



Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# AQUALITY

Trinkwasser. einfach. sicher

# pigadi





SBV Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# Planmässige Analyse und Service an Brunnen

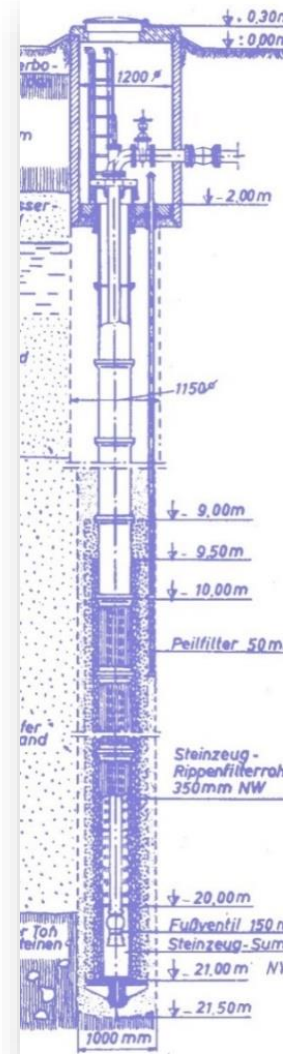
steigende Anforderungen im Kontext zunehmender Schwierigkeiten bei  
der Sicherung der Grundwassergewinnung

Viktor Rupf  
Andreas Wicklein



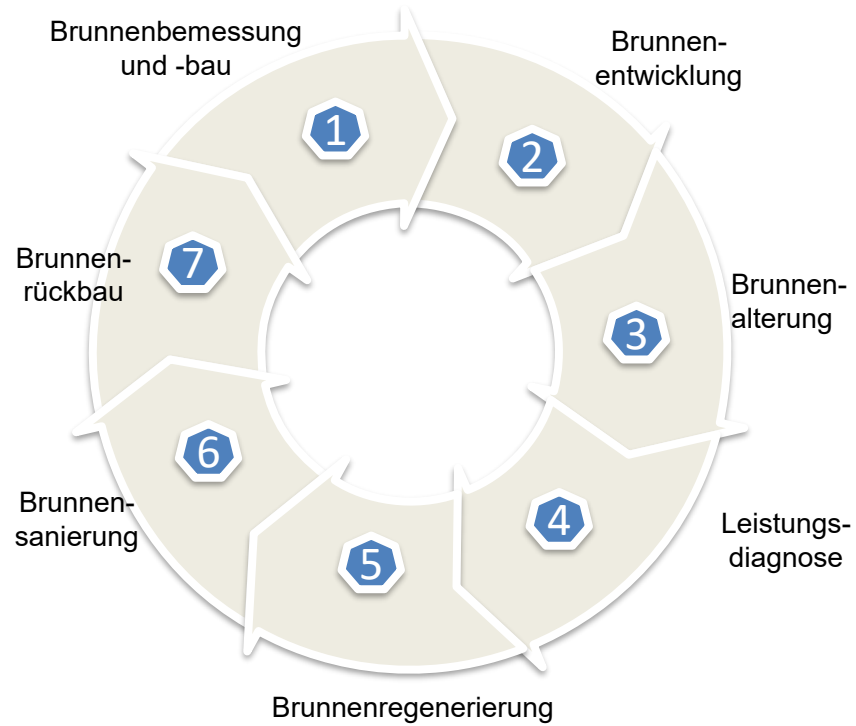
## Ziel der Weiterbildung

- ➔ Verständnis für Bauarten und Betriebsrandbedingungen
- ➔ Schäden/Alterung erkennen und korrekt einordnen
- ➔ Zustandsanalysen systematisch durchführen
- ➔ Massnahmen ableiten: **Regenerierung und/oder Sanierung**
- ➔ Erfolg bewerten und dokumentieren





# Effiziente Grundwassergewinnung



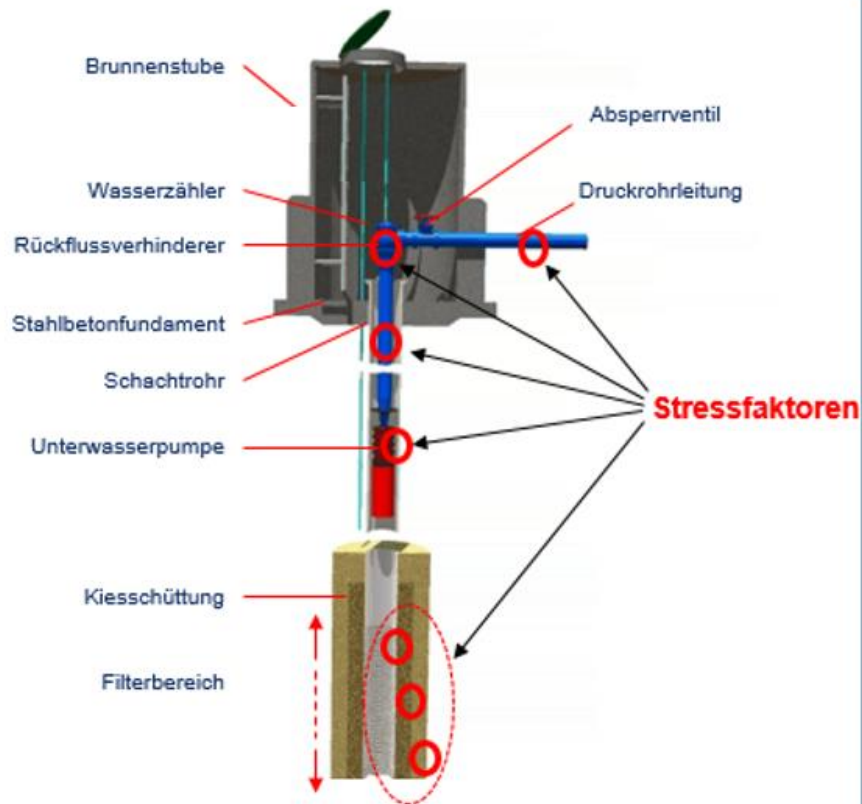


Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# Effiziente Grundwassergewinnung

→ Fokus dieser Weiterbildung





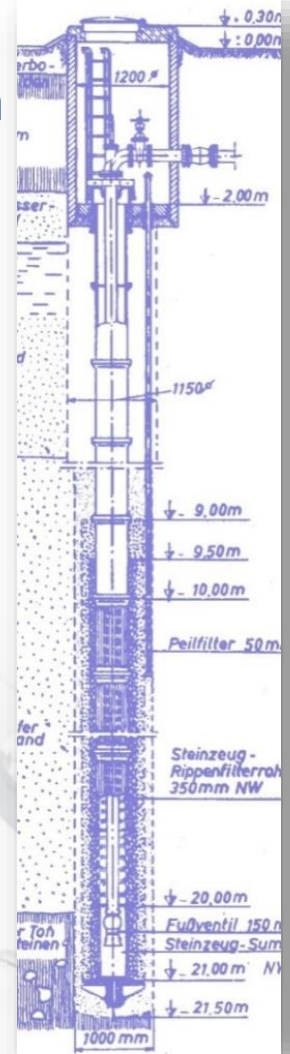
- ⇒ Basics → Regelwerk SVGW W9
- ⇒ Schwerpunkt Vertikalfilterbrunnen
- ⇒ Brunnenalterung
- ⇒ Leistungsdiagnose
- ⇒ Brunnenregenerierung
- ⇒ Brunnensanierung
- ⇒ Einblicke Horizontalfilterbrunnen
- ⇒ Best Practice



## Grundsätzliche Fragestellungen

- ➔ Haben wir wirklich ein Problem mit unseren Brunnen?
- ➔ Was genau ist das Problem?
- ➔ Was sind die Folgen?
- ➔ Kann das Problem überhaupt gelöst werden?
- ➔ Welche möglichen Lösungsansätze gibt es?
- ➔ Was kostet die Lösung?
- ➔ Wie könnte das Endergebnis aussehen?
- ➔ Welche Veränderungen bringt die Lösung mit sich?
- ➔ Welche Aufgaben soll/muss das Serviceunternehmen übernehmen?

Planung





Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

- Pumpversuch
- Geophysikalische Untersuchungen (Bedarfsgerecht, insb. Flowmeter)
- Mineralogische Untersuchungen (Bedarfsgerecht)
- **TV- Kamera**

## Leistungsdiagnose





Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# Problem Identifikation

## Allgemein- Beispiele



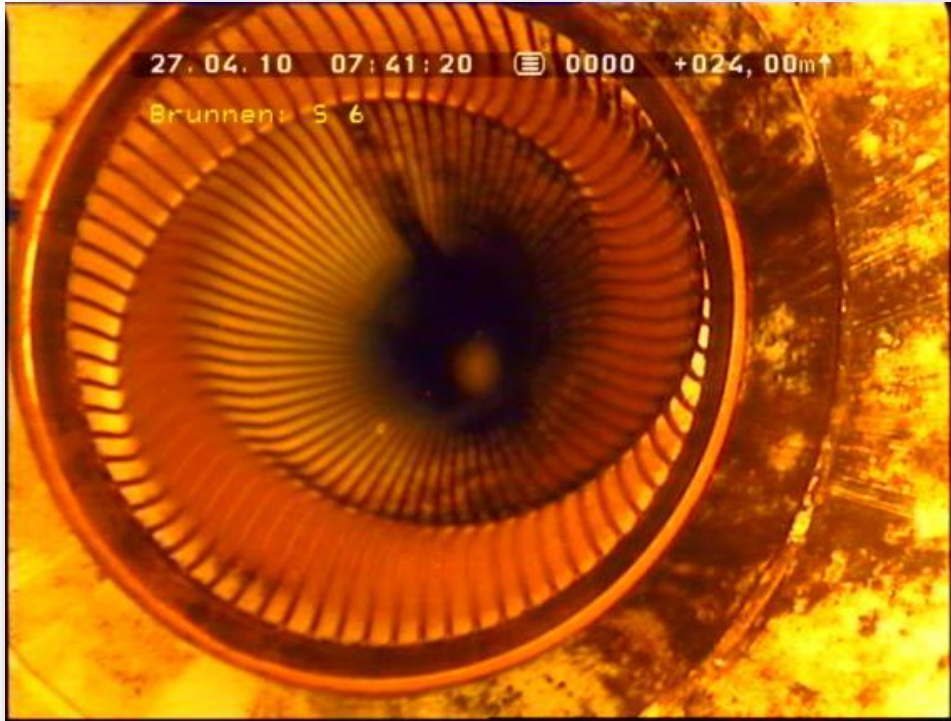
## TV Beispiele Korrodiertes Schlitzbrückenfilter





Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

## TV Beispiele verdrehter Wickeldrahtfilter





Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

## TV Beispiele Gebrochener PVC-Filter





Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

## TV Beispiele verockerter Wickeldrahtfilter

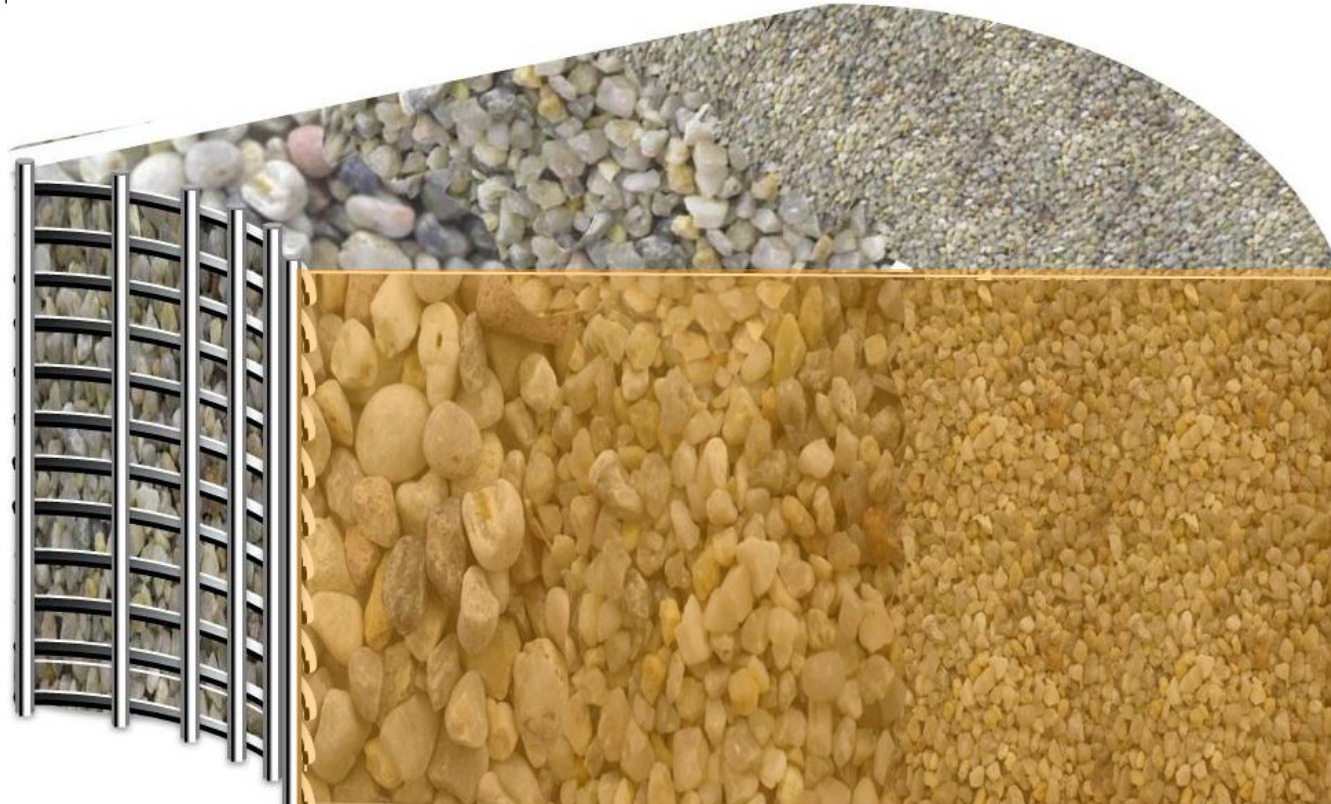


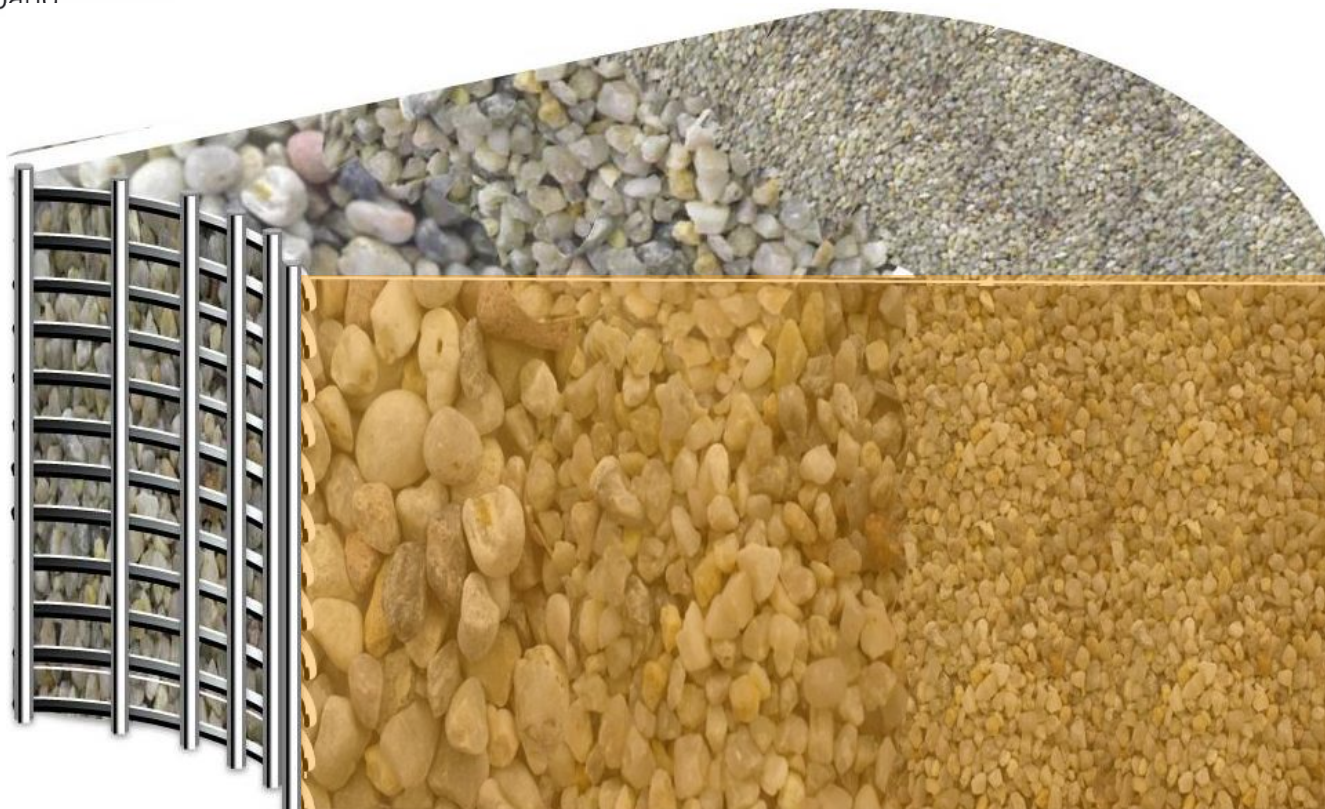


Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# Brunnenalterung

## Im Fokus: Brunnennaher Raum







# Grundsatz Brunnenregenerierung nach SVGW W9

## **Trennung:**

Aufhebung des Verbundes zwischen Ab- bzw. Einlagerungen von Filterkorn/Brunnenrohr.

## **Austrag:**

Parallel zur Aufhebung des Verbundes ist die gleichzeitige Entfernung der (ab)gelösten Ablagerungen aus dem Brunnen von entscheidender Bedeutung.

## **Kontrolle:**

Überwachung des Regenerierfortschrittes mit Abbruch- und Beendigungskriterien zur Steuerung des Arbeitsablaufes.



# Physikalische Prozesse im Kontext Brunnenregenerierung

1. **Aktivierung** ausreichender Transportkräfte
2. **Herstellung** der Transportfähigkeit der Partikel
3. **Erhalt** der Transportfähigkeit der Partikel
4. **Erhöhen** der Durchlassfähigkeit





- ➔ Für jeden Brunnen ist eine Akte („Brunnenbuch“) anzulegen.
- ➔ Sie soll folgende Unterlagen enthalten:
  - ➔ Lageplan des Brunnenstandortes
  - ➔ Hydrogeologisches Profil
  - ➔ Ausbauplan – ggf. mit elektrischen Einrichtungen
  - ➔ Auswertungen des Abnahmepumpversuchs und der Leistungspumpversuche
  - ➔ Ergebnisse von bakteriologischen und chemischen Wasseruntersuchungen
  - ➔ Kennlinien (Q/H-Kurven) und Förderdaten der Pumpen
  - ➔ Aufzeichnungen über Mängel und mögliche Regeneriermassnahmen



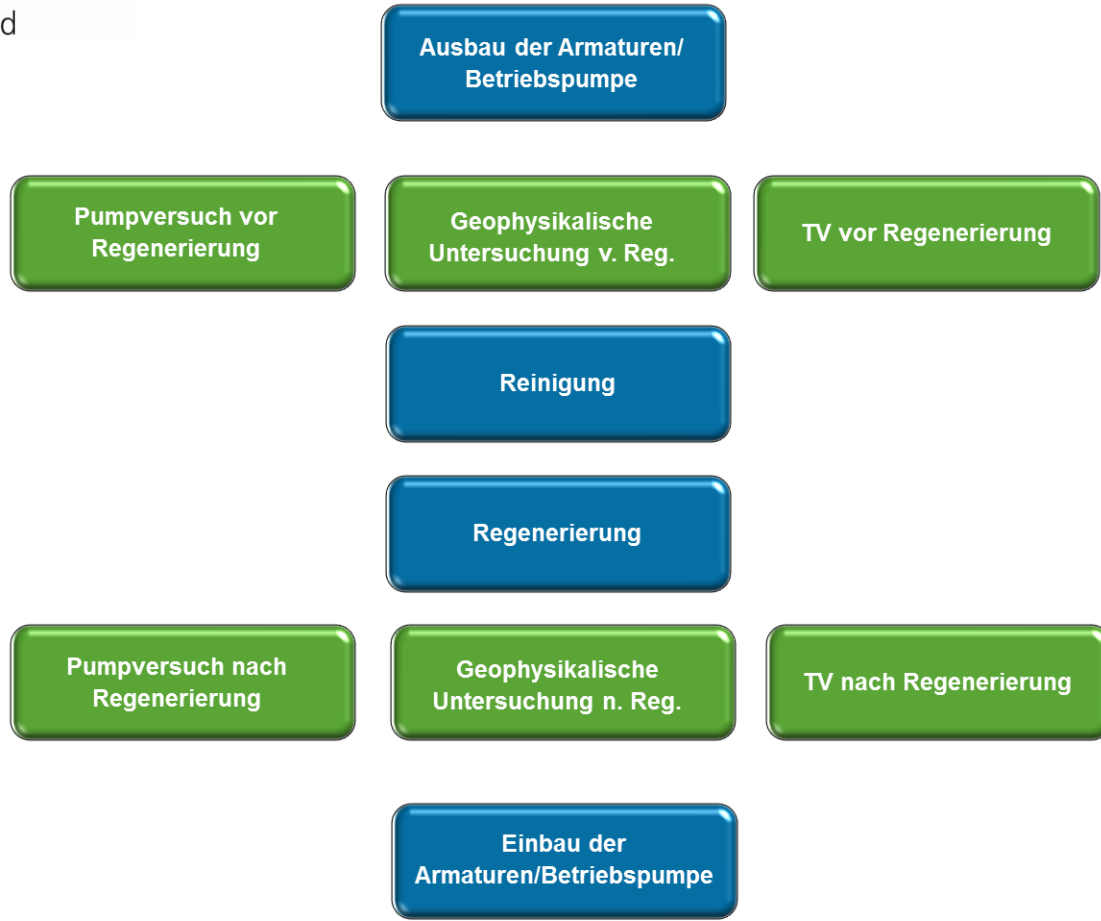
SBV Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# Grundsatz Brunnenservice

- ➔ Es gibt nicht DAS Regenerierverfahren (!)
- ➔ Unterschiedliche Problemstellungen erfordern eine
- ➔ angemessene Bewertung des Status quo „Anamnese“ (Planung),
- ➔ flexiblen Einsatz verschiedener Technologien verbunden mit
- ➔ hohen Anforderungen an Serviceunternehmen mit einer
- ➔ grossen technologische Bandbreite und
- ➔ ausgewiesenem Know How



# Grundsätzlicher Ablauf Regenerierung





# Klassifizierung der Regenerierverfahren nach SVGW W9

mechnische Verfahren

Bürsten

Kolben

CO<sub>2</sub> Injektion

Impulsverfahren

**Ultraschall**

Wasserhd Doppelrotation

Wasser- oder Gaskomprimierung

Sprengladungen

Wasserhochdruck  
Verfahren

Wasserniederdruck  
Verfahren

Intensiventnahme

chemische Verfahren

Mehrkamerspülverfahren



Folgende Verfahren finden schwerpunktmäßig Anwendung:

- ➔ Intensiventnahme mit bewegter Kammer unter Energieeinträgen
- ➔ Kolben
- ➔ Hochdruckspülverfahren

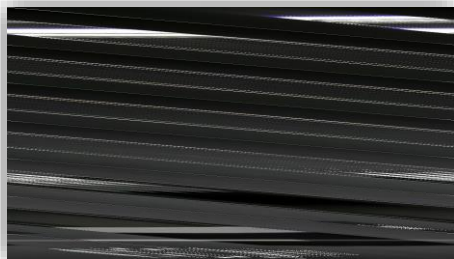
## ➔ Druckwellen-/Impulsverfahren

- ➔ Erzeugung durch Wasserhochdruck (auch zur Reinigung)
- ➔ Wasser- oder Luftkomprimierung bzw. komprimierte Gase



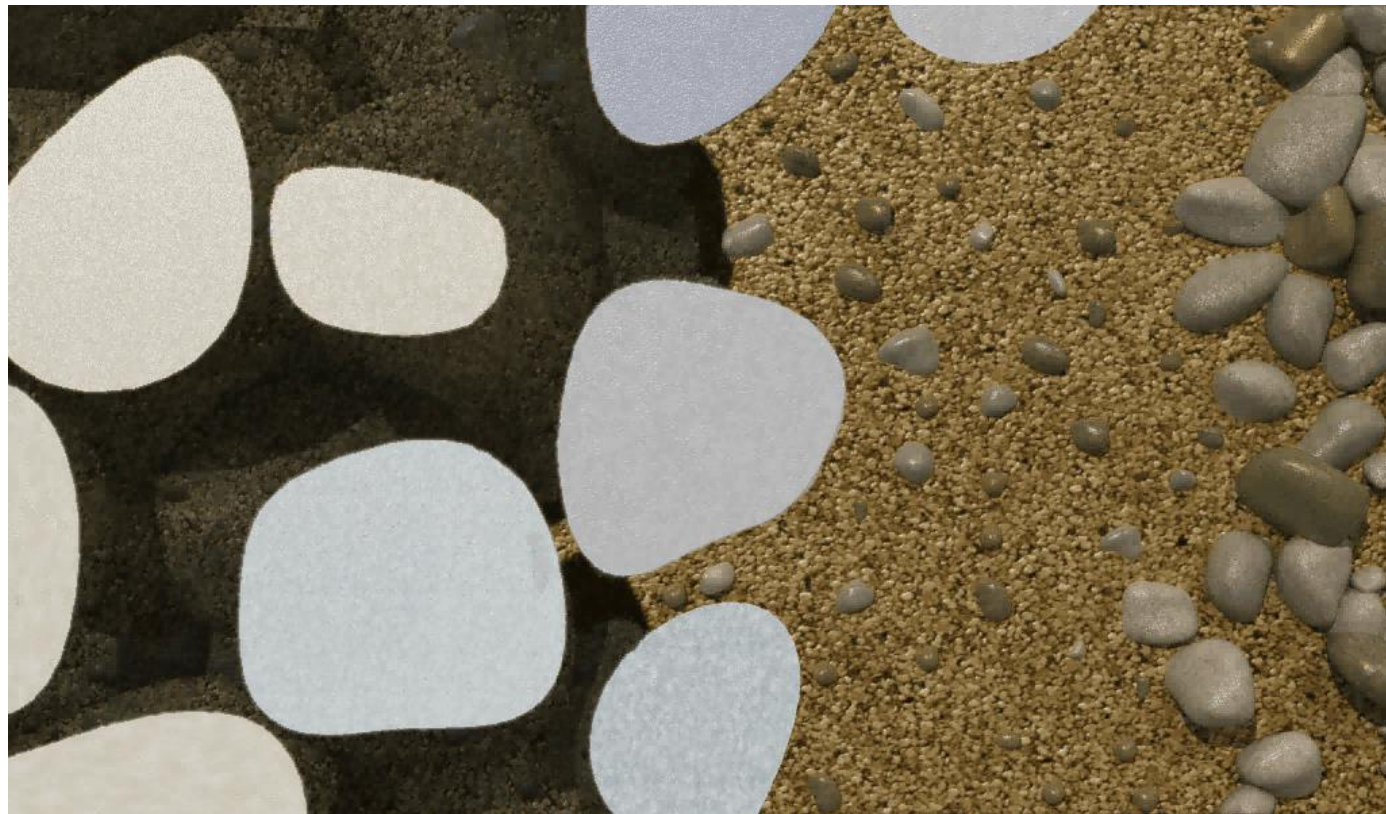


SBV Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband



# Prinzip Energieeinträge

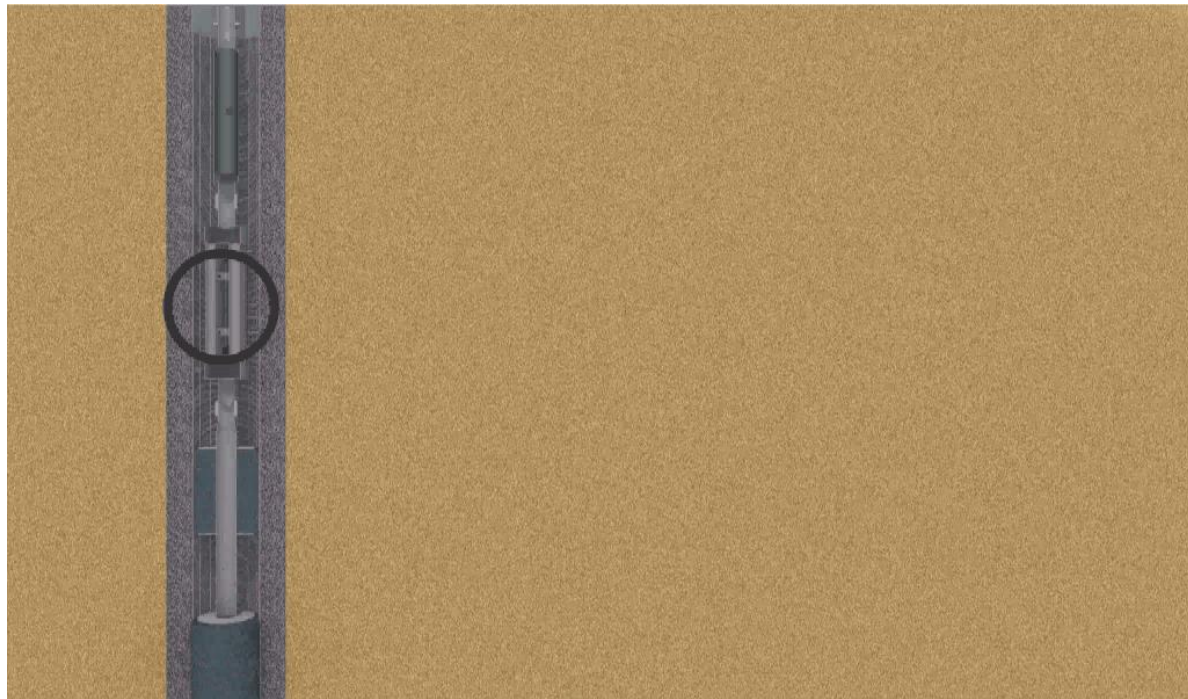
Fokus: Brunnennaher Raum



# Regenerierverfahren

*Intensiventnahme mit Impulseintrag*

*(Feststofflösung und Austrag kombiniert)*



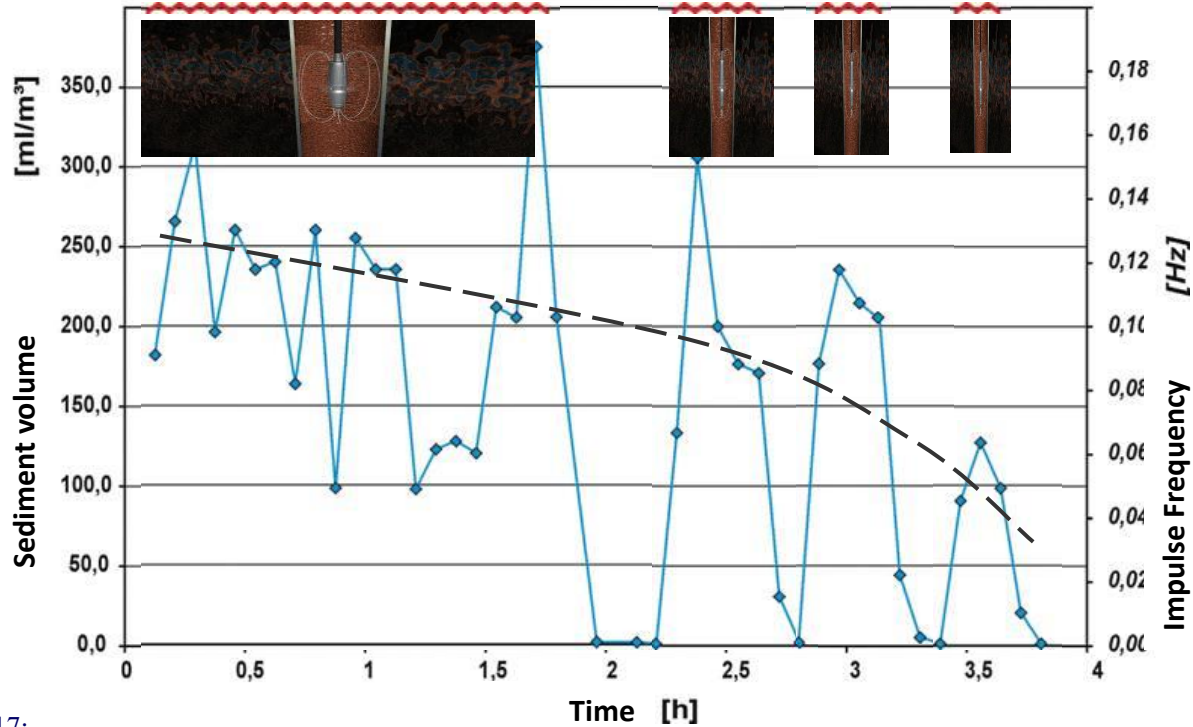


Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# Visualisierung der Wirksamkeit von Energieeinträgen in Brunnen







Projekt:

Brunnen: Gal. Ost, Br. 17;

Filterabschnitt: von 30,0 bis 30,5 m u. OK Schacht

Fördermenge  $50\text{m}^3/\text{h}$



## Regenerierverfahren

*Energieeinträge mittels Explosivstoffe*





- ➔ Die Wahl der Sanierungsmethode erfolgt unter Berücksichtigung der zukünftigen Regenerierfähigkeit des Brunnens

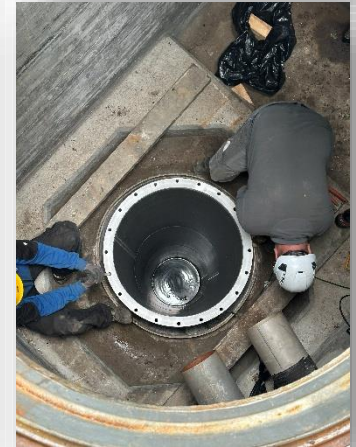
# Sanierungsmethoden

Sanierungsmethode	Zuordnung der Methode	Definition und Ziele
Hydraulische Massnahmen (Regenerationsmassnahme, keine bauliche Sanierungsmassnahme, Vorbereitung einer Sanierungsmassnahme)	Teilsanierung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Säuerung von Bohrlöchern (unverrohrte Festgesteinsbrunnen in karbonatischen Gesteinen)</li><li>- Aufbohren des Bohrlochs zur Reinigung der Bohraureole (Innenfilter)</li><li>- Einbau neuer Brunnenrohre</li></ul>
Teilverfüllung oder Teilabspernung einer Filterstrecke	Teilsanierung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Abspernung unerwünschter Fremdwasserzuflüsse im unteren Teil der Filterstrecke mittels hydraulisch dichtender Verpress-Suspension (nur bei funktionsfähigen Ringraumsperren möglich); ein Verdriften der Abdichtungsmassen in die produktive Filterstrecke ist zu vermeiden</li></ul>
Einschubverrohrung; Innenrohrmanschetten	Teilsanierung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Einbau von Einsteckfiltern und Vollwandrohren sowie Manschetten als Voll- oder Teileinschub bei korrodierten oder mechanisch beschädigten Brunnenrohren (z. B. bei undichten Rohrverbindungen; die Ringraumabdichtung muss dabei nachweislich funktionsfähig sein); die Art der Hinterfüllung der Einschübe orientiert sich an der Aufgabenstellung</li></ul>
Neuverfilterung	Komplettsanierung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Schlitzen, Ziehen und Ausbau der Brunnenrohre (nur in unverfüllten Bohrungen im Festgestein möglich)</li><li>- Aufbohren des Bohrlochs zur Reinigung der Bauraureole (Innenfilter)</li><li>- Einbau neuer Brunnenrohre</li></ul>
Überbohrtechniken	Komplettsanierung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Entfernung defekter Ausbauten mittels Greifer- oder Drehspülbohrverfahren zum nachträglichen Einbau von Ringraumnachdichtungen entweder unter Beibehaltung oder Entfernung der alten Rohrtour</li></ul>
Sanierung von Abschlussbauwerken	Teil- oder Komplettsanierung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bauschadenbeseitigung</li><li>- Abdichtungen</li><li>- Austausch veralteter Einbauten und Maschinenteknik</li></ul>



Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# Einschubverrohrung/ Inline Sanierung



## Feststoffmessung im Zuge von Regenerier-/Sanierungsarbeiten

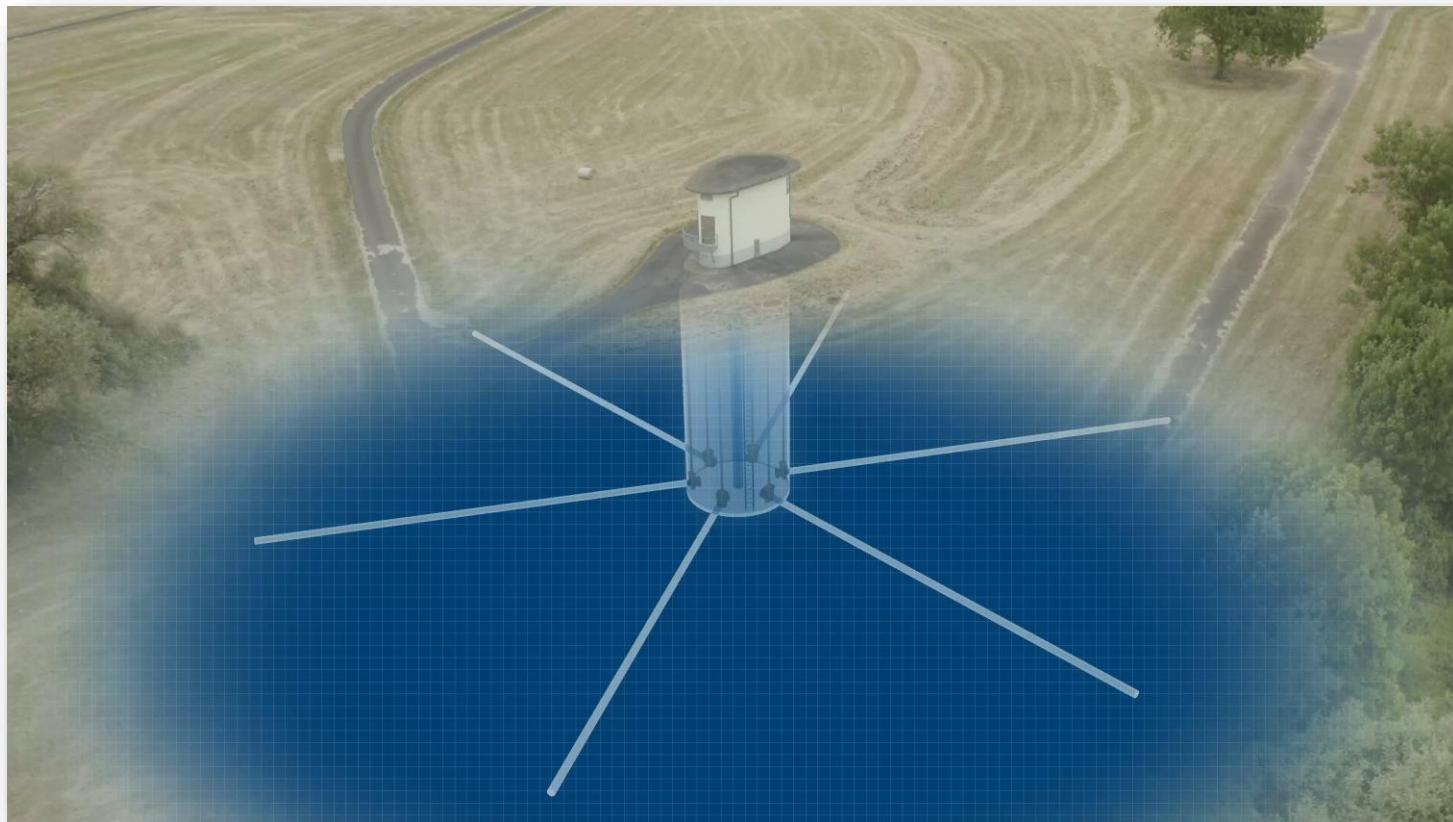


## Feststoffmessung im Zuge von Regenerier-/Sanierungsarbeiten

- ➔ Messung alle 5 Minuten im Teilstrom an zwei 63- $\mu$ m Sieben im Wechsel
- ➔ Abgesetzte Feststoffe werden in Imhofftrichter gefüllt und gemessen
- ➔ Ziel: Erreichung einer möglichst niedrigen Plateauphase der entnommenen Feststoffe



# Einblicke Horizontalfilterbrunnen



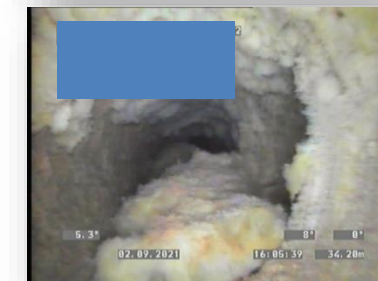


- ➔ signifikanter Leistungsverlust aufgrund erhöhter Filtereintrittswiderstände in Folge biologischer Verockerung und/oder Kolmation
- ➔ strangspezifische bauliche Mängel aufgrund von verdecktem oder sichtbarem korrosivem Lochfrass
- ➔ erhöhte betriebsinduzierte Feststoffeinträge in Folge Planungsfehler oder konstruktiver Mängel
- ➔ Kombination vorgenannter 3 Punkte





## Problemdiagnose



## Regenerierung

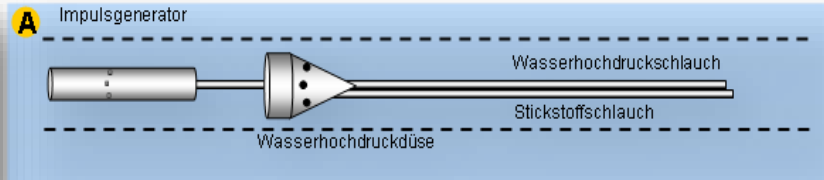
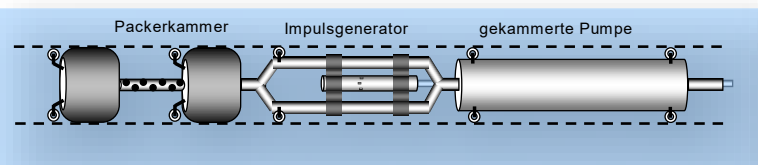
- tiefenwirksame Energieeinträge zur Entfernung der Feststoffablagerungen
- abschnittsorientierte Nachentsandung der einzelnen Filterstränge mittels mobilem Packerkammersystem

## Sanierung

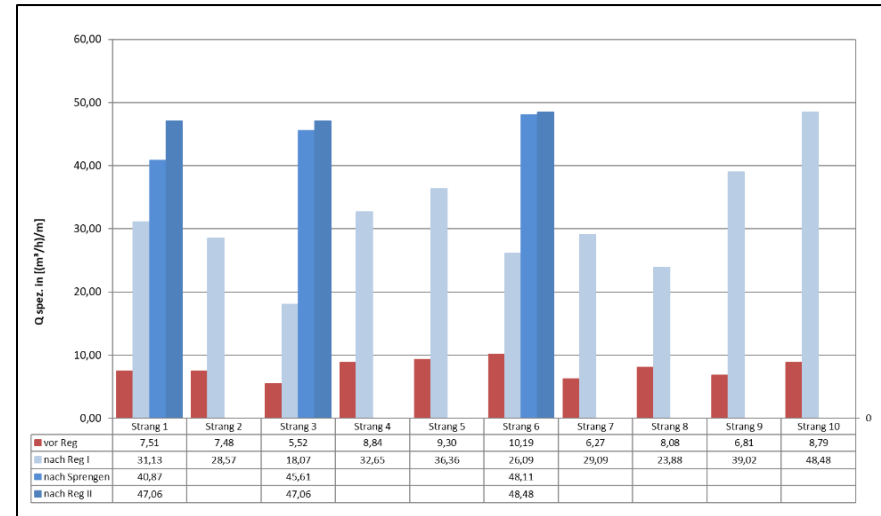
- mechanische Vorreinigung der betreffenden Filterstränge
- Kalibermessung in den Strängen
- Einschub Inlineverrohrung
- tiefenwirksame Energieeinträge zur Entfernung der Feststoffablagerungen
- abschnittsorientierte Nachentsandung der einzelnen Filterstränge mittels mobilem Packerkammersystem



## Vortrieb Ersatzstränge

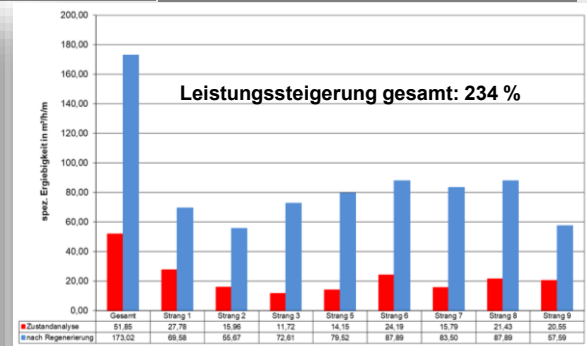
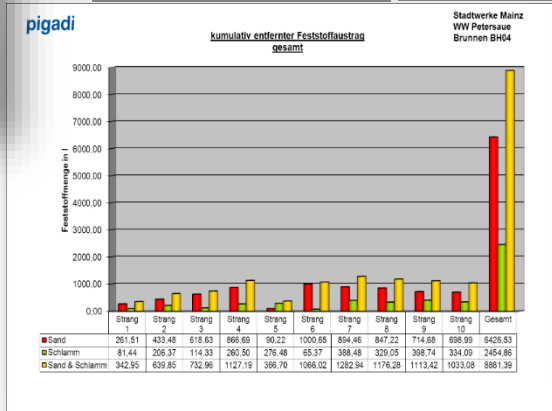
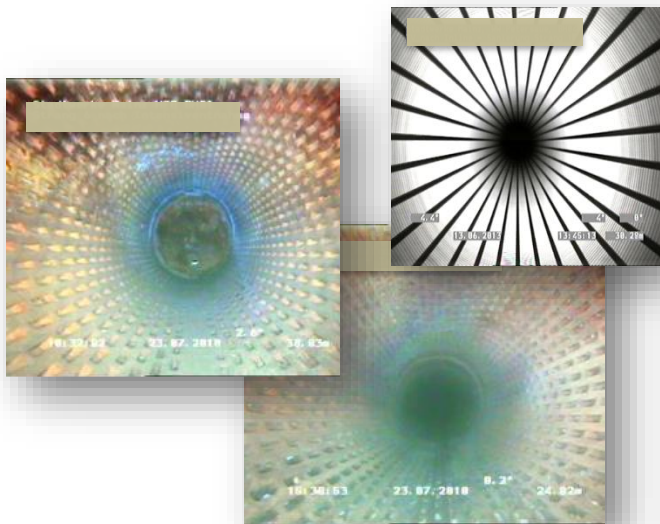


- ➔ Baustelleneinrichtung und Vorarbeiten Einrichtung der Baustelle, Vorbereitungen am Brunnen und Demontage der Brunneneinbauten, PV, TV-Rohbefahrung
- ➔ Hydromechanische Vorreinigung durch Wasserhochdruck (Einzelstrangreinigung durch Einsatz der Wasserhochdrucktechnik)
- ➔ Regenerierung durch Kombination aus Wasserhochdruck und hydropuls® (Ein- und Ausbau der Funktionsstrecke, Pulsgänge innerhalb der Filterstrecke mit abschnittsweise, intensivem Entfernen der gelösten Ablagerungen unter dynamischer Entnahme)
- ➔ Nachentsandung mittels flexiblen Packerkammersystem (Durchführung der Einzelstrangentsandung mit kontinuierlicher Überwachung und Steuerung der Feststoffentnahme )
- ➔ Regenerierung ausgewählter Stränge mittels Explosivstoffen
- ➔ Nacharbeiten (PV, TV-Endbefahrung, Montage der Brunneneinbauten, Beräumung der Baustelle)



**Entwicklung der Ergiebigkeit**

- ➔ optische Bestandsaufnahme nach der Massnahme
- ➔ hydraulische Bestandsaufnahme (Einzelstrangpumpversuche; Gesamtpumpversuch)
- ➔ Optional: Geophysikalische Ermittlung der Zuflusscharakteristik (Flowmeter)
- ➔ Optional: Montage neuer Schiebersättel & Schieber





Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

# Vorbereitungen: GoPro 1 + Einsatz Drohne





Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband

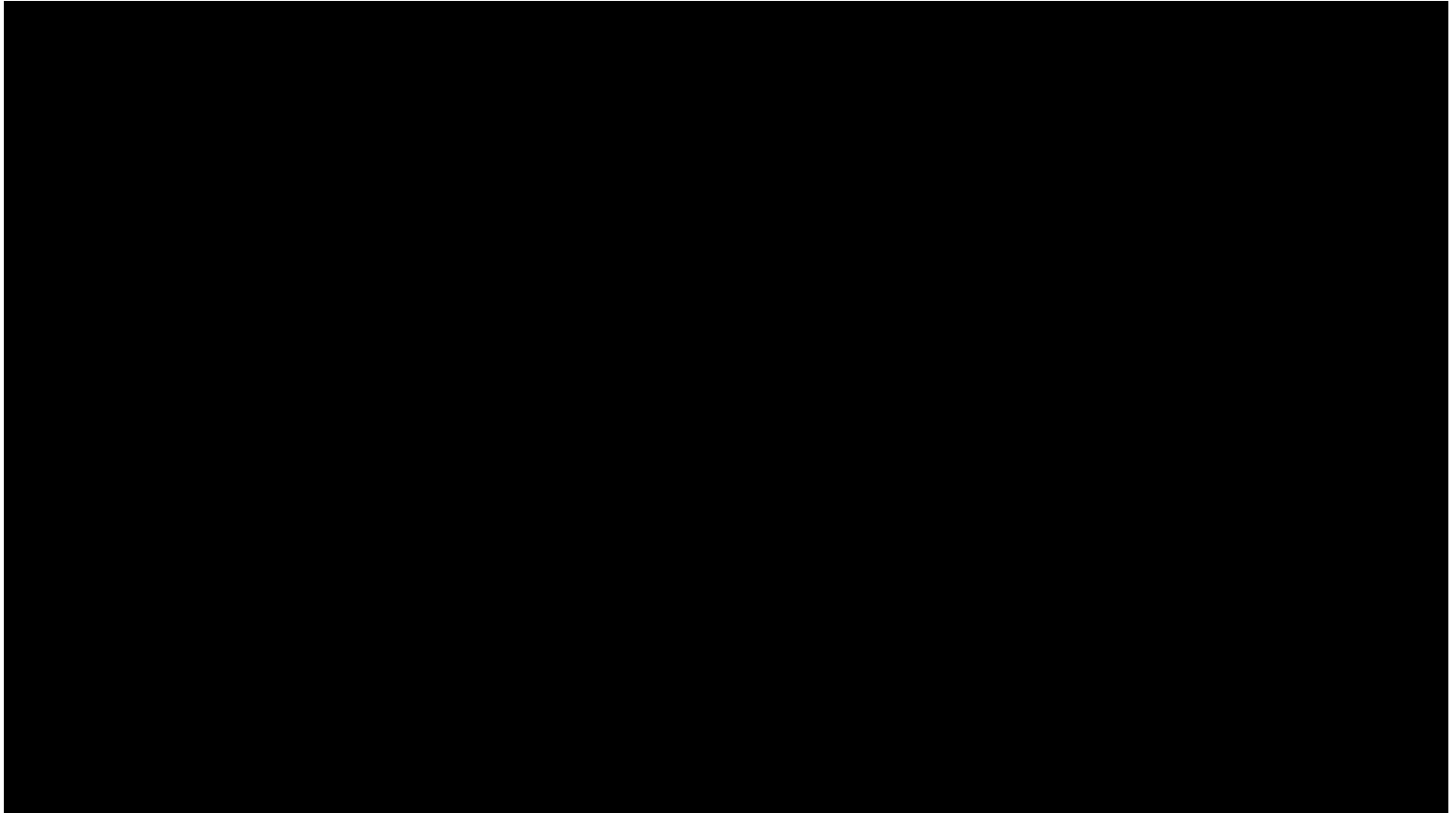
# Vorbereitungen: GoPro 2 und Einsatz Drohne





Schweizerischer  
Brunnenmeister-  
Verband


# Spezialität: Einsatz Explosivstoffe im Horizontalfilterbrunnen



# Zusammenfassung/Empfehlungen

Brunnen im Kontext zunehmender Extremwetterereignisse  
und Nutzungskonflikte

- ➔ Die ungewöhnliche Höhe und Dauer der Sommerspitzenförderung bei vielen Wasserversorgern und Industriewassernutzer seit 2018 sollten jeden Brunnenbetreiber motivieren, seine spezifische Situation zu analysieren, ggf. vorhandene Engpässe und Defizite zu identifizieren und Handlungsbedarfe abzuleiten.
- ➔ Der Druck auf die Grundwasser-Vorkommen nimmt zu. Konfliktpotenzial besteht zunehmend zwischen der Landwirtschaft und der öffentlichen Trinkwasserversorgung, die zu mehr als 2/3 aus dem Grundwasser gesichert wird.

- 
- ➔ Grundsätzliche Überprüfung mittel- und langfristiger Strategien zur Sicherung der Rohwasserförderung
  - ➔ Check Rohwasserverfügbarkeit (→ „Engpassanalyse“)
  - ➔ Planung und Implementierung von zusätzlichen Redundanzen Brunnenneubau
  - ➔ Brunnenservice in Zeitfenstern von Reparatur oder Baumassnahmen an Infrastrukturen im Wasserwerksbereich (planmäßig aber auch unplanmässige) bspw.: Behälter, Rohrnetz, Aufbereitung
  - ➔ Bewusster Schutz des Fassungsgebietes gegenüber stofflichen und mikrobiologischen Einträgen
  - ➔ **kein überdurchschnittliches „Schieben“ von zyklischen Bestandsaufnahmen bzw. Regeneriermassnahmen**

Vielen Dank für Eure  
Aufmerksamkeit 😊

