

Sickerwasserreinigung:

Verfahren, Umrüstung von Bestandsanlagen,
Fallbeispiel Deponie Vereinigte Ville, Köln

Dr.-Ing. Süleyman Yüce^a

Dr.-Ing. Klaus Arz^b

^aSTEP Consulting GmbH, Eupenerstr. 30, 52062 Aachen, Germany

^bAVG Abfallentsorgungs- und -verwertungsgesellschaft Köln mbH, Köln

*„Alles menschliche Tun und Denken geht den Weg vom **Primitiven** über das **Komplizierte** zum **Einfachen**“*

- Antoine de Saint-Exupéry (1900-1944)

Historie der Sickerwasserbehandlung

C Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle

(1) An das Abwasser werden für die Einleitungsstelle in das Gewässer folgende Anforderungen gestellt:

	Qualifizierte Stichprobe oder 2-Stunden-Mischprobe	
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	200
Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅)	mg/l	20
Stickstoff, gesamt, als Summe aus Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff (N _{ges})	mg/l	70
Phosphor, gesamt	mg/l	3
Kohlenwasserstoffe, gesamt	mg/l	10
Stickstoff aus Nitrit (NO ₂ -N)	mg/l	2
Fischgiftigkeit (G _F)		2



§ 7a WHG:
Abwasserreinigung
Vorschrift

Ermessen der
Wasserbehörde

Novellierung WHG:
Deponiesickerwasser
wird Abwasser

Anhang 51:
Grenzwerte

kein Abwasser!!

AbwV ersetzt
Rahmen-AbwVwV:
Neue Grenzwerte

Auslaufen aller
Sondergenehmigungen
nach TA Siedlungsabfall:
Sickerwasser und
-bestandteile sind
Sondermüll

1976

1986

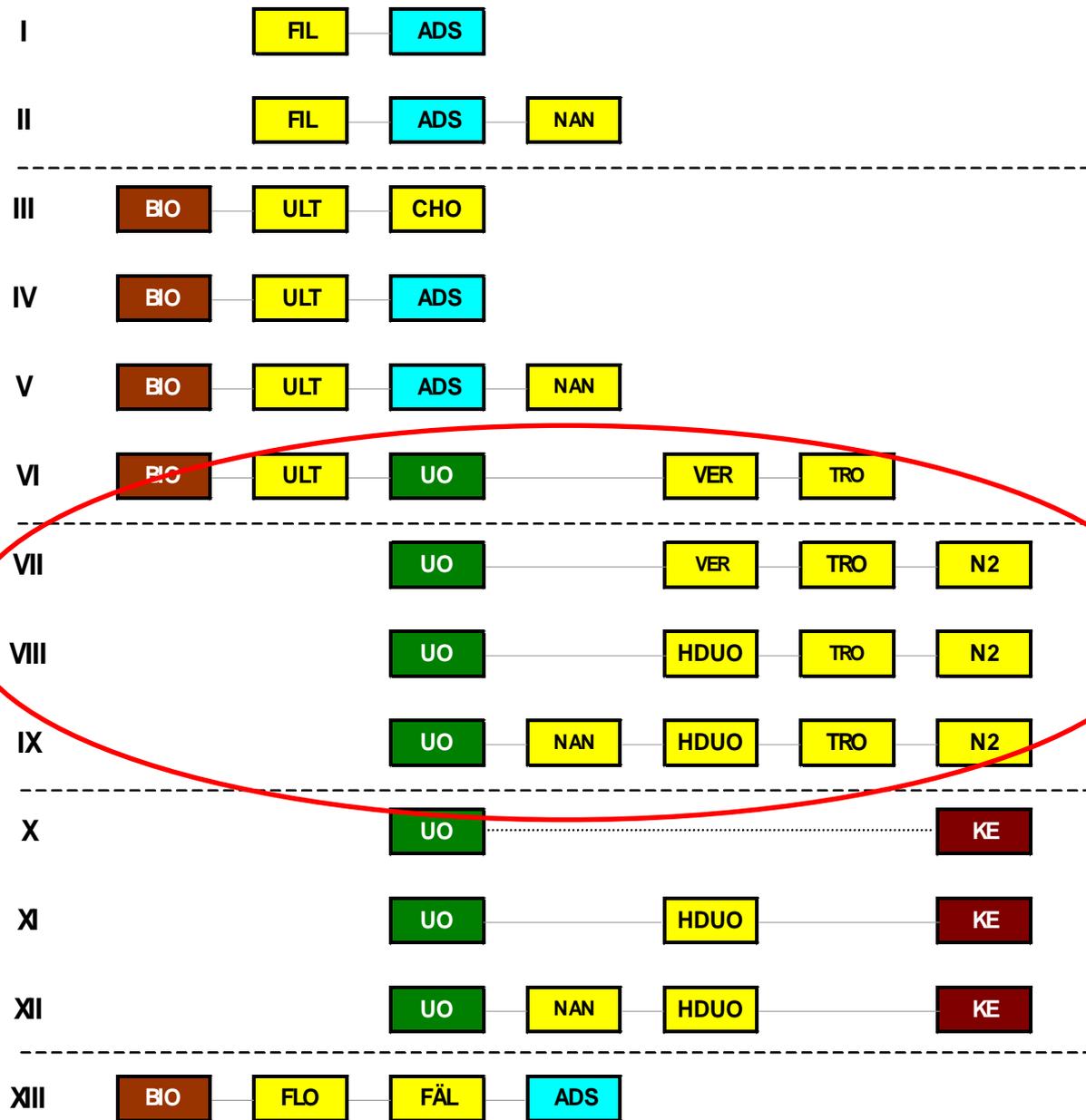
1990

1997

2005

Einzelverfahren zur Sickerwasserreinigung

Verfahrenskombinationen



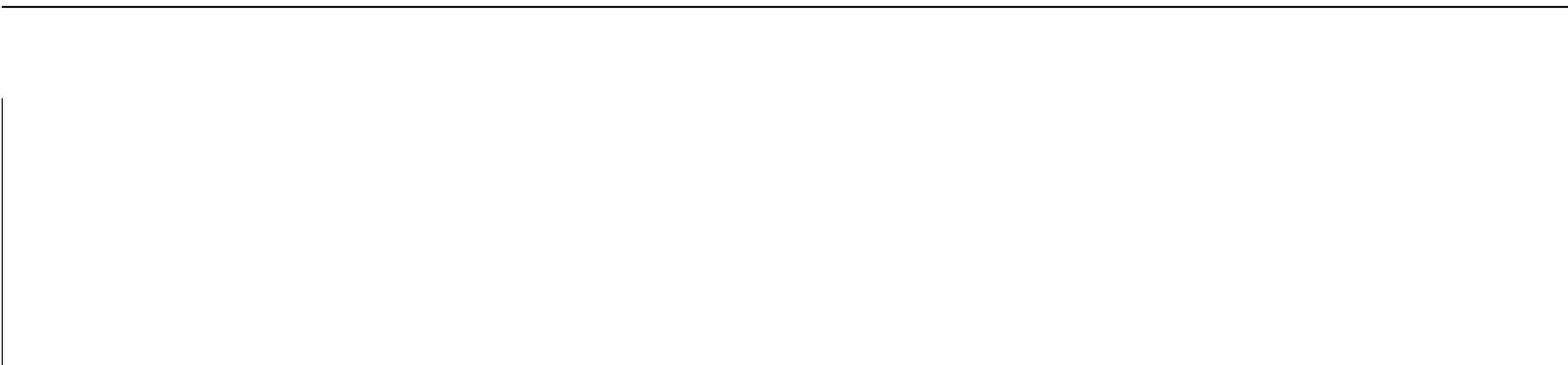
- ADS Adsorption
- BIO Biologie
- CHO Chemische Oxidation
- KE Konzentrationsentsorgung
- FIL Sandfiltration
- N2 Stickstoffausschleusung
- NAN Nanofiltration
- TRO Trocknung
- ULT Ultrafiltration
- UO Umkehrosmosose
- HDUO Hochdruckumkehrosmosose
- VER Verdampfung
- FLO Flockung
- FÄL Fällung

Sickerwasserbehandlung & Gasnutzung Zentraldeponie "A"

ZLD Deponiesickerwasserreinigung (Zentraldeponie "A")



Rohsickerwasser Biologie / Ultrafiltration Umkehrosmose Verdampfung Trocknung

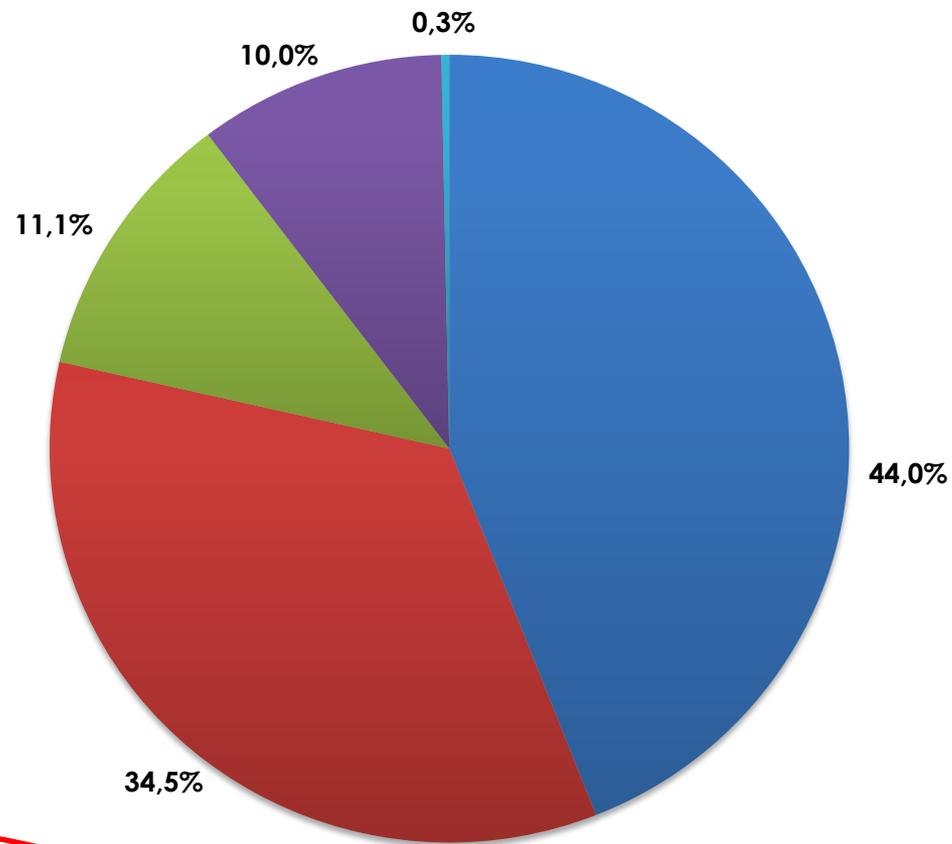


Elektrischer Energie Bedarf

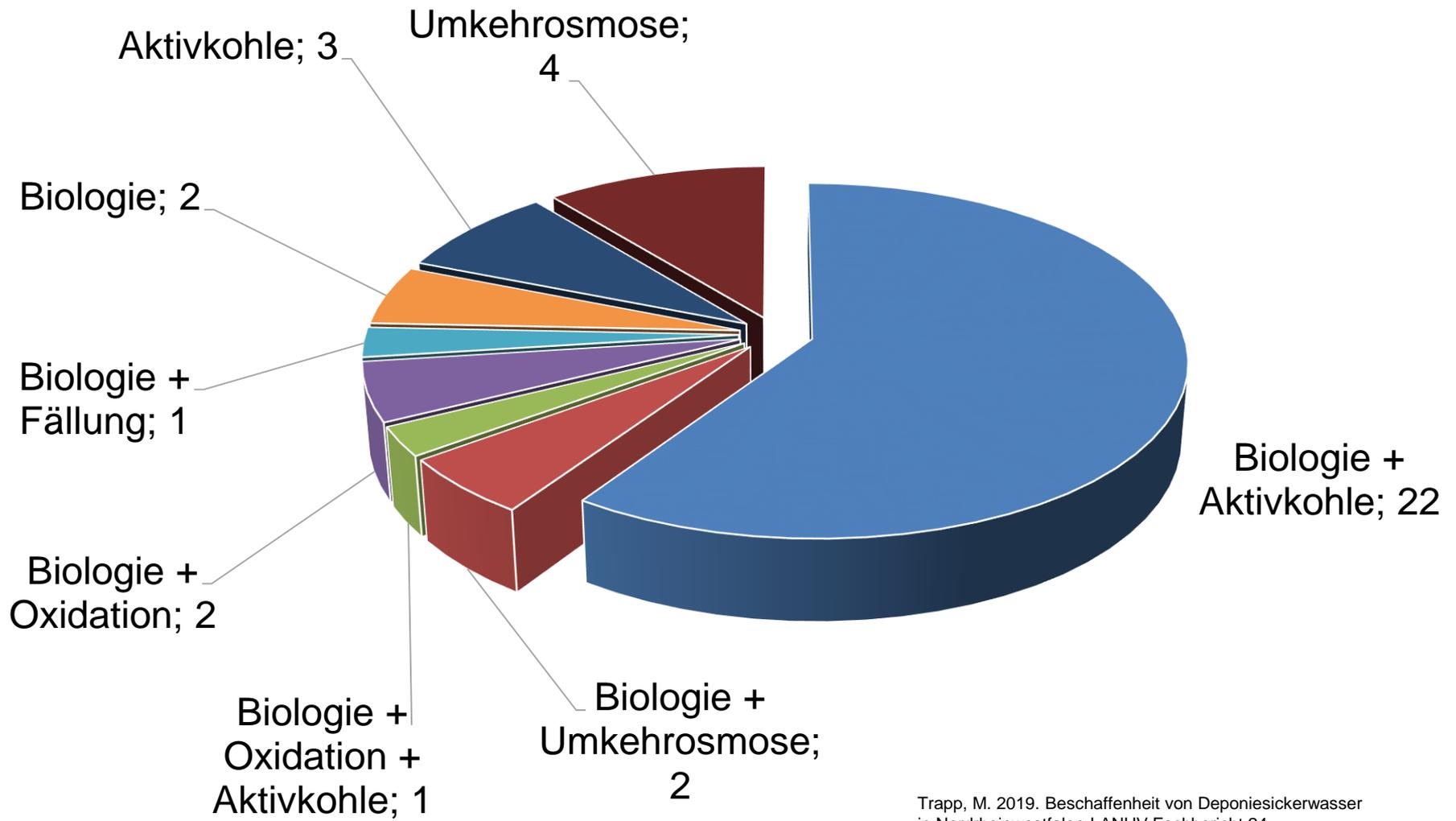
Anlagenteil	Leistungsbedarf im Betrieb [kW]
Biologie + Ultrafiltration	337
Umkehrosmose	264
Verdampfung	85
Trocknung	76
Dampferzeugung	2
Gesamt:	765

Behandeltes Sickerwasser: 10 m³/h

Spezifischer Energiebedarf: 76,5 kWh/m³



Sickerwasserbehandlung bei Siedlungsabfaldeponien in NRW 2018



Trapp, M. 2019. Beschaffenheit von Deponiesickerwasser in Nordrheinwestfalen LANUV Fachbericht 24

Deponie Vereinigte Ville



- 1970 bis 1997 Hausmülldeponie
- 1998 bis 2005 Deponie für Gewerbe- und Industrieabfälle
- Seit Juni 2005 Deponie für mineralische Abfälle der Deponieklasse II
- Gesamtvolumen 26 Mio. m³ auf ca. 90 ha Gesamtfläche
- Ca. 220 Gasbrunnen, Verwertung im BHKW mit 3 MW Leistung
- 200.000 m³/a Sickerwasser

Auslegungswerte dritte Sickerwasserreinigungsanlage

Parameter	Betrag	Einheit
jährliche Sickerwassermenge	200.000	m ³ /a
CSB-Konzentration im SiWa-Zulauf	12.500	mg/l
BSB ₅ -Konzentration im SiWa-Zulauf	5.000	mg/l
N _{ges} -Konzentration im SiWa-Zulauf	2.200	mg/l
AOX-Konzentration im SiWa-Zulauf	1,3	mg/l
P _{ges} -Konzentration im SiWa-Zulauf	3,5	mg/l
CSB-Konzentration gereinigtes SiWa	250	mg/l

Ausgewählte Verfahrenskombinationen zur Erweiterung der Sickerwasserreinigungsanlage „short list“

Legende:

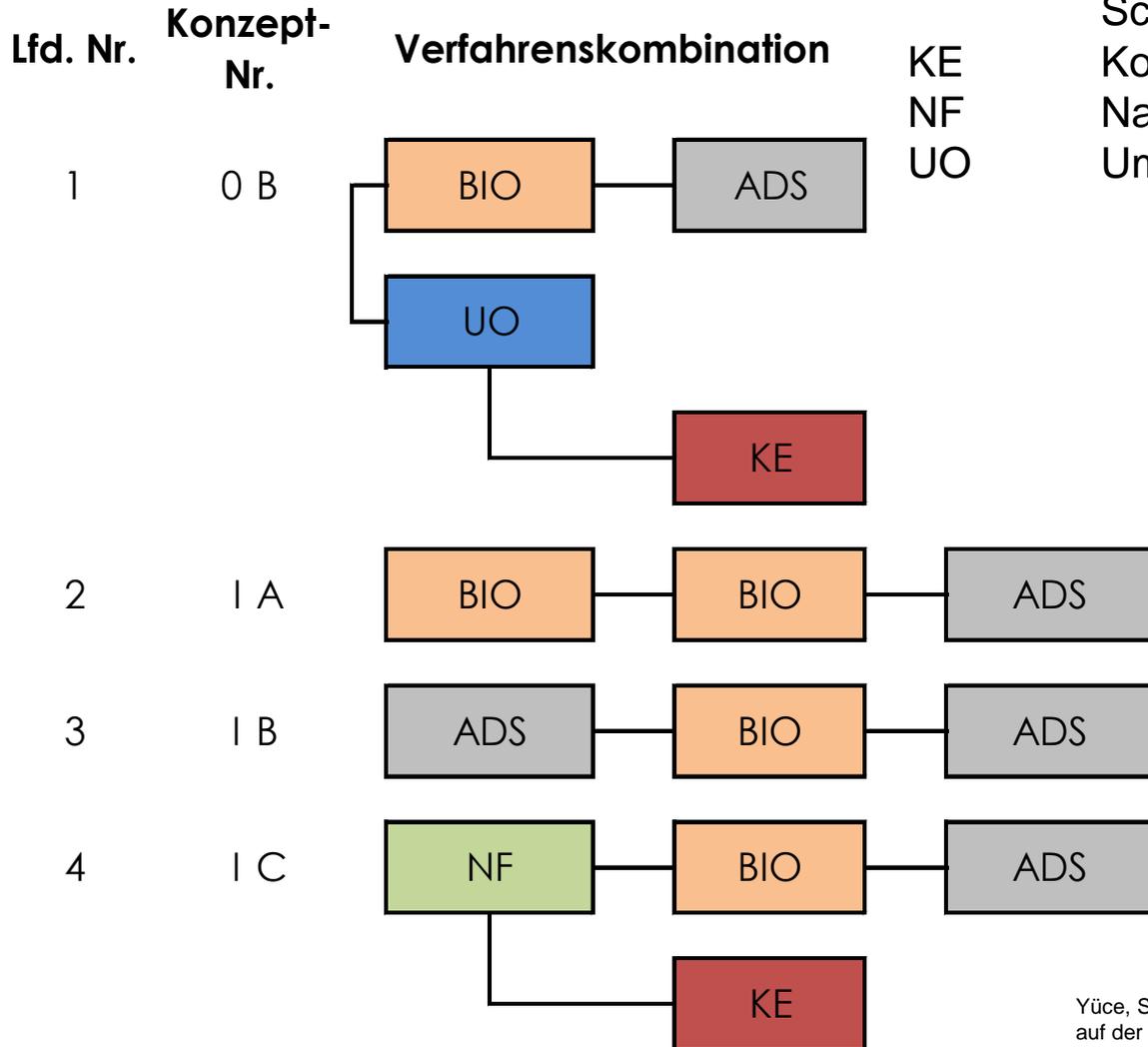
ADS Adsorption (Festbettaktivkohle)

BIO Reaktorbiologie/ Ultrafiltration/ Schlammbehandlung/ Schlammentsorgung

KE Konzentrationsentsorgung

NF Nanofiltration

UO Umkehrosmose

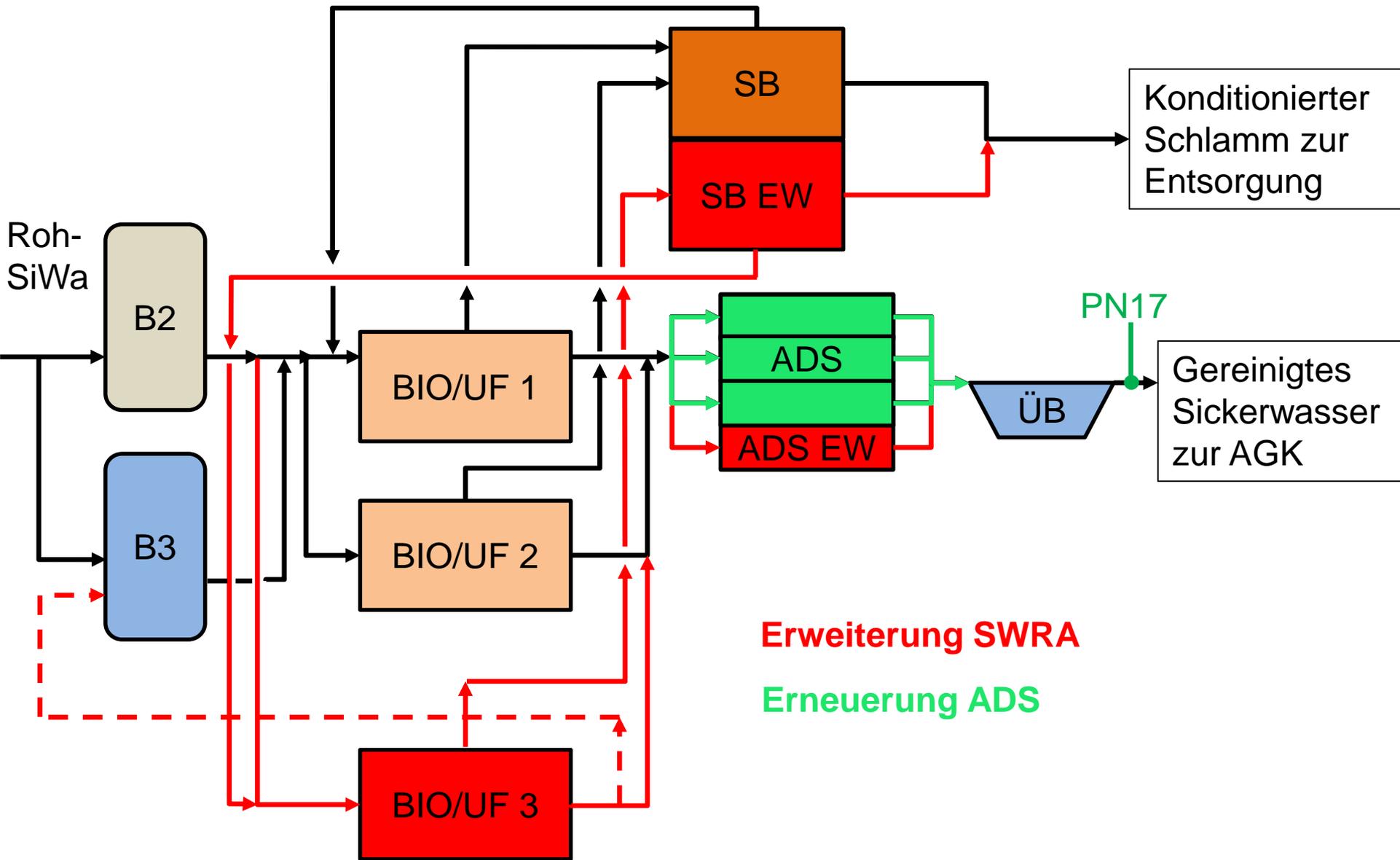


Kostenvergleich der untersuchten Konzepte „short list“ I

Konzept	Jährliche Kapitalkosten [€/a]	Jährliche Fixe Kosten [€/a]	Jährliche Variable Kosten [€/a]	Jährliche Gesamtkosten [€/a]	Spezifische Kosten [€/m³]
OB Ist-Zustand	0	1.060.000	4.217.000	5.277.000	26,39
IA vorgesch. BIO	573.000	899.000	2.432.000	3.904.000	19,52
IB vorgesch. ADS	165.000	814.000	8.542.000	9.521.000	47,61
IC vorgesch. NF	211.000	823.000	3.670.000	4.704.000	23,52

Erweiterung & Erneuerung der Sickerwasserreinigung

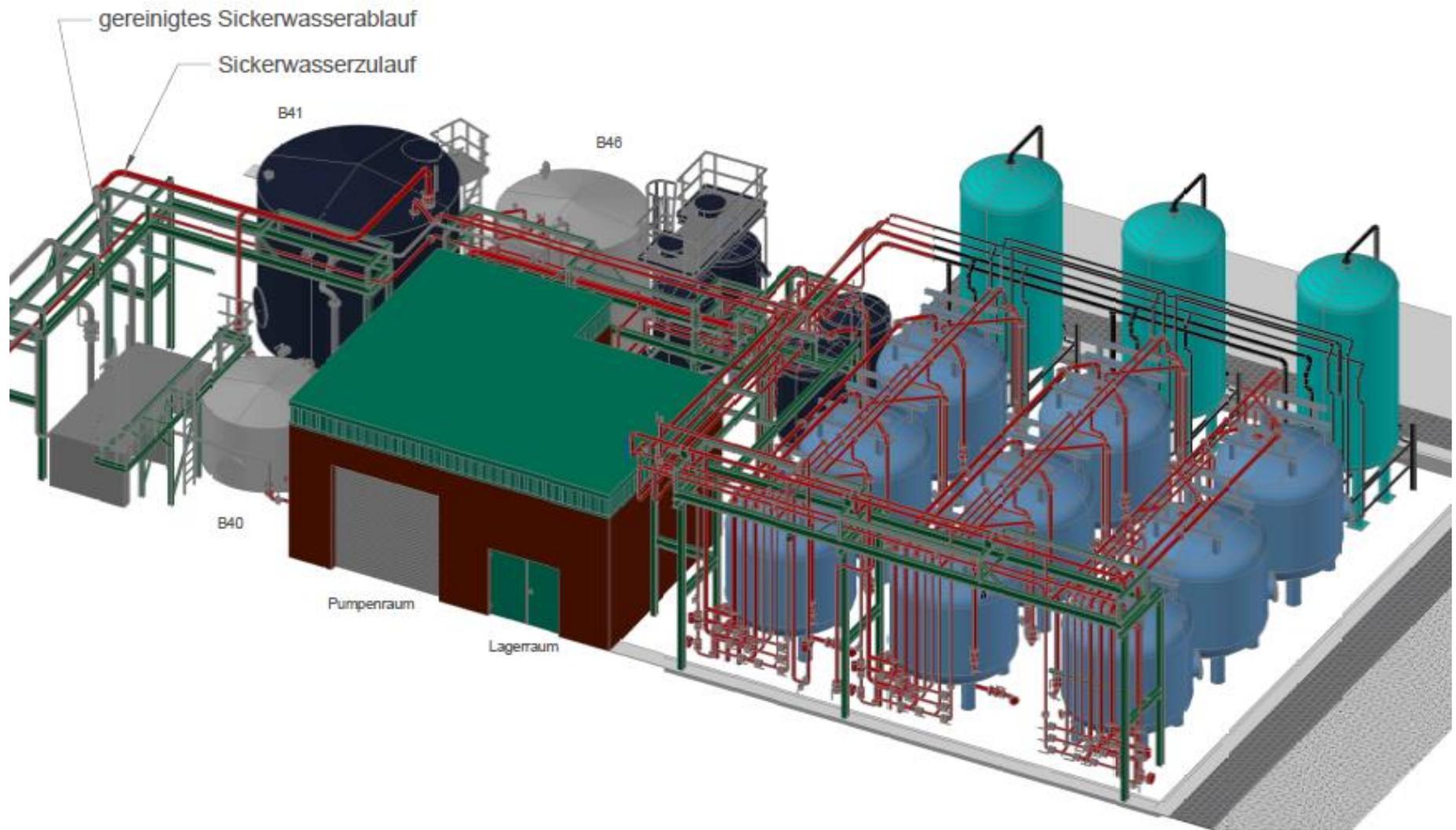
Bestehende SWRA



Erweiterung SWRA

Erneuerung ADS

Erweiterung der ADS: Vierte Adsorptionsstraße

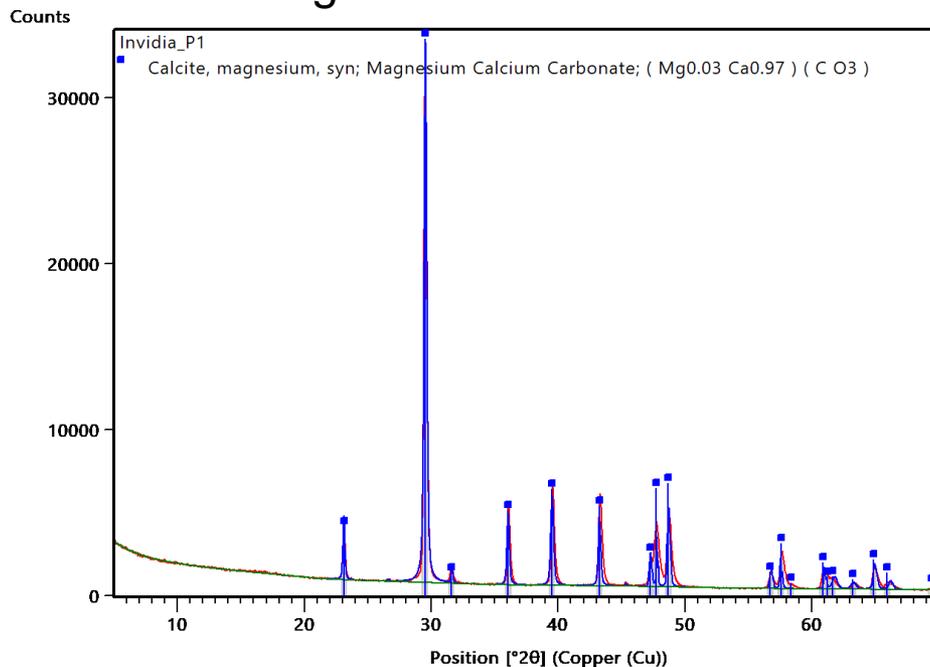


Erneuerung der ADS: Austausch der Rohrleitungen

Verkrustung der Rohrleitungen in der Adsorptionsstufe:

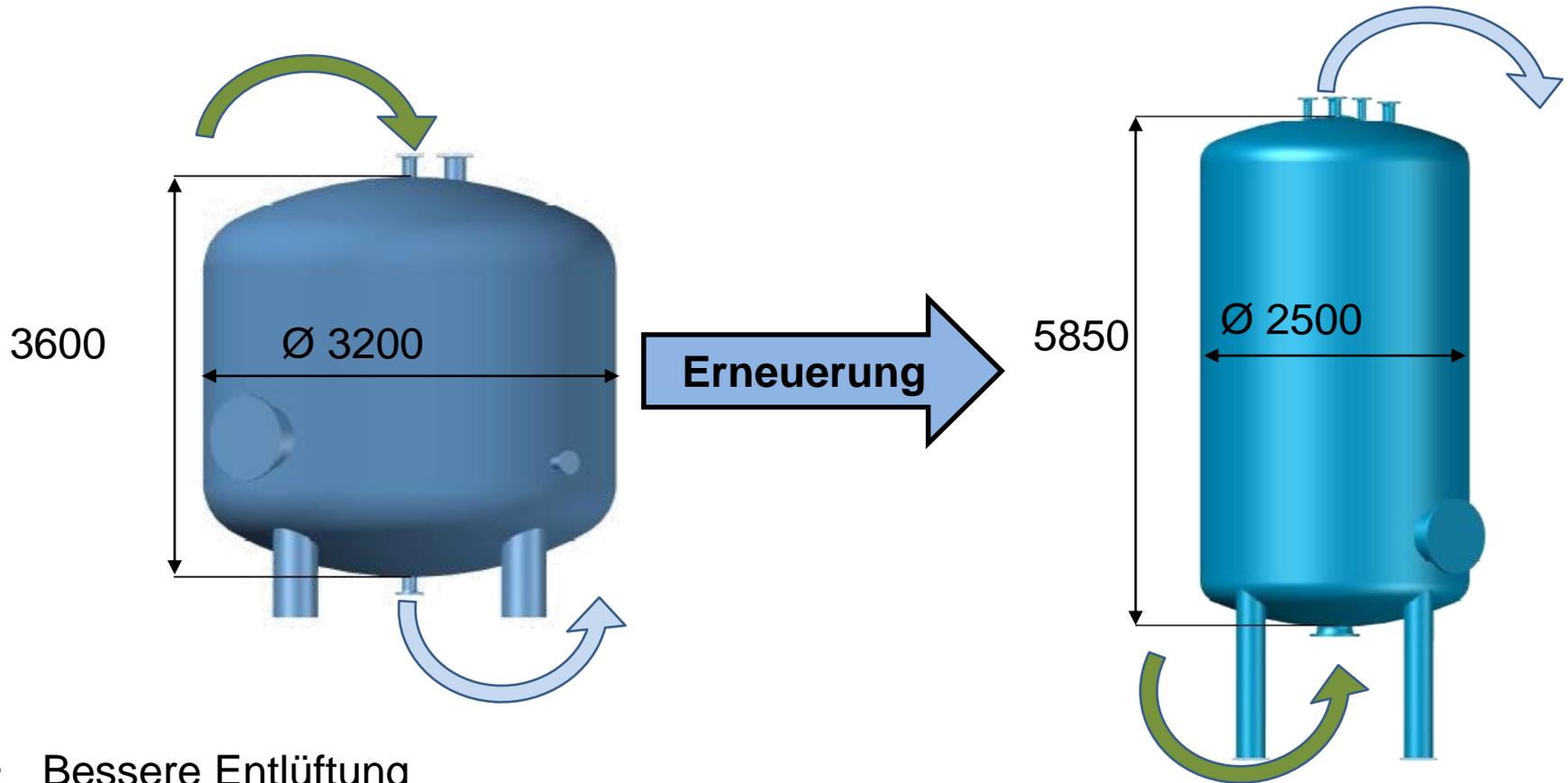


Zusammensetzung der Inkrustationen:



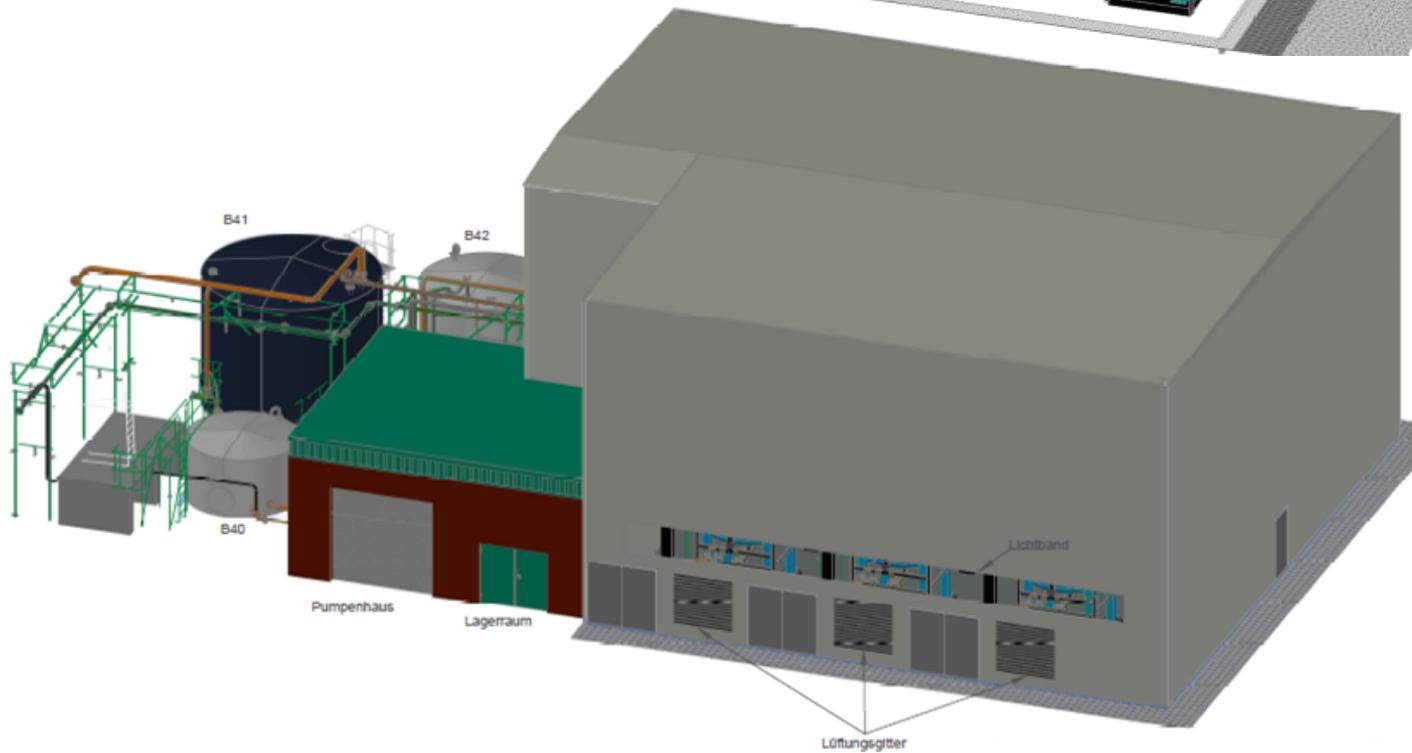
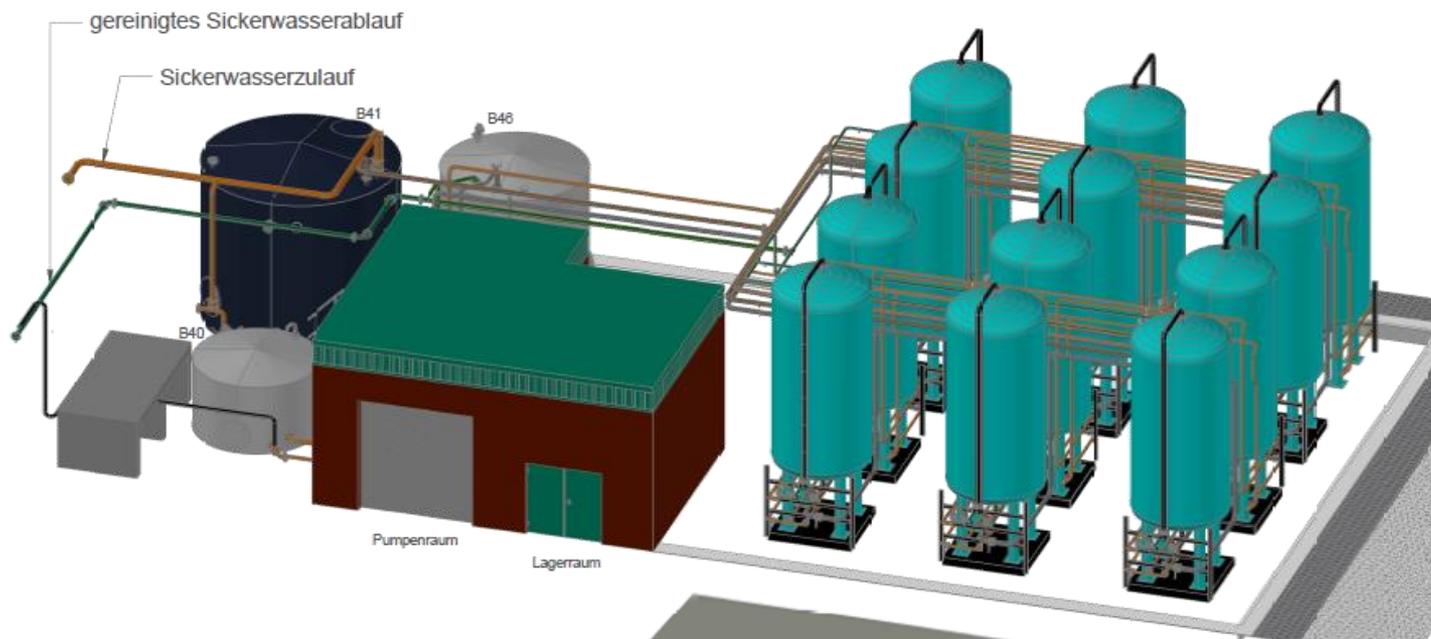
- Calcit (97%)
 - Magnesiumcarbonat (3%)
 - Schichten durch schwankende Sättigungszustände
- HCl-Dosierung in den Adsorberablauf

Erneuerung der ADS: Neue Adsorbergeometrie & -betriebsweise



- Bessere Entlüftung
- Geringere Gefahr von Kurzschlussströmungen
- Bessere Ausnutzung der Beladungskapazität im Einzeladsorber

Erneuerung der ADS: Einhausung mittels Leichtbauhalle



3D-Scan der ADS

3D-Scan:



Foto:



Virtueller Rundflug:



Künftige potentielle Veränderungen in der Sickerwasserreinigung:

- Bezgl. **Spurenstoffen, PFT (Polyfluorierte Tenside) und Mikroplastik** bleibt abzuwarten, ob und in welchem Umfang Grenzwerte für Sickerwasser festgelegt werden und welchen zusätzlichen Reinigungsaufwand dies bedeutet.
- Letzteres würde eventuell den Einsatz **dichter Membranverfahren wie z.B. Nanofiltration oder Umkehrosmose** erfordern, was wiederum das **Konzentratentsorgungsproblem** mit sich bringen würde.
- Technischer Fortschritt in Form von Digitalisierung und „Industrie 4.0“ findet Einzug in die Abwasserbehandlung; **Technologien wie 3D-Scan, Datenverarbeitung in „Smarten Netzwerken“ und „Intelligente Technik“** wie selbstregelnde Aggregate bringen einerseits eine deutliche Reduzierung des Energiebedarfs und andererseits eine zunehmende **Anlagenautomatisierung** mit sich.
- Voranschreitende Alterung der Deponien lässt einen **Rückgang der Konzentrationen** an relevanten Sickerwasserinhaltsstoffen erwarten, was **Festbettbiologien** als mittelfristige Lösung (bis das Sickerwasser unbehandelt an kommunale Kläranlagen weitergegeben werden darf) interessant macht.

„Die Zeit wird kommen, wo unsere Nachkommen sich wundern, dass wir so offenbare Dinge nicht gewusst haben.“

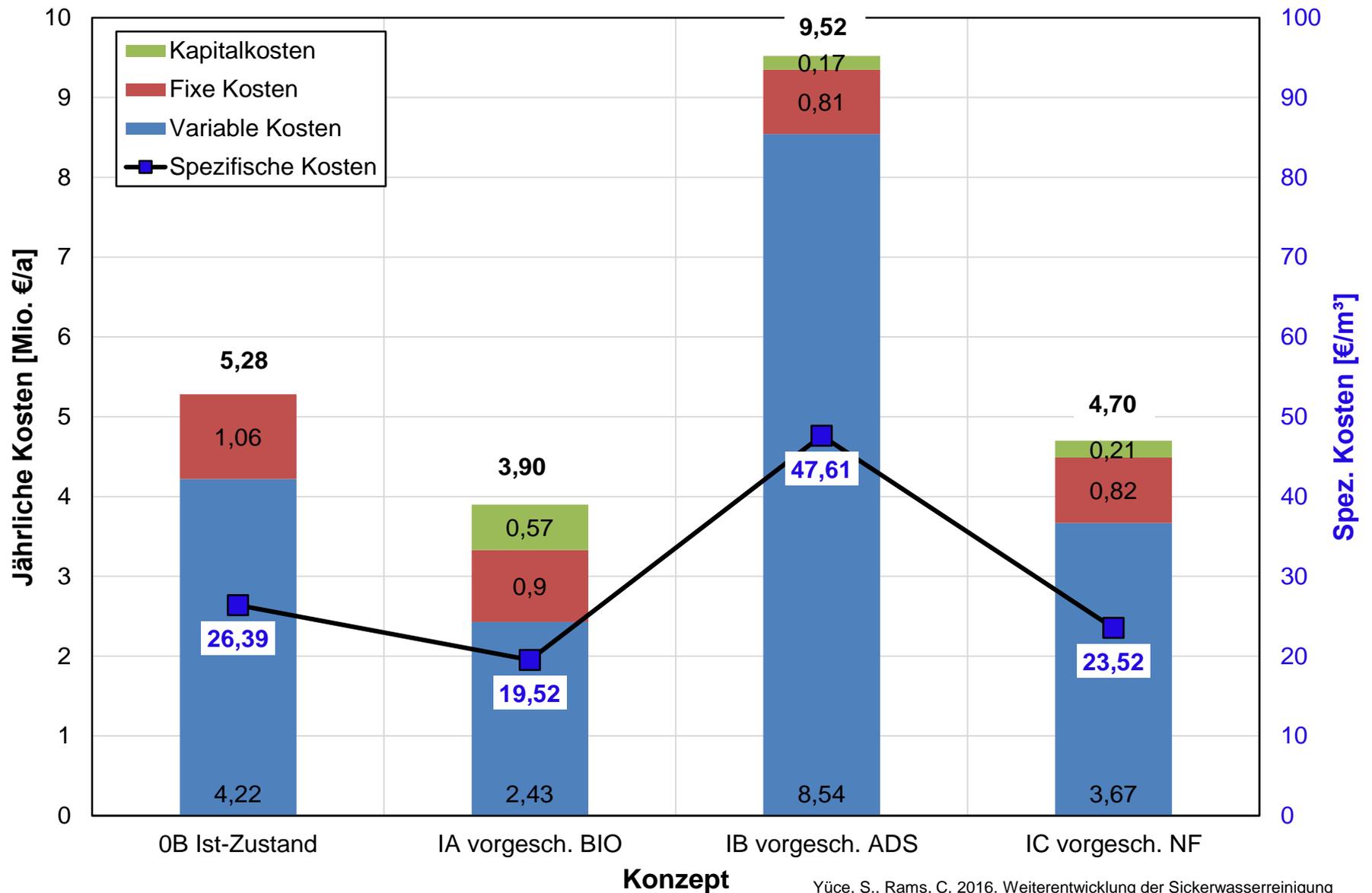
- Lucius A. Seneca (1-65 n. Chr.)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr.- Ing. Süleyman Yüce
yuece@stepconsulting.de

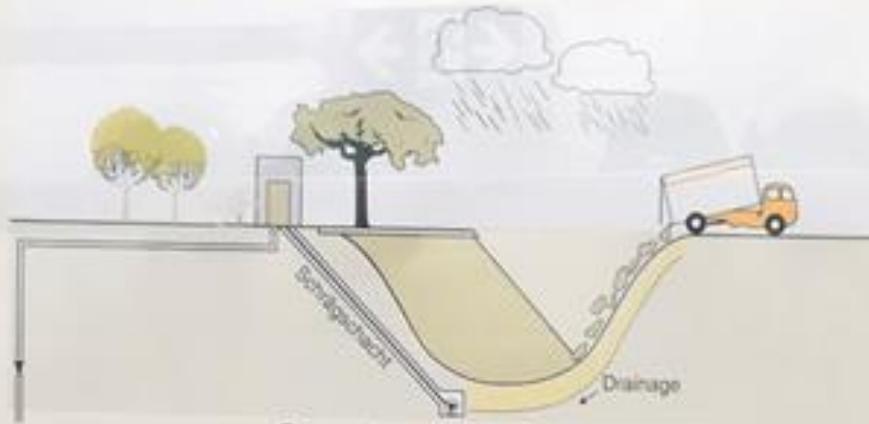
Dr.- Ing. Klaus Peter Arz
karz@avgkoeln.de

Kostenvergleich der untersuchten Konzepte „short list“ II



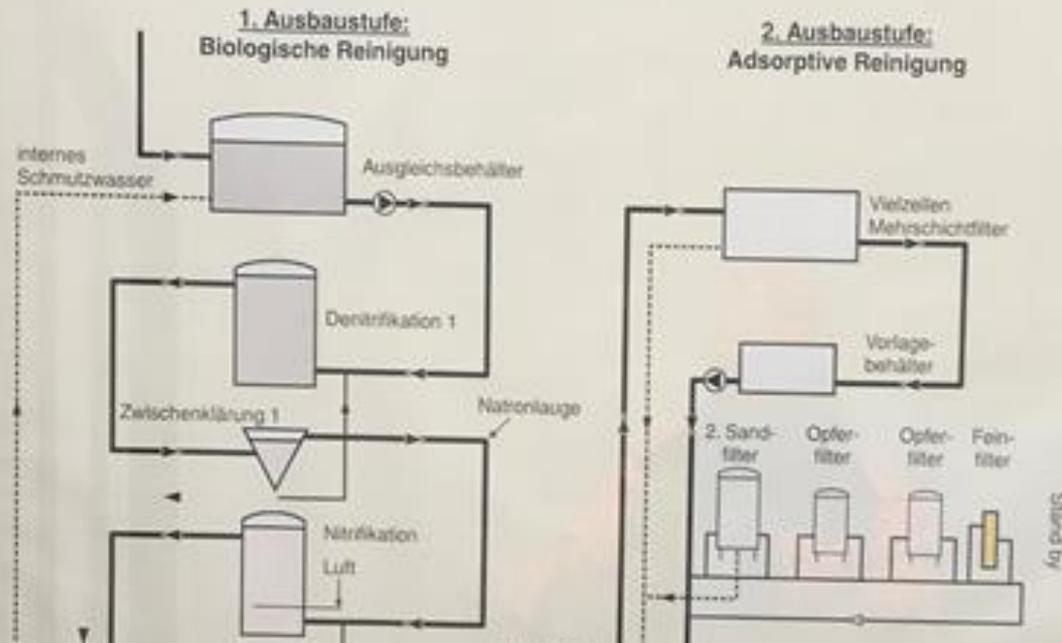
Yüce, S., Rams, C. 2016. Weiterentwicklung der Sickerwasserreinigung auf der Deponie Vereinigte Ville, Konzeptstudie

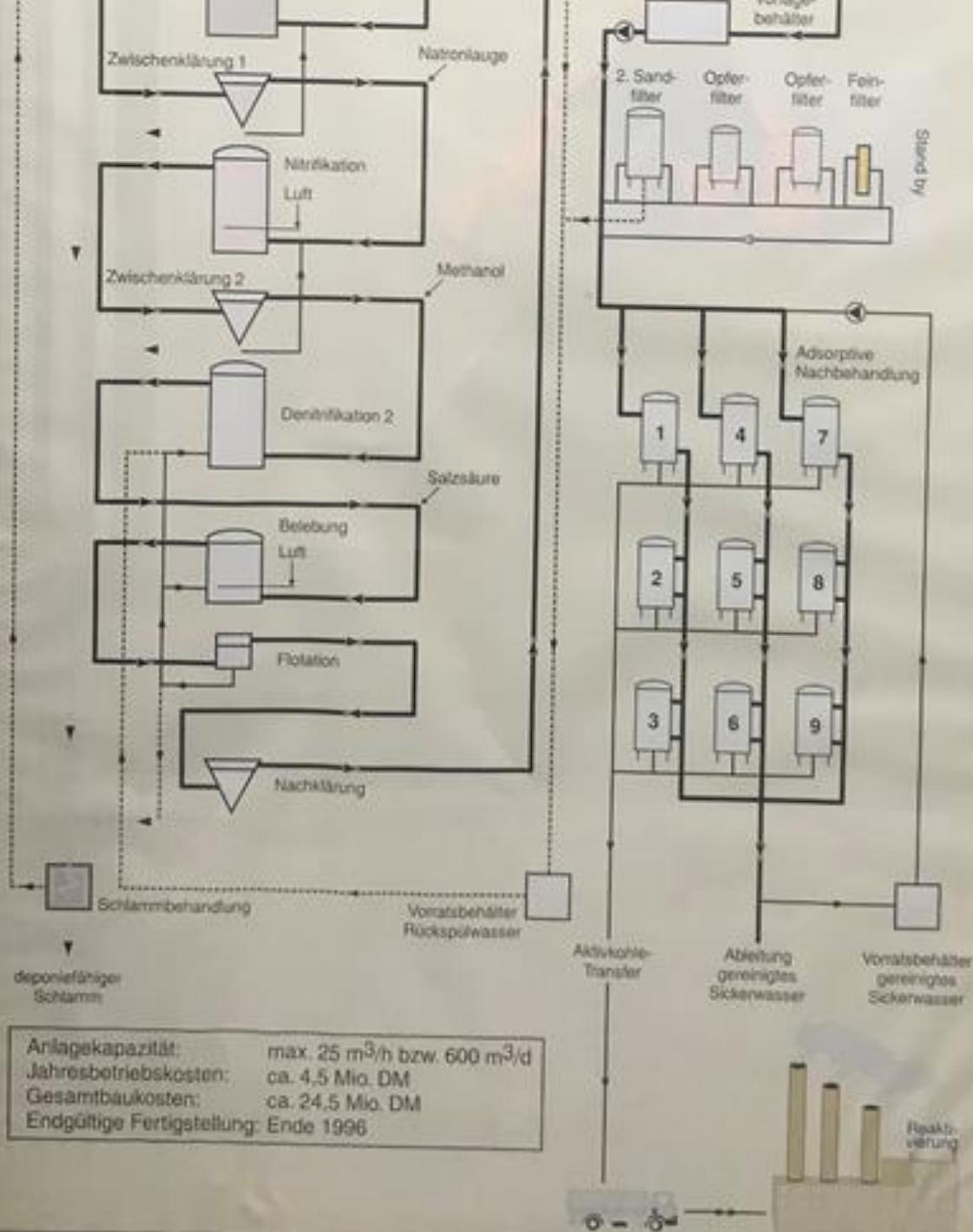
BIOLOGISCHE UND ADSORPTIVE SICKERWASSERREINIGUNG DER STADT KÖLN AUF DER ZENTRALDEPONIE "VEREINIGTE VILLE"



Deponie "Vereinigte Ville"

Sickerwasserreinigungsanlage





Historie Sickerwasserreinigung Deponie Vereinigte Ville:

<u>Bayer Turmbiologie:</u> (drucklose Biologie)	ab 1996 bis 1999 max. Zulauf 200.000 m ³ /a <u>Verfahrenskombination:</u> Deni1, Zwischenklärung 1, Nitri, Zwischenklärung 1, Deni2, Belebung, Flotation, Nachklärung, Mehrschichtfilter, Sandfilter, Opferfilter, Feinfilter, Aktivkohleadsorption (3 x 3 Adsorber), Schlammbehandlung.
<u>BIO/UF1:</u> (Druckbiologie)	ab 1999 bis heute max. Zulauf 75.000 m ³ /a <u>Auslegungsparameter:</u> CSB 3.500 mg/l, NH ₄ -N 2.000 mg/l <u>Verfahrenskombination:</u> Deni1, Nitri1, Nitri2, Deni/Nitri, Ultrafiltration, Aktivkohleadsorption (3 x 3 Adsorber), Schlammbehandlung.
<u>BIO/UF2:</u> (Druckbiologie)	ab 2001 bis heute max. Zulauf 125.000 m ³ /a <u>Auslegungsparameter:</u> CSB 3.500 mg/l, NH ₄ -N 1.800 mg/l <u>Verfahrenskombination:</u> Deni1, Nitri1, Nitri2, Nitri3, Deni/Nitri, Ultrafiltration, Aktivkohleadsorption (3 x 3 Adsorber), Schlammbehandlung.
<u>UO1+2:</u>	ab 2013 und ab 2016 bis heute max. Zulauf ca. 65.000 + ca. 45.000 m ³ /a <u>Verfahrenskombination:</u> 3- bzw. 2-stufige Umkehrosmose, Konzentratentsorgung

G geplante Erweiterung bzw. Erneuerung der Sickerwasserreinigung Deponie Vereinigte Ville:

<u>BIO/UF3:</u> (drucklose Biologie)	ab 2020 max. Zulauf 200.000 m ³ /a Auslegungsparameter: CSB 12.500 mg/l NH4-N 2.200 mg/l <u>Verfahrenskombination:</u> Deni1, Nitri1, Nitri2, Deni2, Nachbelüftung, Ultrafiltration, Erweiterung Aktivkohleadsorption (+1 x 3 Adsorber), Erweiterung Schlammbehandlung.
<u>Erneuerung ADS:</u>	ab 2020 max. Zulauf 200.000 m ³ /a Austausch der Aktivkohleadsorption von 1997 (3 x 3 Behälter, Verrohrung, Messtechnik), Erweiterung der HCl-Dosierung, Einhausung