

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**DiWA**

Digitale Wasser- und Abwasserwirtschaft

## **AP 1.3: Handreichung Augmented Reality Einsatz**

**Autor: SBG Dresden**

## 1. Vorbemerkung

Das Arbeitspaket 1.3 beinhaltet eine kurze Vorstellung der Augmented Reality bzw. der erweiterten Realität sowie ihrer verschiedenen Arten. Dies und die Ergebnisse der Befragungen bilden die Grundlage zur Ableitung relevanter Lehr- und Lernszenarien beim Einsatz von Augmented Reality in den beiden Pilotkläranlagen in Bonn und Hennef.

## 2. Einführung Augmented Reality

Die Anwendung von Augmented Reality oder kurz AR zeichnet sich dadurch aus, dass die sichtbare Realität mit digitalen Inhalten angereichert wird. Im Gegensatz dazu taucht der Nutzer bei der Virtuellen Realität in eine komplett digitale Umgebung ein. Die Verbindung von Augmented Reality und Virtual Reality ermöglicht die sog. Mixed Reality (MR). Dabei wird das Sichtfeld des Nutzers durch 3D-Objekte angereichert und im Raum verankert. Der Nutzer kann z.B. das 3D-Modell einer Pumpe auf den Tisch stellen, vergrößern und verkleinern sowie um das Pumpenmodell herumlaufen und es von allen Seiten betrachten.

Augmented Reality ist keine neue Technologie. Die Anfänge reichen zurück bis in die 1960er Jahre. Erste industrielle Anwendungen sind bereits seit den 1990er Jahren aus der Luftfahrt bekannt.

Eine breitere Anwendung von AR- bzw. Datenbrillen, die ohne zusätzlichen, externen Computer auskommen, erfolgte durch die Einführung der Microsoft HoloLens 1 im Jahr 2015. Damit war es erstmals möglich eine industriell einsetzbare Datenbrille zu nutzen, um insbesondere interaktive Visualisierungen anzuzeigen sowie augmentierte Fernwartungsprozesse durchzuführen. Bei der HoloLens 1 handelt es sich um eine AR/MR-Brille. Neben den Datenbrillen gibt es auch AR-Anwendungen für z.B. Smartphones und Tablets. Diese fokussieren meist auf den sog. Konsumentenmarkt.



Abbildung 1: Microsoft HoloLens 1 (links), Microsoft HoloLens 2 (rechts)

Aufgrund des Einsatzes in Arbeitsprozessen ist es notwendig, dass die Hard- und Software einfach zu bedienen ist sowie dass beide Hände möglichst frei sind. Datenbrillen bieten sich hierfür regelrecht an. Dies unterstützt die Integration in bestehende Arbeitsprozesse.

Augmented Reality zeichnet sich im Prinzip durch zwei Anwendungsarten aus:

- (1) Remote Support mit einfachen Hologrammen (z.B. Pfeilen) im Sichtfeld des Nutzers, die ohne zusätzlichen Programmieraufwand erstellt werden können.
- (2) Komplexere und interaktivere Visualisierungen bzw. Hologramme, die einen entsprechenden Programmieraufwand erfordern.

Im Projekt DiWA kommt der sog. Remote Support zur Anwendung. Damit ist es möglich, dass das Fachpersonal in Kläranlagen audiovisuell und in Echtzeit unterstützt sowie qualifiziert werden kann. Hierbei setzt der Mitarbeiter in der Kläranlage die Datenbrille (z.B. Microsoft HoloLens 1) auf und ruft über die Remote Assist App einen Experten bzw. seinen Vorgesetzten an. Dieser schaltet sich dann über seinen Laptop, Tablet oder Smartphone mit der Microsoft Teams App zu. Die verwendete Datenbrille hat 4 Kameras. So sieht die zugeschaltete Person was die Person vor Ort mit der AR/MR-Brille sieht. In Echtzeit kann der Experte nun seiner Anweisungen per Sprache übermitteln und dies durch ausgewählte Hologramme in das Sichtfeld des Nutzers zusätzlich unterstützen. Diese Hologramme werden in 3D im realen Raum verankert und verschwinden nicht wenn der AR/MR-Brillennutzer sich z.B. wegdreht. Dies ist möglich, weil die Microsoft HoloLens den Raum durch die integrierten Kameras scannt und quasi ein für den Nutzer unsichtbares 3D Model erstellt.

Die Bedienung der Datenbrillen erfolgt dabei mit Handgesten („Bloom“ und „Tap“). Zudem ist es auch möglich, der Brille mittels Sprache Anweisungen zu geben.



*Abbildung 2: Gesten zu Bedienung der AR/MR-Brille Microsoft HoloLens (Links und Mitte: sog. Bloom-Geste zur Öffnung des Menüs; Rechts: sog. Air-Tap-Geste bzw. in die Luft-Tipp Geste zur Auswahl einer Anwendung)*

Beim Einsatz in industriellen bzw. geschützten Umgebungen sind insbesondere der sog. Ex-Schutz (Explosionsschutz) sowie die IT-Sicherheit zu beachten. Die meisten der industriell verfügbaren Datenbrillen, insbesondere die Microsoft HoloLens 1+2, Vuzix M-400 und Vuzix Blade sind nicht oder nur für bestimmte EX-Zonen zugelassen. Der Einsatz der „HoloLens 2 Industrial Edition“ ist derzeit nur für die Ex-Zone 2 zugelassen. Dies sind Gefahrenbereiche, z.B. in Unternehmen der chemischen Industrie, wo es im Normalbetrieb eher unwahrscheinlich ist und falls doch nur selten sowie kurzzeitig, dass entsprechende Risiken durch Gase, Dämpfe, Stäube, Fasern oder Flusen entstehen. Damit ist der Einsatz in Umgebungen, die sich im Normalbetrieb durch eine gelegentliche (Ex-Zone 1) oder ständig Gefahr (Ex-Zone 0) auszeichnen nicht möglich. Eine Ausnahme ist der Einsatz der „AR-Brille“ von RealWear HMT-1. Diese ist in allen Ex-Zonen einsetzbar, ermöglicht aber nur das Teilen eines Computer-bildschirms, welcher auf einem kleinen Display der Brille sichtbar ist. Hologramme kommen dabei nicht zum Einsatz.

**Der Einsatz von AR-Brillen in den beiden Pilot-Kläranlagen erfolgt in EX-Zonen freien Bereichen. Damit ist die Anwendung der präferierten Microsoft HoloLens 1 und 2 möglich.**



Abbildung 3: Auswahlalgorithmus AR/MR-Brille entsprechend Einsatzfeld



Abbildung 4: Ausschnitt aus einer Remote-Support Session mit integriertem Hologramm (Pfeilsymbol)

Neben den Ex-Zonen ist besonders die IT-Sicherheit beim Einsatz in industriellen Umgebungen mit zu beachten. Um den Remote Support zu verwenden ist die Nutzung des W-LAN's vor Ort nötig. Hierfür ist die Anmeldung im jeweiligen Unternehmensnetzwerk erforderlich. Bei der Planung des Einsatzes ist zu beachten, dass die AR/MR-Brille beim Einschalten den Raum scannt.<sup>1</sup> Durch die Anwendung des Remote Support können Bild- und Tonaufnahmen von Mitarbeitern erfolgen.

### 3. Umfrageergebnisse

Von Dezember 2020 bis Januar 2021 wurden jeweils 2 Personen in der Kläranlage in Bonn und in der Kläranlage Hennef zum Einsatz digitaler Technologien befragt. Dies inkludierte insbesondere die Kläranlagenleitung.

Im Mittelpunkt der onlinebasierten Befragung standen folgende Kernfragen:

- (1) Welche digitale Technologien sind derzeit in der Nutzung und welche sind geplant?
- (2) Für welche Tätigkeiten und Bereiche in der Kläranlage macht der Einsatz von AR/MR Remote Support Sinn?
- (3) Welche Änderungen sind bei den Fachaufgaben eines Arbeiters in der Kläranlage in den nächsten 5-10 Jahren zu erwarten?

Die Umfrageergebnisse zeigten (Abbildung 1), dass die Befragten die größte Expertise in der Klärschlammbehandlung sowie in der Kläranlage haben. Einige der Befragten kennen sich darüber hinaus auch mit den Pumpenanlagen sowie dem Betrieb des Blockheizkraftwerks aus. Keine Erfahrungen liegen in den Bereichen Betrieb und Wartung des Entwässerungssystems sowie der Indirekteileiterüberwachung vor.

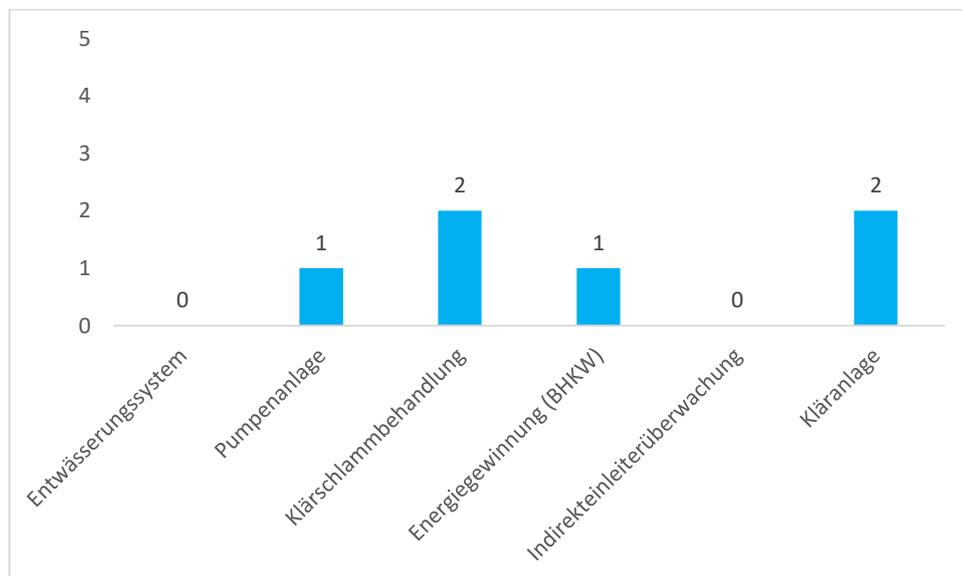


Abbildung 5: Expertise der Befragten in den beiden Kläranlagen

<sup>1</sup> Einen Orientierungspunkt gibt der sog. AREA Sicherheits-Framework. Dieser definiert relevante Sicherheitsparameter, die beim Einsatz beachtet werden sollten, wie: Sicherheitsprotokolle für die Netzwerkkommunikation; Namensverzeichnis zur Authentifizierung der Nutzer; Definition möglicher Angriffsflächen; Integration von AR-Brillen in Legacy-Systeme; Möglichkeit der Verwendung verschiedener Betriebssysteme und deren Versionen (OS Windows, Android, IOS) sowie Inhalte und Daten, insbesondere von anderen Systemen erstellte und bereitgestellte Inhalte.

Beim Einsatz digitaler Technologien (Abbildung 2) fällt auf das insbesondere die betriebliche Informations-, Kanal- und Geoinformationssysteme, die virtuelle Prozessleittechnik, die vernetzte Messtechnik, die digitale Labor- und Analysetechnik sowie die Anlagenfernüberwachung häufig zur Anwendung kommen. Beim Einsatz von Videokonferenzsystemen sind Microsoft Teams und Zoom üblich. Darüber hinaus ist der Einsatz der vernetzten Messtechnik, die Instandhaltung aufgrund von Sensordaten, der Einsatz von Wissensdatenbanken sowie die softwaregestützte Prozessvisualisierung nicht in allen Fällen üblich. Ein Novum stellen derzeit insbesondere der Einsatz von AR/MR-Brillen, von selbstlernenden Systemen und Kanalrobotern dar.

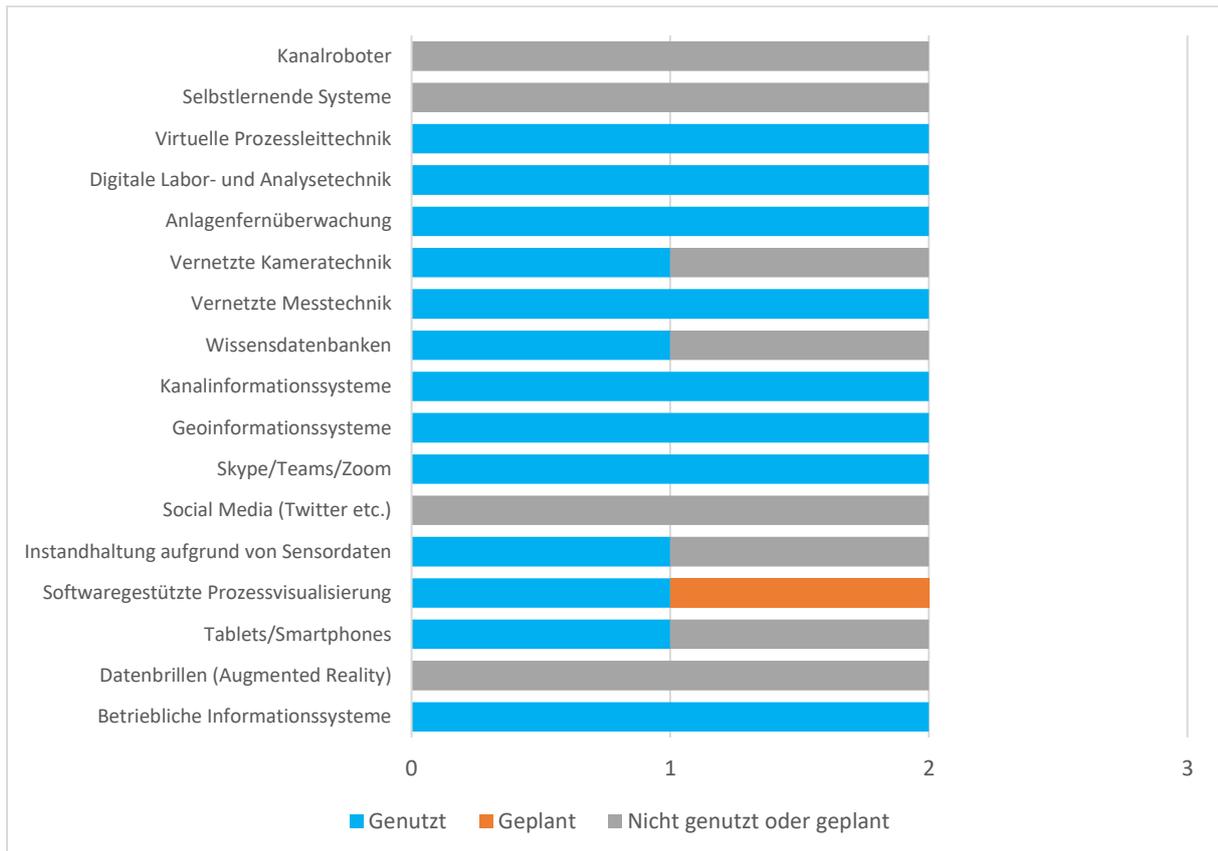


Abbildung 6: Stand und Planung des Einsatzes digitaler Technologien

Die befragten Experten definierten Einsatzfelder für den AR/MR Remote Support Einsatz (Abbildung 3). **Hierbei fällt auf, dass insbesondere in den Bereichen der Probenahme, bei der chemisch-biologischen Abwasserreinigung, bei Entwässerungssystem sowie bei der Behebung von Störungen (MSRT) der Einsatz von Datenbrillen als sinnvoll erachtet wird.** Nur für Tätigkeiten im Bereich des Dokumentations-, Qualitäts- und Umweltmanagements wird von einem Einsatz abgeraten.

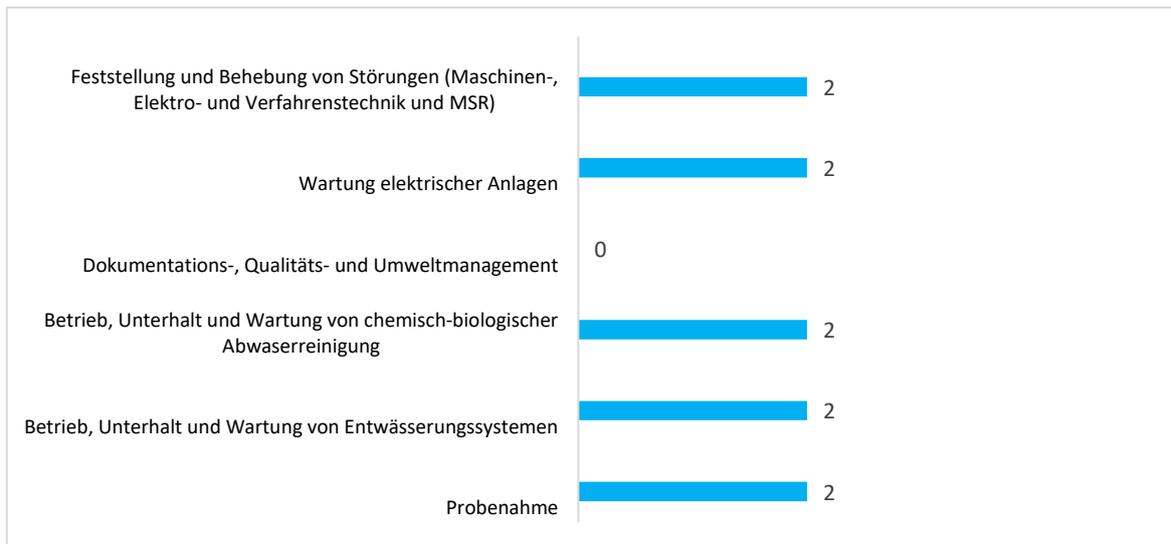


Abbildung 7: Mögliche Einsatzszenarien für Augmented Reality Remote Support

Durch den Einsatz von Datenbrillen in den o.g. Bereichen sollen u.a. die Rufbereitschaft an Wochenenden sowie Tätigkeiten zur Beseitigung von Störungen unterstützt werden. Der Einsatz für Ausbildungszwecke wird als interessant betrachtet.

Im derzeitigen Anlagenbetrieb kommen vereinzelt mobile Endgeräte (Smartphones, Tablets) zum Einsatz. Die Verwendung von AR/MR-Brillen erfolgt derzeit nicht.

Die Befragten erwarten für Zukunft (Abbildung 4) ein Zunahme des Stellenwerts von Erfahrungswissen auf der einen Seite sowie eine Zunahme von IT-, Kommunikations- und Problemlösefähigkeiten als auch ein besseres Verständnis von Daten.

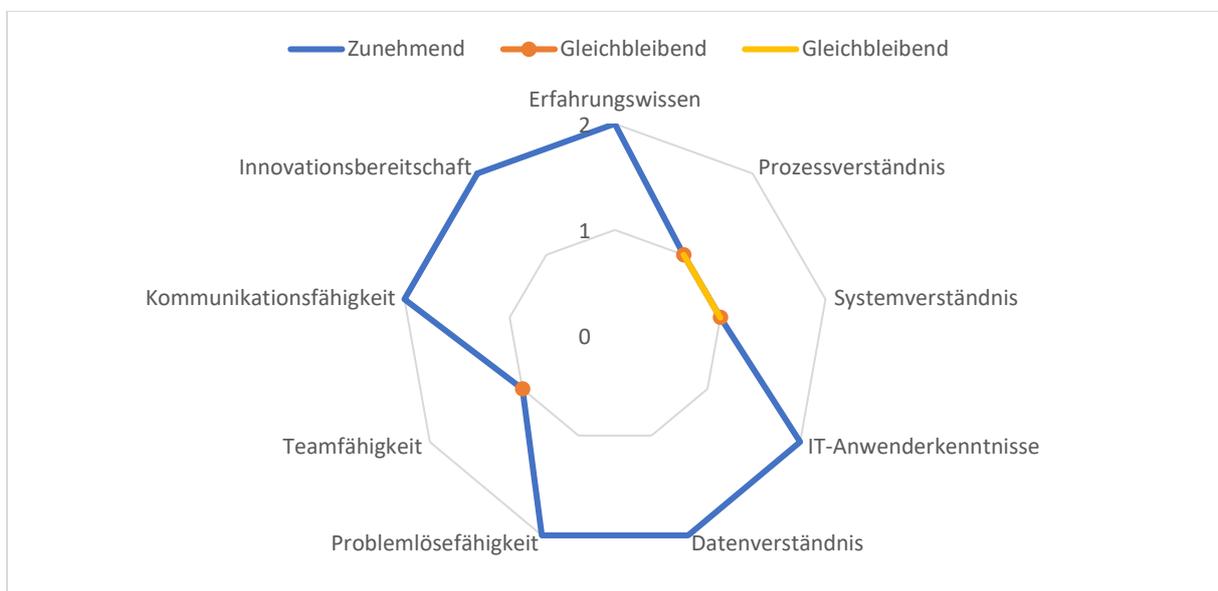


Abbildung 8: Stellenwert Fähigkeiten und Fertigkeiten in 5-10 Jahren

Die Umfrageergebnisse zeigen auf der einen Seite, die Möglichkeit der Einbindung von AR/MR Remote Support für wichtige betriebliche Prozesse. Auf der anderen Seite lässt sich der Einsatz von Augmented Reality in den beiden Pilotkläranlagen im Rahmen bestehender Erfahrungen mit der Fernwartung einbinden. Dies erfordert aber eine genaue Bestimmung, Erprobung und Evaluation besonders lernhaltiger Lehr- und Lernszenarien.

#### 4. Empfehlung: AR-Einsatz in Pilotkläranlagen

Die Umfrageergebnisse definieren spezifische Anwendungsfelder für den Datenbrilleneinsatz. Hierbei wird eine Softwareprogrammierung von Hologrammen vermieden, indem die Remote Assist App bzw. die Software von Microsoft zur Anwendung kommt. Dabei wird der Videostream zwischen AR-Brillenträger und zugeschalteten Experte mit einfachen Hologrammen, z.B. virtuellen Pfeilen, angereichert. Dies erleichtert die audiovisuelle Vermittlung von Handlungswissen z.B. zur Behebung von Störungen.

Lernhaltige Einsatzszenarien zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass Sie sowohl mit Prozessen des Lernens und der Kompetenzentwicklung sowie mit Verbesserungs- und Innovationsprozessen verbunden sind.

Der Einsatz von AR muss aus diesem Grund besonders lernförderlich gestaltet werden. Dies ermöglicht erst die Akzeptanz einer neuen Technologie im Vergleich zum derzeitigen Status Quo. Dies kann sich einerseits durch die (zeit-)effizientere Ausführung von Arbeitstätigkeiten ausdrücken sowie andererseits auch zu einer erhöhten Arbeitsmotivation führen, infolge der (exklusiven) Nutzung von Augmented Reality sowie der stärkeren Einbindung weiterer Mitarbeiter auf Kläranlagen. Der Einsatz neuer Technologien, wie Augmented Reality/Mixed Reality, bietet einen Mehrwert, wenn Lernprozesse durch u. a. kollaboratives Arbeiten weiter werden und messbare bzw. parametrisierbare Ergebnisse vorliegen.

Auf Grundlage der Umfrageergebnisse erfolgte im Rahmen von Experteninterviews eine **Priorisierung der Anwendungsfelder**, jeweils mit den Leitern der Kläranlagen in Bonn und Hennef. Dies legt die Grundlage für die Auswahl der AR/MR-Einsatzszenarien (AP 2.1).



1. Betrieb und Unterhalt der chemisch-biologischen Abwasserreinigung

Wartung Onlinemessung (Reparaturen an Onlinesystemen, Auffüllen von Reagenzien, Fehlerbehebung)

2. Probenahme

Probenahmeschrank überprüfen (z.B. Zulauf, Ablauf Biologie, Ablauf)

3. Betrieb, Unterhalt, Wartung von Pumpenanlagen

Wartung / Reparatur (z.B. Laufrad wechseln, Ölwechsel, Kontrolle Verschleißteile),

4. Wartung elektrischer Anlagen

Getriebe, z.B. NK-Räumerantriebe,

5. Störungsbehebung

Rücklaufschlammsystem: Inbetriebnahme nach Störung durch hydraulische Überlastung (Heber reißt ab)



1. Betrieb und Unterhalt der chemisch-biologischen Abwasserreinigung

Wartung des Rührwerks (Rührwerk mit aus dem Becken herausheben und Ölwechsel machen, Schmieren, und Fetten)

2. Probenahme

Probenahme und Analytik (Korrekte Entnahme Probe, BSB-Messung, N- und P)

3. Betrieb, Unterhalt, Wartung von Pumpenanlagen

Ersatz- und Verschleißteile austauschen, Reparaturen, Wartungsarbeiten, wie Ölwechsel, Wechsel des Keilriemens

4. Wartung elektrischer Anlagen

Pumpen und Rührwerke

5. Störungsbehebung

Handling Fehleranzeige, z.B. Pumpenfehler, Klärung, ob elektrisches oder mechanisches Problem

## **ANLAGE**

## Fragebogen - Bedarfserfassung: Onlinefragebogen

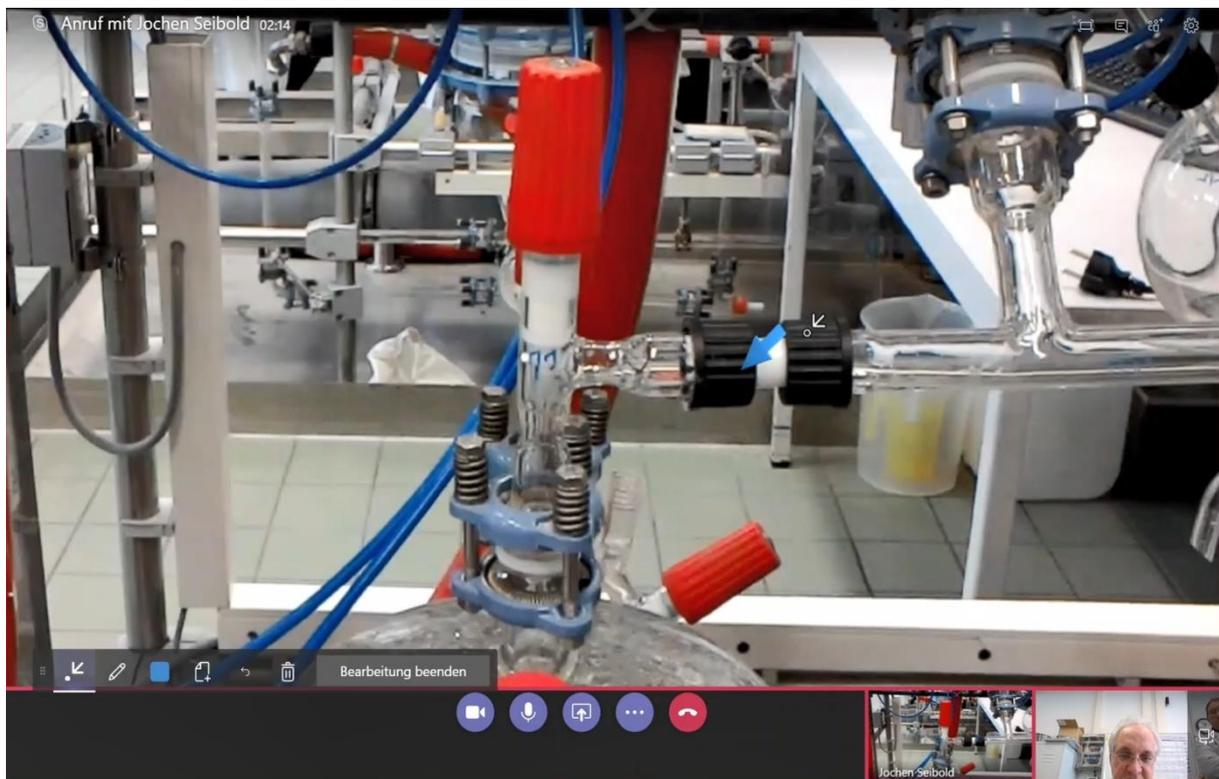
### Einleitung:

Digitale Technologien verändern wie wir leben und arbeiten. Sie verändern insbesondere wie wir miteinander kommunizieren und wie wir Fachkräfte (weiter-) qualifizieren. Gleichzeitig wachsen aber in gleichem Tempo und Ausmaß die digitalen Fähigkeiten nicht mit. Fachkräfte benötigen relevante Erfahrung beim Einsatz digitaler Medien in Lern- und Arbeitsprozessen

Im Projekt DiWA „Digitale Wasserwirtschaft“ wird eine neue Technologie, die so genannten „Datenbrillen“ bzw. Augmented Reality (AR) genutzt. Mit dieser Technologie ist es möglich, in Echtzeit fachliche Unterstützung zu geben ohne direkt vor Ort zu sein. Durch den Aufbau einer skypeähnlichen Verbindung und der Einbindung von einfachen Hologrammen (z.B. Pfeile) ist eine audiovisuelle Begleitung von Routine und Nicht-Routinemöglichkeiten möglich.

Disclaimer: Datenschutz

### Teaservideo: Augmented Reality (FERNWARTUNG / -UNTERSTÜTZUNG)



- 1. Welche Funktion nehmen Sie aktuelle im Unternehmen wahr?**
  - a) Fachkraft
  - b) Vorgesetzte/-r von Fachkräften
  - c) Ausbilder/-in
  - d) Auszubildende/-r
  - e) Andere: ...
  
- 2. Wer ist ihr Arbeitgeber?**
  
- 3. Zu welchen der folgenden Produkt- bzw. Arbeitsbereiche können Sie Auskunft geben? (Mehrfachnennung möglich)**
  - a) Entwässerungssystem
  - b) Pumpenanlagen
  - c) Klärschlammbehandlung
  - d) Energiegewinnung (z.B. BHKW)
  - e) Indirekteinleiterüberwachung
  - f) Kläranlage
  - g) Sonstiges
  
- 4. Wie viele Mitarbeiter arbeiten auf „Ihrer“ Kläranlage?**
  - a) 1-9
  - b) 10-19
  - c) 20-49
  - d) 50-99
  - e) >100
  
- 5. Welche der folgenden, digitalen Technologien werden in Ihrem Betrieb bereits genutzt, und bei welchem ist eine Nutzung geplant?**

Genutzt – Geplant – Nicht genutzt o. geplant – Weiß nicht

  - a) Betriebliche Informationssysteme
  - b) Datenbrillen (Augmented Reality)
  - c) Tablets/Smartphones
  - d) Softwaregestützte Prozessvisualisierung
  - e) Instandhaltung aufgrund von Sensordaten
  - f) Social Media (Twitter etc.)
  - g) Skype/Teams/Zoom
  - h) Geoinformationssysteme
  - i) Kanalinformationssysteme

- j) Wissensdatenbanken
- k) Vernetzte Messtechnik
- l) Intelligente Messtechnik
- m) Vernetzte Kameratechnik
- n) Anlagenfernüberwachung
- o) Digitale Labor- und Analysetechnik
- p) Virtuelle Prozessleittechnik
- q) Selbstlernende Systeme
- r) Kanalroboter

**6. Für welche Tätigkeiten können Sie sich den Einsatz von Augmented Reality (FERNWARTUNG/-UNTERSTÜTZUNG) vorstellen, um z.B. Arbeiten in Echtzeit zu begleiten und somit Anfahrzeiten zu reduzieren oder um schnellere Unterstützung bei Störfällen zu bekommen oder um durchgeführte Tätigkeiten bei Bedarf als Video zu dokumentieren?**

- Probenahme
- Betrieb, Unterhalt und Wartung:
  - a) Entwässerungssysteme
  - b) Pumpenanlagen
  - c) mechanische Abwasserreinigung
  - d) chemisch-biologische Abwasserreinigung
- Dokumentations-, Qualitäts- und Umweltmanagement
- Wartung elektrischer Anlagen (z.B. ...)
- Feststellung und Behebung von Störungen (Maschinen, ET, MSR, VT)

**7. Welche Arbeitsschritte betrifft dies genau?**

(z.B. 1. Probenahme: ..., 2. Wartung von Pumpen: ..., 3. Betrieb und Unterhalt: ... , 4. Feststellung von Störungen: ..., 5. Beseitigung von Störungen:....)

- Probenahme
- Betrieb, Unterhalt und Wartung:
  - a) Entwässerungssysteme
  - b) Pumpenanlagen
  - c) Mechanische Abwasserreinigung
  - d) Chemisch-biologische Abwasserreinigung
  - e) Dokumentations-, Qualitäts- und Umweltmanagement
  - f) Wartung elektrischer Anlagen (z.B. ...)
  - g) Feststellung und Behebung von Störungen (Maschinen, ET, MSR, VT)

**8. Kommen derzeit Assistenzsysteme, zur Unterstützung von Arbeitsprozessen, zum Einsatz?**

Ja – Nein – Weiß nicht

- a) Mobile Endgeräte (Tablets, Smartphones)
- b) AR-Brillen
- c) Sonstiges

**9. Wo sehen Sie Änderungen, in den nächsten 5-10 Jahren, bei den Arbeitsaufgaben eines Facharbeiters?**

Welche Tätigkeiten kommen hinzu?

Welche Tätigkeiten fallen ggf. weg?

**10. Welchen Stellenwert haben die folgenden Fähigkeiten und Fertigkeiten in der Zukunft?**

Zunehmend – Gleichbleibend – Abnehmend

- a) Erfahrungswissen
- b) Prozessverständnis
- c) Systemverständnis
- d) IT-Anwenderkenntnisse
- e) IT-Sicherheitskenntnisse
- f) Datenverständnis
- g) Problemlösefähigkeit
- h) Teamfähigkeit
- i) Kommunikationsfähigkeit
- j) Innovationsbereitschaft

**Vielen Dank**