

---

# KLIMASCHUTZPOTENZIALE DER ABWASSERWIRTSCHAFT -

## BENCHMARK, INNOVATIONEN, CHANCEN, HEMMNISSE

---

Fachgespräch „Schnittstelle Wasser-Energie“  
Bonn, 12.03.2020

# Klimaschutz- und Energieeffizienzpotenziale in der Abwasserwirtschaft – Aktueller Stand und Perspektiven

Laufzeit: 10/2018 bis 04/2020

Umwelt  
Bundesamt

 **Fraunhofer**  
ISI

Fraunhofer Institut für System-  
und Innovationsforschung ISI

**WiW**<sub>mbh</sub> 

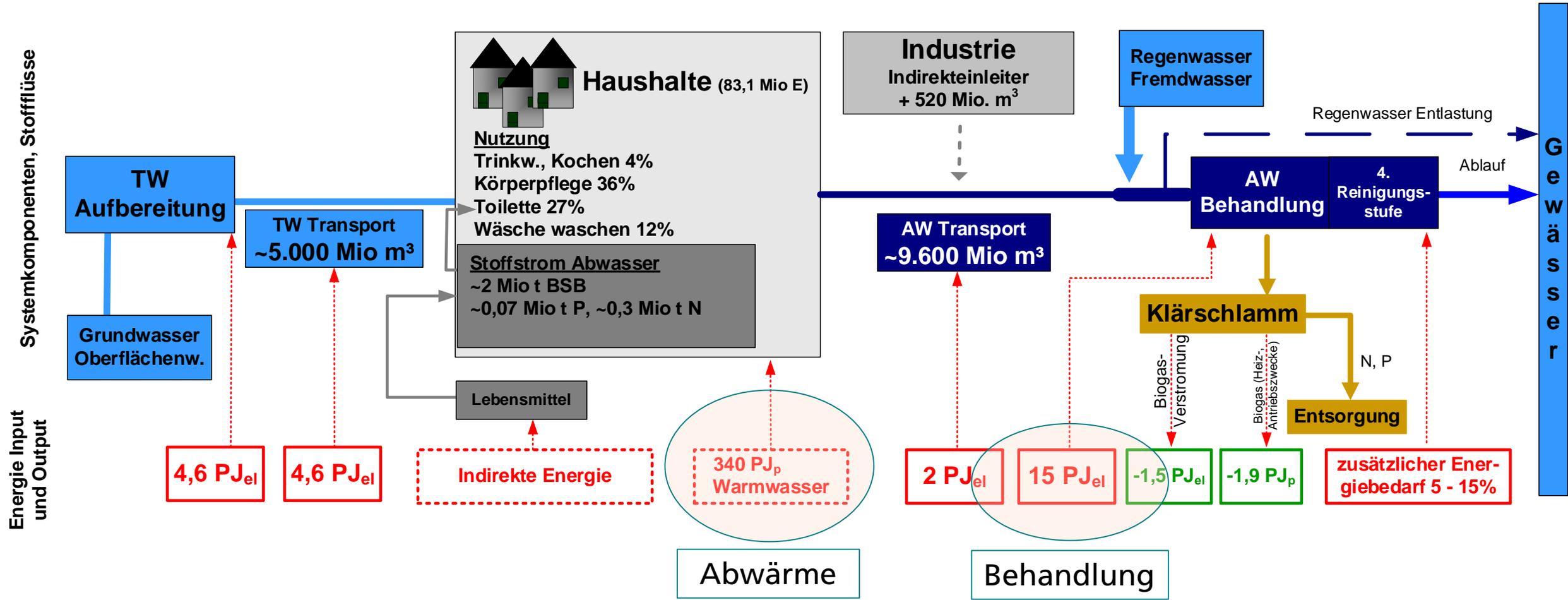
Wupperverbandsgesellschaft für  
integrale Wasserwirtschaft mbH

**IKEM**

Institut für Klimaschutz,  
Energie und Mobilität e.V.

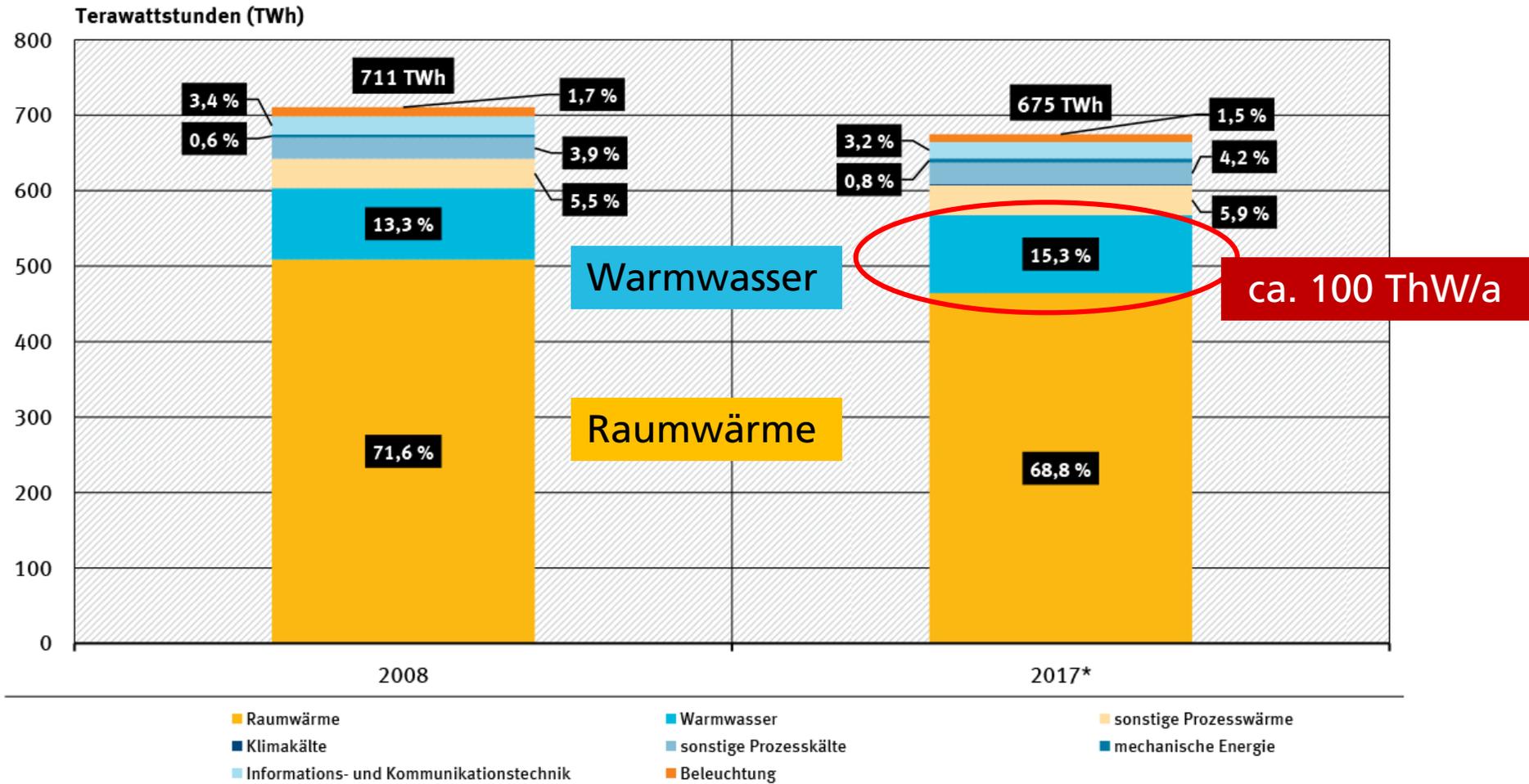
# Stoff- und Energieflüsse in der Siedlungswasserwirtschaft (in Deutschland pro Jahr)

Quelle: Fraunhofer ISI



# Einordnung - Warmwasserbereitung

Anteile der Anwendungsbereiche am Endenergieverbrauch der privaten Haushalte 2008 und 2017

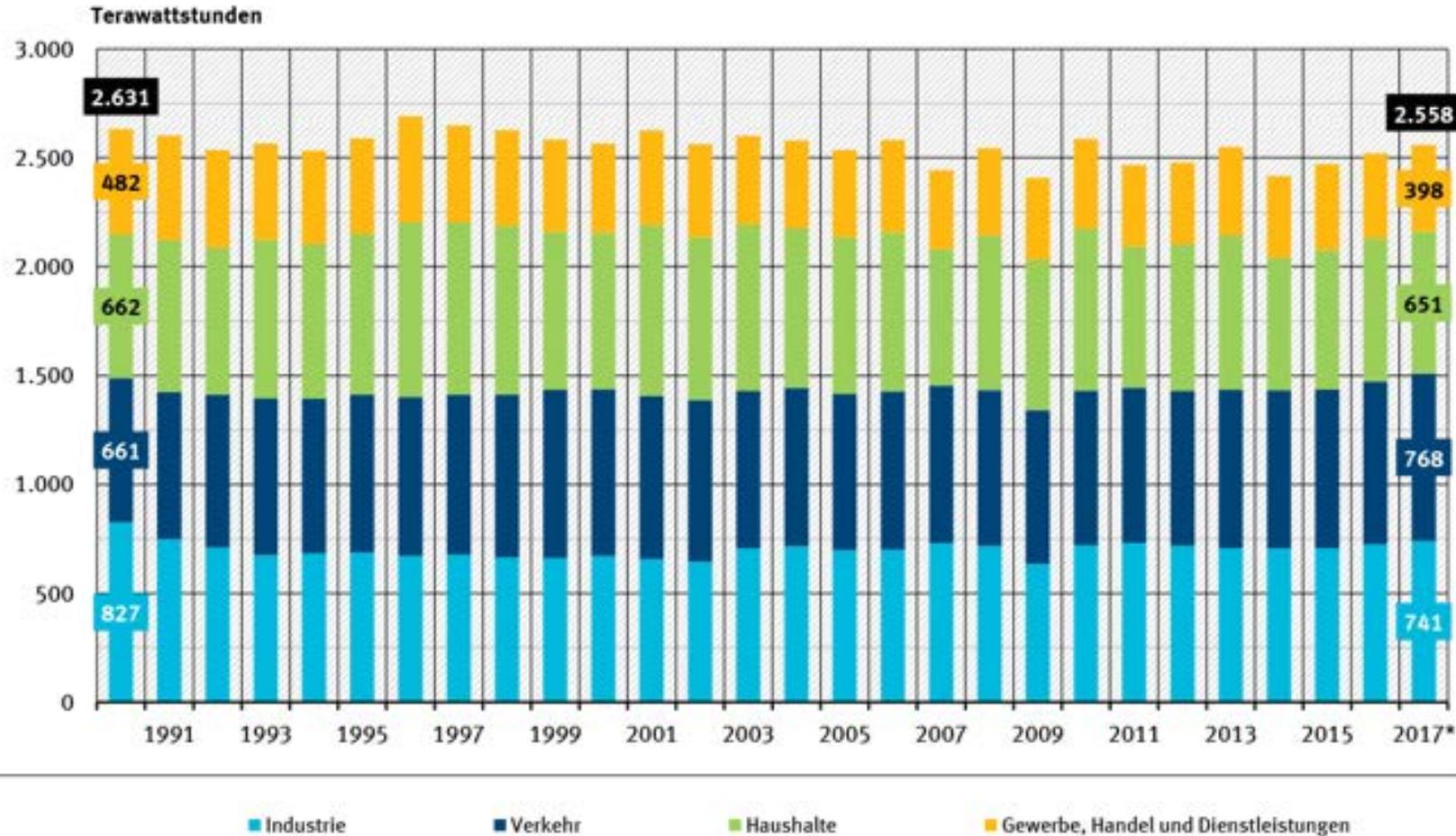


\* vorläufige Angaben

Quelle: Eigene Darstellung des Umweltbundesamtes auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Anwendungsbilanzen, Stand 11/2018

# Einordnung – Endenergieverbrauch nach Sektoren in Dtschld.

Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren



Gewerbe, Handel, Dienstl.

Haushalte

Verkehr

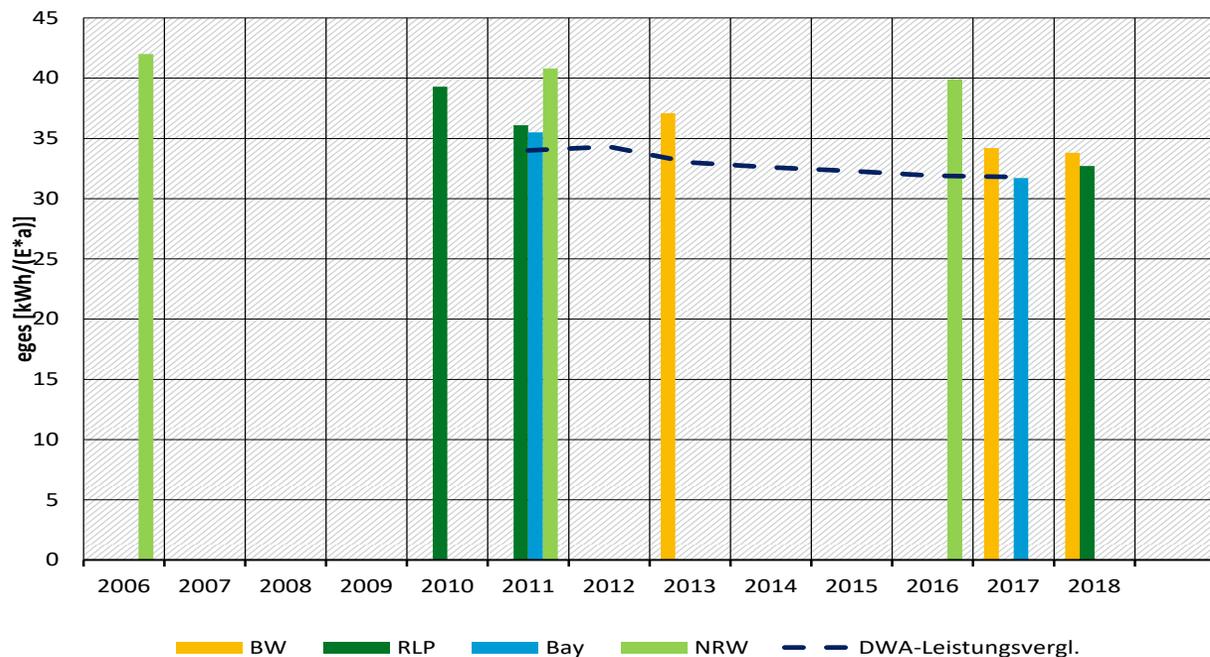
Industrie

Endenergieverbrauch der Abwasserwirtschaft in Deutschland: ca. 3-4 TWh/a

\* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2017, Stand 07/2018

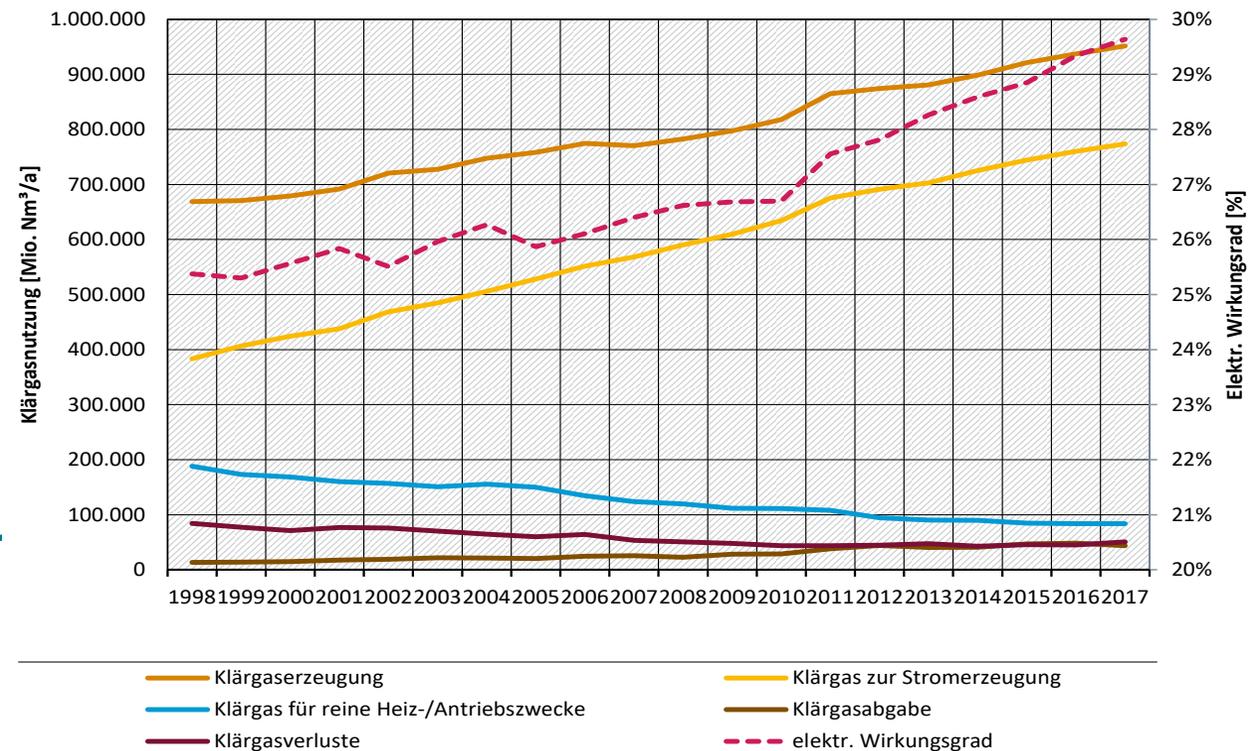
# Kläranlagen – Status Quo



Einwohnerspezifischer Gesamtstromverbrauch  $e_{ges}$  auf Basis der länderspezifischen Datensätze (Q2-Werte)

**aktueller Verbrauch: ~32 kWh/(E\*a)**

Entwicklung der Klärgasgewinnung und -nutzung (1998-2017)



Quelle: Destatis, 2019, Stand 30.4.2019/12:13:52

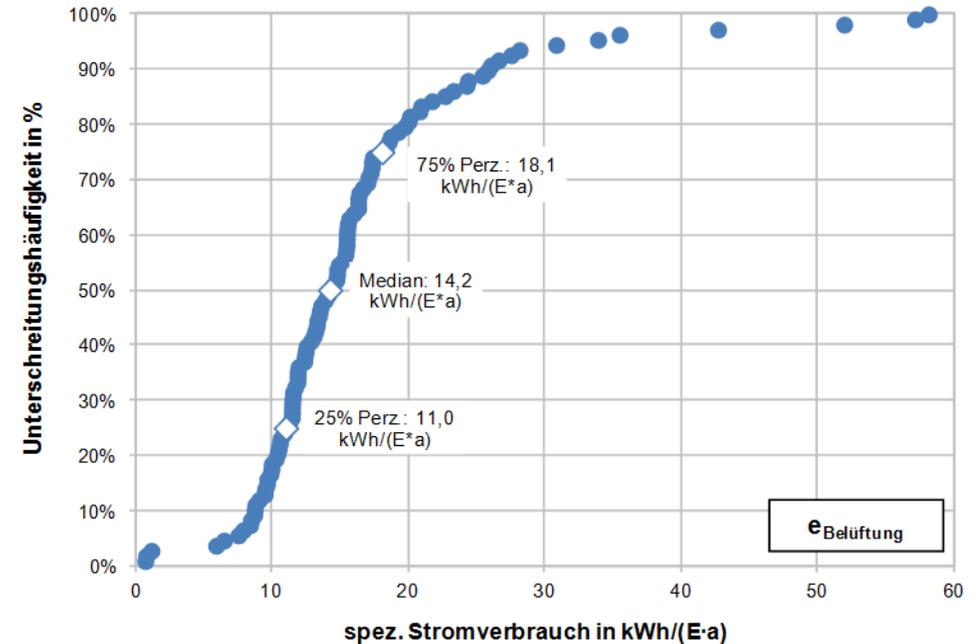
# Benchmark

- Die beste verfügbare Technik (BAT) sind Verfahren, die auf dem Markt verfügbar sind, die aber noch nicht den Weg aus der Nische in die breite Anwendung gefunden haben
- Energieanalysen zeigen die Potenziale der BAT für alle Verfahrensbereiche von Kläranlagen auf
- Nur wenige Kläranlagen sind über alle Verfahrensbereiche hinweg energetisch optimiert.

→ Summe der Q1-Werte als BAT für den Gesamtverbrauch:

demnach Gesamtverbrauchswert  $< 25 \text{ kWh}/(\text{E} \cdot \text{a})$  (über alle Bereiche optimierte Kläranlage)

▪ Abbildung 12 → Stromverbrauch der Belüftung (108 Kläranlagen BW und NRW)



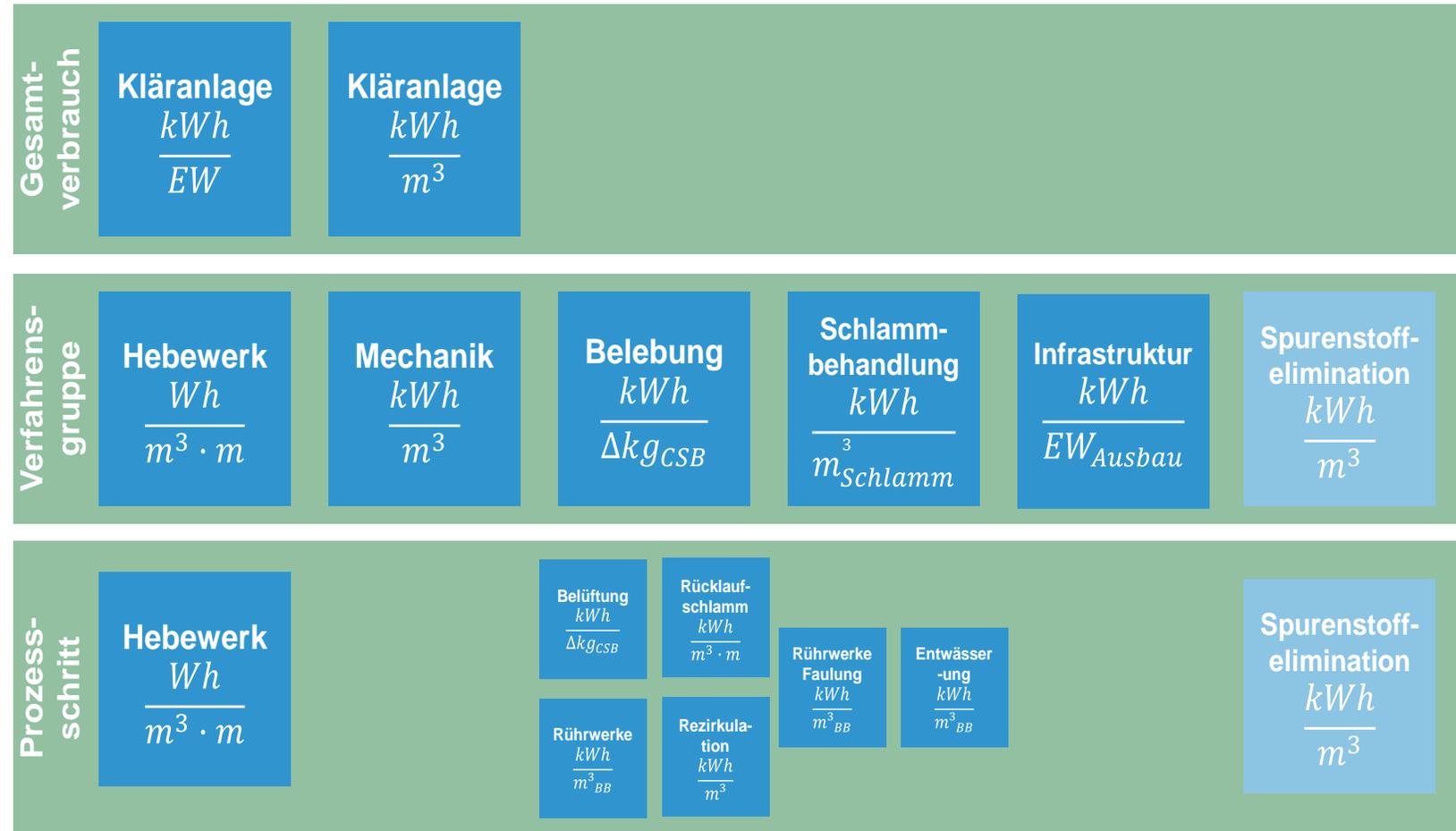
- Q1 11,0 kWh/(EW\*d)
- Q2 14,2 kWh/(EW\*d)
- Q3 18,1 kWh/(EW\*d)
- sehr hohe Bandbreite

Quartilswerte  
für die  
energetische  
Einordnung  
von  
Gesamtanlage,  
Verfahrens-  
gruppe und -  
schritten  
[Gasse  
et al., 2017]

Verfahrensgruppe	Anzahl	Q1	Q2	Q3
		[kWh/(E*a)]	[kWh/(E*a)]	[kWh/(E*a)]
Einlaufhebewerk	n=73	2,0	3,2	4,8
Mechanik gesamt	n=120	0,9	1,5	3,4
Rechen	n=107	0,1	0,2	0,3
Sandfang	n=115	0,5	1,0	1,9
Vorklärung	n=95	0,1	0,2	0,4
Fällmitteldosierung	n=79	0,03	0,05	0,11
Biologische Stufe gesamt	n=80	17,4	23,9	29,3
Belüftung	n=108	11,2	14,4	18,1
Umwälzung	n=101	1,9	3,0	5,4
Rezirkulation	n=59	0,8	1,6	2,3
Rücklaufschlammförderung	n=88	1,7	2,5	4,4
Nachklärung	n=92	0,4	0,7	1,5
Schlammbehandlung gesamt	n=115	2,9	4,8	6,8
Voreindickung	n=57	0,1	0,4	1,1
Schlammstabilisierung/Faulung	n=82	1,7	2,6	4,5
Nacheindickung	n=31	0,05	0,17	0,33
Schlamm entwässerung	n=93	0,8	1,3	2,2
Infrastruktur	n=120	1,2	2,3	4,7
<b>energetisch optimierte Kläranlage</b>		<b>&lt; 25,0<sup>1)</sup></b>		

# Kennzahlen zur Bewertung von Verfahrensgruppen und Teilprozessen

- Bezug auf EW ist ein erster Schritt zur übergeordneten Einordnung
- Weiterführende Bezugsgrößen sind notwendig, um die spezifischen Randbedingungen der Kläranlagen einbeziehen zu können – z.B. Förderhöhe des Hebewerks, gereinigte CSB-Fracht



# Energiesystem und Strommarkt – wesentliche Punkte

---

- Energiesystem befindet sich in tiefgreifendem Wandel
- Es erfolgt aktuell eine weitreichende Umstellung von Strom und Wärme auf erneuerbare Energien
- Weiterer Anstieg der Nachfrage nach erneuerbaren Energien (Strom, Gas, Wärme, Kraftstoffe)
  - No-Regret: Ausbau von Strom und Wärmenetzen
  - unsicherer: Gasinfrastruktur
- Fraglich, ob es den „immer wieder beanspruchten“ Überschussstrom in der Ausprägung geben wird
- Derzeit gibt es ausreichend Flexibilitätsoptionen (geringe Einnahmen)

# Kläranlagen im Energiesystem

---

- Kläranlagen sind im dt. Energiesystem relativ kleine Verbraucher
- Kläranlagen sind die größten kommunalen Verbraucher (ca. **20%** des kommunalen Stromverbrauchs)
- Kläranlagen beziehen ihren Strom zum Endkundenstrompreis (15-20 €ct/kWh)
  - Eigenversorgung wirtschaftlicher als Einspeisung (Einspeisevergütung 6,1 €ct/kWh)
  - Optimierung der Klär-/Biogaserzeugung sinnvolle Option (herkömmlich, ggf. innovative Verfahren)
- Der größte Energiestrom in der Abwasserwirtschaft ist die Wärme aus der Warmwasserbereitung
- Innovative Ansätze teilweise vielversprechend und förderungswürdig

# Übersicht über innovative Ansätze und ihre Bewertung

Innovative Systemlösungsoption	Innovationsgrad (gering, mittel, hoch)	Technisches Risiko (gering, mittel, hoch)	Einsparungspotenzial CO2 (gering, mittel, hoch)	Wirtschaftlichkeit (gegeben, absehbar, unwahrscheinlich)	Empfehlung / Kommentar
Flexibilisierung	Gering	Gering	Gering	Auf lokaler Ebene ggf. gegeben, national noch unklar	Austausch mit lokalem Netzbetreiber, Beobachtung Strommarktpreise
Pt CH4	Gering	Gering	Mittel bis hoch	Unrentabel für Einspeisung; absehbar für KWK	nicht praktikabel
Pt H2	Mittel	Gering	Gering	Unwahrscheinlich	nicht wirtschaftlich für KA
Methanisierung	Mittel	Hoch	Hoch	Unwahrscheinlich	benötigt kontinuierliche Stromversorgung, nicht geeignet für KA
H2 aus Klärschlamm	Hoch	Mittel	Gering	Absehbar	Förderung notwendig
Abwärme Kanal	Gering	Gering	Abhängig von substituierter Technologie	Gegeben	Bereitstellung von Informationen und Förderung hilfreich
WRG Grauwasser	Gering	Gering	Abhängig von substituierter Technologie	Gegeben	Bereitstellung von Informationen und Förderung hilfreich
Kanalisation als Wärmetransportleitung	Hoch	Mittel	Abhängig von substituierter Technologie	Absehbar	Förderung notwendig
Wärmetransport über PCM	Hoch	Mittel	Abhängig von substituierter Technologie	Noch Unbekannt	Forschungsförderung notwendig

# Effizienzverpflichtung für Kläranlagen

---

- Anlagenbetreiber von genehmigungspflichtigen Anlagen nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) sind gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG verpflichtet, ihre Anlagen so zu errichten, dass Energie sparsam und effizient verwendet wird.

Kläranlagen sind nicht per se genehmigungsbedürftig, es können im Einzelfall jedoch Anlagenteile bestehen, die auf ihre Zulässigkeit nach dem BImSchG hin untersucht werden müssen. BGH, Urteil vom 29.03.1984; Az.: III ZR 11/83.

- § 3 Abs. 2a AbwV gibt spezifisch für Abwasseranlagen vor, dass diese so zu errichten, betreiben und benutzen sind, dass eine energieeffiziente Betriebsweise ermöglicht wird. Dabei sollen die bei der Abwasserbeseitigung entstehenden Energiepotenziale, soweit technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar, genutzt werden.

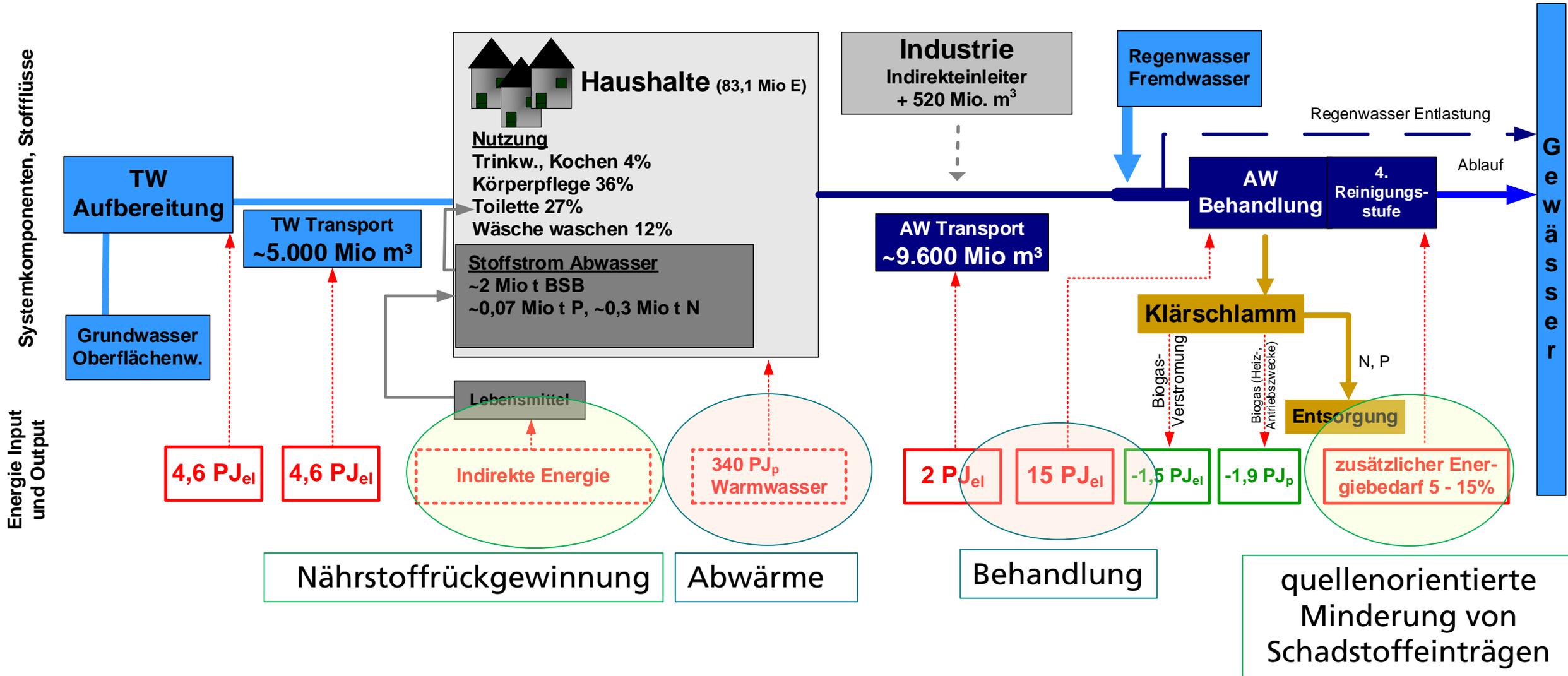
# Einige Schlussfolgerungen

---

- Wandel des Energiesystems → Dekarbonisierung durch Elektrifizierung. Noch unklar ist die langfristige Rolle von synthetischen Gasen und Kraftstoffen
- Bei sinnvollem Mix von Technologien (PV, Wind) und gutem europaweitem Netzausbau vermutlich gute Glättung der Stromproduktion (wenig Überschussstrom)
- Kontinuierliche Verbesserung der Datenlage (Stromverbrauch auf KA) erforderlich
- Optimierungsmaßnahmen in Richtung Benchmark sinnvoll (Plan-Do-Check-Act)
- Maximierung der Eigenversorgung sinnvoll
- KA national kleine Verbraucher → wenig Flexibilisierungspotenzial, es sei denn im Pool mit anderen
- KA kommunal große Verbraucher → ggf. hohes Flexibilisierungspotenzial \*\*\* abhängig von den lokalen Netzgegebenheiten \*\*\* Absprache mit lokalem Netzbetreiber
- Einige innovative Verfahren wie bspw. die Produktion von Biowasserstoff (aus Klärschlamm) und eine konsequente Nutzung von Abwärme inkl. Grauwasser-WRG und Wärmeeintrag und –transport im Kanalnetz sind vielversprechend und förderungswürdig
- Andere innovative Verfahren sind (noch) nicht absehbar wirtschaftlich → je nach Strategie Förderung notwendig oder regelmäßiges Überprüfen, abhängig von den Entwicklungen des Energiemarktes
- Der Rechtsrahmen ist unübersichtlich

# Weitere Ansatzpunkte

Quelle: Fraunhofer ISI



# Vielen Dank

Kontakt:

Dr. Jutta Niederste-Hollenberg

[jutta.niederste-hollenberg@isi.fraunhofer.de](mailto:jutta.niederste-hollenberg@isi.fraunhofer.de)