignet und bedingt geeignet)
- 11,8% der Landesfläche

– NABU Karte zu windkraftsensiblen Fledermaus- und Vogelarten

- 2.300.000 ha (Kategorie „hoch“ und „sicher“)
- 64,0 % der Landesfläche

## • Ergebnis:

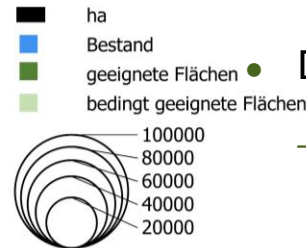
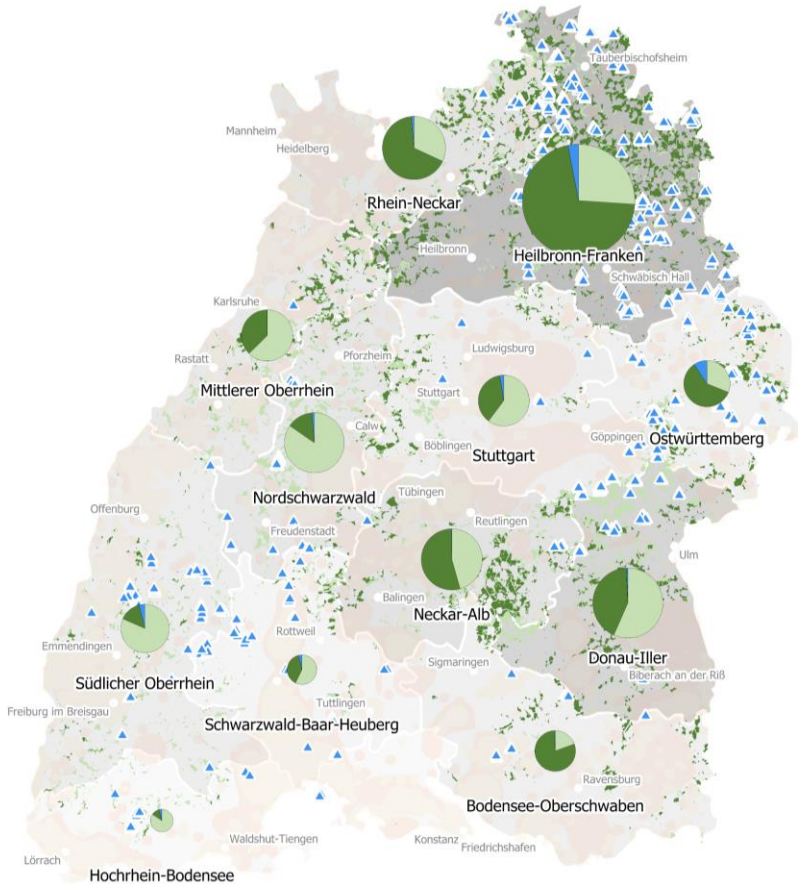
– Potenzialabhängiger Verteilschlüssel

- 115.000 ha (27% der Windpotenzialflächen)
- 3,3 % der Landesfläche

# Flächenanteile für Windenergie und Naturschutz

Region	Ariadne-Szenario-BW-2040	Agora-Szenario-BW-2040	UBA-Szenario-BW-2040
Stuttgart	0,8 %	0,4 %	0,6 %
Heilbronn-Franken	4,1 %	2,0 %	3,0 %
Ostwürttemberg	1,6 %	0,8 %	1,2 %
Mittlerer Oberrhein	3,2 %	1,6 %	2,3 %
Rhein-Neckar	2,8 %	1,4 %	2,0 %
Nordschwarzwald	6,7 %	3,4 %	4,9 %
Südlicher Oberrhein	1,2 %	0,6 %	0,9 %
Schwarzwald-Baar-Heuberg	2,1 %	1,0 %	1,5 %
Hochrhein-Bodensee	0,8 %	0,4 %	0,6 %
Neckar-Alb	2,7 %	1,3 %	1,9 %
Donau-Iller	6,6 %	3,3 %	4,8 %
Bodensee-Oberschwaben	1,3 %	0,7 %	1,0 %
<b>Baden-Württemberg</b>	<b>2,7 %</b>	<b>1,4 %</b>	<b>2,0 %</b>
<i>Potenzialausschöpfung</i>	83,8 %	42,1 %	60,9 %

# Verteilschlüssel für Windenergie und Naturschutz (LUBW)



## Datenquellen:

- Windpotenzialflächen aus dem Energieatlas Baden-Württemberg

- 420.000 ha (geeignet und bedingt geeignet)
- 11,8% der Landesfläche

- Fachbeitrag Artenschutz für die Regionalplanung Windenergie

- 1.300.000 ha (Kategorie A und B)
- 36,5% der Landesfläche

- **Ergebnis:**

- Potenzialabhängiger Verteilschlüssel

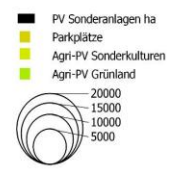
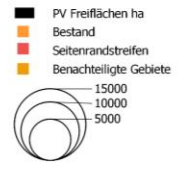
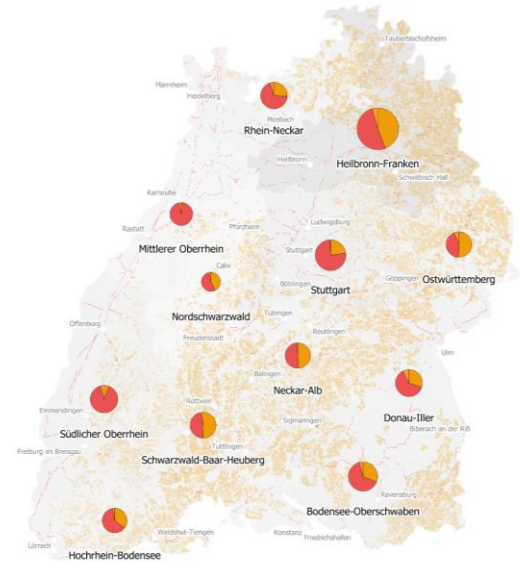
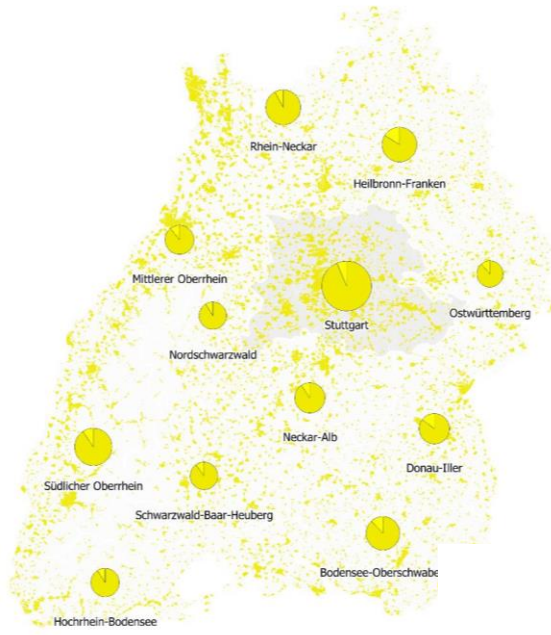
- 325.000 ha (77% der Windpotenzialflächen)
- 9,1% der Landesfläche

# Verteilschlüssel für Windenergie und Naturschutz (LUBW)



Region	Ariadne-Szenario-BW-2040	Agora-Szenario-BW-2040	UBA-Szenario-BW-2040
Stuttgart	1,7 %	0,8 %	1,2 %
Heilbronn-Franken	6,2 %	3,1 %	4,5 %
Ostwürttemberg	2,4 %	1,2 %	1,7 %
Mittlerer Oberrhein	2,9 %	1,5 %	2,1 %
Rhein-Neckar	3,8 %	1,9 %	2,8 %
Nordschwarzwald	3,6 %	1,8 %	2,6 %
Südlicher Oberrhein	1,4 %	0,7 %	1,0 %
Schwarzwald-Baar-Heuberg	0,8 %	0,4 %	0,6 %
Hochrhein-Bodensee	0,4 %	0,2 %	0,3 %
Neckar-Alb	3,5 %	1,7 %	2,5 %
Donau-Iller	4,0 %	2,0 %	2,9 %
Bodensee-Oberschwaben	1,1 %	0,6 %	0,8 %
<b>Baden-Württemberg</b>	<b>2,7 %</b>	<b>1,4 %</b>	<b>2,0 %</b>
<i>Potenzialausschöpfung</i>	<i>30,1 %</i>	<i>15,1 %</i>	<i>21,9 %</i>

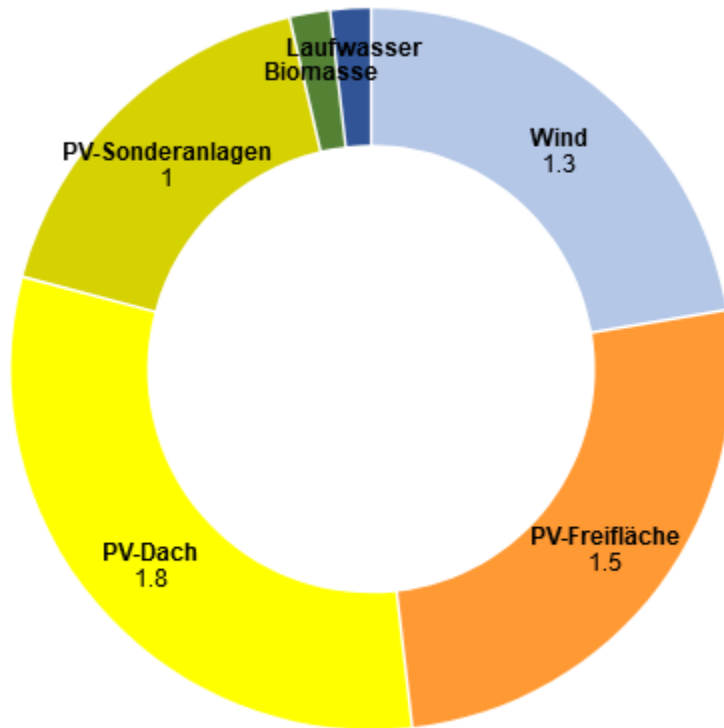
# Verteilung PV



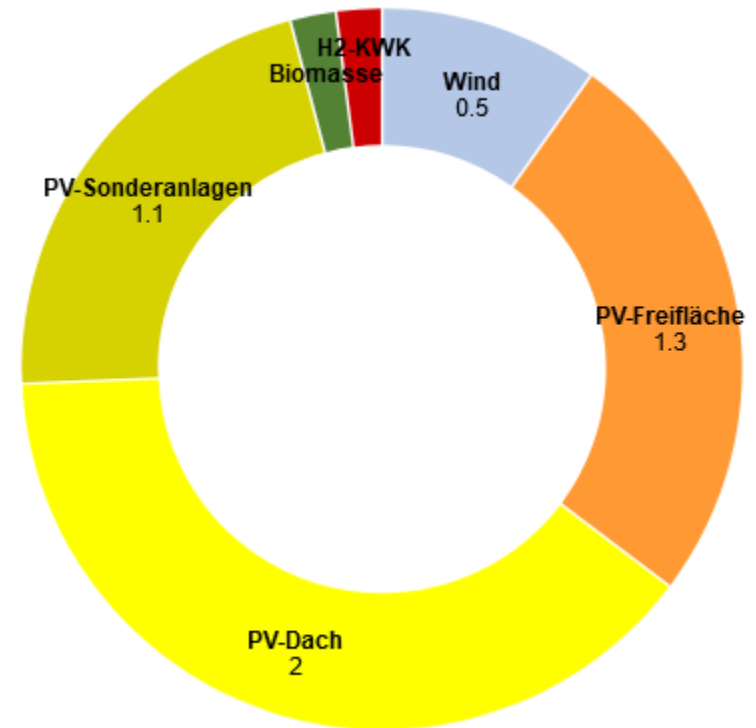
# Region Bodensee-Oberschwaben

## Agora-Szenario-BW-2040

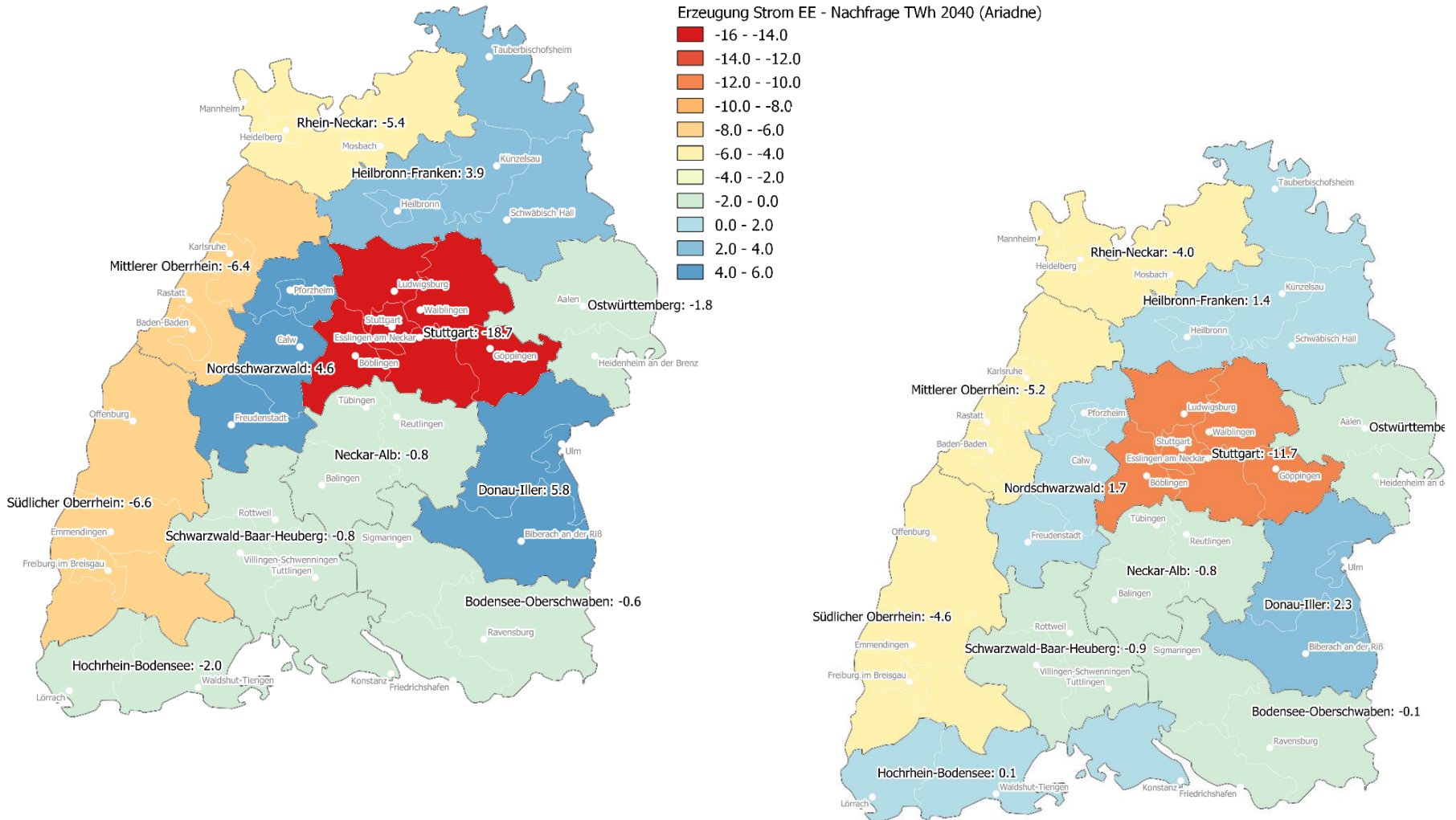
**Energieträgermix  
zur Stromerzeugung (TWh<sub>el</sub>)**



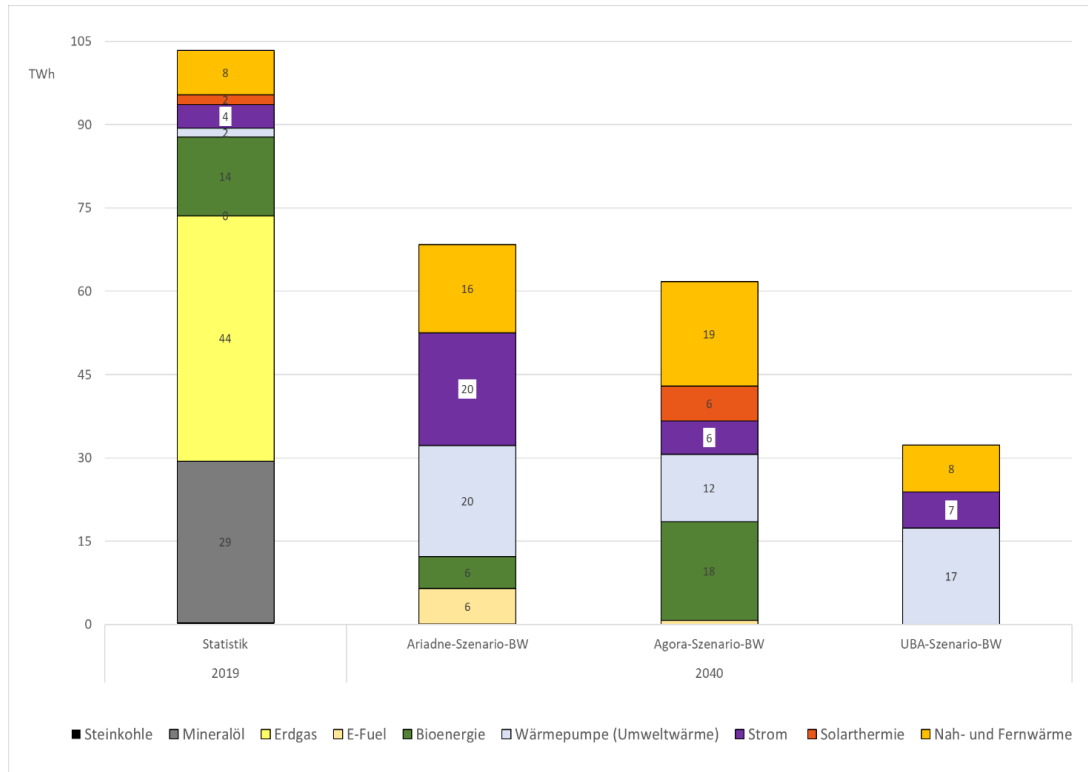
**Installierte Erzeugungskapazitäten  
zur Stromerzeugung (GW<sub>el</sub>)**



# Stromimporte und -exporte



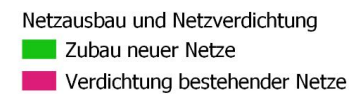
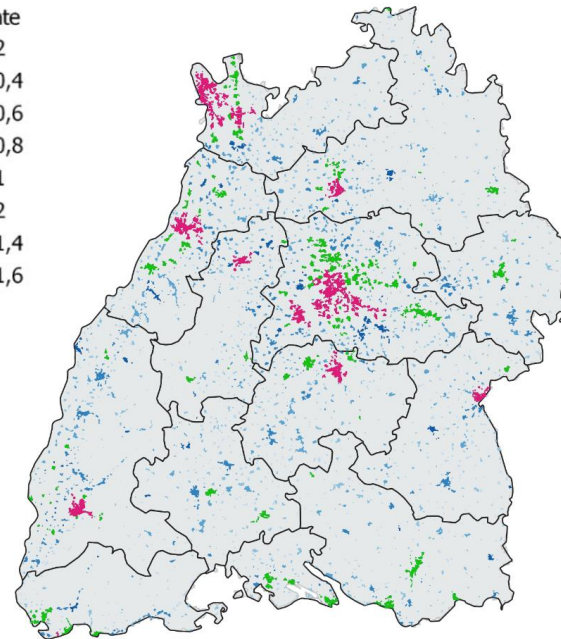
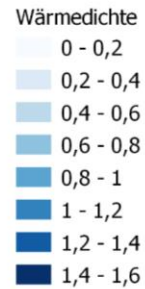
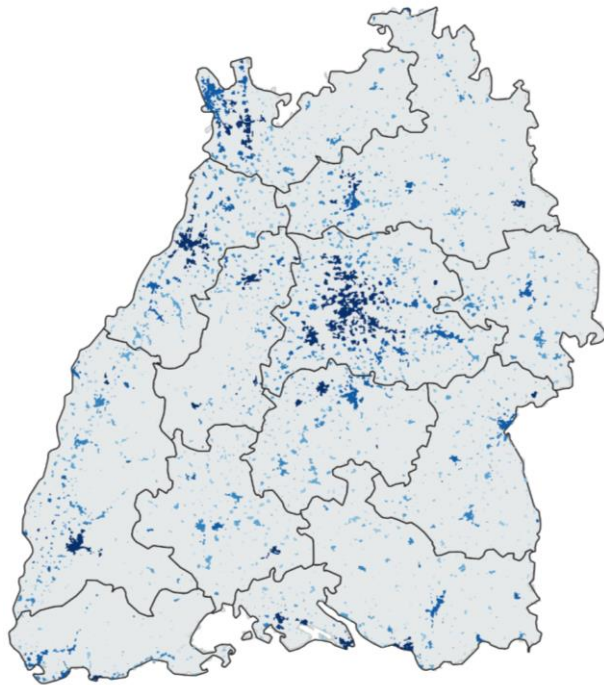
# Wärmenachfrage für Gebäude in Baden-Württemberg



- Verteilschlüssel DE → BW: bundeslandspezifische Anteile je Energieträger
- Reduktion der Nachfrage um 34% bis 69%
- Fernwärmeanteil bei 23% bis 30%
- Anteil Wärmepumpen bei 30% bis 74%

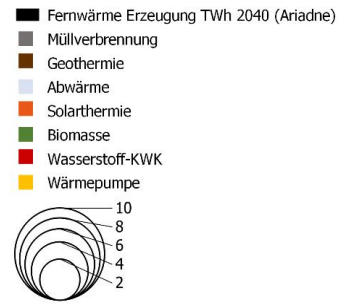
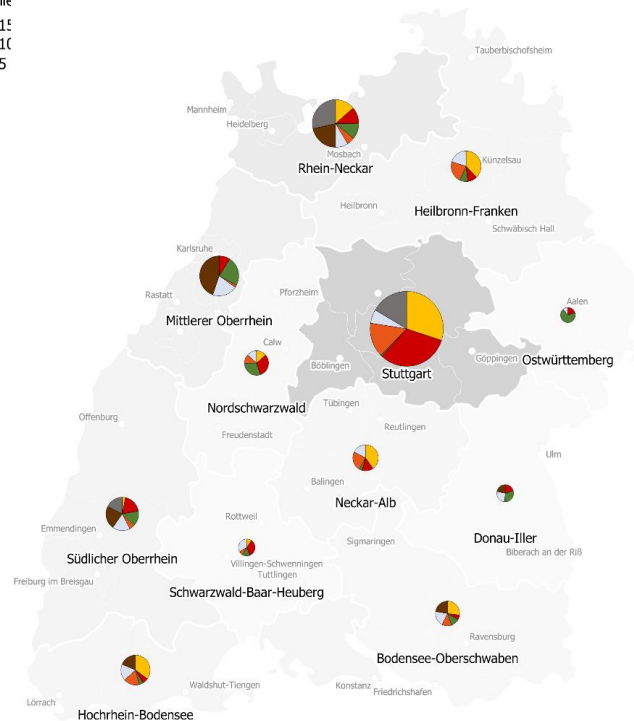
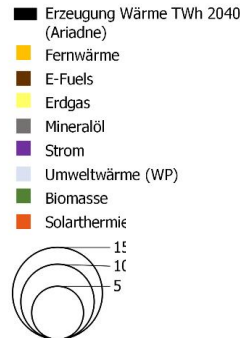
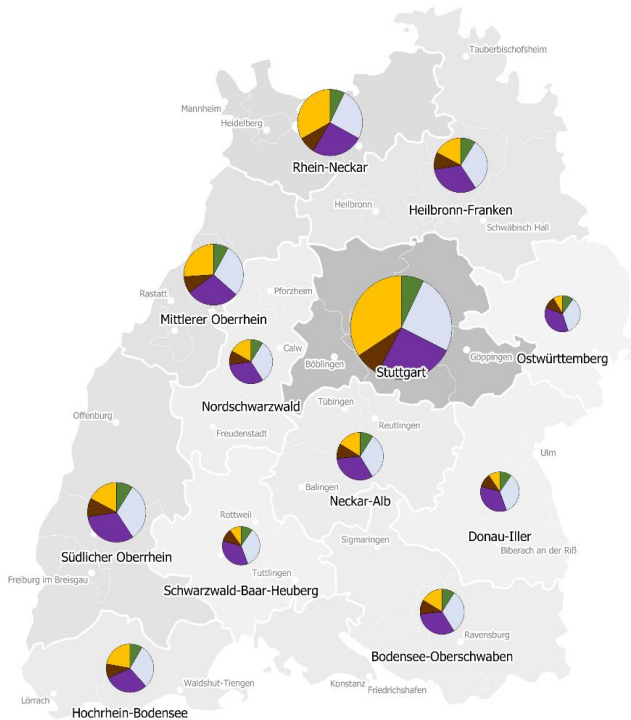


# Verteilung der Wärmenachfrage und Netzausbaubedarf Wärme



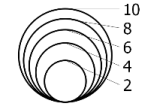
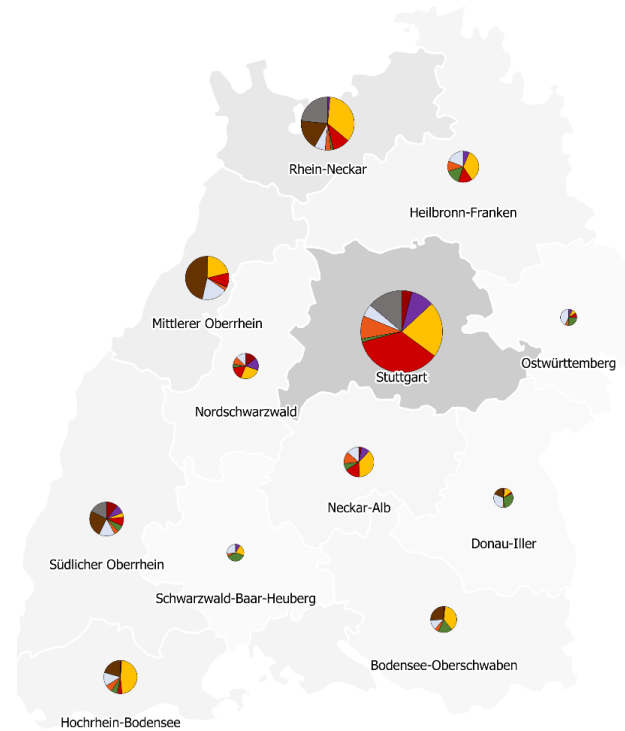
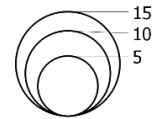
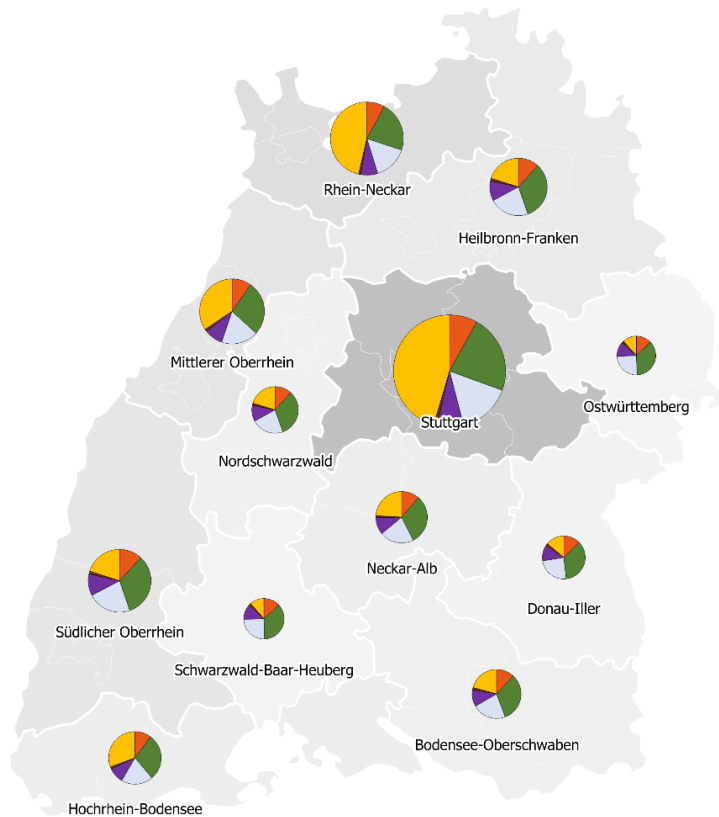
# Wärmeversorgung incl. Nah- und Fernwärme

## Ariadne-Szenario



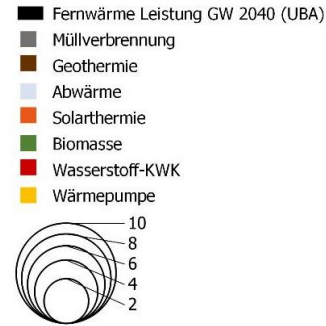
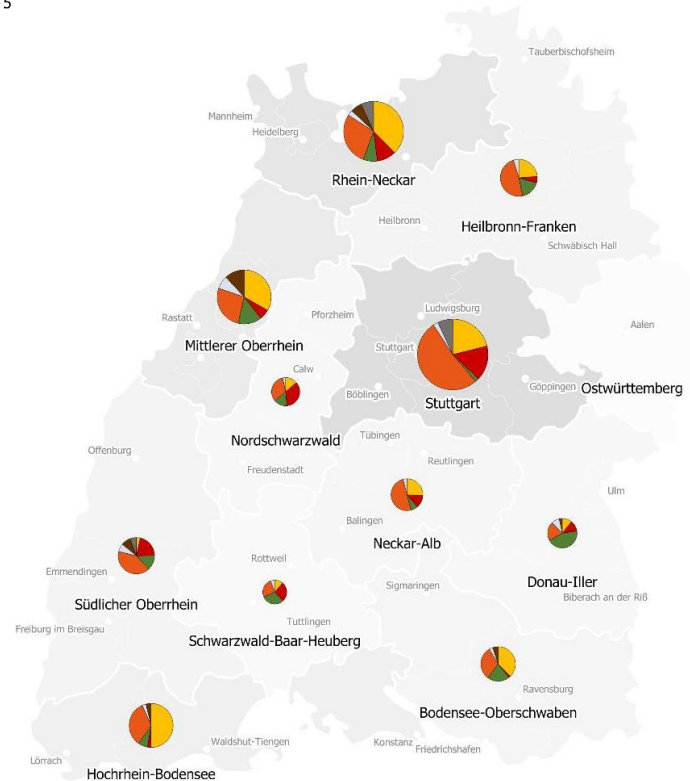
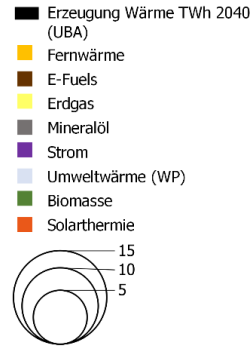
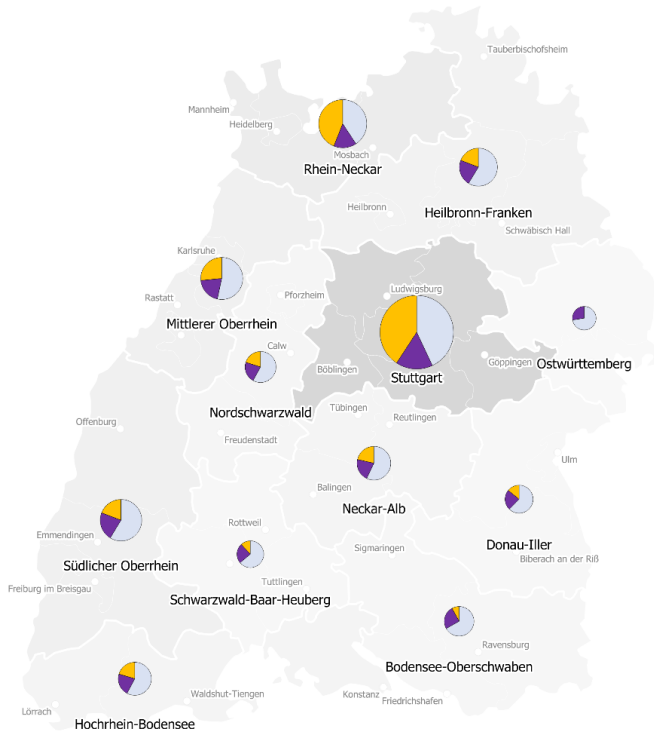
# Wärmeversorgung incl. Nah- und Fernwärme

## Agora-Szenario



# Wärmeversorgung incl. Nah- und Fernwärme

## UBA-Szenario

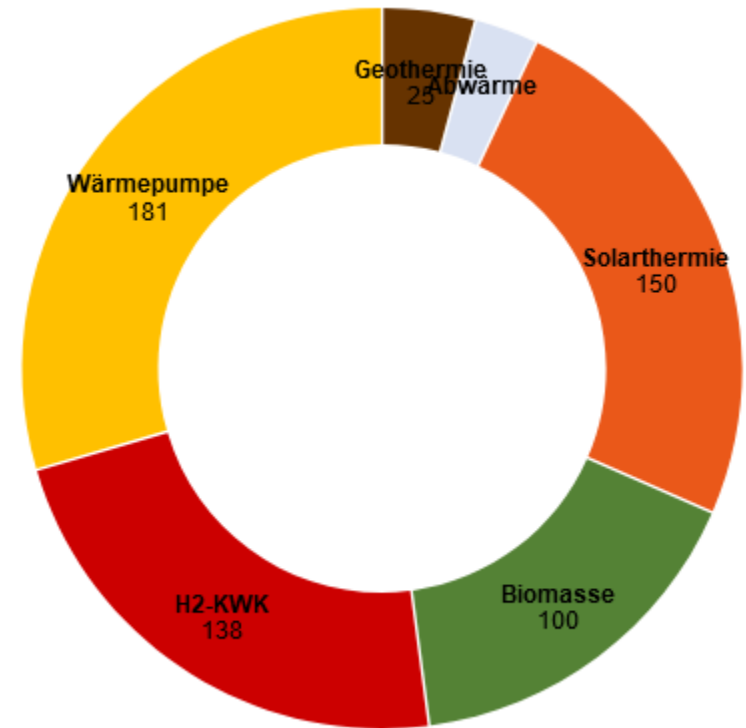
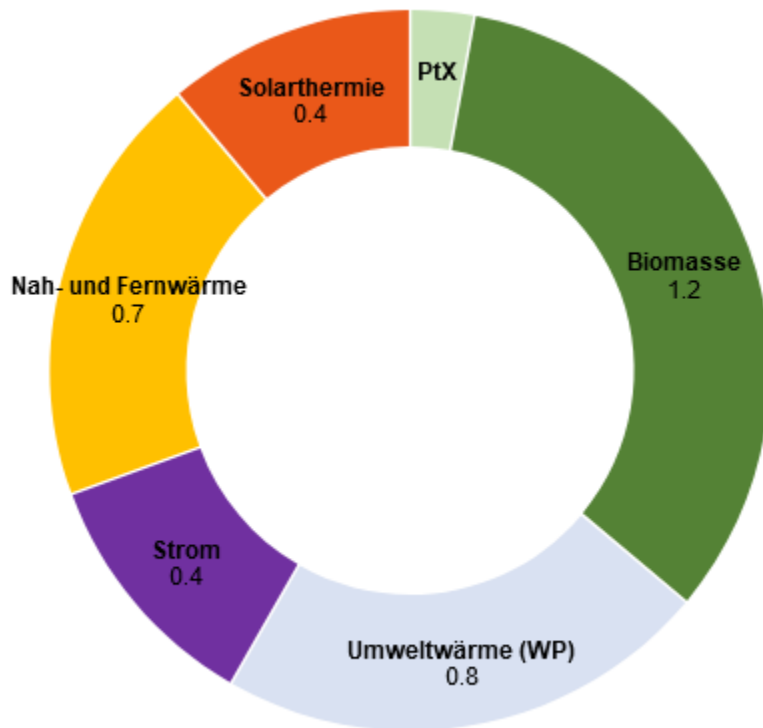


# Region Bodensee-Oberschwaben

## Agora-Szenario-BW-2040

Endenergienachfrage für Raumwärme  
und Warmwasser (TWh)

Anlagenpark zur Nah- und  
Fernwärmeerzeugung ( $MW_{th}$ )



# Suffizienzmaßnahmen

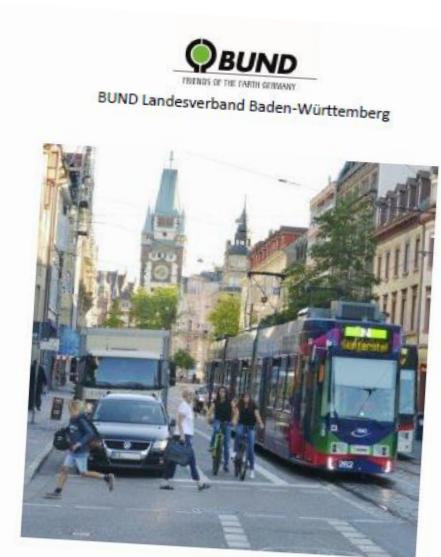
- **Veränderung des Konsumverhaltens = kostengünstig und ohne unerwünschte Nebeneffekte wie Biodiversitätsverluste**
- **Keine großen Infrastrukturmaßnahmen notwendig**
- **Suffizienzstrategien stellen Wirtschaftswachstum in Frage**



# Suffizienzmaßnahmen

## Mobilität

- **Konsumenten eher bereit Mobilitätsverhalten zu ändern als Ernährung oder Wohnraum**
- **Einfache Umstellung des Antriebssystems nicht die Lösung**
- **Reduktion des Autoverkehrs und Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr:**
  - **Individualverkehr stärker besteuern**
  - **Dienstwagenprivileg abschaffen**
  - **Bundesverkehrswegeplan ÖV und Fahrradverkehr bevorzugen**
  - **Gratismentalität bei der Bewirtschaftung des Parkraums beenden**
  - **innerorts Tempo 30 einführen, was insbesondere das Fahrradfahren attraktiver macht**
  - **„Stadt der kurzen Wege“ als Leitbild**
  - **Homeoffice - ein Fünftel der Arbeitstage = 1 Mio T CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden**
    - **Bund für Umwelt und Naturschutz Landesverband Baden-Württemberg**



**„Push-Maßnahmen“**  
zur Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) bzw. zur nachhaltigen Veränderung des Modal Split

Autoren: Philipp Buchholz, Stefan Flaig im März 2022  
Titelbild: Stadt Freiburg, Garten- und Tiefbauamt

## Gebäude

- **Reduktion der Wohnfläche und damit des Strom- und Wärmebedarfs**
  - Problem Anreiz? Da meist Miete pro Quadratmeter steigt
  - Förderung des Teilens von Wohnraum etwa in Erwachsenen-WGs oder Mehrgenerationen-Häusern
  - Förderung des Tauschs von Wohnungen
- **In Öffentlichen Gebäuden Temperatur absenken**
- **Teilen, etwa von Werkzeugen und der Reparatur von Geräten - Kommunen können das durch die Förderung von Repaircafés und Tauschbörsen unterstützen**



# Effizienzmaßnahmen

- **Pumpen, Kompressoren und Beleuchtung umstellen**
- **Beleuchtung und Klimatisierung von Gebäuden**
- **Elektrifizierung von Wärme (Wärmepumpen) + Mobilität**
- **Aufsuchende Energieberatung**
- **Elektrifizierung durch CO2 Preis fördern**
- **Energetische Sanierung der Gebäude**

# Schlüsse für den BUND

- Wir müssen **alle EE-Potenziale** nutzen, die naturverträglich machbar sind.
- Wir müssen massiv **Energie einsparen** und Effizienz- und Suffizienz- **Maßnahmen einfordern** (Konsequenzen hinsichtlich Ausbau- und Importbedarf aufzeigen; Studie nutzen)
- Die Novelle des Klimaschutzgesetzes nicht ausreichend, u.a. **Flächenziel** von derzeit 2 % auf mindestens 3 % anheben und im Verhältnis 50:50 (1,8 % Fläche: gleichmäßiger Ausnutzungsgrad des Potentials) regionalisieren.
- Zentrale Bestandteile einer klimaneutralen **Gebäudewärmeversorgung** sind neben der **energetischen Gebäudesanierung** der **Wärmepumpenhochlauf** in der Objektversorgung sowie der Aus- und Umbau der **Nah- und Fernwärmenetze**. Wichtig ist dabei die **Einbindung erneuerbarer Wärmequellen in die Wärmenetze**, insbesondere von Geothermie, Abwärme, Solarthermie und Großwärmepumpen.
- Aufzeigen, dass die **industriepolitische Wettbewerbsfähigkeit** eine verbrauchsnahe Verfügbarkeit von Erneuerbare Energien erfordert („klimaneutrale Produkte hergestellt in Ba-Wü“)
- **Verschiebung der Grenzen** des „realistisch“ Möglichen auf Grundlage der aktuellen Krisen nutzen

# Download der Studie



[www.bund-bawue.de/klimastudie](http://www.bund-bawue.de/klimastudie)