

Kurzvorstellung und Themenblitzlicht

Dr. M. Beier & Dr. A. Freyschmidt

Gruppe I	Verfahrensumbau KA aerob - anaerob	Digitaler Auftakt	13.02.2025
		Workshop vor Ort Klärschlammverwertung im Verbund	12.06.2025
Gruppe Ia	BHKW	Digitaler Auftakt	02.07.2025
Gruppe II	Optimierung Pumpwerke	Datenerfassung Benchmark	IV/2024 + V/2025
		Auswertung und digitaler Workshop	20.05.2025
		Ergebnispräsentation und Ausstellerforum	IV/2026
Gruppe III	Steuerung + Lastmanagement	TT richtig messen + richtig rechnen	30.09.2025
		Workshop: Ergebnisauswertungen	13.11.2025
Gruppe IV	Eigenstromversorgung, Bilanzkreis PV + Stromspeicher	Digitaler Auftakt	03.04.2025
		TT Planung, Bau, Betrieb PV-Anlagen	30.10.2025
Gruppe V	Treibhausgase + CO ₂ e-Bilanz Strategische Planung	Digitaler Auftakt: Strategische Planung, Austausch	24.02.2025
		Workshop direkte THG-Emissionen - Lachgas und Methan	08.04.2025
		Digitalworkshop: CO ₂ e-Bilanzierung auf Kläranlagen und Unternehmensebene	28.08.2025
FM Hessen	Förderkulisse Hessen	Digitaler Auftakt mit LEA Hessen	05.02.2025



- Seit 1990 nach Bauingenieurstudium (Vertiefung Wasserwesen), wiss. Mitarbeiterin am ISAH, 1998 kommissarische Oberingenieurin,
- seit 2000 Bereichsleitung Siedlungswasserwirtschaft, Wasserversorgung und Industrielle WaWi → Forschungsfeldleitung Abwasser und Wassermanagement



Kernkompetenzen: → kommunale und industrielle Abwasserreinigung
→ Gesamtbetrachtung Kanal/Kläranlage/Gewässer
→ Verfahrensentwicklung und -optimierung im Bereich der biologischen Abwasserreinigung, Hochlast und N/P-Elimination, Biofilm
→ modelltechnischen Abbildung sowie Simulation biologischer Vorgänge, Bewertung und Konzeptionierung nachhaltiger Gesamtkonzepte

Aktuell: → energieeffiziente Behandlung und Kombination anaerober und aerober Hochleistungsverfahren
→ Verfahrensoptimierung Stickstoffeliminationsverfahren – Deammonifikation, N₂O-Emission
→ Einbindung der Phosphorrückgewinnung in kommunale Anlagenkonzepte
→ energetisch optimierte Betriebskonzepte kommunaler Anlagen (regionale Einbindung und Verbund)
→ strategische Investitionsplanung – integrale Ansätze – Sektorkopplung
→ Transformation städtischer Entwässerungssysteme im Bestand (qbTE)
→ Stadtwasser - komplementäre urbane Wasserversorgung
→ Datenmanagement und Controlling in Bau und Betrieb
→ Medienübergreifender Bewertung von Verfahren (z.B. LCA, BREF) mit aktuellem Schwerpunkt der Quantifizierung von prozessinduzierten THG-Emissionen (N₂O und CH₄)



- Seit 1990 nach Bauingenieurstudium (Vertiefung Wasserwesen) wiss. Mitarbeiterin am ISAH
- 1998 kommissarische Oberingenieurin,
- seit 2000 Bereichsleitung Siedlungswasserwirtschaft, Wasserversorgung und Industrielle WaWi → Forschungsfeldleitung Abwasser und Wassermanagement

Kernkompetenzen: → kommunale und industrielle Abwasserreinigung
→ Gesamtbetrachtung Kanal/Kläranlage/Gewässer
→ Verfahrensentwicklung und -optimierung im Bereich der biologischen Abwasserreinigung, Hochlast und N/P-Elimination, Biofilm
→ modelltechnischen Abbildung sowie Simulation biologischer Vorgänge, Bewertung und Konzeptionierung nachhaltiger Gesamtkonzepte

Kombination von **grundlagenorientierter Forschungstätigkeit** und praxisnaher Erarbeitung **anwendungsspezifischer** und **individueller Lösungsansätze**

- Sprecherin/Mitglied verschiedener Fachausschüsse der **DWA**
HA KEK, FA-KEK 1, KEK 1.3; FA KEK 7, KEK 7.7; FA WI 2, WI 2.4, FA Wi 6, Wi 6.4
FA KA 6, FA KA 2, AG KA 2.4; FA BIZ-7
- Mitglied **DWA, IWA & BuildingSmart** Deutschland FG Wasser

Dr.-Ing. Arne Freyschmidt

- Seit 2020 nach Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen (Vertiefung Wasserwirtschaft) wiss. Mitarbeiter am ISAH
- Seit 2024 Post-Doc am ISAH



Kernkompetenzen: → Dynamische Simulation der biologischen Abwasserreinigung, Schwerpunkt N_2O
→ Analyse des N_2O -Emissionsgeschehens, Entw. von Reduktionsmaßnahmen
→ Einbindung von Künstlicher Intelligenz beim Betrieb der Abwasserreinigung
→ modellgestützte System- und Prozesskettenoptimierung unter Berücksichtigung verschiedener Bewertungskriterien (Kosten, Emissionen, Energie...)

Aktuell: → Untersuchung der sektorgekoppelten Wasserstoff- und Sauerstofferzeugung auf Kläranlagen
→ Entwicklung von Waste-to-Energy-Konzepten für Kreuzfahrtschiffe
→ N_2O -Emissionsbestimmung, Ursachenanalyse, Minderungsmaßnahmen
→ Entwicklung intelligenter Regelstrategien für die Abwasserreinigung
→ modellgestützte Strategieentwicklung und -planung
→ KI-gestützte Wasserbedarfsprognose
→ intelligente Speicherauslegung und -bewirtschaftung

- Seit 2020 nach Studium des Bauingenieurwesens an der RWTH Aachen (Vertiefung Wasserwirtschaft) wiss. Mitarbeiter am ISAH
- Seit 2024 Post-Doc am ISAH



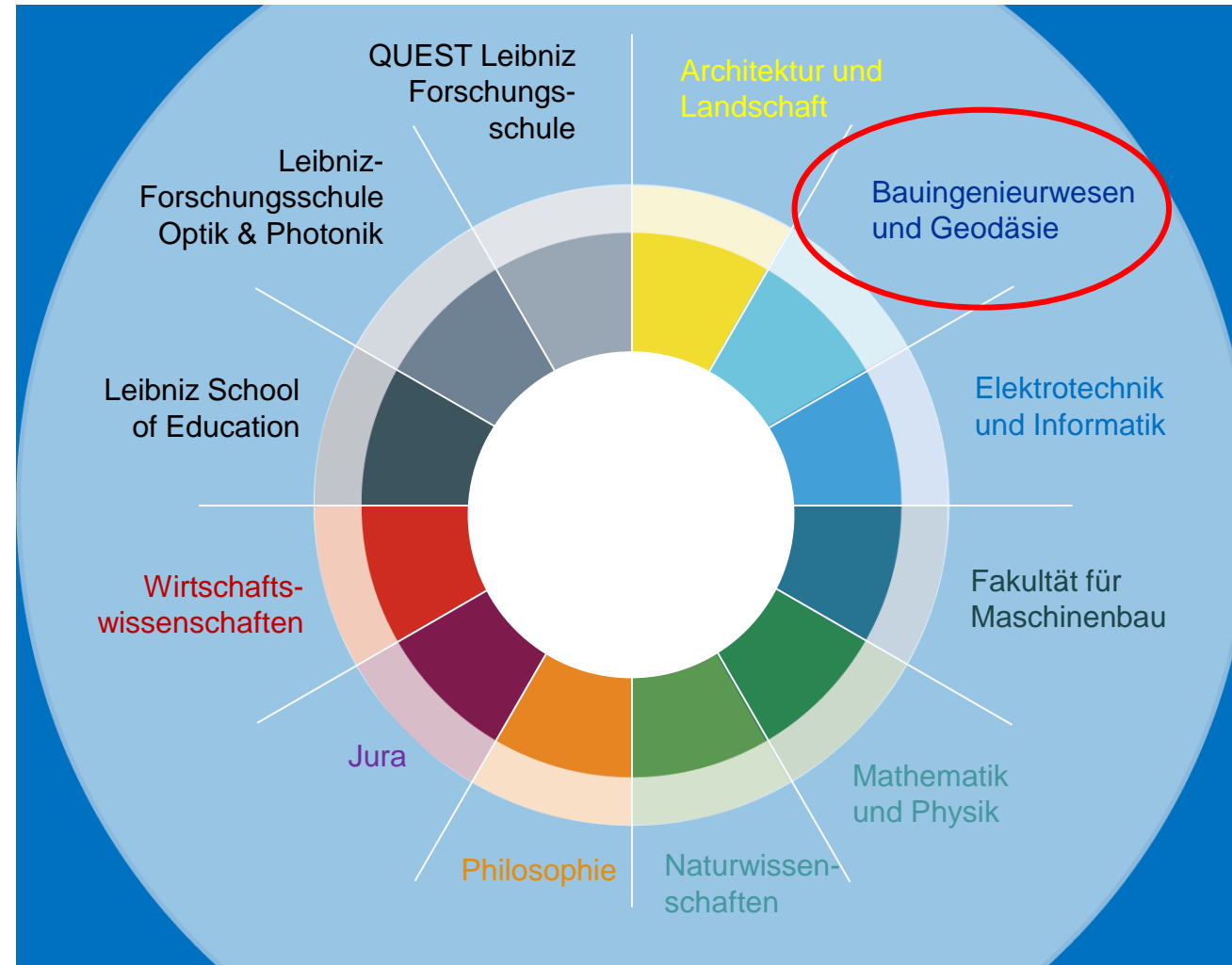
Kernkompetenzen: → Dynamische Simulation der biologischen Abwasserreinigung, Schwerpunkt N_2O
→ Analyse des N_2O -Emissionsgeschehens, Entw. von Reduktionsmaßnahmen
→ Einbindung von Künstlicher Intelligenz beim Betrieb der Abwasserreinigung
→ modellgestützte System- und Prozesskettenoptimierung unter Berücksichtigung verschiedener Bewertungskriterien (Kosten, Emissionen, Energie...)

Erarbeitung **intelligenter digitaler Lösungsansätze** für spezifische Anwendungsprobleme in der Siedlungswasserwirtschaft

- Mitglied im Fachausschuss FA KA 2 und der Arbeitsgruppe KEK 7.7, Sprecher der AG KA 2.2 der **DWA**



- RWTH Aachen
- TU Berlin
- TU Braunschweig
- TU Darmstadt
- TU Dresden
- **LU Hannover**
- Karlsruher Inst. f. Tech.
- TU München
- Universität Stuttgart

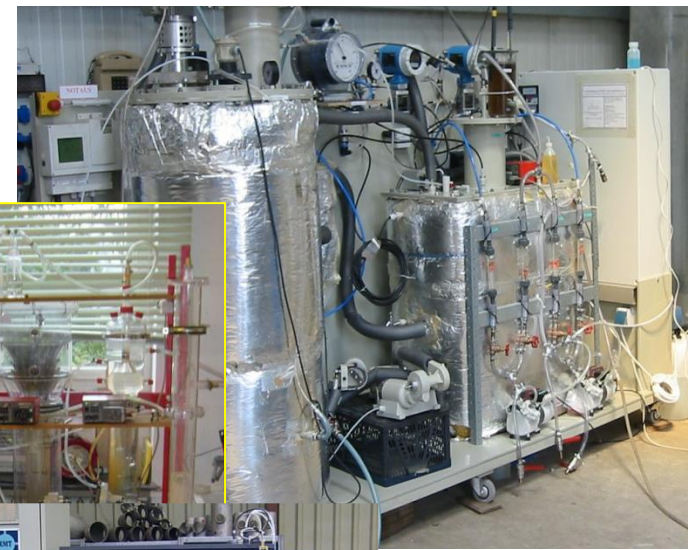


Institut für
Siedlungswasserwirtschaft und
Abfalltechnik der
Leibniz Universität Hannover

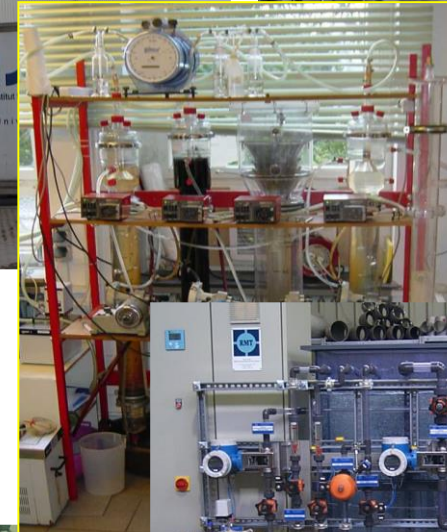


Studierende
27.229 im WS 2023/24

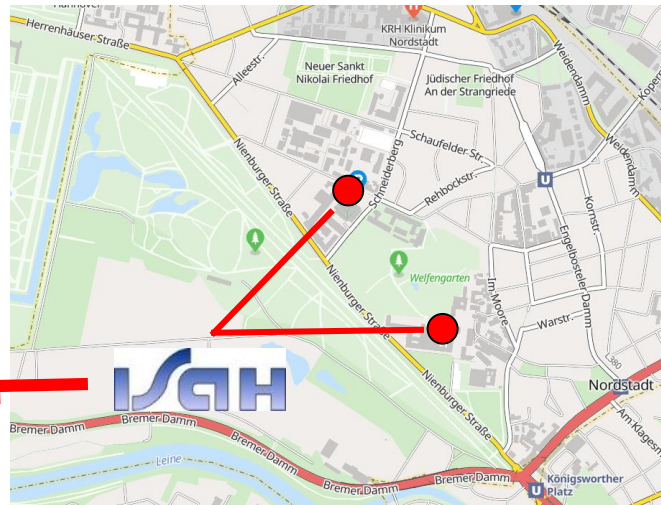
ISAH: Standort und Ausstattung



Versuchstechnik
fragestellungspez.
zusammengestellt

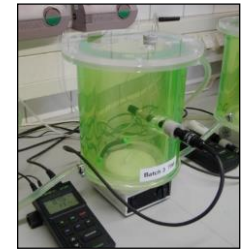
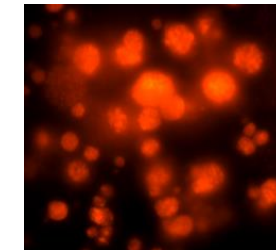


Technikum KW HH/SEH



**Bio- und
Abwasserlabore:**

FISH
qPCR
Mikroskopie
GC/GCMS



Forschungsschwerpunkte und -vernetzung



Forschungsfeld
**Abfall- u. Kreislauf-
wirtschaft**

Forschungsfeld
Mikrobiologie

Forschungsfeld
**Abwasser u.
Wasserwirtschaft**

Forschungsfeld
Trinkwasser

Forschungsgruppe:
Pathogene

Forschungsgruppe:
Anaerobtechnik und Bioenergie

Forschungsgruppe:
Systemmodellierung und -bewertung

Forschungsgruppe:
Industrielle Wasserwirtschaft

Forschungsgruppe:
Maritimer Umweltschutz

Forschungsgruppe:
Siedlungsentwässerung & Urbane Transformation

Forschungsgruppe:
N- und P-Elimination & -Rückgewinnung

Wissenschaftliche Beratung & Analytik

Dr.-Ing. Maike Beier
Forschungsfeldleitung

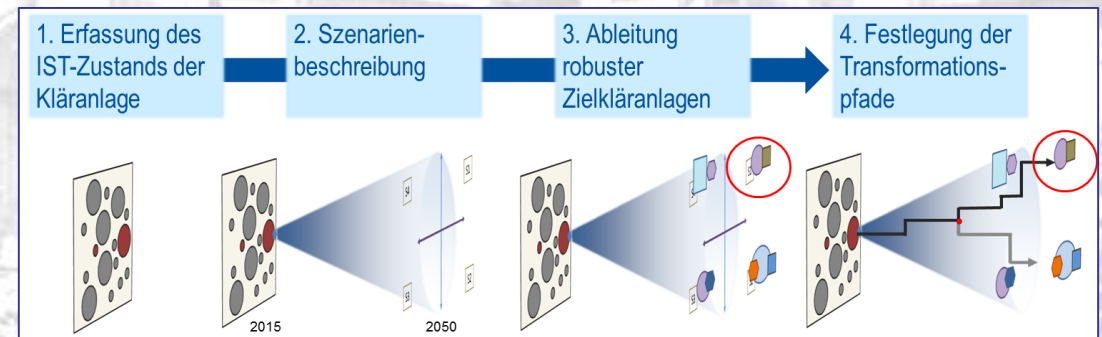
Dr.-Ing. Arne Freyschmidt
Post-Doc

Geschäftsführender Leiter
Prof. Dr.-Ing. S. Köster



STRATEGISCHE PLANUNG

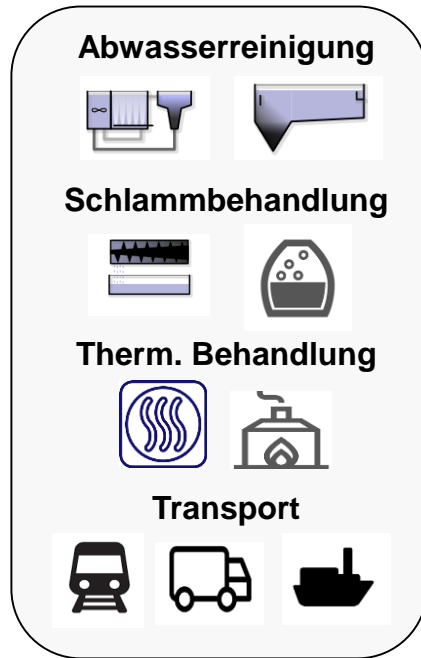
DIGITALER AUFTAKT 24.02.25



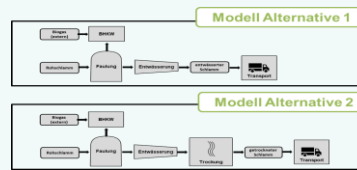
Vorgehen

Stufe A: **Datenanalyse** (Erfassung IST-Zustand) hierauf aufbauend
Stufe B: Verknüpfung verschiedener Verfahrensmodule
→ **Stoffstrombilanzmodell** der Anlage

Modulbibliothek mit hinterlegten
Daten & Zusammenhängen,
Einbindung fallspez. Information



Simulation
Verfahrenskette(n)



Stufe C:
Szenarien-
analyse der
Alternativen

Stoffströme

Ablaufwerte (Frachten)
Schlammengen
CO₂e-Emissionen
Energiegehalt
....

Anlagengrößen

Materialbedarf
Platzbedarf

Betriebsmittelbedarf

Strom
Wärme
Chemikalien
Persoal
....

Umrechnung in
Bewertungs-
größen

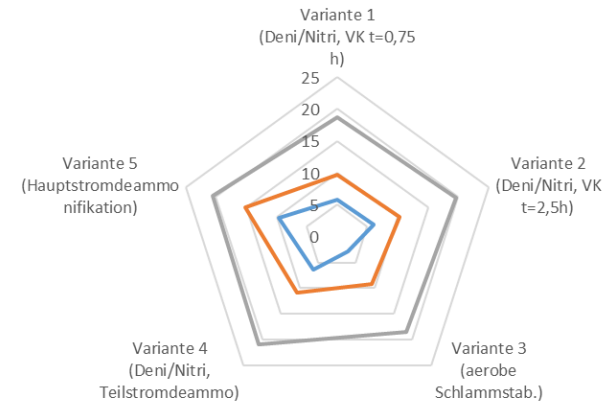
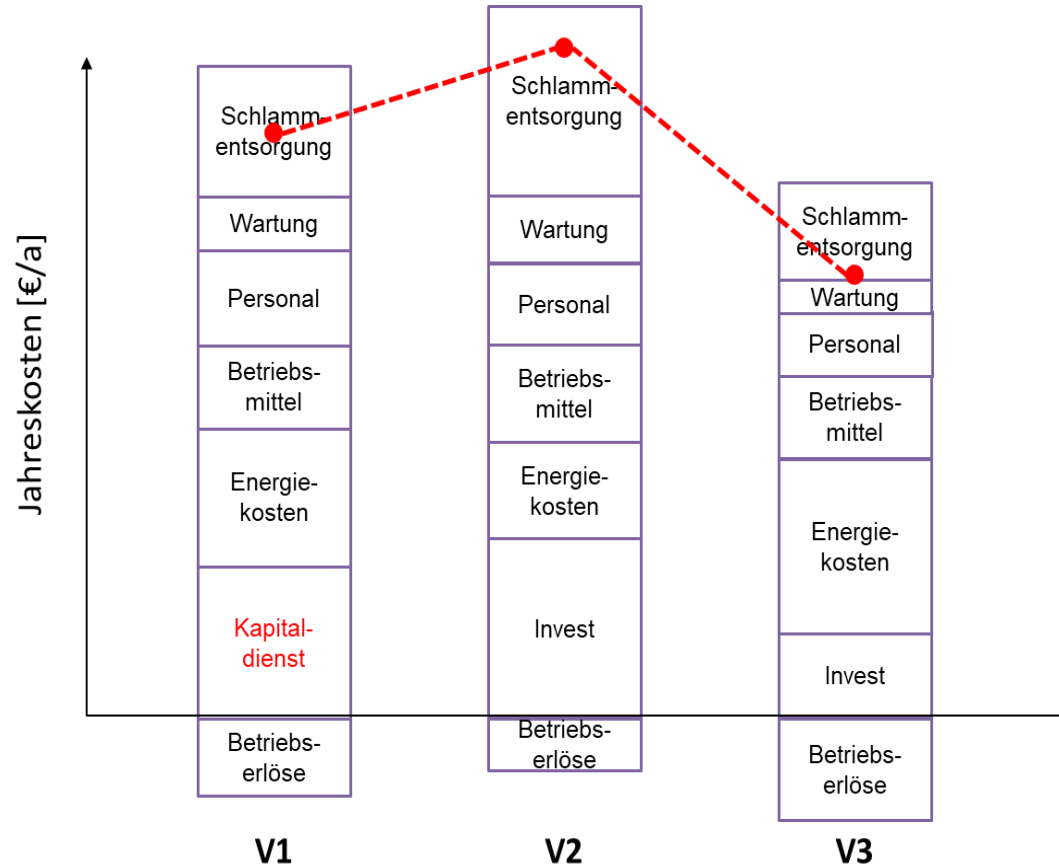
Bewertungskennzahlen
entspr. individueller strategischer
Ziele und Berücksichtigung
lokaler Faktoren

Investitionen
Betriebskosten
Energiebedarf
CO₂e-Footprint
Robustheit
Flexibilität
...

strukturierte Datenbereitstellung
durch Verfahrensgeber

fallspezifische Kennzahlberechnung
unter variabler Belastungen und für alternativen Szenarien
durch „lokalen“ Entscheider

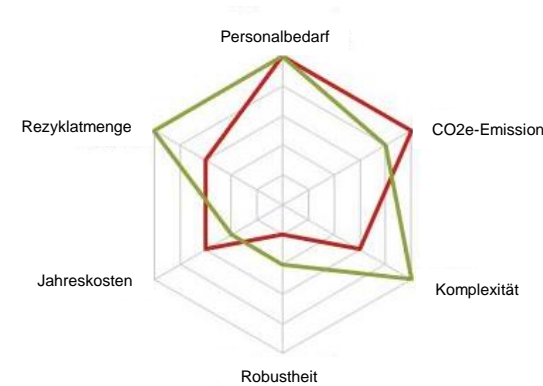
Beispielhafte Bewertungsergebnis



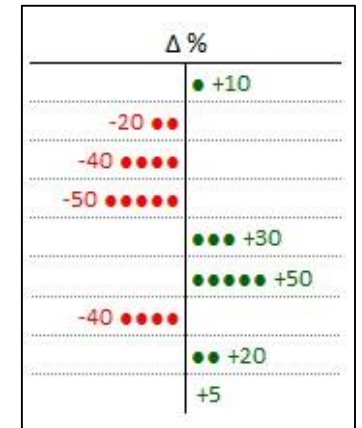
Sensitivität

- Niedrig
- Mittel
- Hoch

Mehrparameter



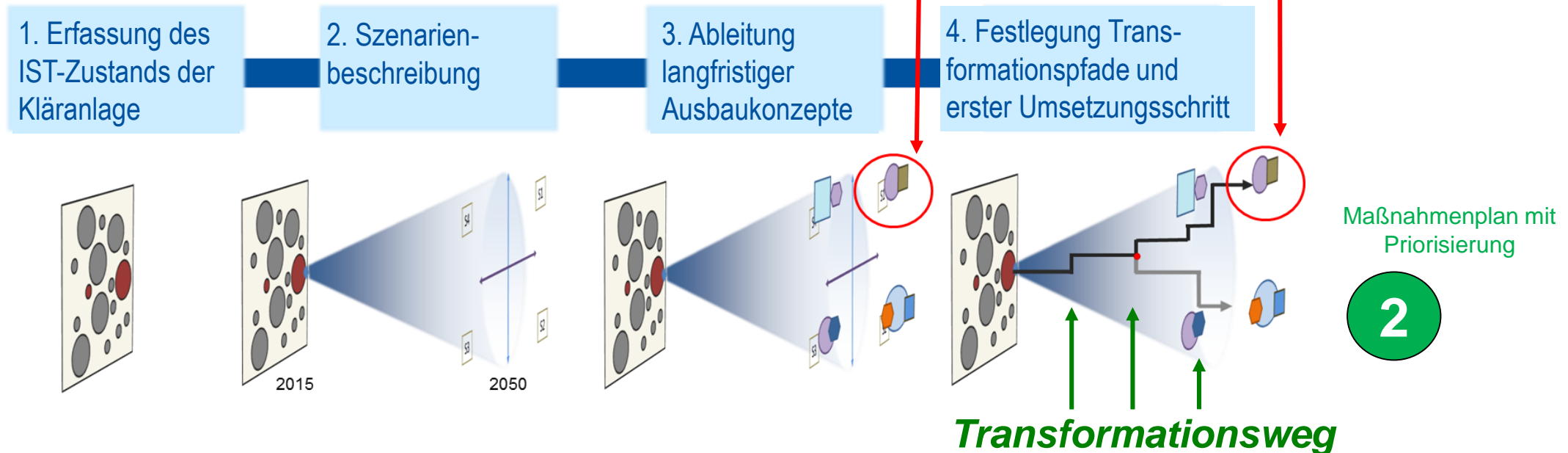
Dashboard



Methodik – strategische Infrastrukturplanung

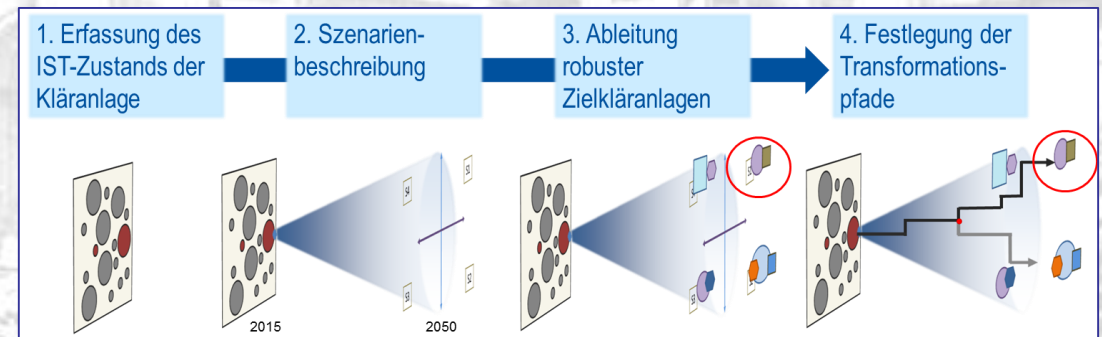
Berücksichtigt:

- Verfahrenstechnische Ausgangssituation → anlagenspezifische Bewertung der Technologieoptionen
- Zukunfts-Szenarien:
 - Innovative Verfahren, Verfahrensentwicklungen
 - Unsicherheit der Rahmenbedingungen
- Langfristfolgen von Investitionsentscheidungen

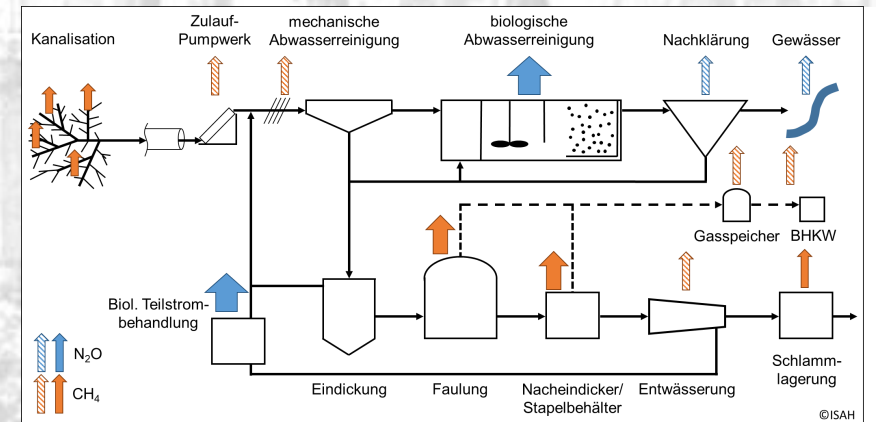


STRATEGISCHE PLANUNG

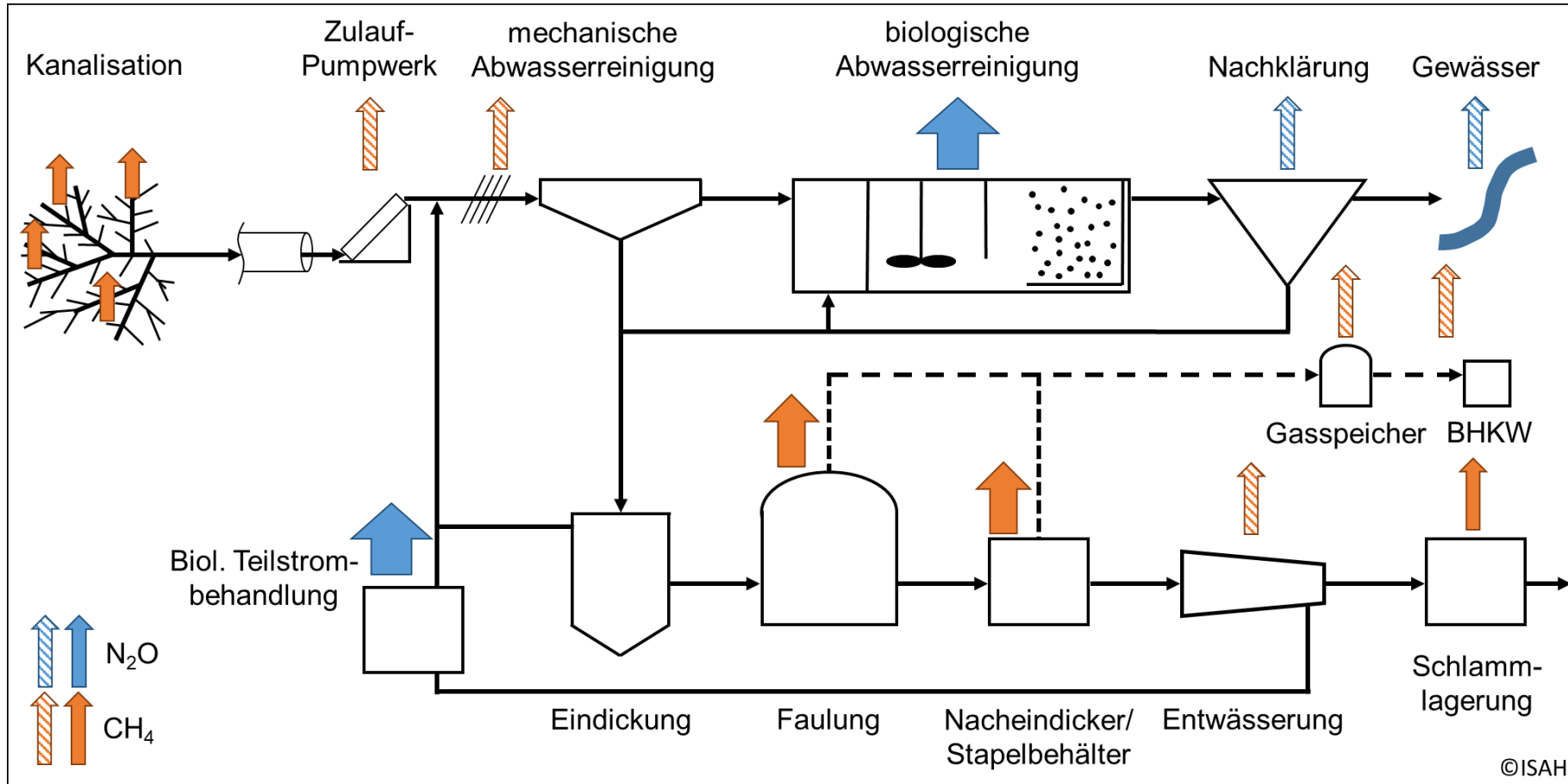
DIGITALER AUFTAKT 24.02.25



DIREKTE THG LACHGAS UND METHAN



Direkte Treibhausgasemissionen des Abwassersektors



~~Kohlendioxid (CO_2)~~

Methan (CH_4)
GWP = 28

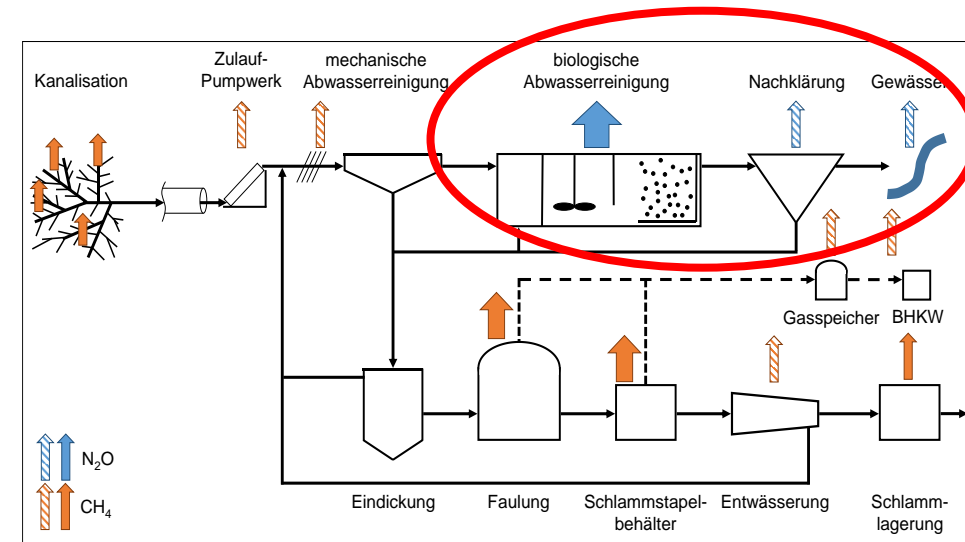
Distickstoffoxid/
Lachgas (N_2O)
GWP = 265



Die auf der KA veratmeten org. C-Verbindungen stammen überwiegend nicht aus fossilen Bindungen (kurzfristiger C-Kreislauf). Durch das beim biologischen Abbau der Biomasse emittierte CO_2 ergibt sich daher keine Veränderung der Konzentration in der Atmosphäre und gilt daher bei der IPCC als **CO_2 -neutral**.

GWP = 265

- **Hauptstrom der Abwasserreinigung**
 - veränderliche Betriebsbedingungen
 - Zulauf dominiert
- **Biologischer Prozess der N-Elimination**
 - biologisches Prozessziel: N₂, CO₂
 - N₂O ist nicht gewollt → entsteht unter betrieblich nicht optimierten Bedingungen

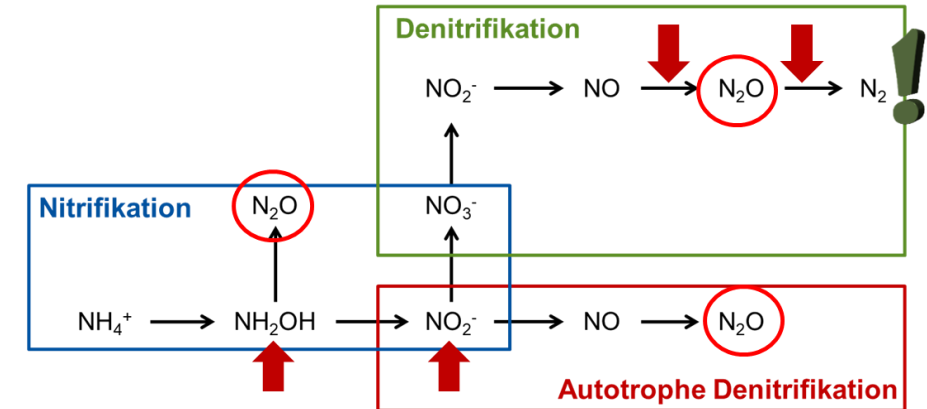


Zusammenfassend:

**Bildungsmechanismen weitgehend bekannt
aber: lokale Milieubdg. unklar im Becken!**

Messungen zeigen auch

Minimierungsziel: N₂O-Emission → 0



Methan
(CH₄)

Rahmenbedingungen

GWP = 28

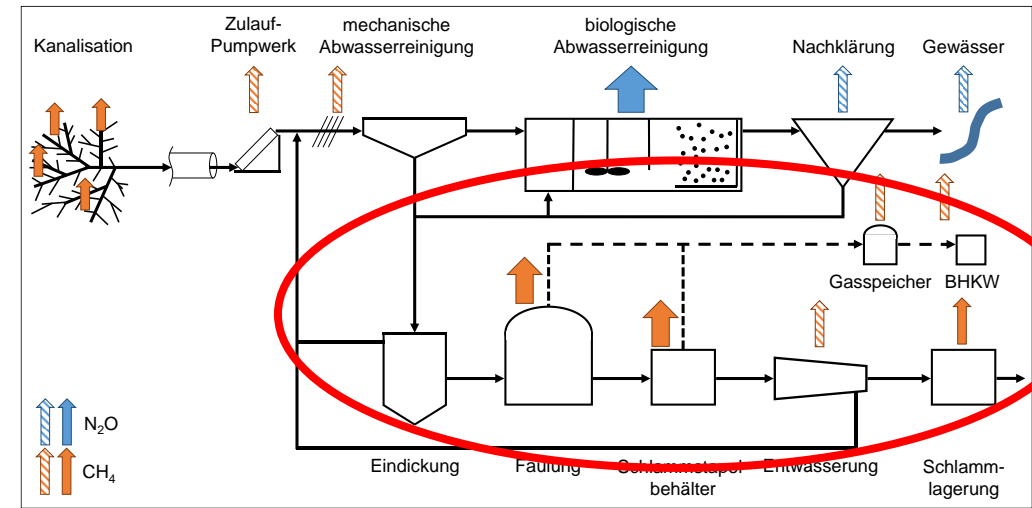
CH₄: Schlammbehandlung:

- Stabiler Betriebsprozess, gezieltes Schlammmanagement möglich
- Prozessziel: Stabilisierung + CH₄-Produktion

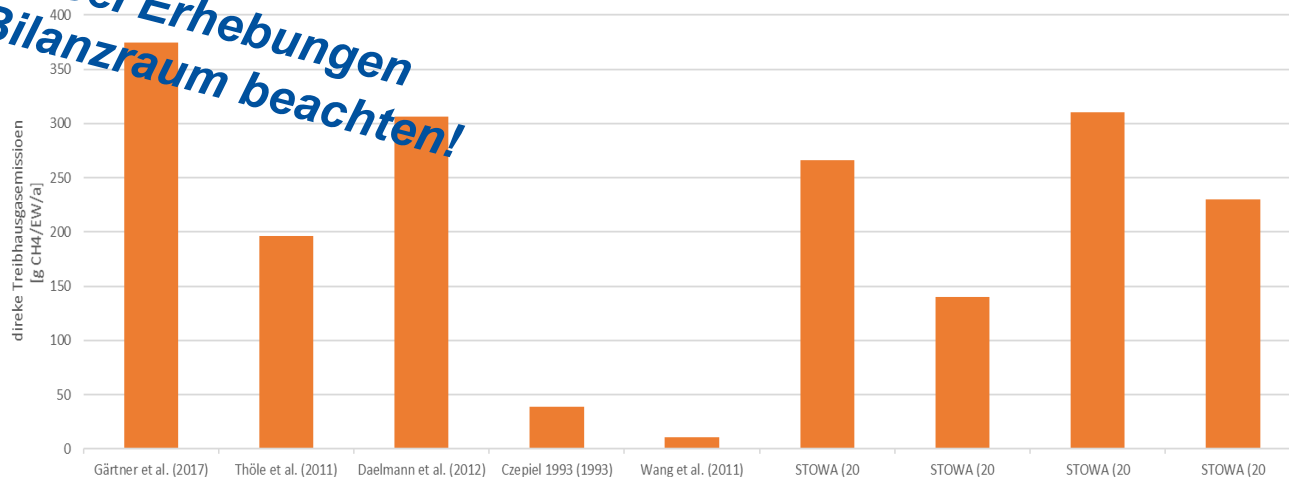
➔ Anfall kontinuierlich in hoher Konzentration

Minimierungsziel: Die Schlammschiene wie einen Produktionsprozess optimieren

➔ **BVT für einzelne Verfahrensstufen**



Bei Erhebungen
Bilanzraum beachten!



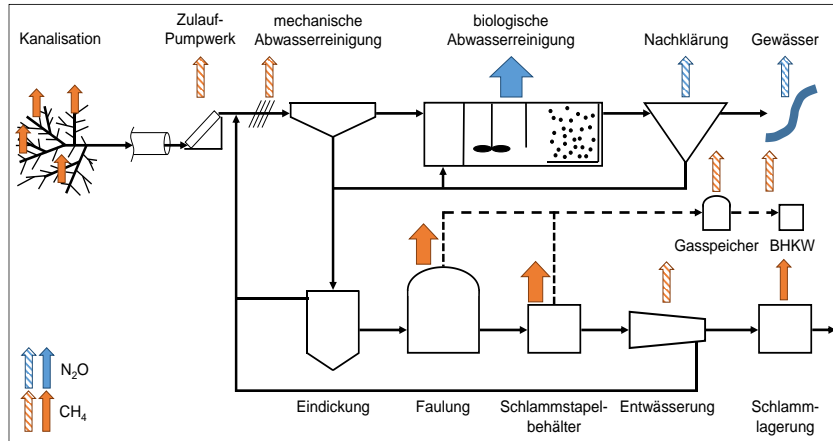
Kontinuierliche Emission durch:

- Schlupf
- Verschleppung
- und Aus- bzw. Nachgasung

➤ **Z.Zt noch Erhebliche Bandbreite der Anlagen**

Treibhausgasemissionen auf Kläranlagen

➤ ...betrieblichen Optimierung



Daten und Anlagenschema mitbringen
zur gemeinsamen „Risiko–Einordnung“

Workshop in Präsenz 08.04.25

- ➔ Relevante Emissionspunkte
- ➔ Messen und bewerten
- ➔ Gemeinsame Sichtung und Einordnung der KA



Direkten Emissionen
prozessstufen- und
verfahrensspez.

➤ Verfahrensentscheidungen



Wirtschaftlichkeit allein
reicht nicht mehr...

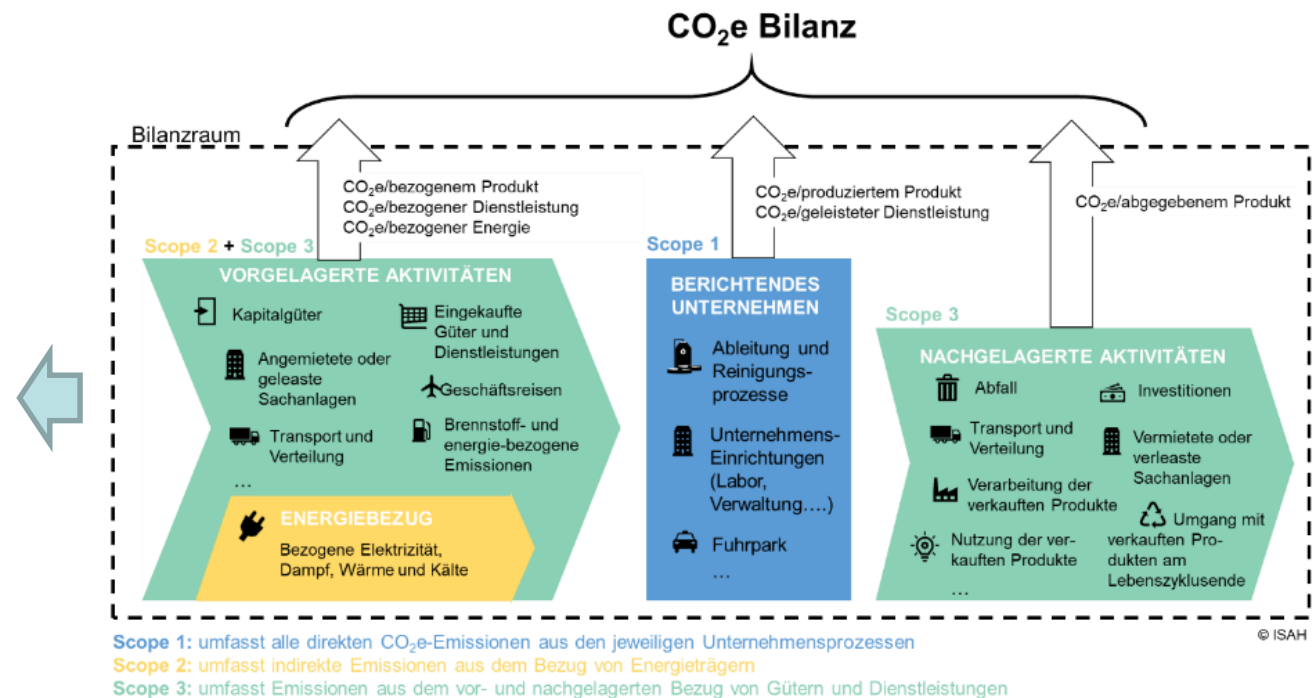
... auch noch CO₂e-Fußabdruck
minimieren...

- Ökonomische Bewertungsverfahren:
Dynamische Kostenvergleichsrechnung,
Kosten-Nutzen-Analyse
- Ökologische Bewertungsverfahren:
Ökobilanz, Lebenszyklusanalyse
(Life-Cycle-Analysis - LCA)
- Umweltverträglichkeitsprüfung
- Risikoanalysen
- Multikriterielle Bewertungsverfahren
- Strategische Planungsansätze

Treibhausgasemissionen auf Kläranlagen

➤Unternehmensbilanzierung und Berichtswesen (IPPC)

Direkte + Indirekte Emissionen
 prozessstufen- und verfahrensspez.
 Bilanzieren und Berichten



CO₂e-Bilanzierung auf Kläranlagen und Unternehmensebene

Digital-Workshop 28.08.25