



Fallstudie Wasserwiederverwendung in Brandenburg

Machbarkeitsstudie Wasserwiederverwendung

- Ziel ist das Potential der Wiederverwendung von kommunalem Abwasser (Kläranlage Stahnsdorf) zu bewerten
 - Fokus auf landwirtschaftlicher Wiederverwendung (ca. 209 ha)
 - Urbane Bewässerung wird ebenfalls berücksichtigt
- Initiierung durch die Berliner Wasserbetriebe (inkl. Finanzierung)
- Rahmenbedingungen
 - Neue KA soll Bestandsklärwerk 2037 ersetzen
 - Bewertung soll Bestandsklärwerk und zukünftige KA umfassen

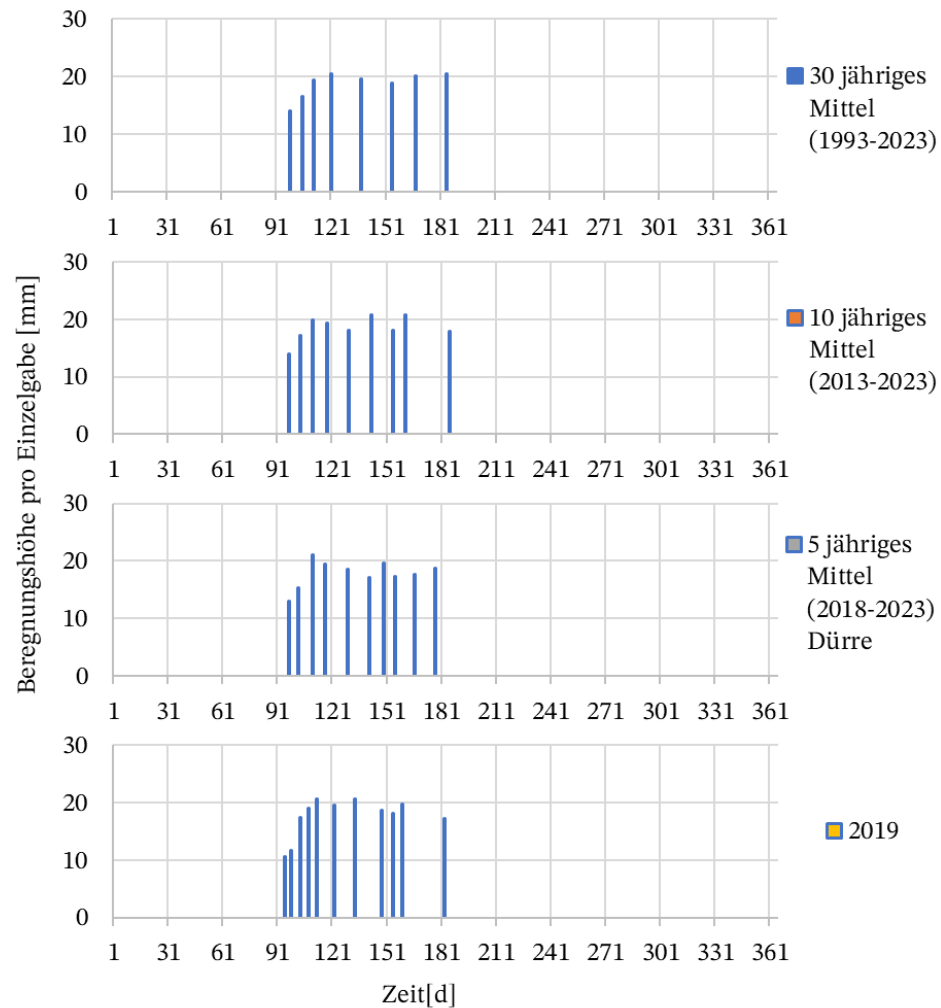
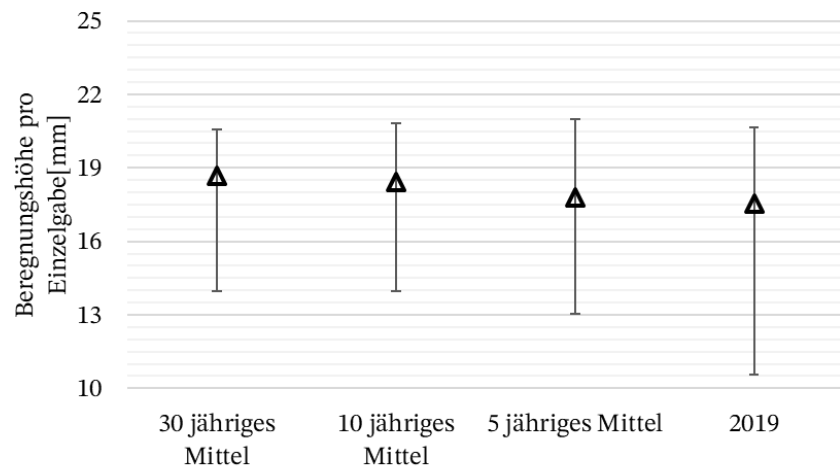
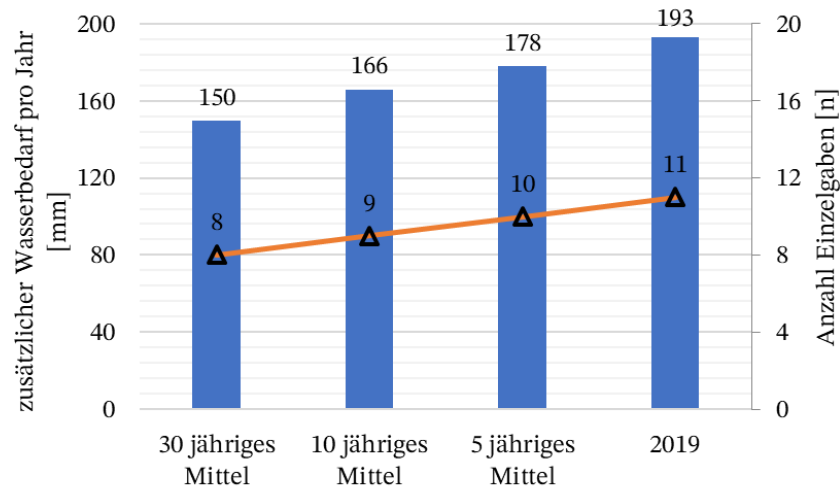


Quelle: Berliner Wasserbetriebe(BWB)

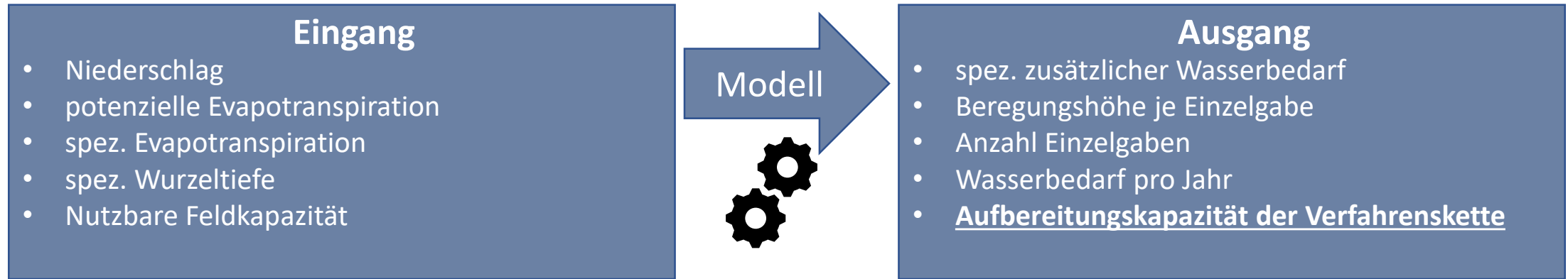
Inhalte der Machbarkeitsstudie

- Ermittlung der notwendigen Wassermenge für die landwirtschaftliche Berechnung
- Zusammenstellung der Anforderungen an die Wasserqualität
- Entwicklung eines Aufbereitungskonzept
- Kostenstudie zum Aufbereitungskonzept (Unterauftrag Tuttahs & Meyer)
- Betreibermodelle

Ermittlung der notwendigen Wassermenge (Beispiel: 209 ha, Wintergetreide)



Ermittlung der notwendigen Wassermenge



	Wintergetreide
Fläche [ha]	209
Einzelwassergabe [mm]	20,97
Anzahl Bewässerungen im Jahr [n]	11
Wasserbedarf pro Turnus [m³]	43.827,30
Jahreswasserbedarf [mm/a]	193,03
Jahreswasserbedarf [m³/a]	482.100

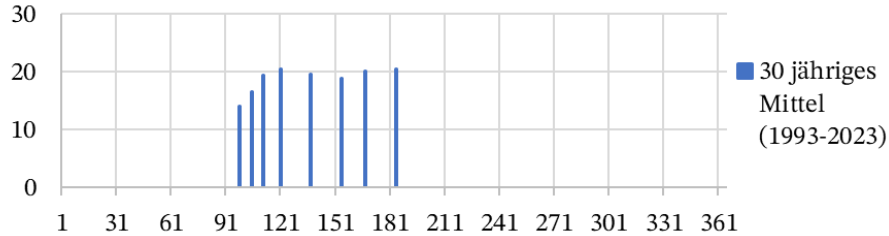
Worst-case Szenario: Sommer 2019

30 jähriges Mittel: 350.618 m³/a

typischer Beregnungsturnus
7 Tage, 20 Stunden

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Beregungsturnus [d]	7	5	2
Tägliche Betriebsdauer [h]	20	20	20
Wasserbedarf [m³ h⁻¹]	391	548	1.370

Herausforderung Stillstandzeiten



	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Berechnungsturnus [d]	7	5	2
Tägliche Betriebsdauer [h]	20	20	20
Wasserbedarf [m ³ h ⁻¹]	391	548	1.370

- Anlage nicht benötigt für Landwirtschaft: 200 - 250 d/Jahr
- Beispielvarianten ohne Anlagenabschaltung :
 - 391 m³/h → 938.000 m³ in 100 Tagen
 - Notwendige Menge deutlich übertroffen
 - 115 m³/h → 276.000 m³ in 100 Tagen
 - vollständige Nutzung des Wassers
 - Speicher: 8000 m³
 - aber Jahresbedarf nicht gedeckt (30-jähriges Mittel: 350.618 m³/a, Sommer 2019: 482.100 m³/a)
- Modularer Aufbau & Speicher nötig, um flexibler auf Bedarf reagieren zu können.

Güteklasse	Zielvorgabe für Aufbereitung	Qualitätsanforderung				Leistungsziele für die Aufbereitungseinrichtung (Log ₁₀ -Reduktion)
		E. coli (KBE/100 ml)	Intestinale Enterokokken (KBE/100 ml)	Fallspezifische Anforderungen	Chemische Parameter	
A	Mech.-biologische Behandlung, Filtration, Desinfektion	≤ 10	≤ 100		BSB ₅ ≤ 10 mg/l AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	E. coli ≥ 5,0 Somatische Coliphagen, insg. ≥ 6,0 f-spezifische Coliphagen, insg. ≥ 6,0 Clostridium-perfringens-Sporen ≥ 4,0 bzw. sulfatreduzierende Sporen- bildner ≥ 5,0
B (B-1/B-2)	Mech.-biologische Behandlung, Filtration , Desinfektion	≤ 100	≤ 100	Legionella spp.: < 1,000 KBE/l, wenn das Risiko der Aerosol- bildung besteht;	BSB ₅ 91/271/EWG AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	B-1: E. coli ≥ 5,0 Somatische Coliphagen, insg. ≥ 6,0 f-spezifische Coliphagen, insg. ≥ 6,0 Clostridium-perfringens-Sporen ≥ 4,0 bzw. sulfatreduzierende Sporen- bildner ≥ 5,0
				Intestinale Nematoden (Eier von Helminthen): ≤ 1 Ei/Liter für die Bewässerung von Weideflächen und Futterpflanzen		B-2: -
C (C-1/C-2)	Mech.-biologische Behandlung, Filtration , Desinfektion	≤ 100	≤ 400		BSB ₅ 91/271/EWG AFS ≤ 10 mg/l Trübung ≤ 2 NTU	C-1: E. coli ≥ 5,0 Somatische Coliphagen, insg. ≥ 6,0 f-spezifische Coliphagen, insg. ≥ 6,0 Clostridium-perfringens-Sporen ≥ 4,0 bzw. sulfatreduzierende Sporen- bildner ≥ 5,0
						C-2: -
D	Mech.-biologische Behandlung, Desinfektion	≤ 10,000	-		BSB ₅ und AFS gemäß 91/271/EWG	-

B-1/C-1 Bewässerung von Nutzpflanzen

B-2/C-2 Anwendung außerhalb der Bewässerung von Nutzpflanzen

Verfahrenstechnische Anforderungen

Gelbdruck DWA M 1200

Die Mechanisch- biologische Abwasserbehandlung:

→ Stahnsdorf BSB₅ = $2,8 \pm 1,8 \text{ mg L}^{-1}$; Mindestanforderung (BSB₅ ≤ 10 mg L⁻¹) aus der WWVO (VO 2020/741) erfüllt!!

Filtration:

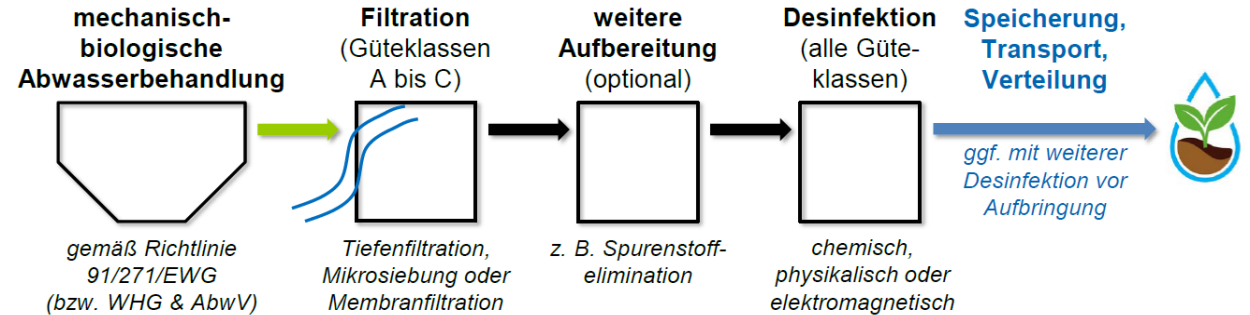
- Ziel Reduzierung von abfiltrierbarer Stoffen (AFS) ≤ 10 mg L⁻¹, Trübung ≤ 2 NTU sowie von Pathogenen (i. d. R. angegeben in Log₁₀-Stufen)
- Erreichen von besseren Bedingungen für nachgeschaltete Verfahrenstechnik (z.B. UV-Anlage)

Spurenstoffelimination:

→ Notwendigkeit ergibt sich aus der zukünftigen Gesetzgebung bzw. dem Ergebnis einer Risikobewertung (z.B. Ozonung, Adsorption an Aktivkohle)

Desinfektion:

→ Ziel weitergehende Reduzierung der hygienisch-mikrobiologischen Belastung zur Einhaltung der WWVO- Mindestanforderungen bzw. der Anforderungen aus der nationalen Gesetzgebung



Bestands- und zukünftiges Klärwerk

Bestandsklärwerk



Zukünftiges Klärwerk ab 2037



Verfahrensoptionen WWV

Temporäre WWV-Anlage bis 2037 (Fertigstellung neues Klärwerk)

Mindestanforderungen



Zusätzliche Spurenstoffentfernung



Ab 2037



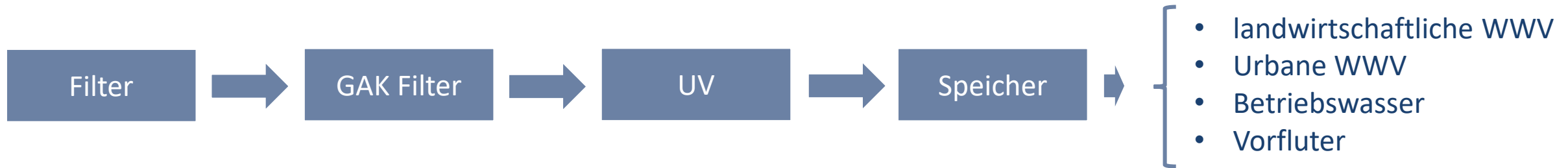
Zusätzlicher Speichertank:

- hydraulische Entkopplung für Übergabe urbane und landwirtschaftliche Bewässerung
- Minimierung Stillstandszeiten / Abschaltung Aufbereitung

Beispiel Verfahrenskonzept für das Bestandsklärwerk

(Prio: keine Anlagenabschaltung in Beregnungssaison)

- Ziel: Güteklasse B1 nach DWA M1200



Betrachtung von 3 Filtrationsverfahren:

1. Polstofffiltration
2. Schnellsandfiltration
3. Ultrafiltration

Aufbereitungskapazität:

$$Q = 115 \text{ m}^3/\text{h}$$

Speicher:

$$V = 8000 \text{ m}^3$$

Verfahrenskonzept ermöglicht kontinuierlichen Betrieb

- Niedrigerer Wartungsaufwand
- Niedrigere Betriebskosten
- Modulare Erweiterung & modulares Betriebskonzept

Filtrationsverfahren für temporäre Anlage – Qualitative Bewertung



Bildquelle: Eliquo Hydrrok Ashbourne (192 l/s)



Bildquelle: Sulzer / Nordic Water



Bildquelle: Mann + Hummel

		Polstofffiltration	Kont. Schnellsandfiltration	Ultrafiltration
Resttrübung im Ablauf		<2 NTU (abzusichern)	<2 NTU	≤0,5 NTU
Betriebsaufwand		Mittel bis hoch	Gering bis mittel	Hoch
Mibi-Reduktionsleistung (Literatur)		Keine bis wenig (ohne Flockung)	Keine bis wenig (ohne Flockung)	>3 Log <i>E. Coli</i> 2 Log F+ Phagen >3 Log <i>C.Perfr.</i> Sporen
Kosten	Capex Opex	Gering Gering bis mittel	Gering bis mittel Gering bis mittel	Hoch bis sehr hoch Mittel

UV-Desinfektion

	Polstofffilteraion		Schnellsandfiltration		Ultrafiltration		Ab 2037 Neue KA
Spurenstoffentf.*	Ohne GAK	Mit GAK	Ohne GAK	Mit GAK	Ohne GAK	Mit GAK	Mit BAK
Reduktionsziel	2 Log C. Perfr. Sporen	2 Log C. Perfr. Sporen	2 Log C. Perfr. Sporen	2 Log C. Perfr. Sporen	2 Log F+ Phagen	2 Log F+ Phagen	1 Log C. Perfr. Sporen
Spez. Energieverbrauch in Wh/m ³ **	~100	~60	~100	~60	~60	~60	~60

*Ohne GAK wird UVT als 50% und mit GAK als 70% angenommen;

**Herstellerangabe von Xylem; nur UV-Reaktor ohne Peripherie

Lessons Learned

- Auslegung:
 - Verhältnis Auslegungsmenge vs. Bedarf pro Jahr schwankt stark von Jahr zu Jahr
 - Im Durchschnittsjahr wird großer Anteil der Auslegungsmenge nicht gebraucht
- Saisonaler sowie in der Berechnungsperiode variabler Bedarf stellt hohe Anforderungen den Betrieb
- Kostenrechnungen:
 - Kostenrechnungen in der Wasserwirtschaft gehen i.d.R. von kontinuierlichem Anlagenbetrieb aus
 - Standard DWA Kostenrechnung hat geringe Variabilität (DWA M 590: Grundsätze und Richtwerte zur Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung)

Offene Fragen und abzuschließende Arbeiten

Rechtlicher Rahmen

- Nationale Umsetzung der EU VO 2020/741 ist noch nicht erfolgt
- Was ist gebührenfähig? – Synergien mit KARL?

Regelwerk

- Welche Anforderungen werden im finalen DWA M1200 stehen?
 - Gelbdruck liegt vor – Weißdruck in Bearbeitung

Abzuschließende Arbeiten (Ziel 02/2026):

- Kostenstudie (Tuttahs & Meyer)
- Lohnt sich die Investition in eine Aufbereitungsanlage durch Mehrertrag mit landwirtschaftlicher Bewässerung?
- Optionen für Betreibermodelle: Wer trägt die zusätzlichen Kosten? Wer betreibt die Anlage?



Danke!
Fragen?

Dr.-Ing. Ulf Mieke

ulf.mieke@kompetenz-wasser.de