

Regionalisierung des Wasserstoffbedarfs in Baden-Württemberg bis 2040

basierend auf der Wasserstoffbedarfserhebung 2023

Maike Schmidt, Dr. Peter Bickel, Marcel Klingler, Andreas Püttner, Patrick Wolf

4. Fachdialog Wasserstoffinfrastruktur

Stuttgart, 19.12.2023



Fachdialog Wasserstoffinfrastruktur

Welche Wasserstoffinfrastruktur benötigt Baden-Württemberg?

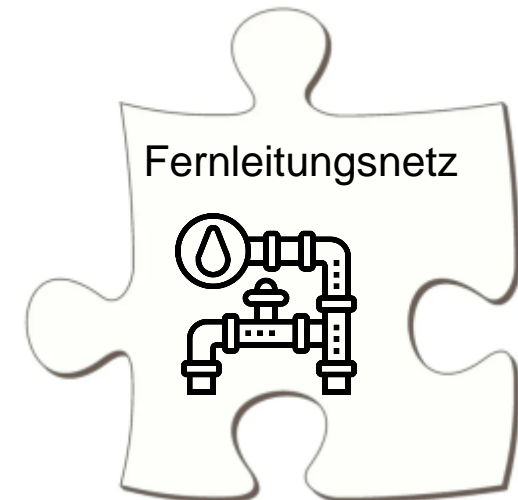
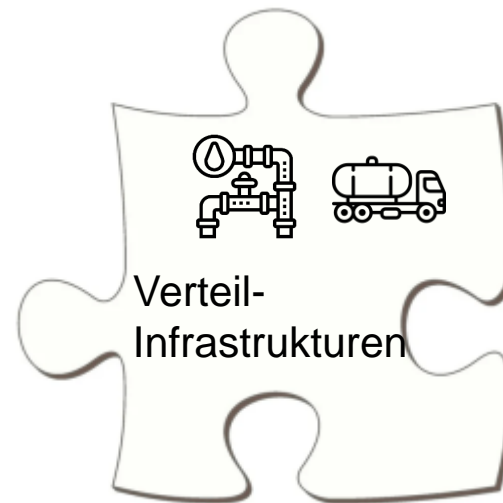
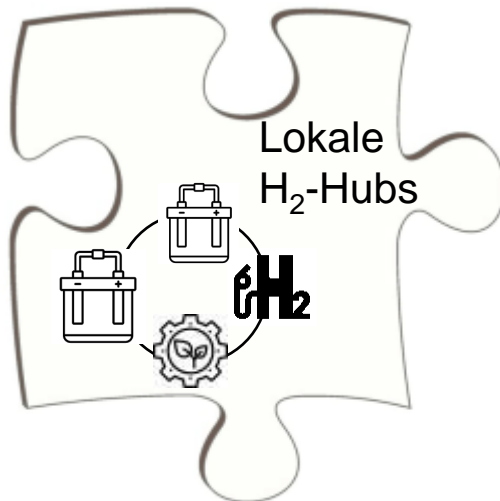
Die veränderte Energiemarktsituation und steigende Anforderungen an die Industrie, klimaneutral zu produzieren, machen die Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom und grünem Wasserstoff zum Standortfaktor.



Fachdialog Wasserstoffinfrastruktur

Anspruch: „Jeder, der in Baden-Württemberg Wasserstoff braucht, soll Wasserstoff bekommen – unabhängig vom Zeitpunkt des ersten Bedarfs und der geografischen Lage.“

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die verschiedenen Elemente der Wasserstoffversorgung optimal aufeinander abgestimmt werden.

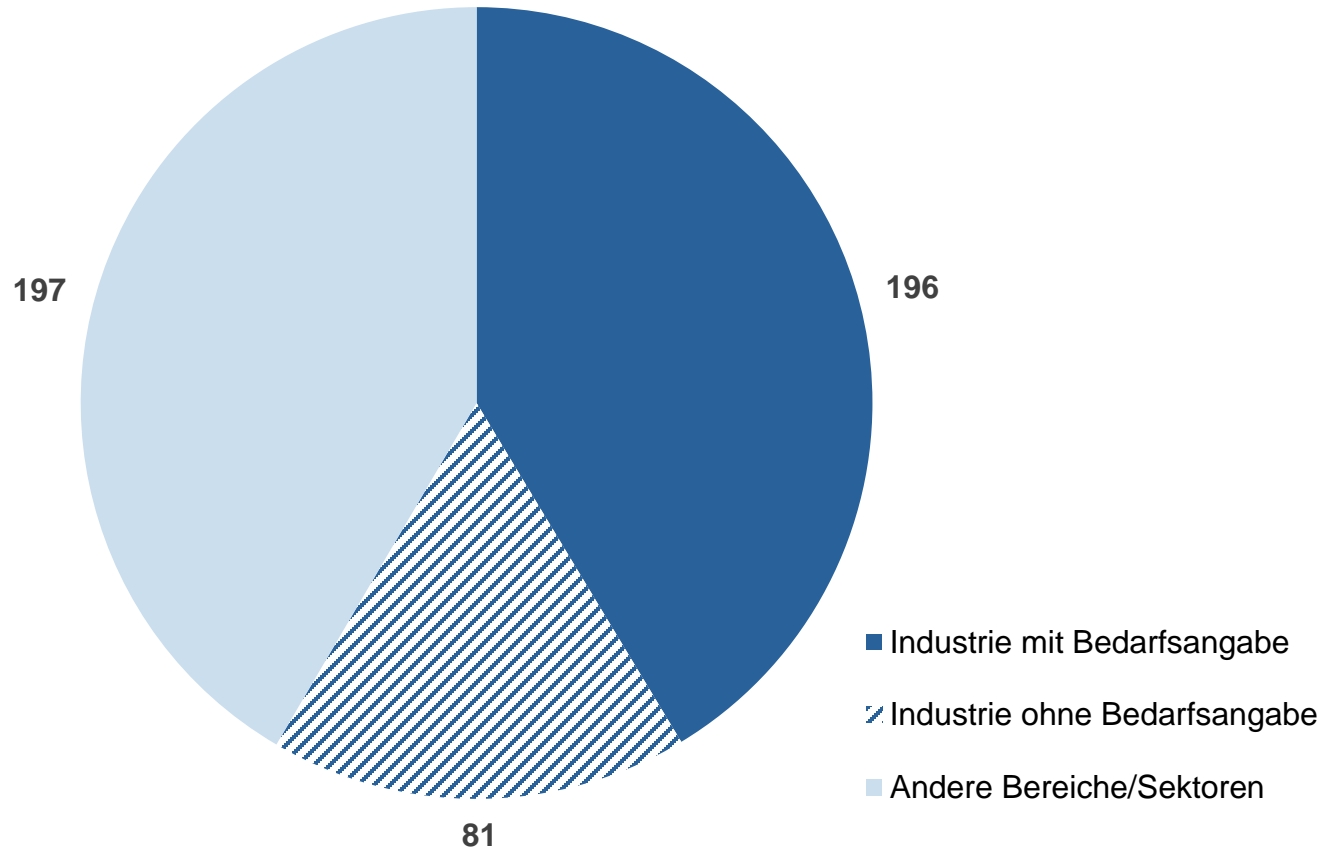


Ohne detaillierte Kenntnisse zum Wasserstoffbedarf funktioniert das nicht!

Rückmeldungen aus der Befragung

Die Bedarfsmeldungen sind unter der Prämisse erfolgt, dass Wasserstoff in ausreichender Menge zu wettbewerbsfähigen Preisen am jeweiligen Unternehmensstandort zur Verfügung steht.

Übersicht Befragungsteilnehmer

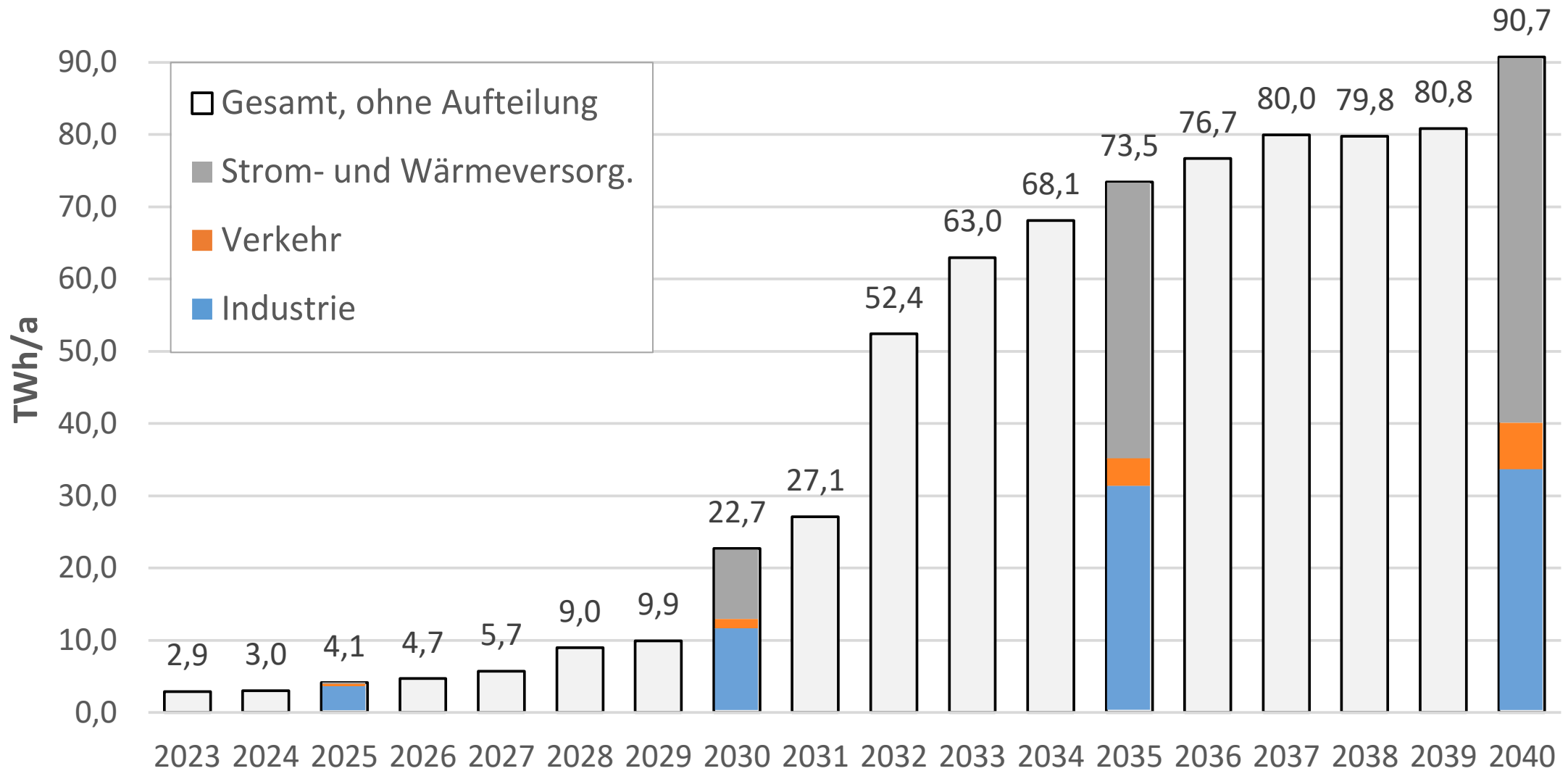


Insgesamt sind 474 Bedarfsmeldungen eingegangen, die einer Weitergabe der Daten zur weiteren Auswertung zugestimmt haben.

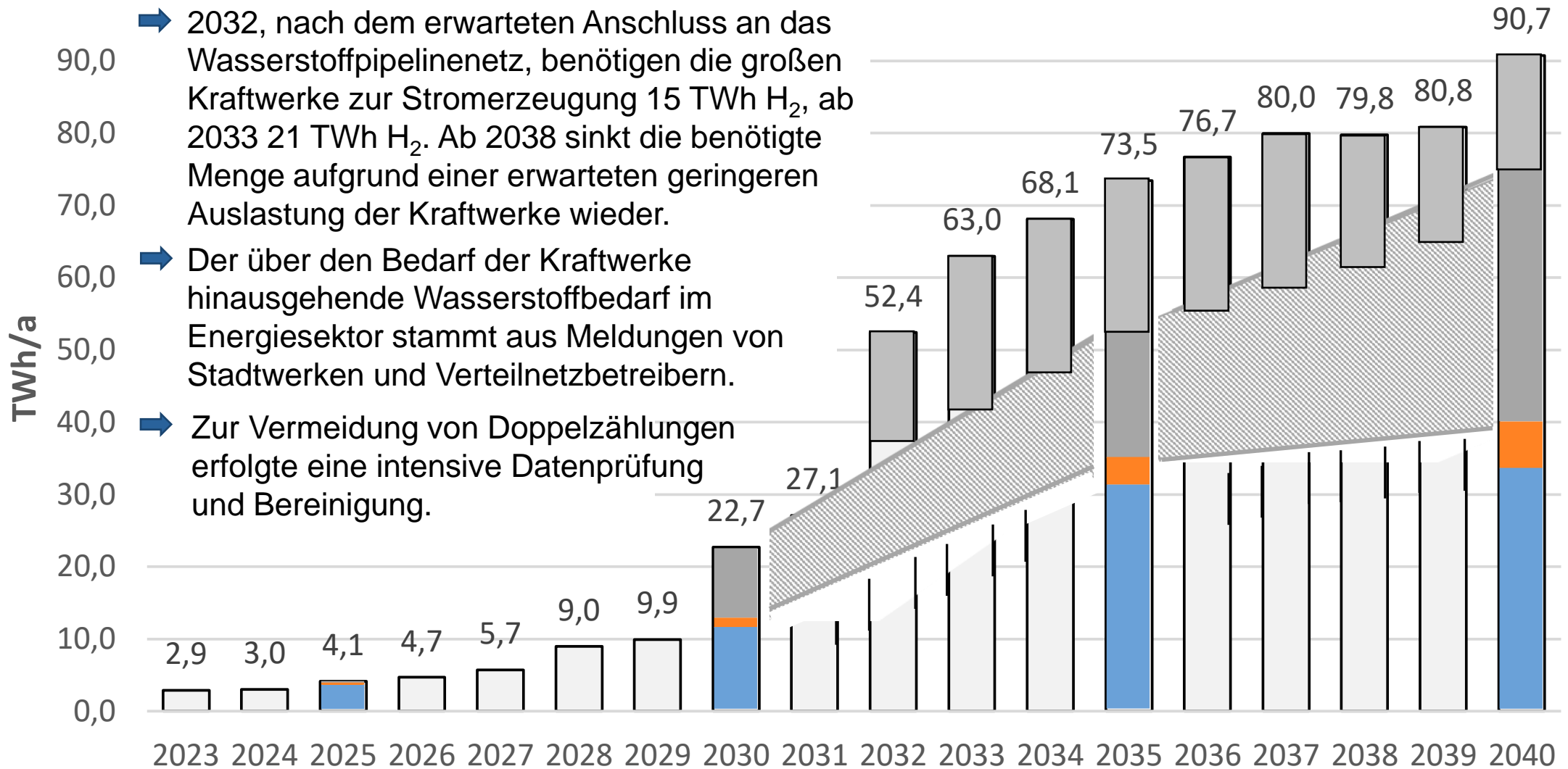
Diese sind aus den unterschiedlichsten Bereichen und Sektoren (Industrie, Energieversorger, Stadtwerke, Verteilnetzbetreiber, Logistikunternehmen, Kommunale Einrichtungen z.B. Krankenhäuser ...)

Bei rund 8.500 Unternehmen (> 20 Mitarbeitende) im produzierenden Gewerbe wird mit den vorliegenden Ergebnissen keine Repräsentativität erreicht. Die Ergebnisse ermöglichen dennoch eine solide Hochrechnung als erste Orientierung für die H₂-Infrastrukturplanung.

Entwicklung des Wasserstoffbedarfs in Baden-Württemberg



Entwicklung des Wasserstoffbedarfs der Energiewirtschaft



➔ 2032, nach dem erwarteten Anschluss an das Wasserstoffpipelinenetz, benötigen die großen Kraftwerke zur Stromerzeugung 15 TWh H₂, ab 2033 21 TWh H₂. Ab 2038 sinkt die benötigte Menge aufgrund einer erwarteten geringeren Auslastung der Kraftwerke wieder.

➔ Der über den Bedarf der Kraftwerke hinausgehende Wasserstoffbedarf im Energiesektor stammt aus Meldungen von Stadtwerken und Verteilnetzbetreibern.

➔ Zur Vermeidung von Doppelzählungen erfolgte eine intensive Datenprüfung und Bereinigung.

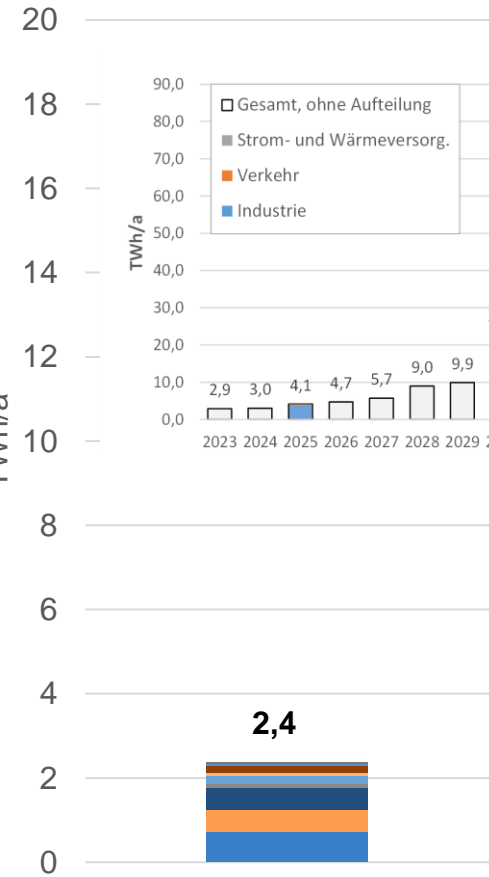
Hinweis: Der Wert für Strom- und Wärmeversorgung ergibt sich aus dem gemeldeten Gesamtbedarf der VNBS/Stadtwerke, zuzüglich gemeldeter Bedarfe für die Kraftwerke, abzüglich des (hochgerechneten) Industriebedarfs.

Regionalisierung des Wasserstoffbedarfs

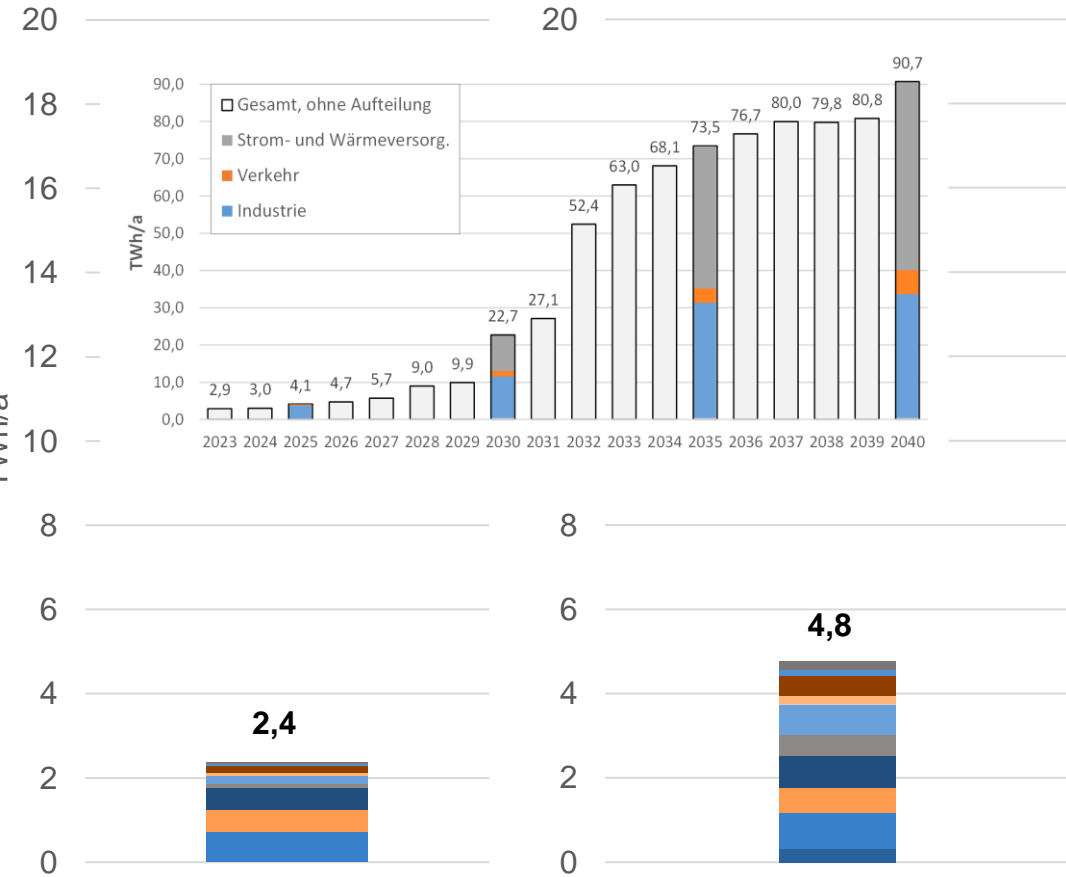
- Es konnte **KEINE Regionalisierung der Gesamtbedarfe** vorgenommen werden, da die Meldungen insbesondere der Stadtwerke, Verteilnetzbetreiber und übergeordneter Netzbetreiber nicht kreisscharf verteilt werden konnten.
- Die Regionalisierung erfolgte daher **nur für die Wasserstoffbedarfe der Industrie und des Verkehrssektors**. Hinzu genommen wurden in der Gesamtschau auch die Kraftwerke zur Stromerzeugung, da deren Standorte einschlägig bekannt sind.
- Die Regionalisierung erfolgte zunächst anhand der **gemeldeten Energiebedarfe** und wurde dann dem geplanten **Leitungsausbau** gegenübergestellt.
- Mit Blick auf die für eine vollständige Deckung der gemeldeten Bedarfe **benötigte Elektrolysekapazität** wurden die **Gesamtbedarfe für 2025 und 2030** (Zeitraum vor der Verfügbarkeit von Wasserstoff per Pipeline) auf **Kreisebene in Elektrolyseleistungen umgerechnet** (Annahme 4.500 Volllaststunden, da diese, bei entsprechender Systemauslegung mit einem Mix aus Windenergie und Photovoltaik auch aus Vor-Ort-Erzeugung ohne Nutzung des Stromübertragungsnetzes erreichbar sein sollten).

Auswertung der gemeldeten Bedarfe in der Industrie

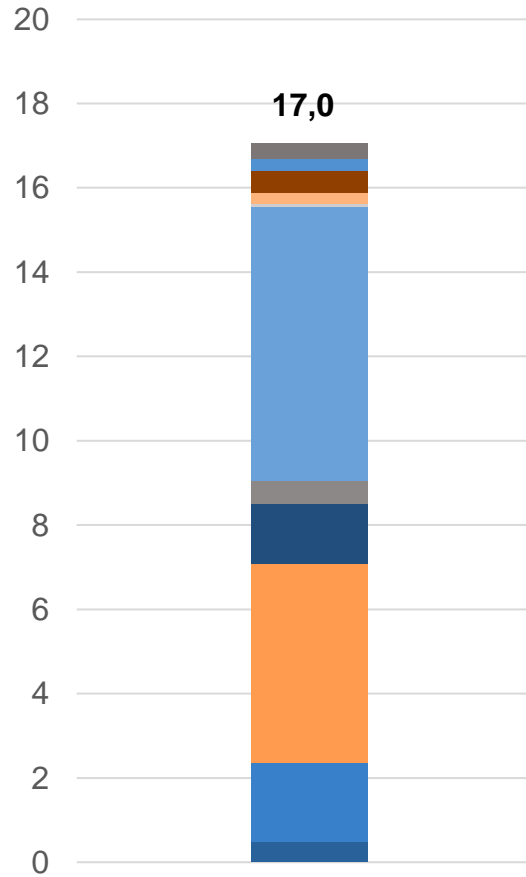
Gemeldeter Bedarf Industrie
2025



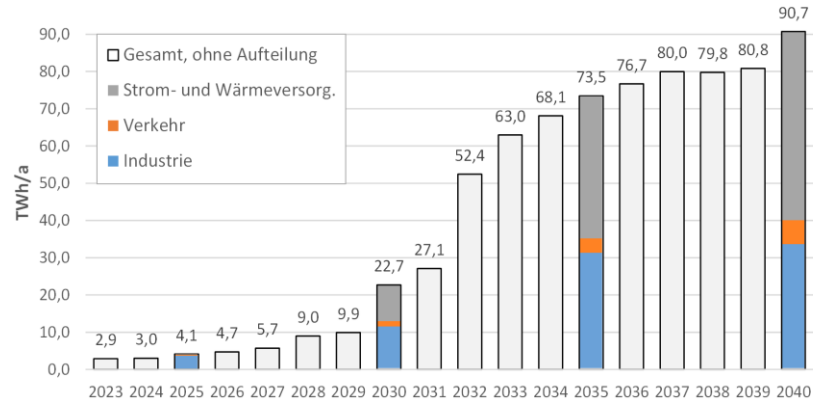
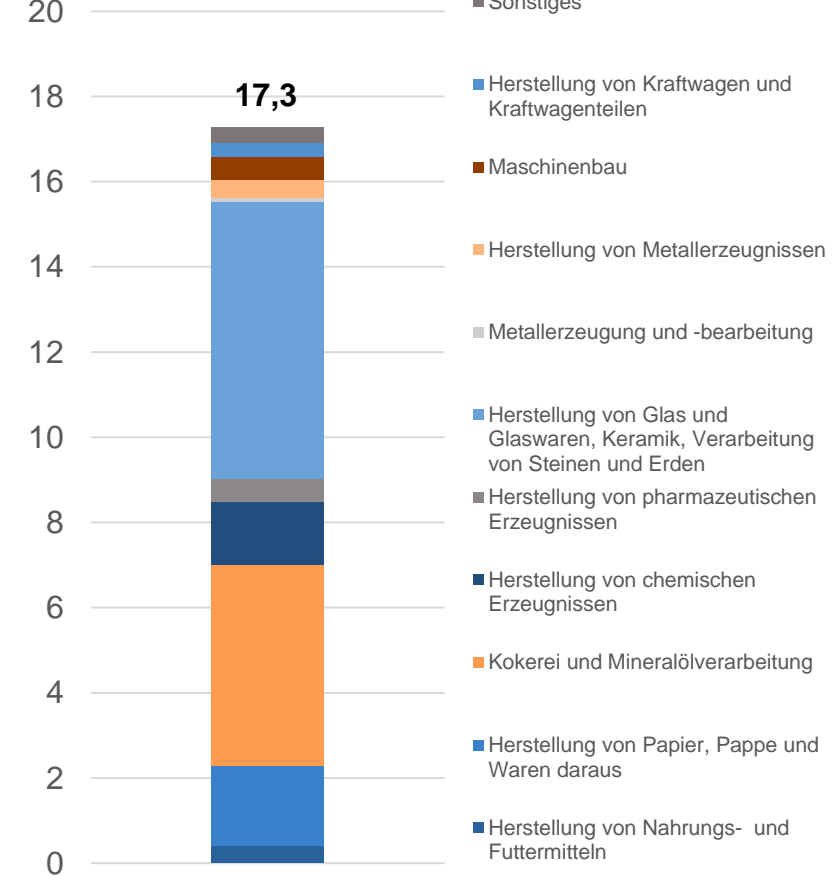
Gemeldeter Bedarf Industrie
2030



Gemeldeter Bedarf Industrie
2035

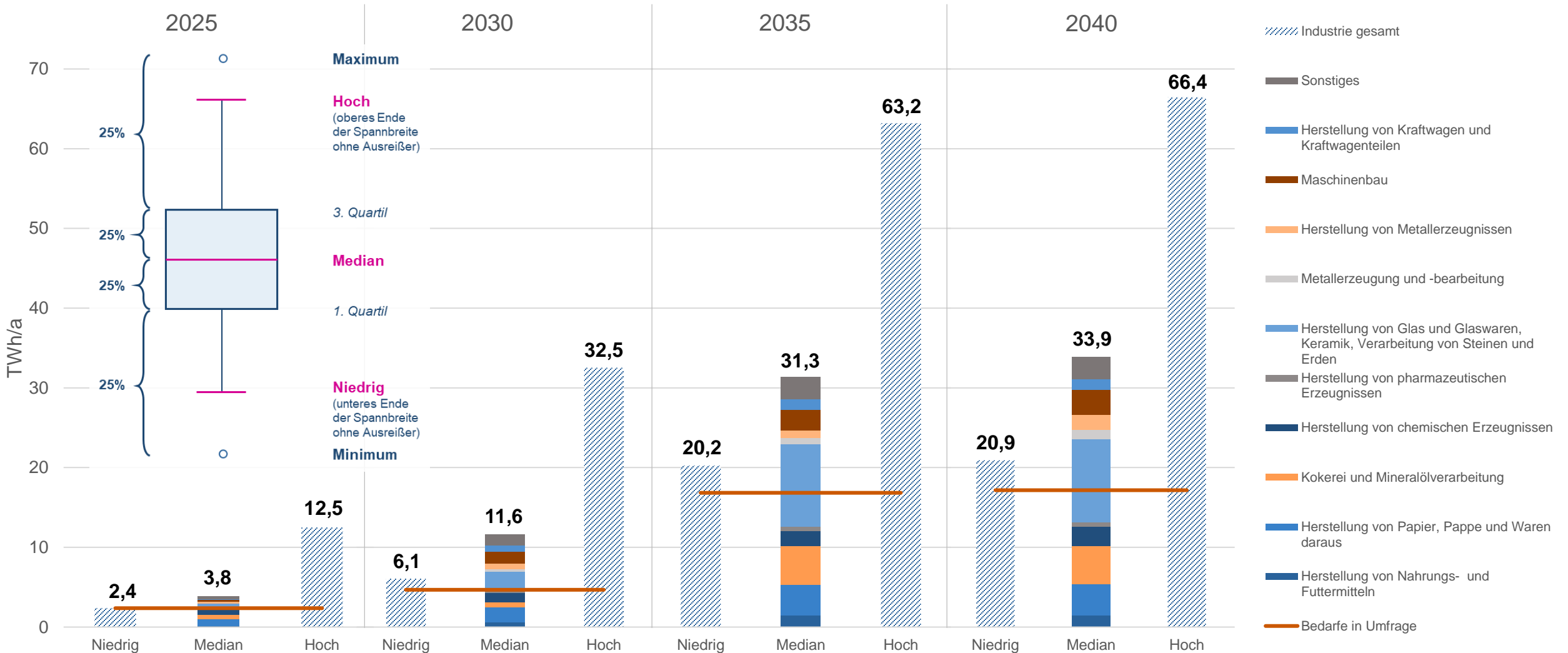


Gemeldeter Bedarf Industrie
2040



- Sonstiges
- Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
- Maschinenbau
- Herstellung von Metallerzeugnissen
- Metallerzeugung und -bearbeitung
- Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
- Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- Kokerei und Mineralölverarbeitung
- Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus
- Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln

Hochrechnung des Bedarfs in der Industrie



Regionalisierung des Wasserstoffbedarfs in der Industrie

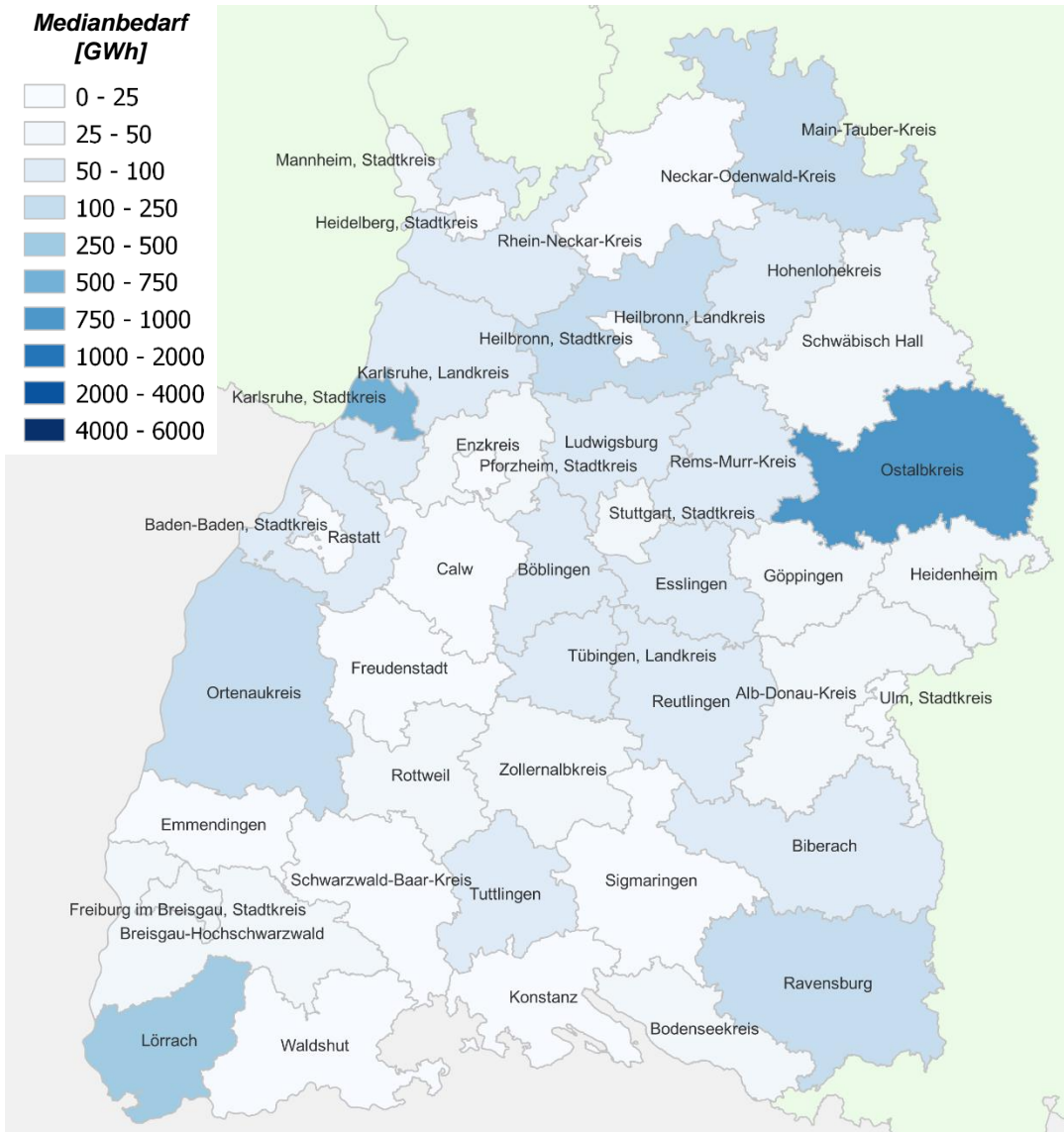
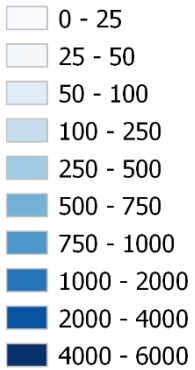
Vorgehen bei der Regionalisierung der Wasserstoffbedarfe in der Industrie

- Die Regionalisierung der Wasserstoffbedarfe in der Industrie erfolgte in zwei Schritten.
- Zunächst wurden die Industrieunternehmen, die sich an der Umfrage beteiligt und konkrete Bedarfe benannt haben, regional verortet und die erfassten Bedarfsmengen den jeweiligen Stadt- bzw. Landkreisen zugeordnet.
- Für die restlichen Unternehmen in den Stadt- und Landkreisen wurde wie folgt vorgegangen:
 - Basierend auf Strukturdaten zum Verarbeitenden Gewerbe des Statistischen Landesamts Baden-Württemberg sowie ergänzenden Informationen aus u.a. der IHK-Firmendatenbank erfolgte zunächst eine Analyse der Industrie- und Beschäftigtenstruktur Baden-Württembergs auf Kreisebene.
 - Auf dieser Grundlage wurde für jeden Kreis unter Nutzung der aus der Befragung abgeleiteten branchenspezifischen Wasserstoffbedarfe je Mitarbeiter der jeweilige Gesamtbedarf hochgerechnet.
- Die hochgerechneten Wasserstoffbedarfe wurden zu den gemeldeten Bedarfen addiert, um den Gesamtbedarf der Industrie je Kreis zu erhalten.

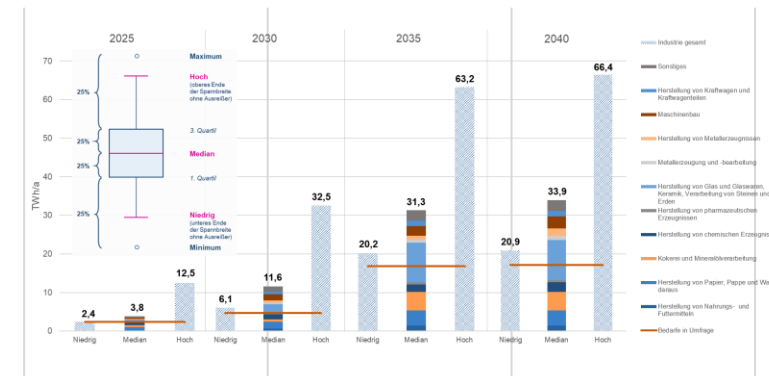
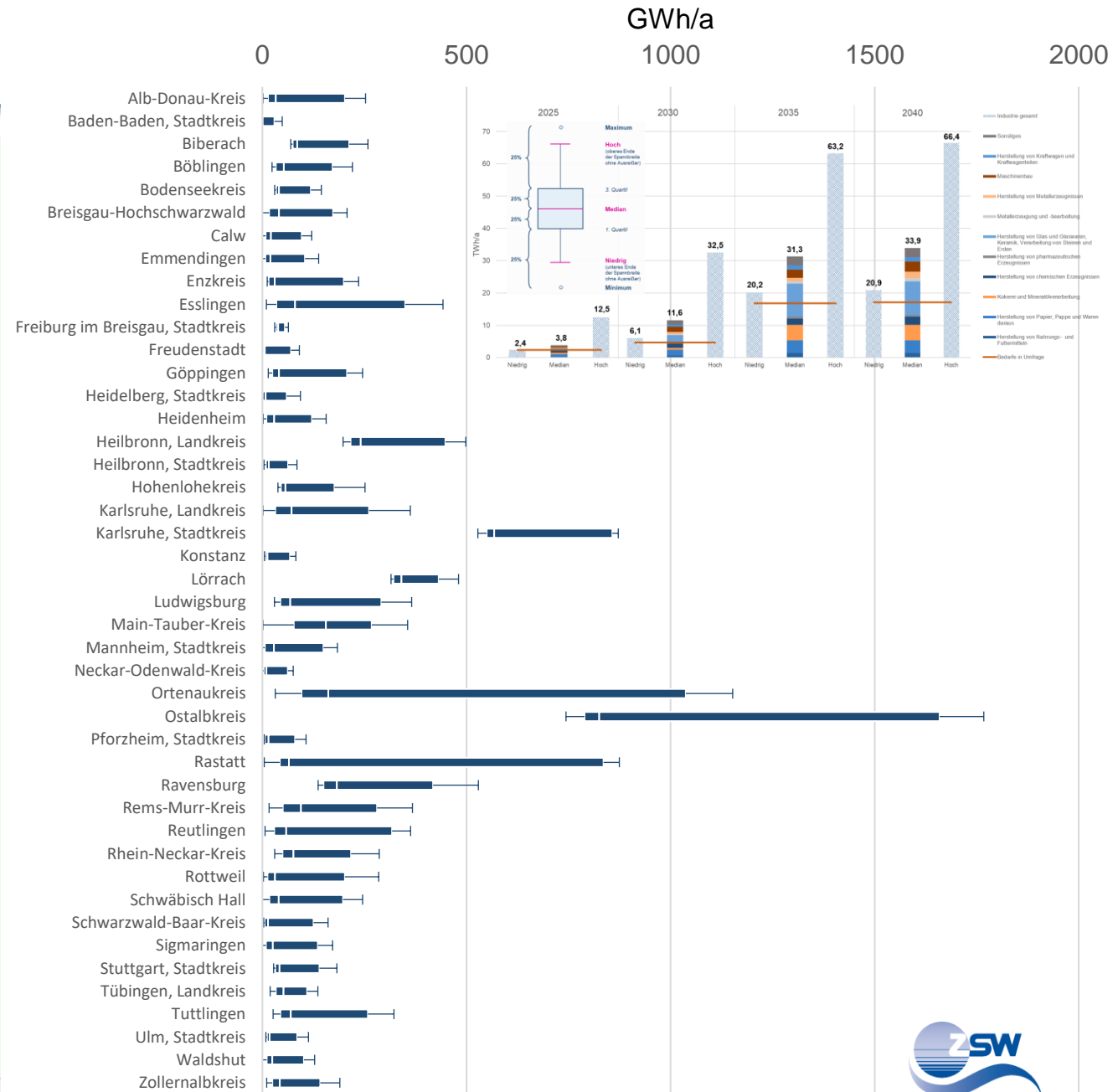
Industriebedarfe 2025

Medianszenario

Medianbedarf [GWh]

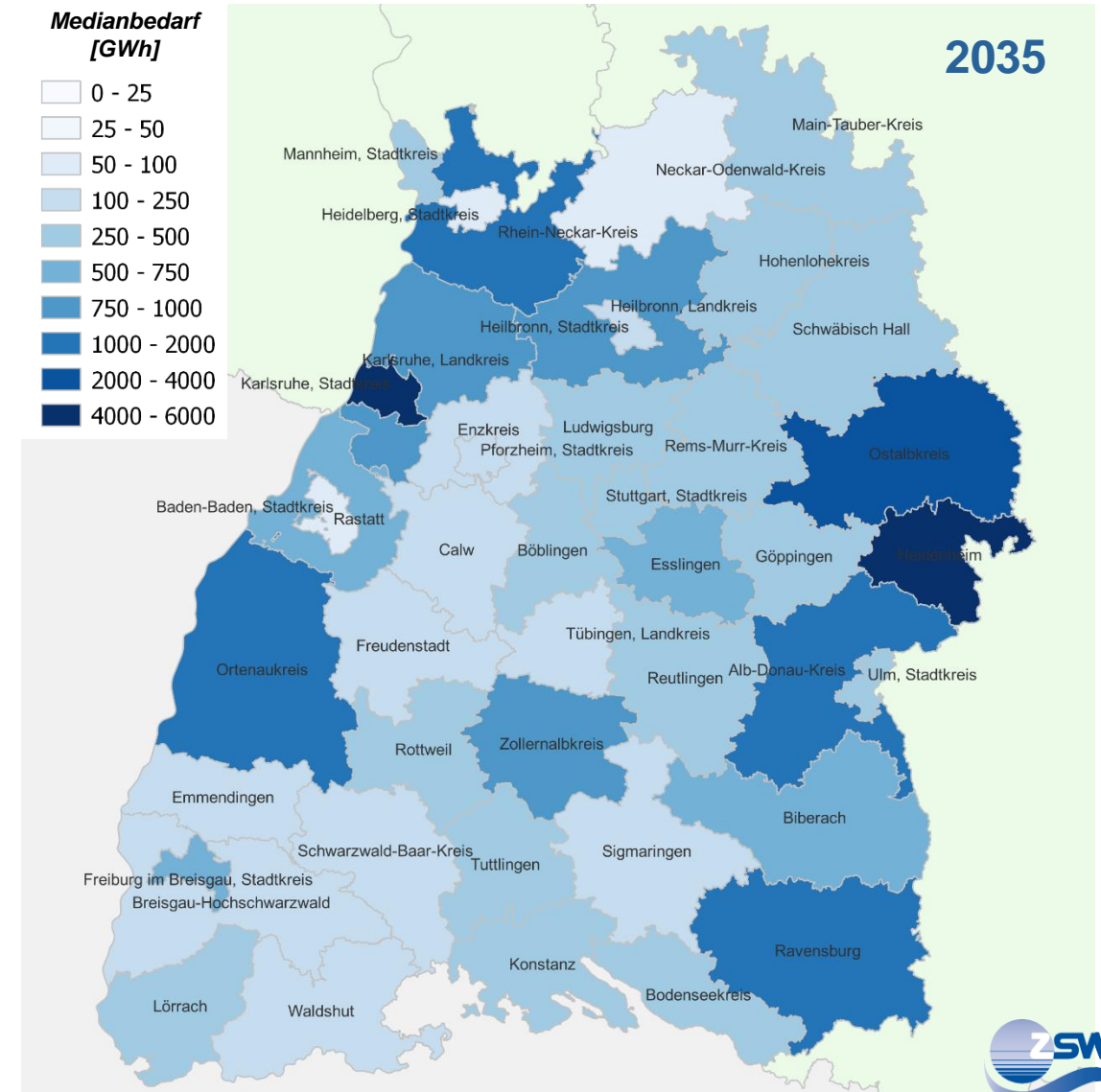
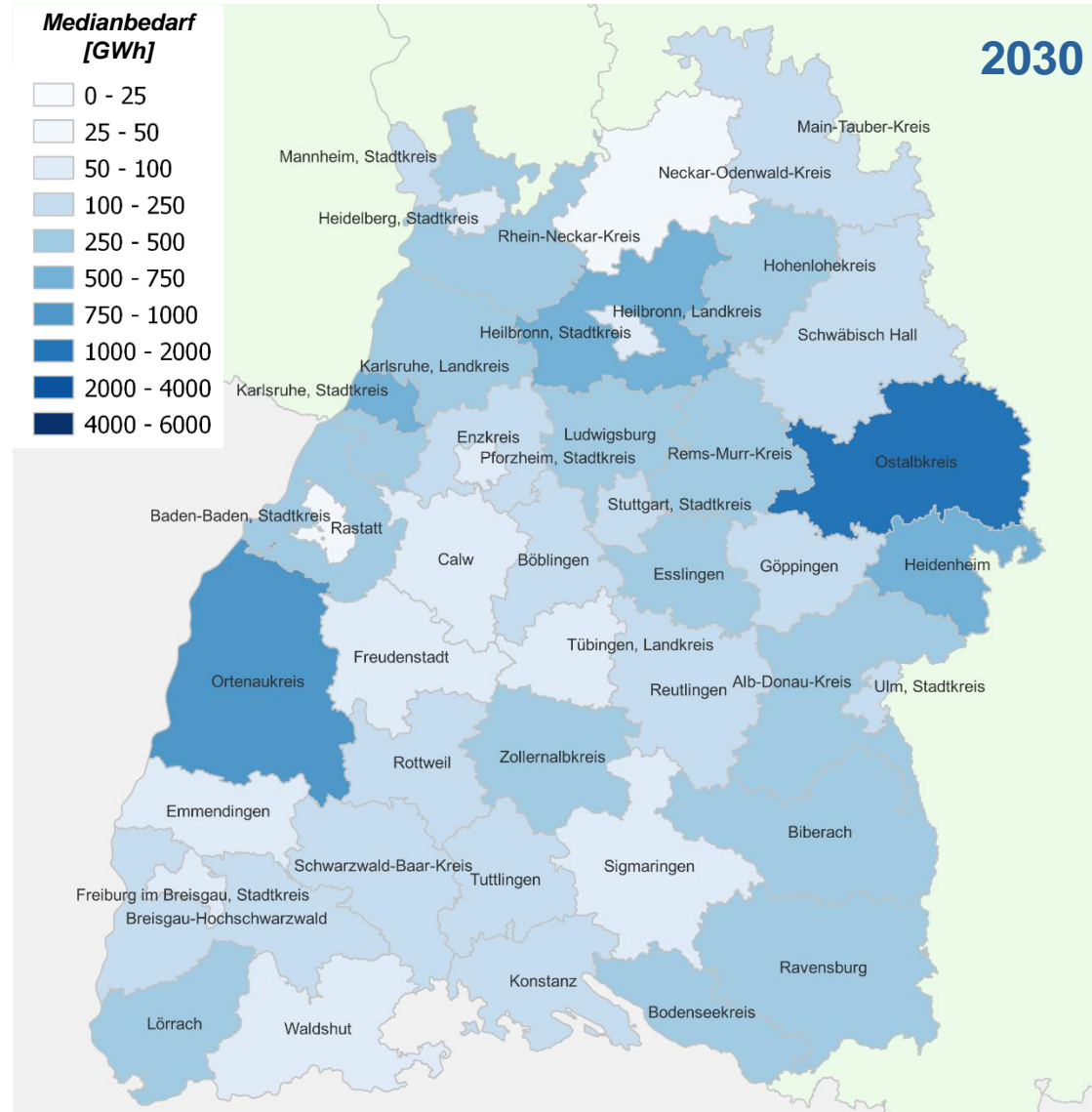


Bedarfsspanne 2025



Industriebedarfe in 2030 und 2035

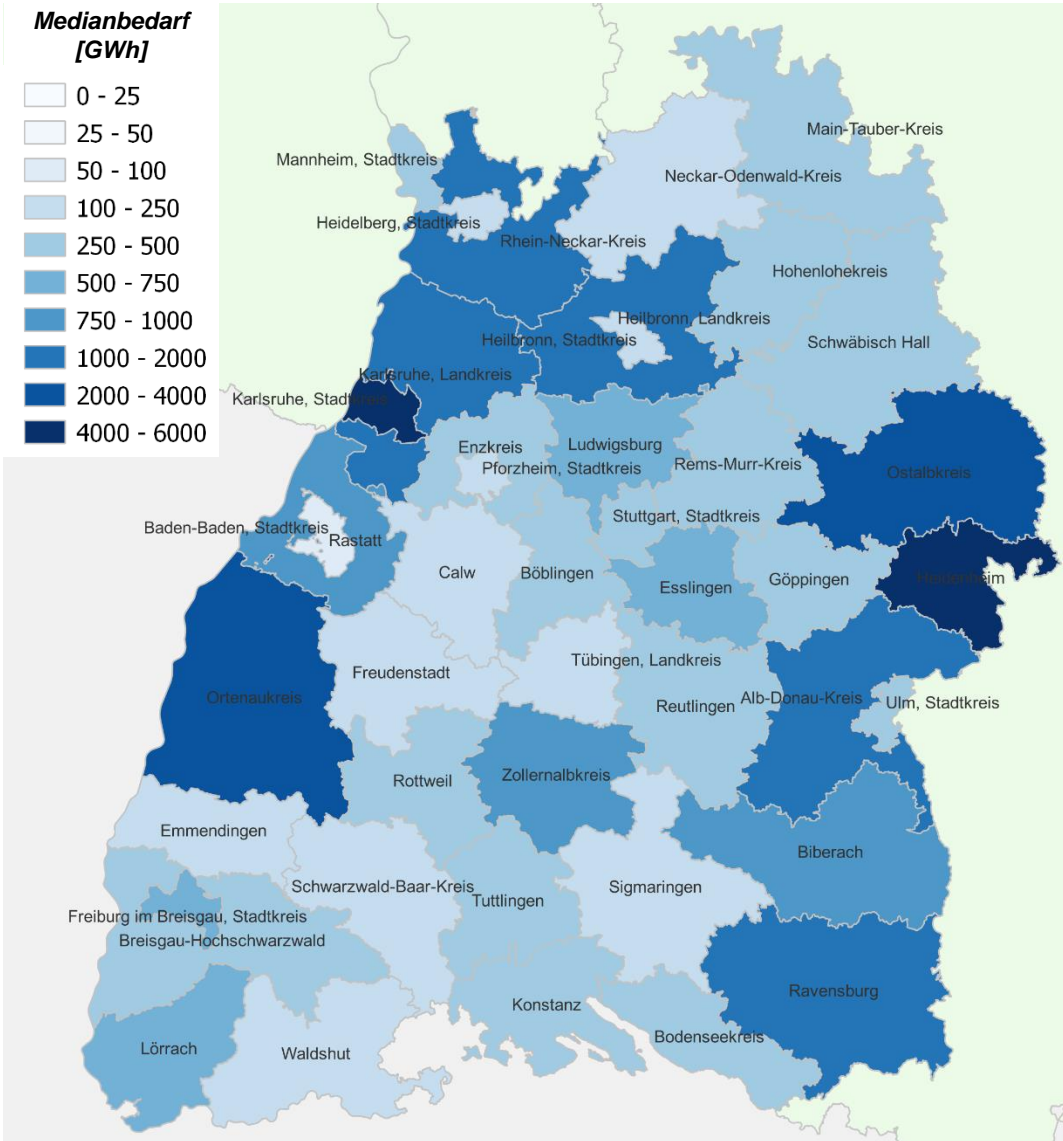
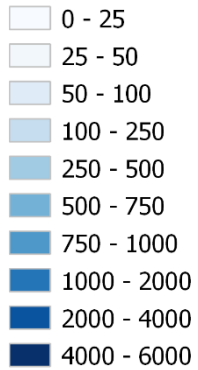
Medianszenario



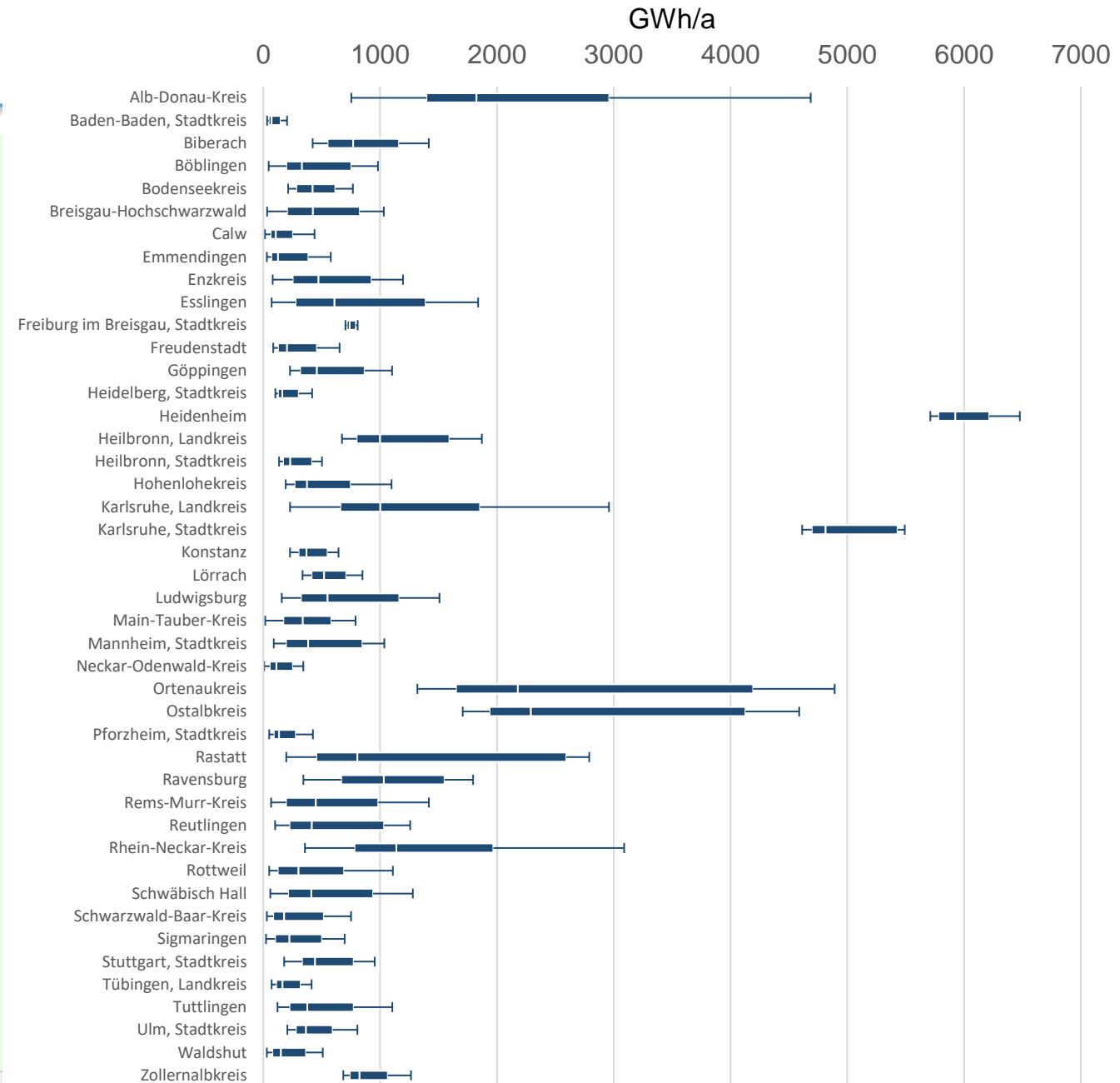
Industriebedarfe 2040

Medianszenario

Medianbedarf [GWh]



Bedarfsspanne 2040



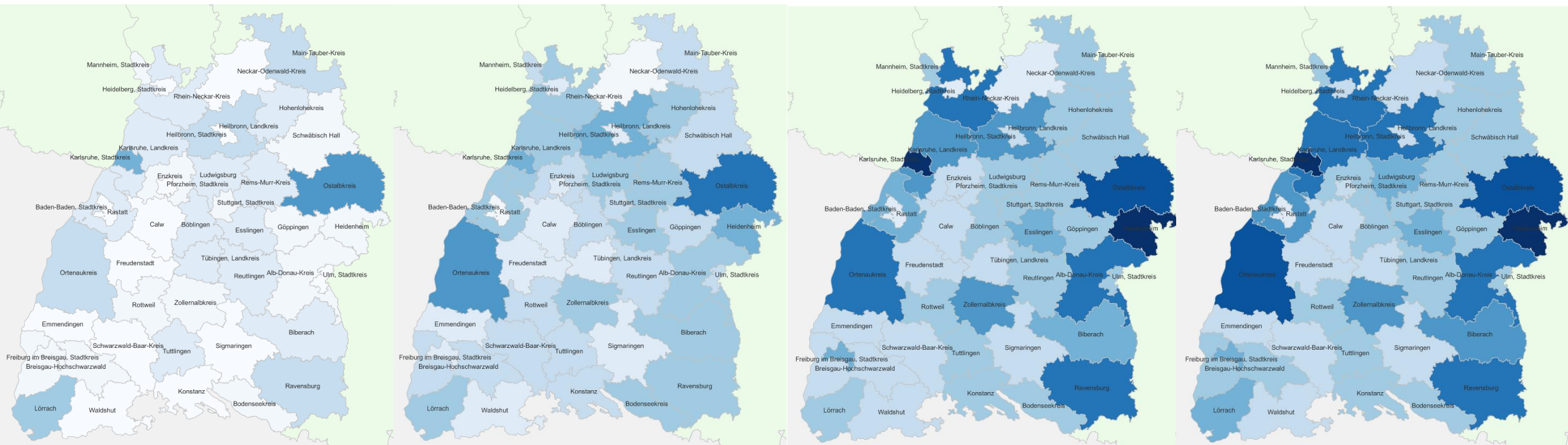
Entwicklung der H₂-Bedarfe der Industrie über die Zeit

2025

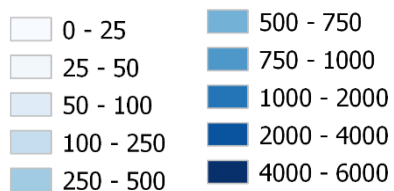
2030

2035

2040



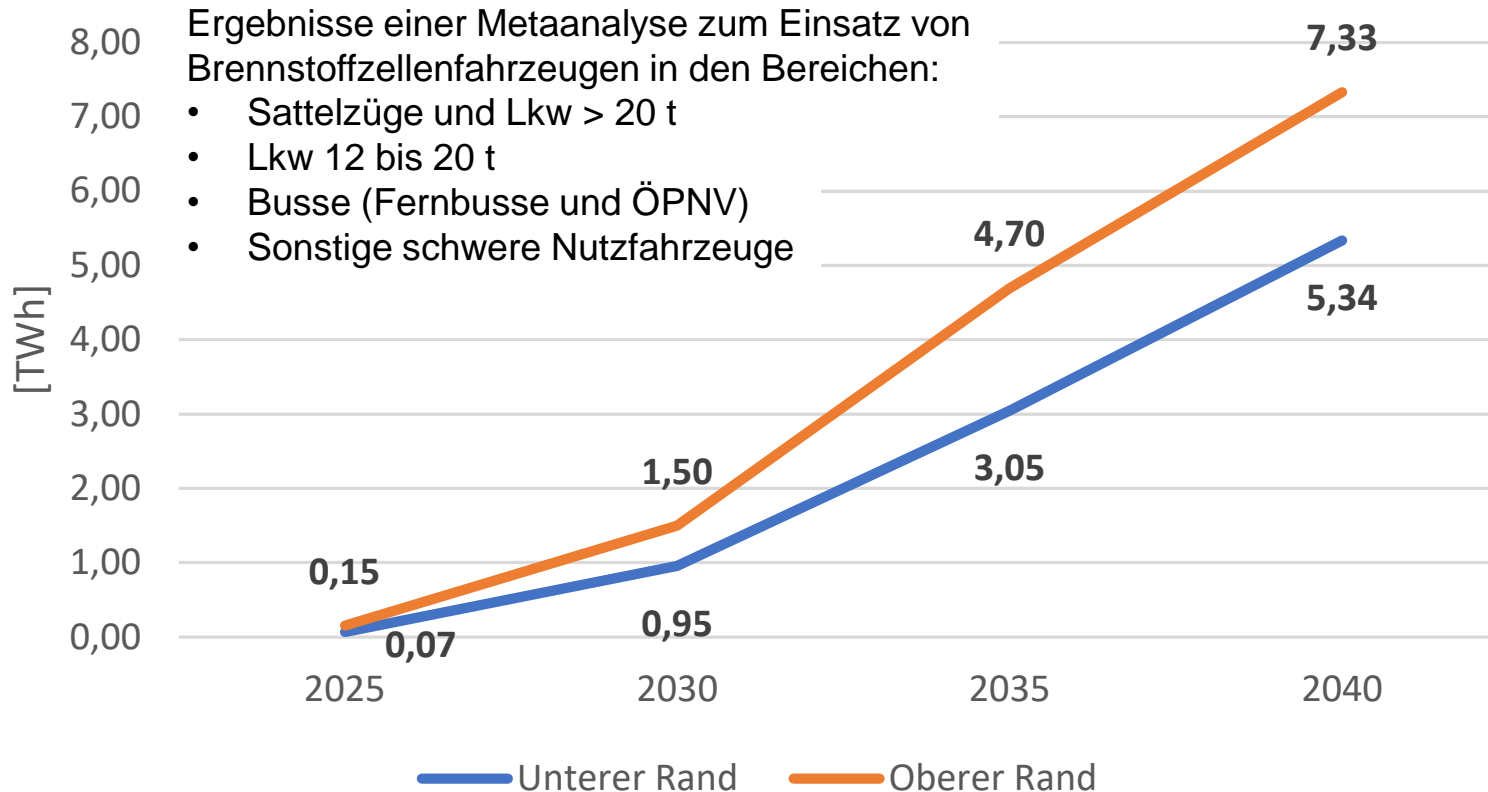
Medianbedarf [GWh]



- ➔ Wasserstoff per **Pipeline** steht entsprechend der Planungen zum **Wasserstoffkernnetz ab 2030/32** in ausgewählten Regionen in Baden-Württemberg zur Verfügung.
- ➔ Die ermittelten Gesamtbedarfe für die Industrie weisen **eine dynamische Entwicklung schon deutlich vor 2030** auf und dies in nahezu **allen Kreisen** in Baden-Württemberg.
- ➔ Die Höhe der Bedarfe spiegelt **Baden-Württembergs Industriestruktur** und ist geprägt durch die **Standorte der energieintensiven bzw. der Grundstoffindustrie**.

Wasserstoffbedarf im Straßenverkehr

Wasserstoffbedarf des Straßenverkehrs insgesamt



Um den Technologievorsprung zu sichern, muss die Versorgungsinfrastruktur für die Logistik zeitnah aufgebaut werden!

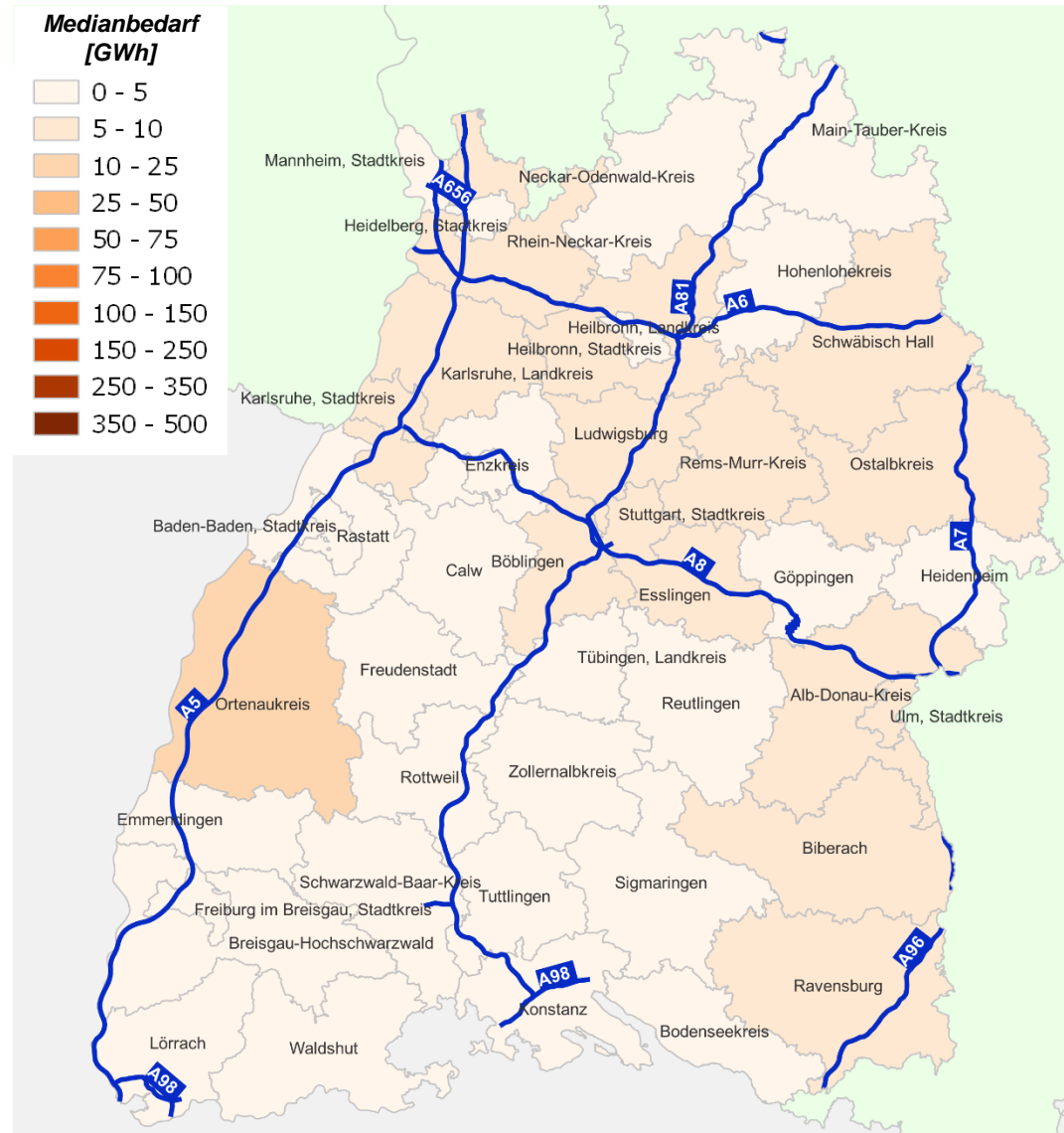
Regionalisierung des Wasserstoffbedarfs im Verkehr

Vorgehen bei der Regionalisierung der Wasserstoffbedarfe im Verkehr

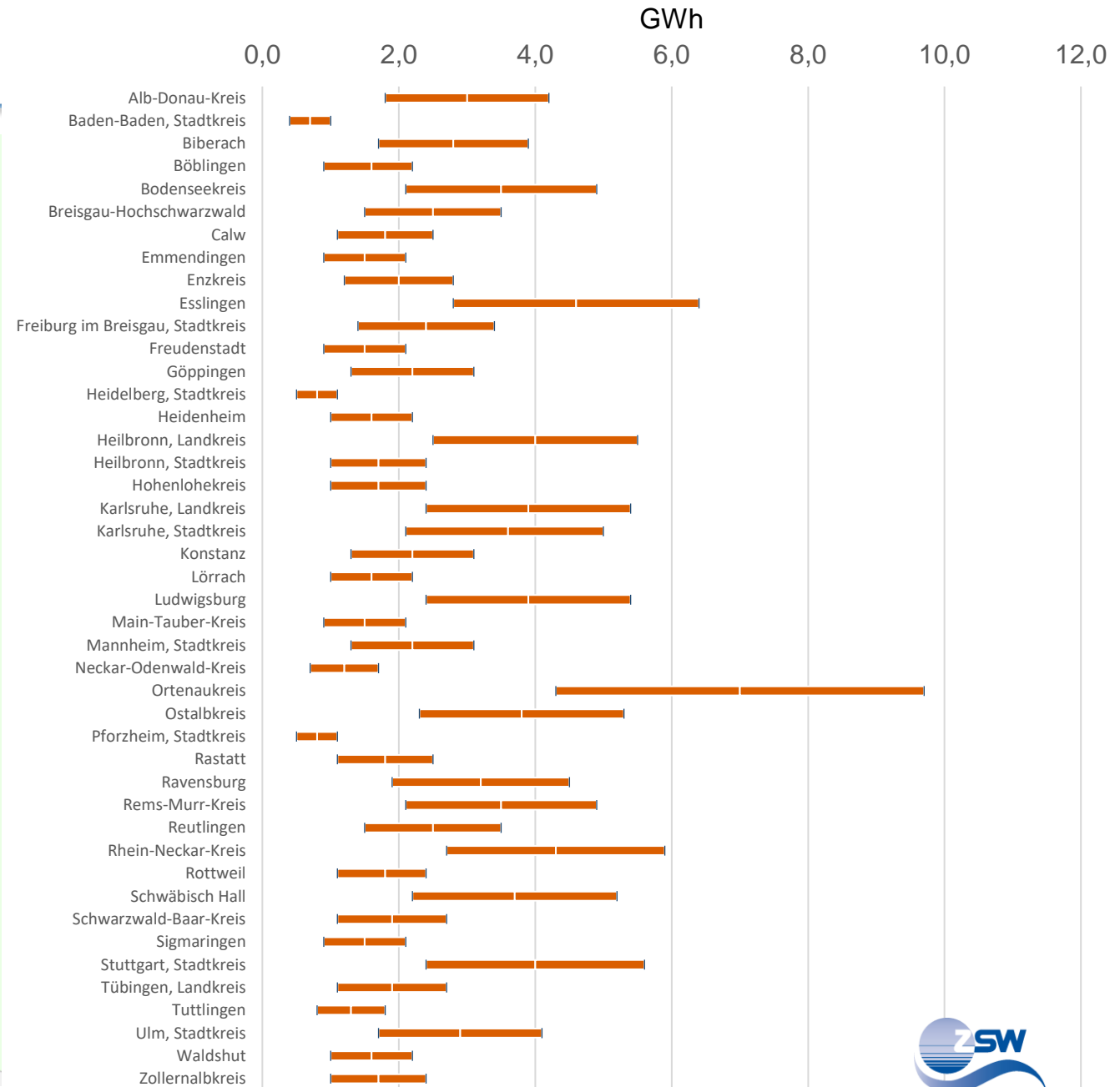
- Die Bedarfsabschätzung basiert auf einer Meta-Analyse einschlägiger Studien auf Bundes- und Landesebene.
- Die Regionalisierung der Wasserstoffbedarfe für LKW und Busse erfolgte im Wesentlichen auf Basis aktueller Zulassungszahlen nach Zulassungsbezirken (= Stadt- und Landkreise), um die Standorte von Speditionen bzw. Unternehmen abzubilden. Für den Schwerlastverkehr wird auf Basis von Branchenangaben angenommen, dass ein Großteil der Fahrzeuge über unternehmenseigene Tankstellen betankt wird.
- Ein Teil des Wasserstoffbedarfs wurde zudem über die aktuellen Standorte von Raststätten und Autohöfen regional verteilt. So wurden der Transitverkehr und die aktuelle Tankinfrastruktur an Autobahnen in Baden-Württemberg entsprechend abgebildet. Hiermit wird auch den Vorgaben der AFiD im Rahmen der EU-Regulierung Rechnung getragen.
- Für die Regionalisierung der (sehr geringen) Wasserstoffbedarfe in der Kategorie „Sonstige Nutzfahrzeuge“, dies sind vor allem Abfallsammelfahrzeuge, wurde aus Gründen der Datenverfügbarkeit die Einwohnerzahl der Stadt- und Landkreise verwendet.

H₂-Bedarf im Straßenverkehrs 2025

Medianszenario

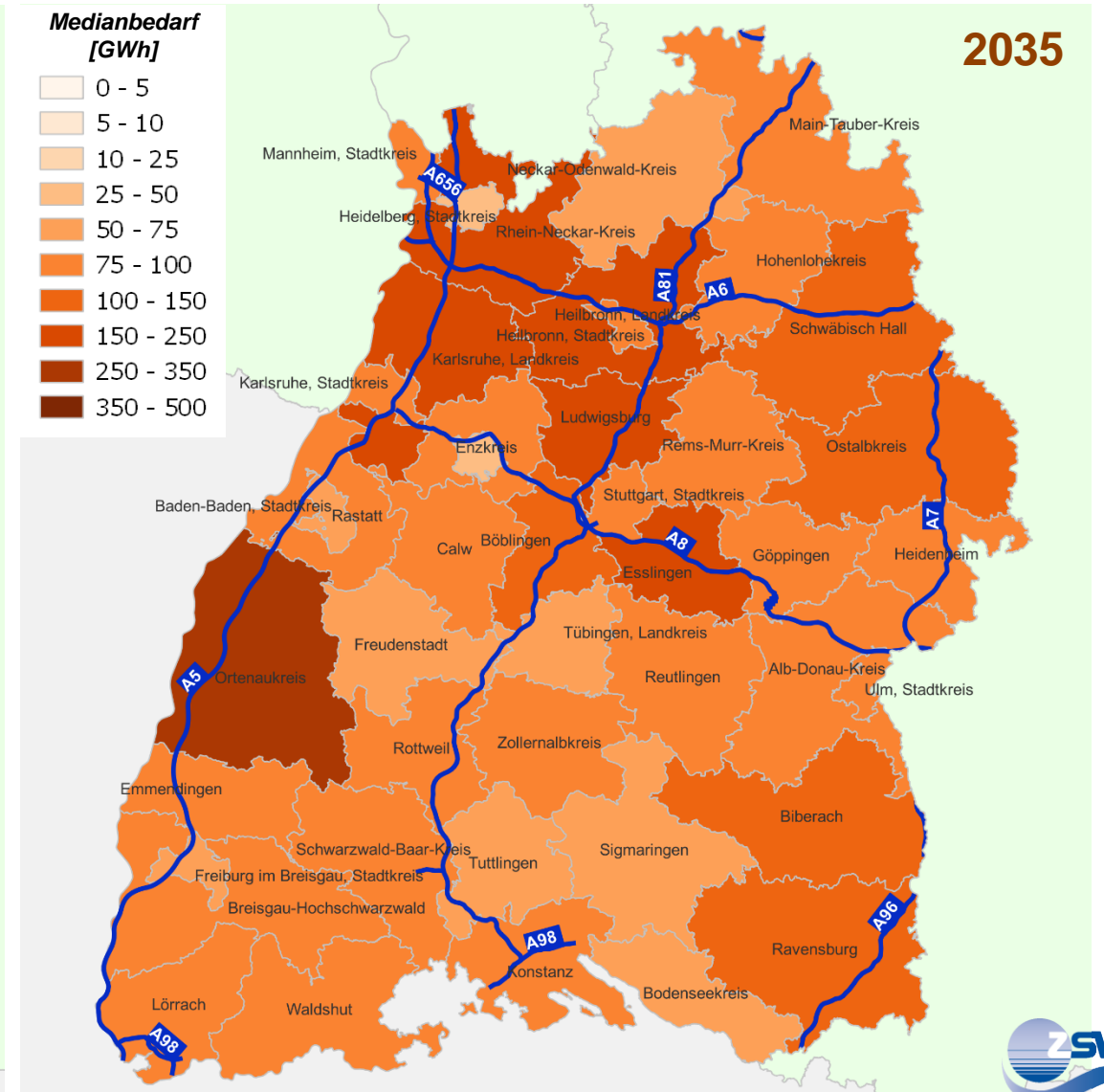
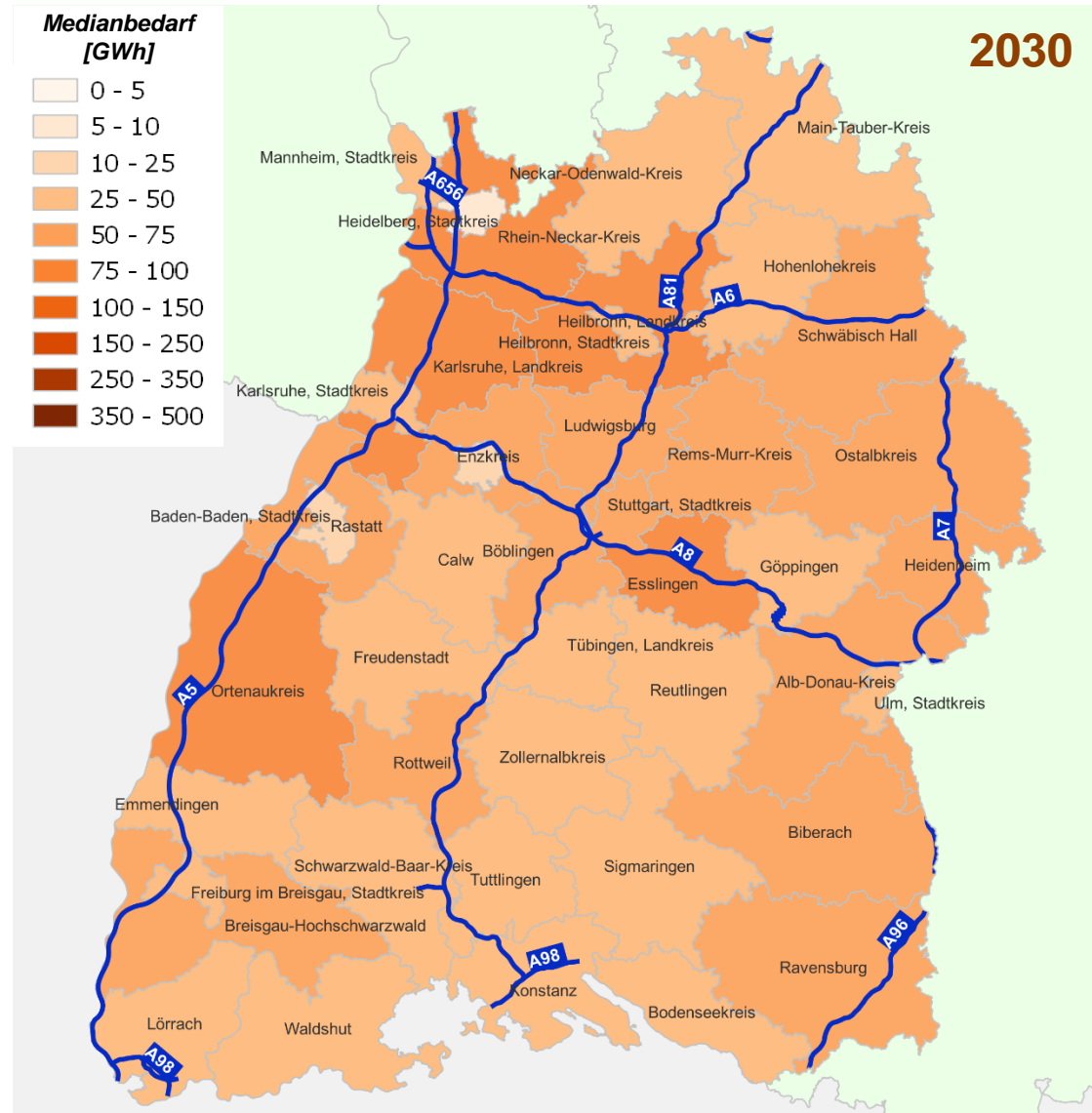


Bedarfsspanne 2025



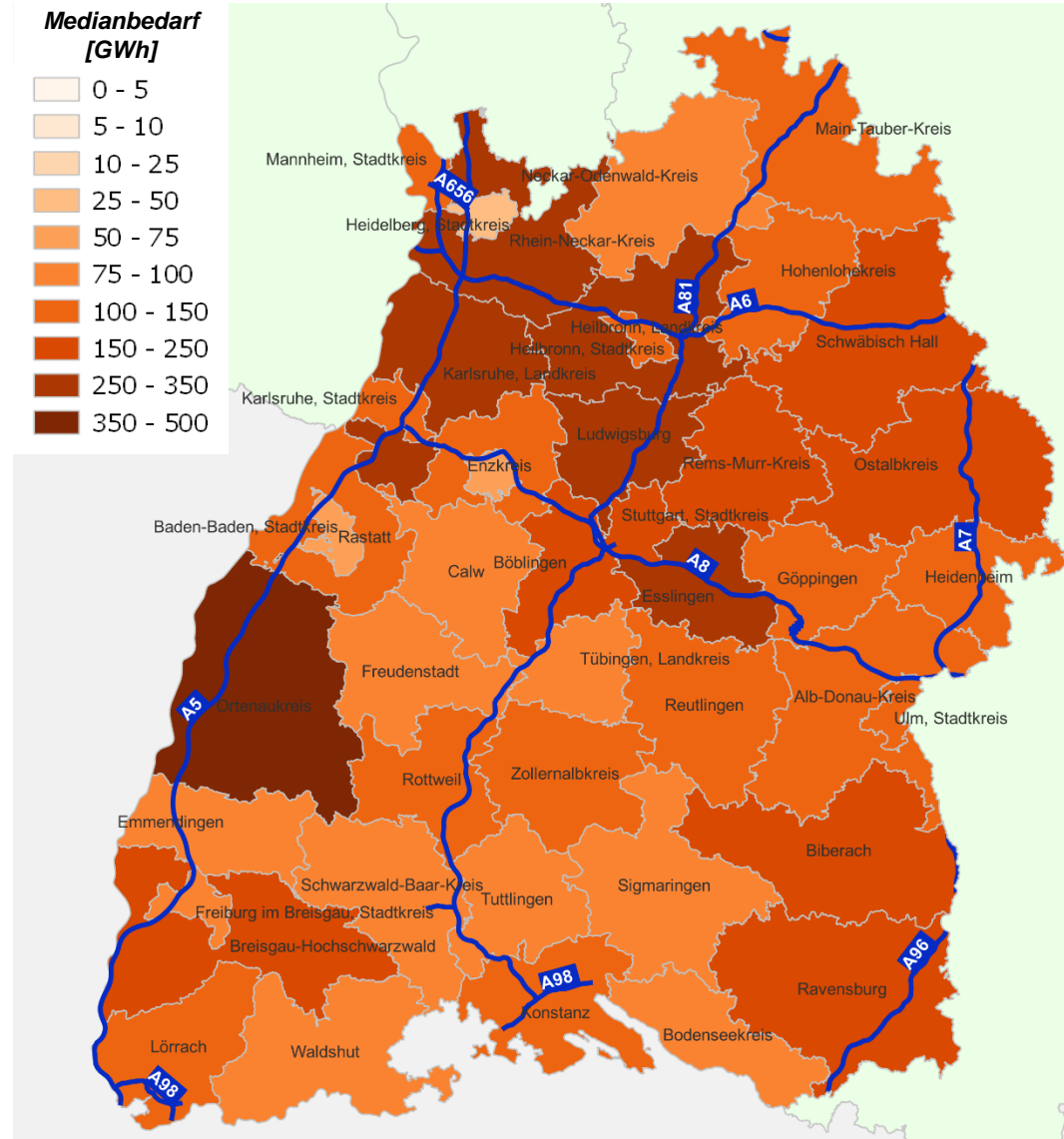
H₂-Bedarfe im Straßenverkehr 2030 und 2035

Medianszenario

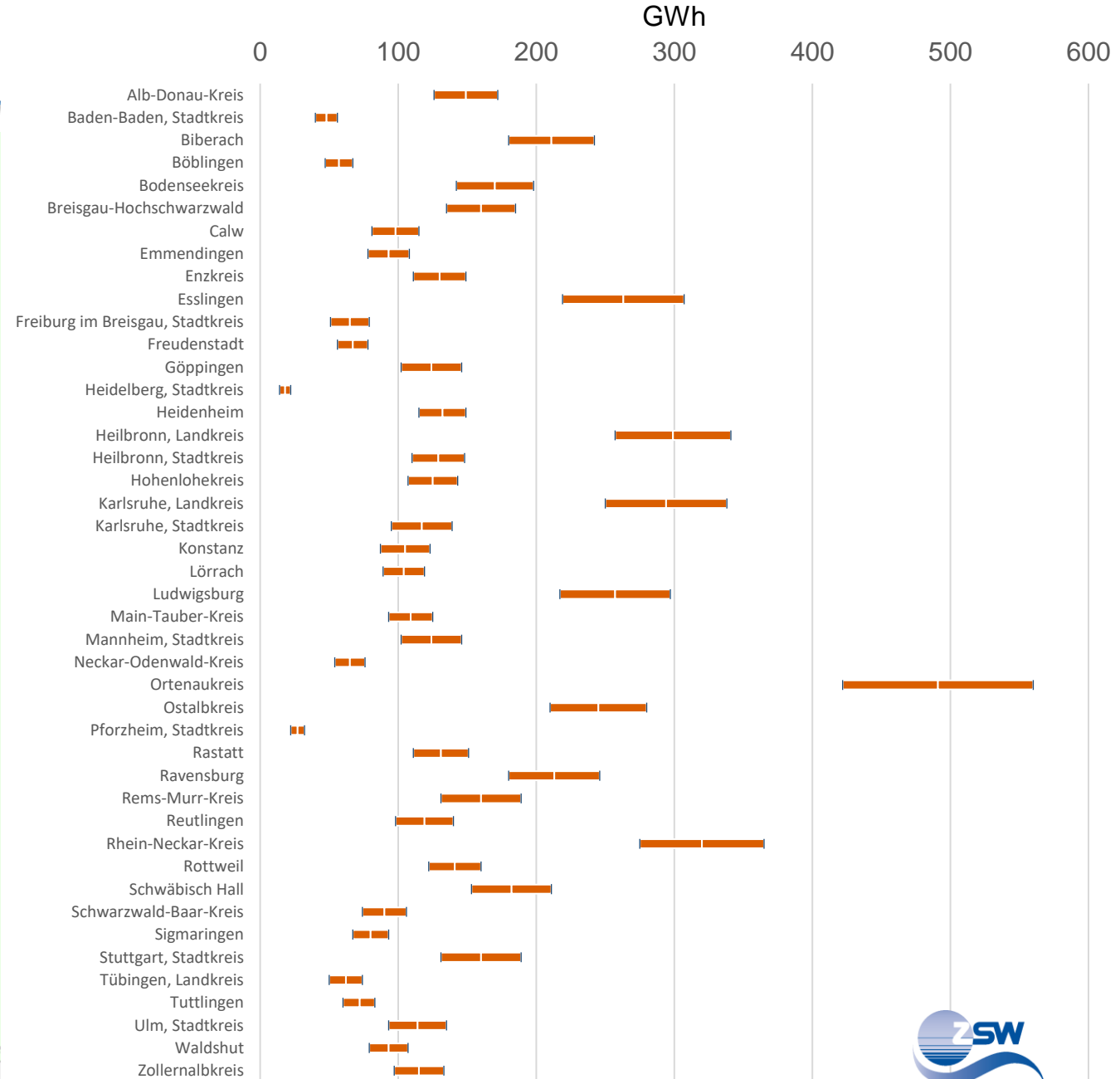


H₂-Bedarf im Straßenverkehr 2040

Medianszenario



Bedarfsspanne 2040



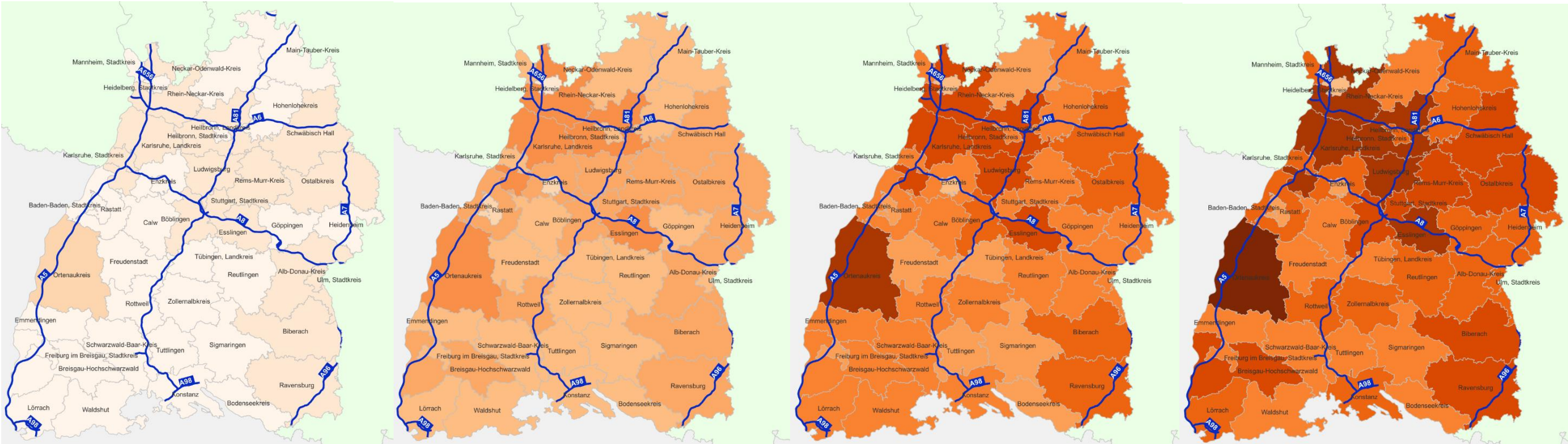
Entwicklung der H₂-Bedarfe des Straßenverkehrs über die Zeit

2025

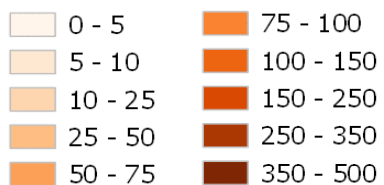
2030

2035

2040



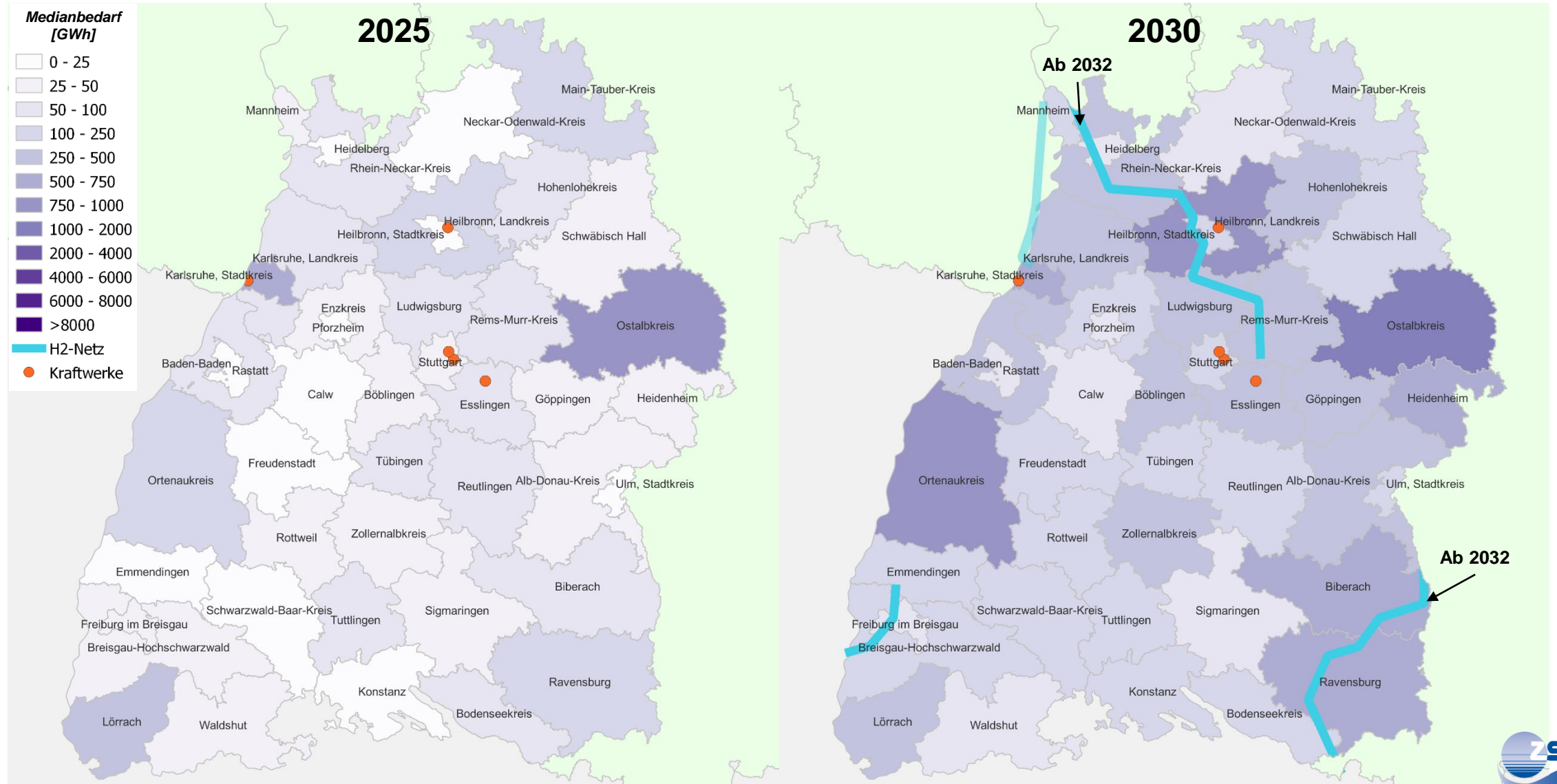
Medianbedarf [GWh]



- ➔ Die Analyse für den Straßenverkehr weist wachsende Bedarfe schon **vor 2030 auf** und dies **ausnahmslos in allen Kreisen** in Baden-Württemberg.
- ➔ Die Höhe der Bedarfe ist deutlich geringer als in der Industrie. Die Anwendungen im Straßenverkehr eignen sich **sehr gut als Anker für H₂-Hubs** (z.B. aufgrund der Reinheitsanforderungen).
- ➔ Um für Baden-Württembergs Industrie den **Technologievorsprung im Bereich Brennstoffzellen** zu sichern, muss die Logistikbranche vor 2030 Wasserstoff erhalten.

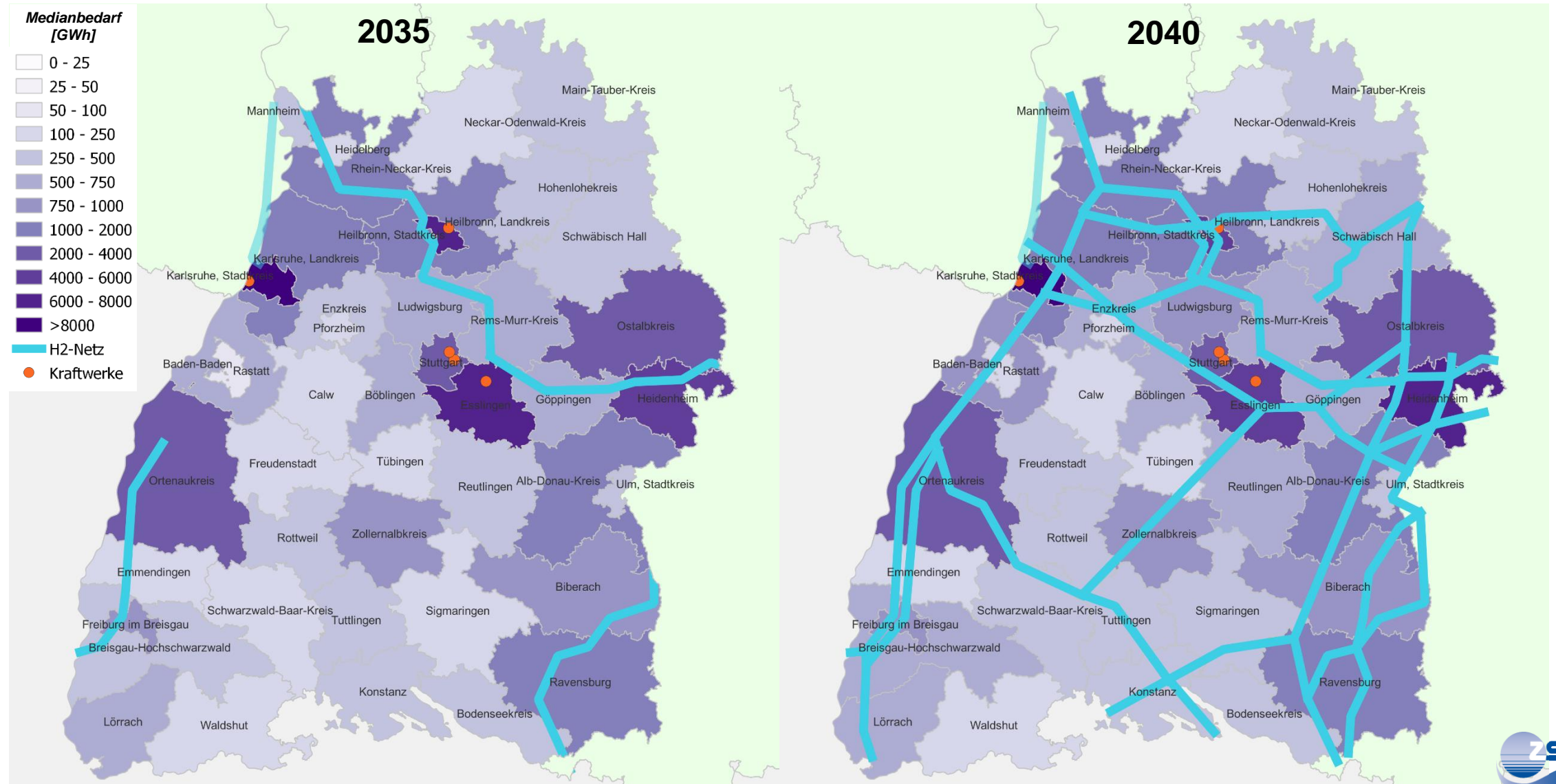
Summierte Bedarfe in Kombination mit der Leitungsinfrastrukturentwicklung

Summierte Bedarfe aus Industrie, Verkehr sowie Großkraftwerken



Summierte Bedarfe in Kombination mit der Leitungsinfrastrukturentwicklung

Summierte Bedarfe aus Industrie, Verkehr sowie Großkraftwerken



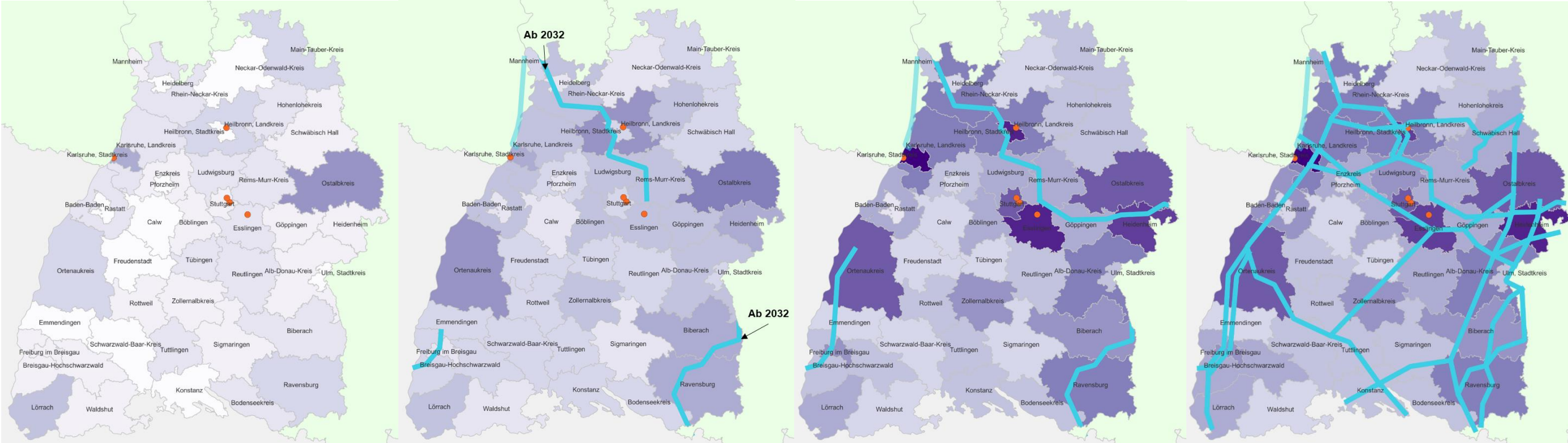
Entwicklung der H₂-Bedarfe und der Leitungsinfrastruktur über die Zeit

2025

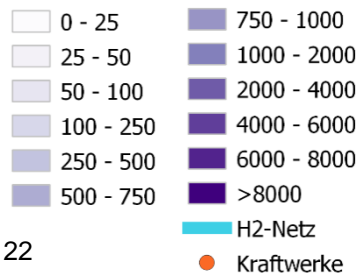
2030

2035

2040



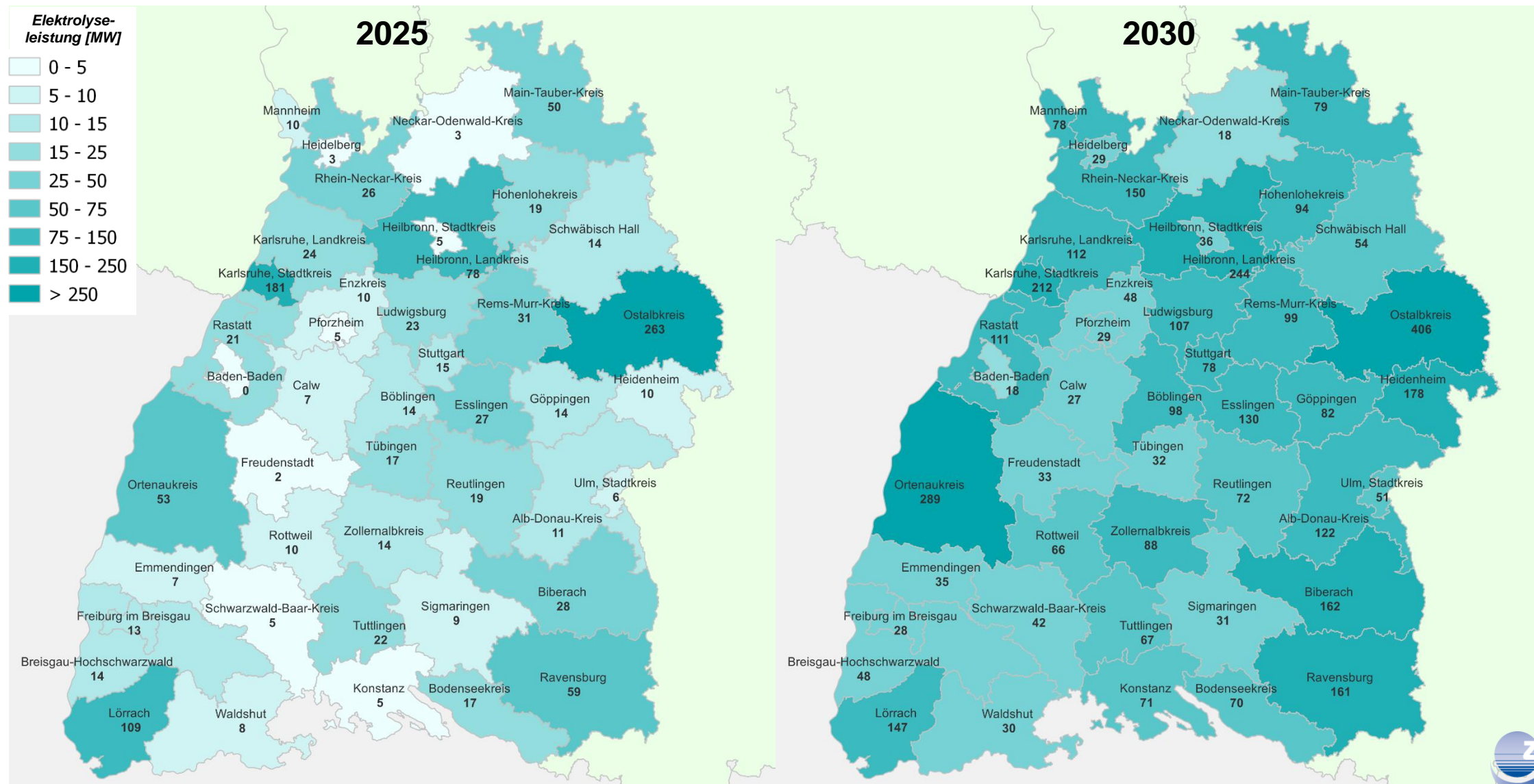
Medianbedarf [GWh]



- ➔ In Industrie und Verkehr zeigen sich wachsende Bedarfe schon vor der Verfügbarkeit von Pipeline-Wasserstoff 2030/32 und dies ausnahmslos in allen Kreisen in Baden-Württemberg.
- ➔ Langfristig (ab 2035/40) passen aus heutiger Sicht die geplanten Leitungskapazitäten insbesondere mit den erwartbaren großen (Einzel)Bedarfen gut zusammen.
- ➔ Es sind H₂-Hub-Konzepte zu entwickeln, die die frühen Bedarfe bedienen, dabei die Pipeline-Infrastrukturen ideal ergänzen und auf Dauer wirtschaftlich betrieben werden können.

Potenziell benötigte Elektrolyseleistung zur Bedarfsdeckung vor der geplanten Pipeline-Errichtung

Medianszenario; Annahmen: 4.500 Volllaststunden, Wirkungsgrad Elektrolyse 70%



Fazit zur Regionalisierung der Wasserstoffbedarfe

- ➔ Wasserstoff per **Pipeline** steht entsprechend der Planungen zum Wasserstoffkernnetz **ab 2030/32** in ausgewählten Regionen in Baden-Württemberg zur Verfügung.
- ➔ In der Industrie zeigen die Bedarfsmeldungen und darauf basierenden Hochrechnungen schnell wachsende Bedarfe schon deutlich **vor 2030**. Gleiches gilt für den Straßenverkehr und dies ausnahmslos in allen Kreisen in Baden-Württemberg.
- ➔ Die Höhe der Bedarfe spiegelt **Baden-Württembergs Industriestruktur** und ist geprägt durch die Standorte der energieintensiven bzw. der Grundstoffindustrie.
- ➔ Die für den Schwerlastverkehr auf der Straße benötigten Wasserstoffmengen sind deutlich niedriger als die Industriebedarfe, gerade diese Anwendungen könnten sich aber **sehr gut als Anker für H₂-Hubs** (z.B. aufgrund der Reinheitsanforderungen) eignen. Um für Baden-Württembergs Industrie den **Technologievorsprung im Bereich Brennstoffzellen** zu sichern, muss auch die Logistikbranche vor 2030 Wasserstoff erhalten.
- ➔ Langfristig (ab 2035/40) **passen** aus heutiger Sicht die geplanten Leitungskapazitäten insbesondere mit den erwartbaren großen (Einzel)Bedarfen gut zusammen.
- ➔ Sollen die Bedarfe von Industrie und Straßenverkehr in der gemeldeten bzw. ermittelten Höhe und zum jeweils genannten Bedarfszeitpunkt vollständig gedeckt werden, ist der Aufbau erheblicher **Elektrolyse-Kapazitäten in sog. H₂-Hubs zur lokalen Versorgung** erforderlich.
- ➔ Die Bedarfsmeldungen erfolgten unter der Prämisse, dass der Wasserstoff zu wettbewerbsfähigen Preisen zur Verfügung steht. Vorausgesetzt die Vor-Ort-Erzeugung erfüllt dieses Kriterium und die Bedarfe aus Industrie und Verkehrssektor entwickeln sich bis 2030 wie gemeldet, ist zu **deren Deckung eine Elektrolyseleistung von ca. 3,1 bis 4,2 GW** erforderlich (6.000/4.500 Volllaststunden, Wirkungsgrad Elektrolyse 70%).

Nächste Schritte

- ➔ *Konkretisierung der gemeldeten Bedarfe auf Stadtwerke- und Verteilnetzebene.*
- ➔ *Analyse der Wirtschaftlichkeit von Vor-Ort-Erzeugungsoptionen vor dem Hintergrund der Ausbauplanungen des Fernleitungsnetzes (Kapazität, Betriebsdauer, Einbindung vor Ort (Wärmenetz), Stabilisierung der Stromversorgung).*
- ➔ *Identifikation idealer H₂-Hub-Konstellationen in den einzelnen Kreisen (Identifizierung von Standorten, Elektrolyseleistung, H₂-Transportkonzepten) unter Berücksichtigung der erneuerbaren Stromerzeugungspotenziale und der jeweiligen Stromnetzkonstellation (Stichwort: Integrierte Infrastrukturplanung).*
- ➔ *...*