



## VORABINFORMATION

# GUTACHTEN ZUR 4. REINIGUNGSSTUFE AUF KLÄRANLAGEN IN EUROPA

Ergebnisse der Hochrechnung in Szenarien  
Mülheim/Berlin, 14.09.2017

An-Institut der  
UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN  
*Offen im Denken*

  
**DVGW**  
Mitglied im DVGW-  
Institutsverbund

  
**JRF**  
Jahresrückblick  
2017



## ■ Methodische Vorgehensweise

- Generelle Vorgehensweise
- Datenquellen
- Grundannahmen
- Datenbasis

## ■ Ergebnisse der Hochrechnung

$$\text{Kosten}_{\text{Land xyz}} = \sum (\text{Spezifische Kosten}_{\text{GK } n} [\text{€}/\text{m}^3] \cdot \text{Jahresabwassermenge}_{\text{GK } n} [\text{Mio. m}^3/\text{a}]) \cdot \text{Korrekturfaktor}_{ij}$$

## ■ Jahresabwassermenge<sub>GK n</sub> [Mio. m<sup>3</sup>/a]:

- Für jede KA wird benötigt:
  - ▶ Anschlussgröße [EW] → GK-Zuordnung
  - ▶ Jahresabwassermenge [Mio. m<sup>3</sup>/a]

## ■ Spezifische Kosten<sub>GK n</sub> [€/m<sup>3</sup>]:

- Kostensätze aus UBA-Studie 60/2016 (wg. unzureichender Genauigkeit der Kostenfunktion)

## ■ Korrekturfaktoren

- Anpassung bei Übertragung der verfügbaren Kostensätze auf andere Länder (Energiekosten, Personalkosten, ggf. Baukosten/Bau-/Industriepreisindizes)
- ggf. Berücksichtigung von länderspezifischem Trinkwasserverbrauch / Abwasseranfall / Frachtanfall

## ■ **Wissenschaftliche Studien, EU-Berichtswesen, Statistik**

- UBA 85/2014: Maßnahmen zur Verminderung des Eintrags von Mikroschadstoffen in die Gewässer (Hillenbrandt et.al.)
- UBA 60/2016: Maßnahmen zur ,Verminderung des Eintrags von Mikroschadstoffen in die Gewässer – Phase 2 (Hillenbrandt et.al.)
- Terms and Definitions of the Urban Waste Water Treatment Directive 91/271/EEC, reported data (Basisjahre 2012 und 2014)
- EUROSTAT: Population connected to wastewater treatment plants (Basisjahr 2012; vervollständigt durch ältere Werte und OECD (Stand: 26.06.2017); Labor Cost Index 2014; Electricity prices by type of user 2014 (medium size industries)
- Abschlussbericht 2013: Vorhaben „Volkswirtschaftlicher Nutzen der Ertüchtigung kommunaler Kläranlagen zur Elimination von organischen Spurenstoffen, Arzneimitteln, Industriechemikalien, bakteriologisch relevanten Keimen und Vieren (TP 9)“ des MKULNV NRW (Türk et.al.)

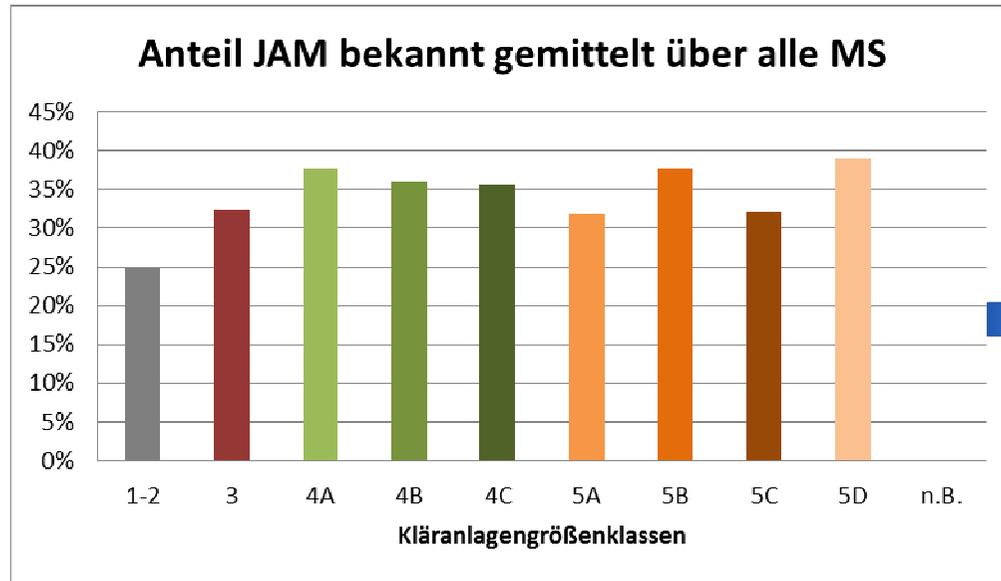
## ■ **Weitere Informationsquellen (Auszug)**

- Fachinformationen der EC vom 26.07.2017 (persönl. Mitteilung)
- UBA 26/2015: Mikroverunreinigungen und Abwasserabgabe (Gawel et.al.)
- Kolisch et.al. (2016): Kosten-Nutzen-Bewertung der Einführung 4. Reinigungsstufen auf kommunalen Kläranlagen, WuA 4/2016

- **Betrachtete Größenklassen: GK3 bis GK5 (keine Unterklassen ausgewiesen, aber in Hochrechnung berücksichtigt – siehe Kostensatzstruktur)**
- **Betrachtete Verfahren: O3, PAK, GAK (Alternativbetrachtung ohne Verteilungsannahme)**
- **Kostentreiber der spezifischen Kosten (€/m<sup>3</sup>) sind**
  - Energiekosten (landesspezifischer Korrekturfaktor)
  - Personalkosten (landesspezifischer Korrekturfaktor)
  - Betriebsmittelkosten (AK, Ozon, ...) (Weltmarktpreis, keine Korrektur)
  - Baukosten je Land (kein geeigneter Index bei EUROSTAT, keine Korrektur)
- **Umgang mit Unschärfen**
  - Zusätzlicher Flächenbedarf bei Ausbau wird nicht berücksichtigt
  - Evtl. erforderliche Nachbehandlungsstufen werden nicht berücksichtigt (ist Unterschätzer, qualitativ zu erläutern, Ermittlung für D näherungsweise in UBA 60/2016)
  - Anschlussgrad ist in zwei Szenarien zu berücksichtigen
    - ▶ IST-ASG je Land (tendenziell Unterschätzer, da rechnerisch „zu günstig“ ausgewiesen)
    - ▶ SOLL-ASG ≥ 85% je Land (gleiches Leistungsniveau in allen Ländern simuliert)
- **Berechnung mit verfügbaren Daten: 92% aller Kläranlagen mit berichteten oder aus berichteten Werten abgeleiteten Daten verwendet**



# Anteil JAM bekannt nach Kläranlagengrößenklassen



Errechnete  
Durchschnittswerte  
für Europa

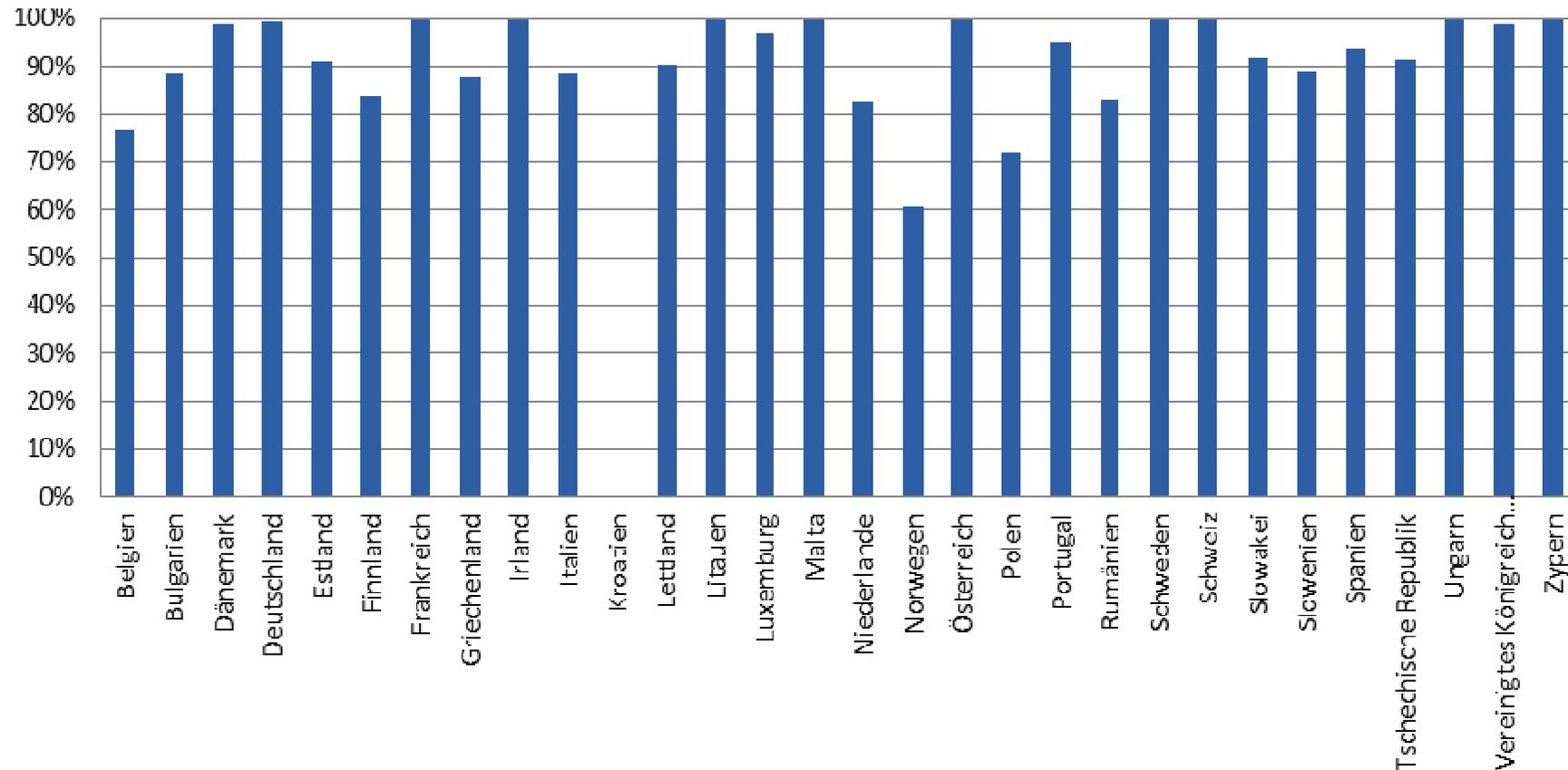
GK	Durchschn. Abwasseranfall [m <sup>3</sup> /(p.e.*a)]
3	90
4A	83
4B	80
4C	69
5A	67
5B	67
5C	57
5D	86

Durchschn.  
Abwasseranfall  
nach GK aus  
bekannten KA  
abgeleitet

$$\bar{Q}_{\text{Zulauf, Mittelwert, GK}i} = \frac{\sum JAM_{GK}i}{\sum p.e. GK}i$$

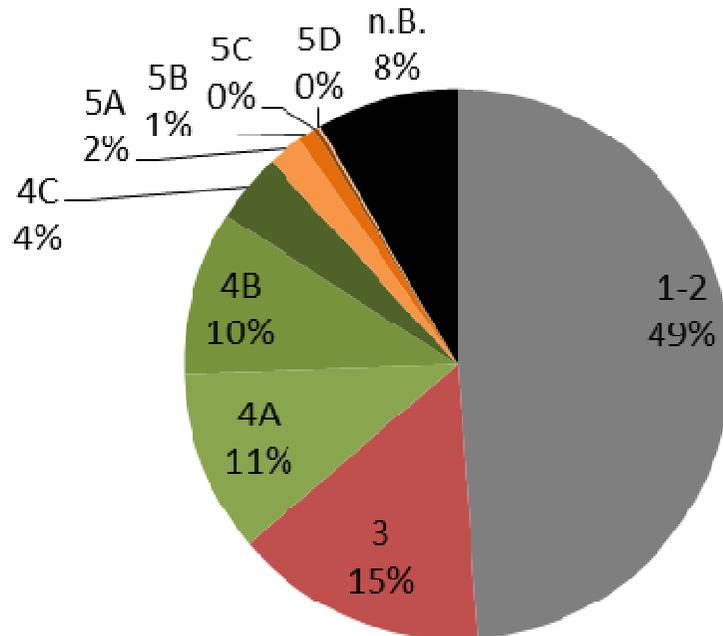
# Anteil KA mit gemeldeten oder abgeleiteten JAM (JAM92)

**92% aller Kläranlagen in Europa sind im JAM-Datensatz enthalten.**



Für Kroatien (72 KA) können weder gemeldete noch abgeleitete JAM ermittelt werden.

## Kläranlagengrößenklassenverteilung



- Für 92 % der Kläranlagen sind die population equivalents (p.e. =  $EW_{BSB5}$ ) angegeben oder wurde über die Agglomerationsdaten ergänzt.
- Damit ist die für die Zuweisung der größenklassenspezifischen Kostenfaktoren benötigte Einteilung in deutsche Größenklassen möglich.
- Die KA unbekannter GK werden nach der durchschnittlichen Größenklassenverteilung der Kläranlagen in Europa zugeordnet.
- Von diesen 8% der KA unbekannter GK werden somit annahmegemäß ebenfalls ca. 47% den Größenklassen 3 bis 5 zuzuordnen sein („JAM 100“).

# Kostensätze

Tabelle 55: Jahreskosten der 4. Reinigungsstufe (in Mio. €/a)

GK	EW	Spurenstoffstufe		
		PAC	GAC	Ozonung
3	5.001-10.000	76	50	58
	10.001-20.000	104	78	81
4	20.001-50.000	174	152	140
	50.001-100.000	107	107	88
	10.001-100.000	385	336	309
5	100.001-200.000	62	71	53
	200.001-500.000	74	98	65
	500.001-1.000.000	31	47	28
	> 1.000.000	56	89	50
	> 100.001	223	305	196
Summe GK 3, 4 & 5		684	691	562

Quelle: UBA 60/2016, S. 158

Tabelle 52: Die behandelten Jahresabwassermengen aus den drei Erhebungsjahren sowie die Mittelwerte der jeweiligen Größenklasse (in Mio. m³/a)

GK	Ausbaugröße in E	Erhebungsjahr			Mittelwert*
		2008	2010	2012	
3	5.000 – 10.000	511	542	510	521
4	A 10.001 – 20.000	845	876	841	854
	B 20.001 – 50.000	1.755	1.820	1.745	1.773
	C 50.001 – 100.000	1.278	1.344	1.324	1.315
5	A 100.001 – 200.000	920	932	903	918
	B 200.001 – 500.000	1.341	1.412	1.320	1.358
	C 500.001 – 1.000.000	683	739	656	692
	D > 1.000.000	1.370	1.305	1.313	1.329
Gesamte behandelte Jahresabwassermenge*		8.703	8.969	8.612	8.761

\*Gerundete Werte

Quelle: UBA 2008, 2010 & 2012a

Quelle: UBA 60/2016, S. 155

## Weitere Aufbereitung (Spurenstoffstufe) - Kosten [€/m³]

Größenklasse	PAC	GAC	Ozonung
3	0,146	0,096	0,111
4	0,098	0,085	0,078
5	0,052	0,071	0,046

# Korrekturfaktoren

Land	Bau, Maschinen, EMSR	Personal	Betriebsmittel	Energie	Sonstiges	Gesamtgewichtung		
						PAC	GAC	Ozonung
Belgien	1	1,242	1	1,085	1	1,017	1,023	1,032
Bulgarien	1	0,121	1	0,872	1	0,950	0,928	0,934
Dänemark	1	1,293	1	0,775	1	0,999	1,008	0,948
Deutschland	1	1,000	1	1,000	1	1,000	1,000	1,000
Estland	1	0,312	1	0,941	1	0,963	0,946	0,960
Finnland	1	1,035	1	0,787	1	0,988	0,990	0,942
Frankreich	1	1,105	1	0,906	1	0,999	1,002	0,978
Griechenland	1	0,462	1	1,291	1	0,993	0,978	1,062
Irland	1	0,949	1	1,544	1	1,033	1,029	1,149
Italien	1	0,901	1	1,280	1	1,014	1,010	1,074
Kroatien	1	0,299	1	1,070	1	0,971	0,953	0,995
Lettland	1	0,210	1	1,070	1	0,967	0,946	0,992
Litauen	1	0,207	1	1,135	1	0,971	0,950	1,010
Luxemburg	1	1,153	1	1,124	1	1,015	1,019	1,040
Malta	1	0,408	1	2,097	1	1,043	1,023	1,284
Norwegen	1	1,717	1	0,769	1	1,019	1,038	0,961
Niederlande	1	1,073	1	0,911	1	0,998	1,000	0,978
Österreich	1	1,000	1	0,980	1	0,999	0,999	0,994
Polen	1	0,264	1	0,921	1	0,960	0,941	0,952
Portugal	1	0,420	1	1,219	1	0,987	0,971	1,041
Rumänien	1	0,146	1	0,892	1	0,952	0,931	0,940
Schweden	1	1,188	1	0,832	1	0,998	1,004	0,960
Schweiz	1	1,000	1	1,000	1	1,000	1,000	1,000
Slowakei	1	0,309	1	1,312	1	0,987	0,968	1,063
Slowenien	1	0,497	1	0,893	1	0,969	0,957	0,953
Spanien	1	0,672	1	1,404	1	1,011	1,001	1,101
Tschechische Republik	1	0,299	1	0,970	1	0,965	0,947	0,967
Ungarn	1	0,245	1	0,991	1	0,964	0,944	0,971
Vereinigtes Königreich	1	0,822	1	1,476	1	1,023	1,016	1,126
Zypern	1	0,503	1	1,981	1	1,040	1,023	1,255

**Kostenkorrektur mittels Energie- bzw. Personalkostenindex aus dem Jahr 2014 (Deutschland  $\hat{=}$  1,000) jeweils gewichtet über Anteil der Kostenart an den gesamten Betriebskosten**

Kostenverteilung			
	PAC	GAC	Ozonung
Bau, Maschinen, EMSR	36,47%	29,25%	40,06%
Personal	4,75%	7,32%	3,48%
Betriebsmittel	35,76%	46,48%	20,74%
Energie	6,52%	6,07%	27,77%
Sonstiges	16,49%	10,87%	7,96%

Quelle: UBA 60/2016

## ■ Methodik, Daten, Annahmen

## ■ Ergebnisse der Hochrechnung

- Szenarien
- Rechenergebnisse
- Sensitivitätsanalyse
- Modellplausibilisierung Deutschland

## ■ Szenario A1

**JAM92** (JAM berichtet + JAM Agglomeration)  
PLUS  
**IST-Anschlussgrad**

## ■ Szenario A2

**JAM92** (JAM berichtet + JAM Agglomeration)  
PLUS  
**Anschlussgrad  $\geq 85\%$**

## ■ Szenario B1

**JAM100** (JAM berichtet + JAM Agglomeration + JAM simuliert)  
PLUS  
**IST-Anschlussgrad**

## ■ Szenario B2

**JAM100** (JAM berichtet + JAM Agglomeration + JAM simuliert)  
PLUS  
**Anschlussgrad  $\geq 85\%$**

# Ergebnisse der Hochrechnung – Europa

<b>Szenario A1</b>	JAM92 + ASG_IST
<b>Szenario A2</b>	JAM92 + ASG_85+
<b>Szenario B1</b>	JAM100 + ASG_IST
<b>Szenario B2</b>	JAM100 + ASG_85+

Hochrechnung		
Basis-Szenario [in Mrd. €/a]		
PAK	GAK	Ozon
3,177	3,206	2,682
3,450	3,480	2,914
3,398	3,397	2,869
3,721	3,714	3,144

# Ergebnisse der Hochrechnung – Deutschland

<b>Szenario A1</b>	JAM92 + ASG_IST
<b>Szenario A2</b>	JAM92 + ASG_85+
<b>Szenario B1</b>	JAM100 + ASG_IST
<b>Szenario B2</b>	JAM100 + ASG_85+

Hochrechnung		
Basis-Szenario [in Mio. €/a]		
PAK	GAK	Ozon
655,4	648,5	537,3
655,4	648,5	537,3
656,3	649,3	538,0
656,3	649,3	538,0

# Einordnung von Szenario A1

- ▶ **Die flächendeckende Ausstattung von 92% der Kläranlagen in Europa mit einer weitergehenden Behandlung (sog. 4. Reinigungsstufe) kostet mind. 2,68 bis 3,21 Mrd. € pro Jahr.**
- **Randbedingungen:**
  - Die Spanne der Ausbaurkosten resultiert aus den unterschiedlichen Technologien.
  - Dieser Berechnung liegen 92% der europäischen Kläranlagen zugrunde, deren JAM gemeldet wurde oder über die Agglomeration abgeleitet werden konnte.
  - Die Werte basieren auf dem aktuellen, landesspezifischen IST-Anschlussgrad.
  - Das Intervall stellt ebenfalls eine Untergrenze dar. Es berücksichtigt nicht
    - ▶ den aktuellen Ausbaugrad bestehender Kläranlagen
    - ▶ ggf. verfahrenstechnisch erforderliche Nachbehandlungsstufen
    - ▶ ggf. anfallenden Kosten für zusätzlichen Flächenerwerb, Kanalbau etc.
- **Szenario A1 basiert auf der am besten abgesicherten Datenlage.**

## Einordnung von Szenario A2

- ▶ **Wird der Anschlussgrad in allen Ländern mit mindestens 85% simuliert, erhöhen sich die Kosten für die flächendeckende Ausstattung von 92% der Kläranlagen mit einer weitergehenden Behandlung (sog. 4. RS) auf mind. 2,91 bis 3,48 Mrd. € pro Jahr.**
- **Dies entspräche einer Kostensteigerung von ca. 8,5% gegenüber Szenario A1.**
- **Randbedingungen:**
  - Die Spanne der Ausbaurkosten resultiert aus den unterschiedlichen Technologien.
  - Dieser Berechnung liegen 92% der europäischen Kläranlagen zugrunde, deren JAM gemeldet wurde oder über die Agglomeration abgeleitet werden konnte.
  - Die Werte basieren auf einem Anschlussgrad von mind. 85% in Europa.
  - Das Intervall stellt ebenfalls eine Untergrenze dar. Es berücksichtigt nicht
    - ▶ den aktuellen Ausbaugrad bestehender Kläranlagen
    - ▶ ggf. verfahrenstechnisch erforderliche Nachbehandlungsstufen
    - ▶ ggf. anfallenden Kosten für zusätzlichen Flächenerwerb, Kanalbau etc.
- **Szenario A2 stellt eine Kostenschätzung unter der Annahme eines besser vergleichbaren Anschlussgrads bei abgesicherter Datenlage dar.**

# Einordnung von Szenario B1

- ▶ **Werden Kläranlagen mit unbekannter JAM (8%) nach dem durchschnittlichen europäischen GK-Verhältnis und der daraus erwarteten, simulierten Jahresabwassermenge hinzugerechnet, kostet der flächendeckende Ausbau der Kläranlagen in Europa mit einer weitergehenden Behandlung (sog. 4. RS) mindestens 2,87 bis 3,40 Mrd. € pro Jahr.**
- **Randbedingungen:**
  - Die Spanne der Ausbaukosten resultiert aus den unterschiedlichen Technologien.
  - Dieser Berechnung liegen alle bekannten Kläranlagen der GK 3 bis GK5 zugrunde.
  - Die Werte basieren auf dem aktuellen, landesspezifischen IST-Anschlussgrad der betrachteten Kläranlagen.
  - Das Intervall stellt ebenfalls eine Untergrenze dar. Es berücksichtigt nicht
    - ▶ den aktuellen Ausbaugrad bestehender Kläranlagen
    - ▶ ggf. verfahrenstechnisch erforderliche Nachbehandlungsstufen
    - ▶ ggf. anfallenden Kosten für zusätzlichen Flächenerwerb, Kanalbau etc.
- **Szenario B1 erscheint aufgrund der größeren Anzahl berücksichtigter Kläranlagen realitätsnäher als Szenario A1, basiert jedoch auf einer weniger abgesicherten Datengrundlage.**

## Einordnung von Szenario B2

- ▶ **Auf Grundlage aller bekannten Kläranlagen der GK3 bis GK5 und einem angenommenen Anschlussgrad von mind. 85% in allen europäischen Ländern sind Kosten in Höhe von mind. 3,14 bis 3,72 Mrd. € pro Jahr für die flächendeckende Ausstattung der Kläranlagen mit einer weitergehenden Behandlung (sog. 4. RS) zu erwarten.**
- **Randbedingungen:**
  - Die Spanne der Ausbaurkosten resultiert aus den unterschiedlichen Technologien.
  - Dieser Berechnung liegen alle bekannten Kläranlagen der GK 3 bis GK5 zugrunde.
  - Die Werte basieren auf einem Anschlussgrad von mind. 85% in Europa.
  - Das Intervall stellt ebenfalls eine Untergrenze dar. Es berücksichtigt nicht
    - ▶ den aktuellen Ausbaugrad bestehender Kläranlagen
    - ▶ ggf. verfahrenstechnisch erforderliche Nachbehandlungsstufen
    - ▶ ggf. anfallenden Kosten für zusätzlichen Flächenerwerb, Kanalbau etc.
- **Szenario B2 stellt eine realitätsnähere Hochrechnung auf Basis eines besser vergleichbaren Anschlussgrads dar, ist jedoch mit den größten Unsicherheiten aller Szenarien belegt.**

# Ergebnisse der Sensitivitätsprüfung

## ■ Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden zwei Berechnungsparameter variiert:

- Variation der spezifischen Kostensätze um +10% und -10%
- GK-Verteilung der Kläranlagen mit unbekannter JAM (8%):
  - (1) 53,3% GK1 bis GK2, Rest GK3
  - (2) 53,3% GK1 bis GK2, Rest GK4
  - (3) 53,3% GK1 bis GK2, Rest GK5

Hochrechnung		Sensitivitätsprüfung				
	Basis-Szenario [in Mrd. €/a]	Kostensteigerung (+10%) [in Mrd. €/a]	Kosten-senkung (-10%) [in Mrd. €/a]	alle fehlenden KA sind GK3 [in Mrd. €/a]	alle fehlenden KA sind GK4 [in Mrd. €/a]	alle fehlenden KA sind GK5 [in Mrd. €/a]
Szenario A1	<b>2,68 – 3,21</b>	2,95 – 3,53	2,41 – 2,89	-	-	-
Szenario A2	<b>2,91 – 3,48</b>	3,21 – 3,83	2,62 – 3,13	-	-	-
Szenario B1	<b>2,87 – 3,40</b>	3,16 – 3,74	2,59 – 3,06	2,75 – 3,27	2,88 – 3,41	3,43 – 3,93
Szenario B2	<b>3,14 – 3,72</b>	3,46 – 4,09	2,83 – 3,35	2,99 – 3,56	3,15 – 3,74	3,83 – 4,36

# Plausibilisierung des Modells für Deutschland

## UBA-Studie (UBA 60/2016):

GK	EW	Spurenstoffstufe		
		PAC	GAC	Ozonung
3	5.001–10.000	76	50	58
4	10.001–20.000	104	78	81
	20.001–50.000	174	152	140
	50.001–100.000	107	107	88
	10.001–100.000	385	336	309
5	100.001–200.000	62	71	53
	200.001–500.000	74	98	65
	500.001–1.000.000	31	47	28
	> 1.000.000	56	89	50
	> 100.001	223	305	196
Summe GK 3, 4 & 5		684	691	562

## IWW-Berechnung (Sz. A1)

Spurenstoffstufe		
PAC	GAC	Ozonung
85	56	65
379	331	305
191	262	168
655	649	537

### ■ Zwischen 4,2% und 6,1% Abweichung zur UBA-Studie aufgrund unterschiedlicher Eingangsdaten

- Andere Basisjahre: IWW 2012, 2014 ; UBA: Mittelwert aus 2008, 2010, 2012
- Tendenziell mehr KA in GK3 als in UBA-Studie (verteuert PAC)
- Geringere JAM gesamt als in UBA-Studie

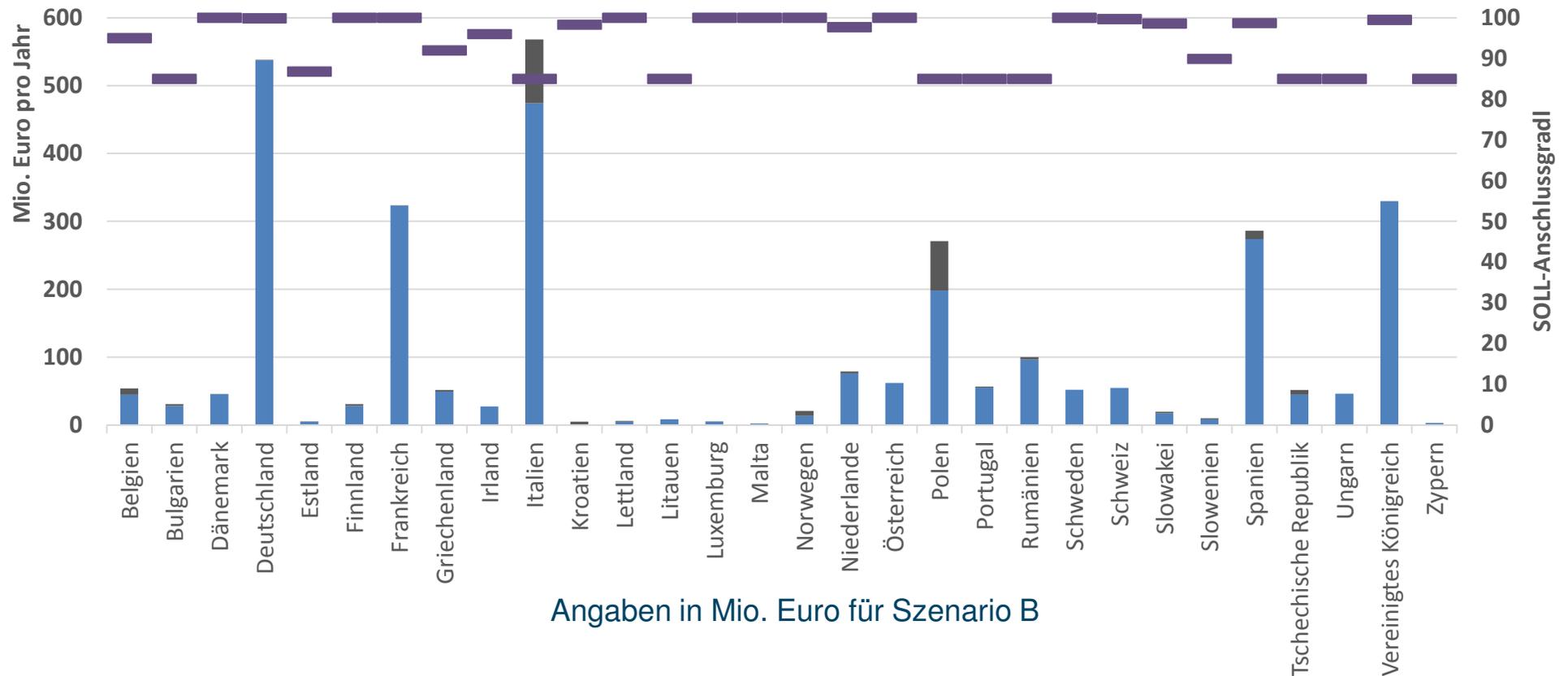
# Anmerkung: Nachbehandlung ist sehr relevant

Tabelle 55: Jahreskosten der 4. Reinigungsstufe (in Mio. €/a)

GK	EW	Spurenstoffstufe			Nachbehandlungsstufe
		PAC	GAC	Ozonung	
3	5.001–10.000	76	50	58	52
	10.001–20.000	104	78	81	68
4	20.001–50.000	174	152	140	142
	50.001–100.000	107	107	88	105
	10.001–100.000	385	336	309	315
5	100.001–200.000	62	71	53	46
	200.001–500.000	74	98	65	68
	500.001–1.000.000	31	47	28	35
	> 1.000.000	56	89	50	66
	> 100.001	223	305	196	215
Summe GK 3, 4 & 5		684	691	562	582
Nachbehandlung GK 3, 4 & 5		582	582	582	↙
Summe inkl. Nachbehandlung		1.267	1.274	1.145	

Quelle: UBA 60/2016, S. 158

# Kosten einer 4. RS für Kläranlagen – Szenarien A2 und B2 (nur Ozonung)



		GESAMTSUMME (Ozon)
<b>BLAU</b>	<b>Szenario A2: JAM92 + ASG_85+</b>	<b>2,914 Mrd. €/Jahr</b>
<b>SCHWARZ</b>	<b>Szenario B2: JAM100 + ASG_85+</b>	<b>3,144 Mrd. €/Jahr</b>

# Erste Schlussfolgerungen (I)

- **Im Gutachten wurden erwartete Kosten für die flächendeckende Ausstattung von Kläranlagen mit einer weitergehenden Behandlung (sog. 4. Reinigungsstufe) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Randbedingungen (Szenarien) ermittelt. Die Hochrechnung basiert auf Kläranlagen in allen betrachteten Ländern ab einer Größe von 5.000 Einwohnerwerten (ab GK3) und beruft sich auf Daten vorangegangener Studien, Berichtsdaten der EEA sowie statistische Werte von EUROSTAT.**
- **Das Ergebnis dieser Hochrechnung stellt eine Untergrenze der tatsächlich zu erwartenden Kosten dar, weil die Berechnung allein die 4. Reinigungsstufe berücksichtigt hat. Aufgrund nicht vorliegender Informationen zu ggf. erforderlichen Ertüchtigungen bestehender Kläranlagen wegen zu geringem Ausbaugrad, ggf. lokal erforderlichen zusätzlichen Flächenbedarfs oder auch verfahrenstechnisch erforderlicher Nachbehandlungsstufen, wurden diese unterschätzend wirkenden Sachverhalte nicht in die Hochrechnung einbezogen. Folglich fallen die tatsächlich zu erwartenden Kosten sehr wahrscheinlich deutlich höher aus als in den Szenarien berechnet wurde.**
- **Die Studie zeigt, dass die Umsetzung einer flächendeckenden 4. Reinigungsstufe in den 28 EU-Ländern zzgl. Norwegen und Schweiz einen Refinanzierungsbedarf in Höhe von bis zu dreistelligen Milliardenbeträgen über die Lebensdauer von 30 Jahren dieser Anlagen erwarten lässt.**

## Erste Schlussfolgerungen (II)

- **Der flächendeckende Ausbau von Kläranlagen ist eine breit diskutierte, technische Lösung zur Einhaltung von Qualitätszielen, für die diese Studie erstmalig jährliche Kosten für 30 europäische Länder ermittelt hat.**
- **Neben dieser technischen Lösung existieren weitere alternative und ergänzende Maßnahmen, die für eine Gesamtstrategie zur Vermeidung des Eintrags von Spurenstoffen in die Umwelt im Rahmen vorbeugender Maßnahmen und Vermeidungs- und Substitutionsstrategien beitragen können. Diese sollten immer Bestandteil einer ganzheitlichen Lösung mit spezifischen lokalen Faktoren sein und bei jeder Ausbauforderung auf Ihre Wirksamkeit hin untersucht werden.**
- **Entsprechende Variantenstudien in Bezug auf ein geeignetes Kosten-Nutzen- oder Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis auf lokaler Ebene können mit Vorliegen geeigneter Daten die Entscheidung für das „bestmögliche“ Maßnahmenset unterstützen. Hierbei spielen ökologische, ökonomische und soziale Argumente eine wichtige Rolle.**