

# Zustandsuntersuchung

---

Lupfig; Res. Rütene

Kunde  
Einwohnergemeinde Lupfig  
Wasserversorgung  
Breitenstrasse 14  
5242 Lupfig

Projektnummer

300 939 0

s:\h2o\01 projekte\02 auftrag\02 zustandsuntersuchungen\300 939 0 lupfig; res. rütene; zustandsuntersuchung\17 berichte\2024 06 05 ktu zustandsuntersuchungsbericht lupfig res. rütene.docx

Datum

13. Juni 2024

Projektleitung

Tuija Kosonen

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung / Veranlassung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>3</b>
2.1	Auftrag .....	3
2.2	Pläne .....	3
2.3	Normen / Richtlinien .....	3
<b>3</b>	<b>Bauwerksbeschrieb</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Untersuchungen</b> .....	<b>5</b>
4.1	Visuelle Zustandsaufnahme.....	5
4.2	Untersuchung der Erdungssituation .....	7
4.3	Potentialmessungen .....	8
4.4	Wasseranalyse.....	9
4.5	Streustrombeeinflussung .....	10
4.6	Bewehrungsüberdeckung.....	10
<b>5</b>	<b>Beurteilung</b> .....	<b>11</b>
5.1	Potentiale und Potentialdifferenzen.....	11
5.2	Beschichtung und Überdeckung.....	12
5.3	Die Wasseranalyse:.....	12
5.4	Erdungssituation:.....	12
<b>6</b>	<b>Massnahmen / Empfehlungen</b> .....	<b>13</b>
<b>Abbildungsverzeichnis:</b>		
Abb. 1:	Grundriss Res. Rütene in Lupfig.....	4
Abb. 2:	Markierung 1: Kalkbildung am Boden im hinteren Teil der Wasserkammer .....	5
Abb. 3:	Markierung 2: Abplatzung (hart) der Beschichtung und Blasenbildung, nur an den Säulen.....	5
Abb. 4:	Markierung 3: Stark Korrodierte Leitungsteile in der Wasserkammer.....	6
Abb. 5:	Markierung 4: Korrodierte Drucktüre .....	6
Abb. 6:	Panoramabild der Wasserkammer links.....	7
Abb. 7:	Grundriss der Wasserkammer mit dokumentierten Schäden .....	7
Abb. 8:	Erdungssituation im Rohrkeller .....	8
Abb. 9:	Potentiallinienmessung Achse 1 und Achse 2 .....	8
Abb. 10:	Potentiallinienmessung Achse 1 .....	9
Abb. 11:	grafische Darstellung der Wasseranalyse .....	9
Abb. 12:	Graphische Darstellung der Beeinflussung der Erdung .....	10

# 1 Einleitung / Veranlassung

Aufgrund von Korrosionsspuren an den Drucktüren in den Wasserkammern wurde die Firma suicorr AG beauftragt, in der Wasserkammer (links) des Reservoirs Rütene in Lupfig eine Zustandsaufnahme durchzuführen.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Auftrag

Im Mai 2024 erhielt die suicorr AG den Auftrag, die Zustandsuntersuchung durchzuführen.

Im Rahmen der Zustandsuntersuchung wurden die Beschaffenheit der Oberfläche und die elektrischen Verbindungen zwischen den Bauteilen aus Metall überprüft, jedoch nicht die statische Tragfähigkeit des Bauwerks.

### 2.2 Pläne

- Grundriss und Schnitte als Foto
- Wasseranalyse: vom 27.4.2018

### 2.3 Normen / Richtlinien

- „Weisungen Nr. 507.0113 des Eidgenössischen Starkstrominspektorates (ESTI), „Elektrische Schutzmassnahmen an Rohrleitungsanlagen (WeR)“
- Weisungen Nr. 511.0712 des ESTI, „Weisungen für elektrische Installationen in Abwasseranlagen (We ARA)“
- Niederspannungs-Installations-Norm (NIN) der electrosuisse
- SN EN 12954 der Schweizerische Normenvereinigung (SNV), „Kathodischer Korrosionsschutz von metallenen Anlagen in Böden und Wässern“
- Merkblatt W 10015 des Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), „Elektrische Trennung von Wasserleitungen und Erdungsanlagen“
- Merkblatt W TPW 2006/1 des SVGW, „Kontaktkorrosion bei Verbindung verschiedener Werkstoffe von Trinkwasserleitungen in Hausinstallationen“
- Richtlinie C1d der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz (SGK), „Richtlinie für Projektierung, Ausführung und Betrieb des kathodischen Korrosionsschutzes von Rohrleitungen“
- Richtlinie C6 der SGK, „Richtlinien zum Korrosionsschutz von Abwasseranlagen“

### 3 Bauwerksbeschreibung

Das Reservoir Rütene in Lupfig besteht aus zwei identischen Wasserkammern. Mit einem Fassungsvermögen von je ca. 750m<sup>3</sup> Brauch und Löschwasser. Die Anlage wurde im Jahr 1970 gebaut.

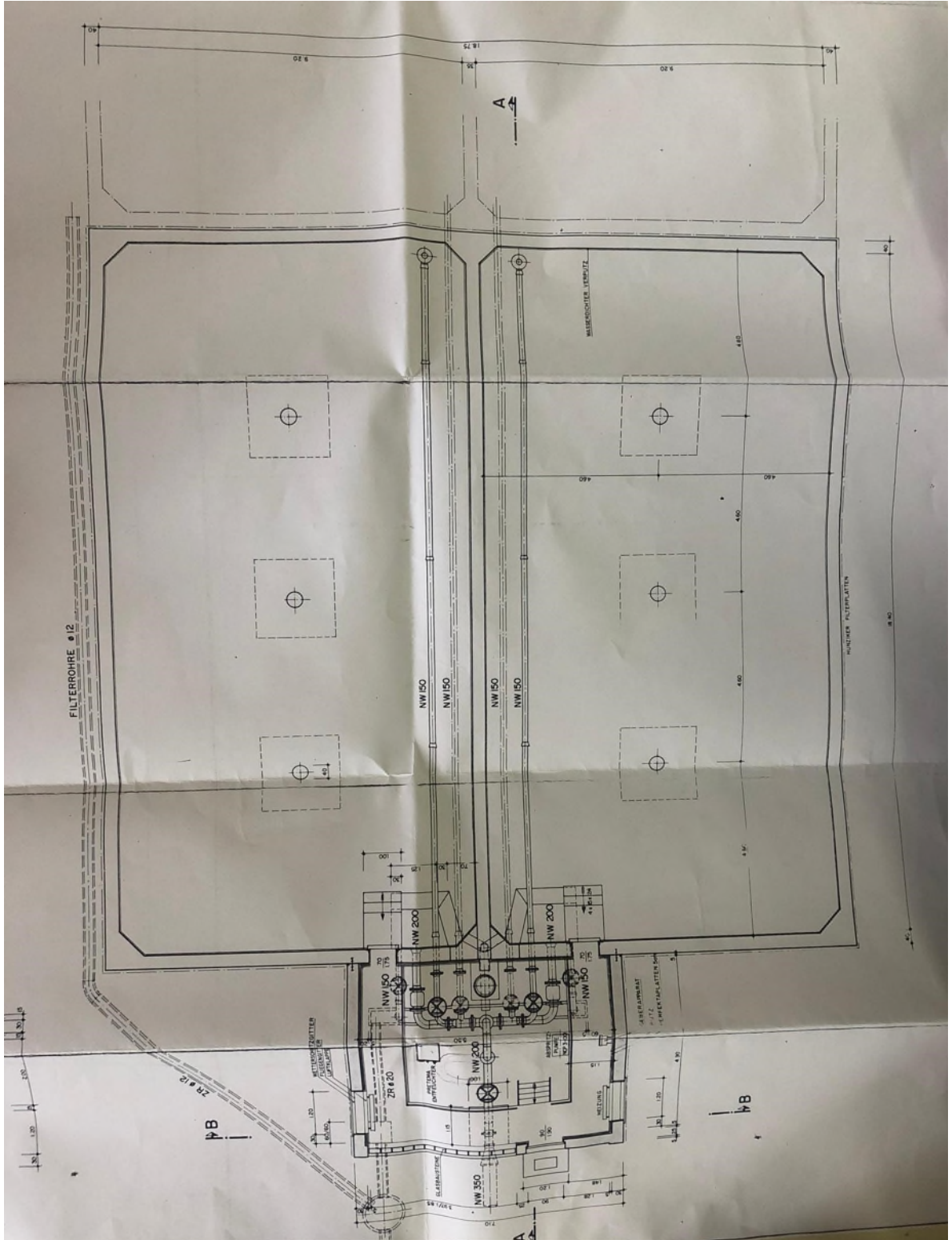


Abb. 1: Grundriss Res. Rütene in Lupfig

## 4 Untersuchungen

Am 06.06.2024 wurde die Wasserkammer mit folgenden Messgeräten untersucht:

- Widerstandsmessung: Fluke 1625 (10053)
- Spannungsdifferenzen: Fluke 87, Multimeter (10092, 10107)
- Überdeckungsmessung: Proceq Profometer4 (10034)
- Beeinflussungsmessung: Minilog2 (10073), CSE-Feststoffsonde (10153)

### 4.1 Visuelle Zustandsaufnahme

Die mineralische Beschichtung in der Wasserkammer ist in einem guten Zustand. Es wurden kaum weiche Flecken gefunden. Es wurden einige andere Schäden dokumentiert:

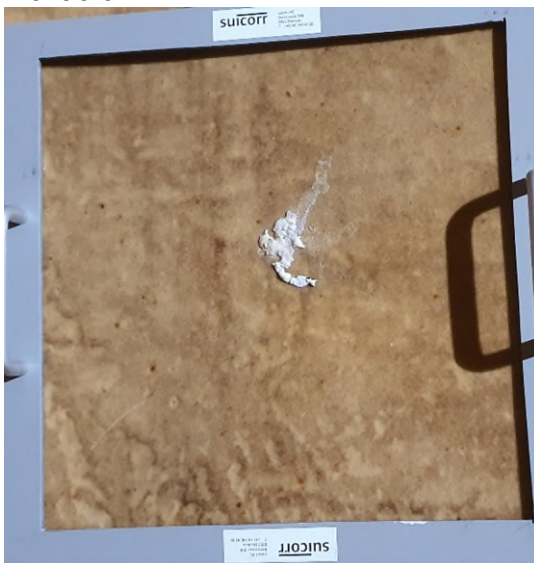


Abb. 2: Markierung 1: Kalkbildung am Boden im hinteren Teil der Wasserkammer



Abb. 3: Markierung 2: Abplatzung (hart) der Beschichtung und Blasenbildung, nur an den Säulen



Abb. 4: Markierung 3: Stark Korrodierte Leitungsteile in der Wasserkammer



Abb. 5: Markierung 4: Korrodierte Drucktüre



Abb. 6: Panoramabild der Wasserkammer links

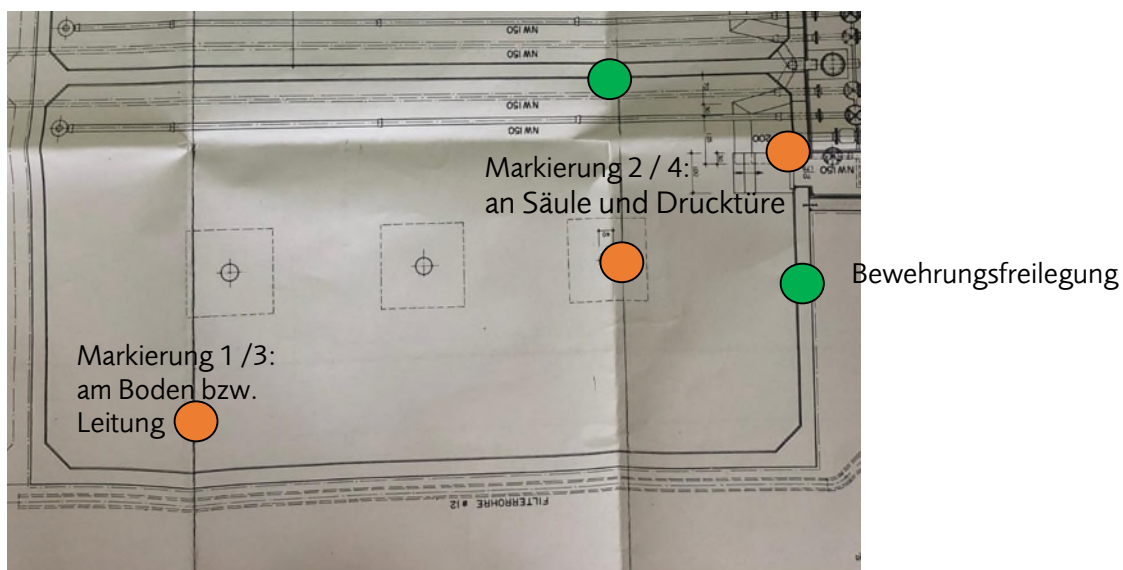


Abb. 7: Grundriss der Wasserkammer mit dokumentierten Schäden

Die Wände sind bräunlich verfärbt (von manganhaltigem Wasser). Die Säulen wurden nicht genauer untersucht (keine Bewehrungsfreilegung), da der Verdacht auf Asbest besteht.

## 4.2 Untersuchung der Erdungssituation

Die durchgeführten elektrischen Verbindungsmessungen in der Wasserkammer bzw. im Rohrkeller ergaben folgende Erdungssituation:

Die Bewehrungseisen sind miteinander verbunden ( $0.3\Omega_{DC} / 0.1mV_{DC}$ ).

Das Bewehrungseisen in der Wand ist nicht mit dem Potentialausgleich der Elektroverteilung verbunden ( $180k\Omega_{DC} / 180mV_{DC}$ ). Dies wurde gegen ein Bewehrungseisen in der Wasserkammer geprüft.

Die Drucktüren sind zur Bewehrung / Potentialausgleich isoliert montiert ( $3k\Omega_{DC} / 150mV_{DC}$ ). Es besteht somit kein galvanisches Element zwischen der Drucktüre und dem Bewehrungseisen.

Ein Teil der Verrohrung im Rohrkeller ist mit Asbest beschichtet und somit lassen sich da keine Messungen vornehmen. Es sind zwei Pumpen und ein Druckbehälter vorhanden. Die Leitung von aussen besteht wahrscheinlich aus Guss und nach einer Armatur ist noch ein Leitungstück aus verzinktem Stahl (oder Chromstahl) vorhanden.



Abb. 8: Erdungssituation im Rohrkeller

Es besteht kein klar ersichtliches Erdungskonzept. Um keine galvanischen Elementbildungen zu haben, dürfen Chromstahlleitungen und Guss-Armaturen nicht miteinander verbunden werden (auch nicht über den Elektrischen Anschluss).

#### 4.3 Potentialmessungen

Die Potentialmessungen wurden in der Wasserkammer links auf zwei Achsen im Raum durchgeführt. Die ermittelten Korrosionspotentiale beziehen sich auf eine Kupfer / Kupfersulfat-Referenzelektrode und wurden gegen die Bewehrung gemacht.

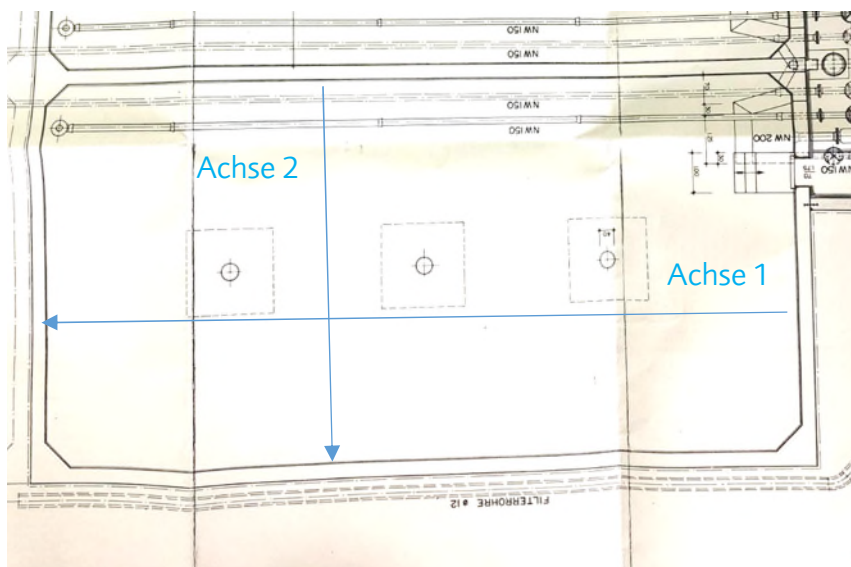


Abb. 9: Potentiallinienmessung Achse 1 und Achse 2

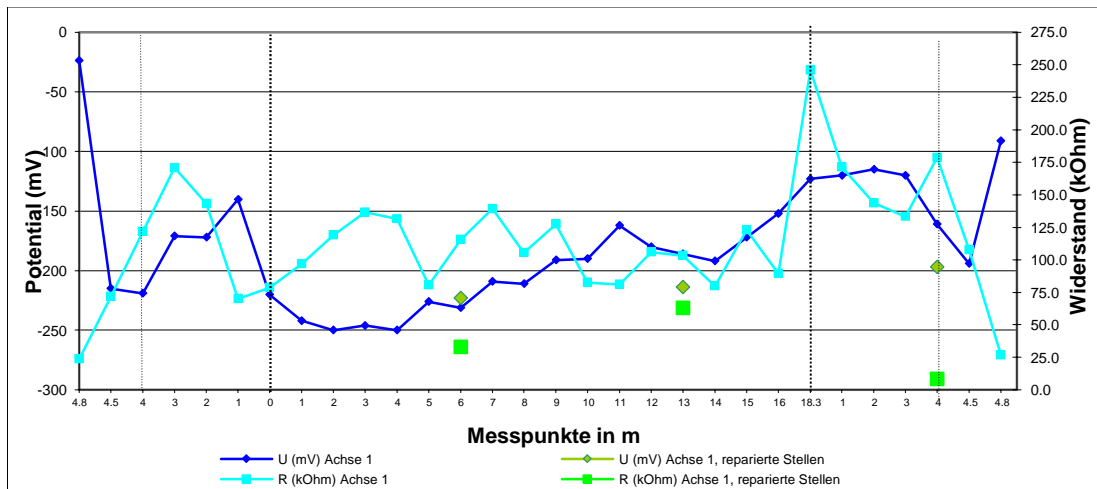


Abb. 10: Potentiallinienmessung Achse 1

Auf den Achsen der gemessenen Wasserkammer lagen die Potentiale an den Wänden und am Boden in einer Bandbreite zwischen  $-240 \text{ mV}_{\text{CSE}}$  und  $-115 \text{ mV}_{\text{CSE}}$  (Bereich oberhalb der Wassergrenze wurde nicht berücksichtigt). Die tiefsten Potentiale wurden am Boden gemessen.

#### 4.4 Wasseranalyse

Die Werte der Wasseranalyse sind wie folgt: Karbonathärte  $25.6^\circ\text{fKH}$  und pH-Wert von 7.58. Die Werte des Wassers liegen somit über der Gleichgewichtskurve. Je nach Härtezusammensetzung bzw. pH-Wert kann das Wasser im aggressiven Bereich liegen, somit ist ein Absanden der Oberfläche möglich. Dies wurde bei der Begehung jedoch nicht beobachtet.

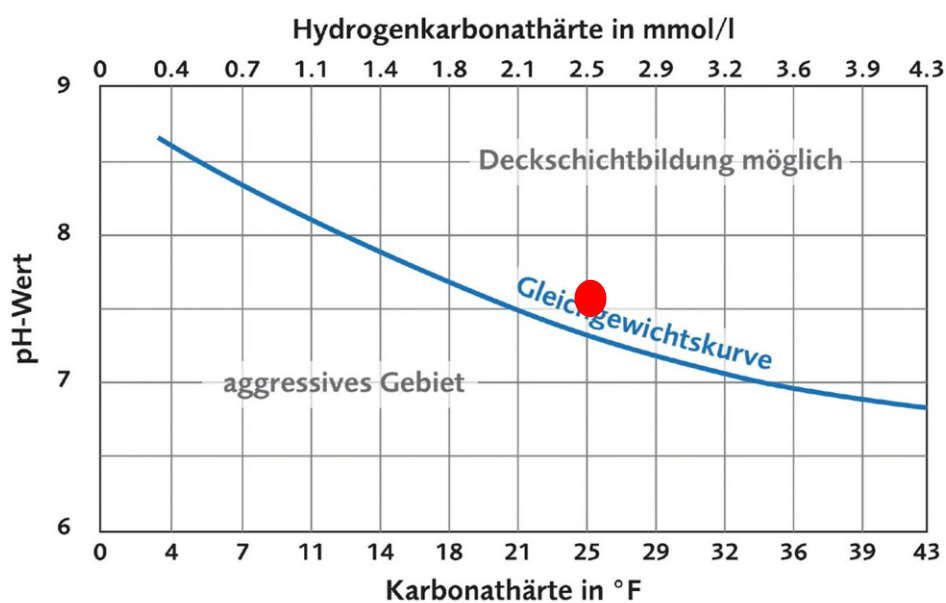


Abb. 11: grafische Darstellung der Wasseranalyse

## 4.5 Streustrombeeinflussung

Das Potential des Potentialausgleichleiters wurde gegen eine extern positionierte Kupfersulfat-Sonde (direkt beim Bauwerk) während ca. 1.0 Stunde aufgezeichnet. Es konnte eine geringfügige, elektrische Fremdbeeinflussung festgestellt werden (ca. 0.4 V AC). Die Beeinflussung ist gemäss den anwendbaren Normen noch nicht kritisch.

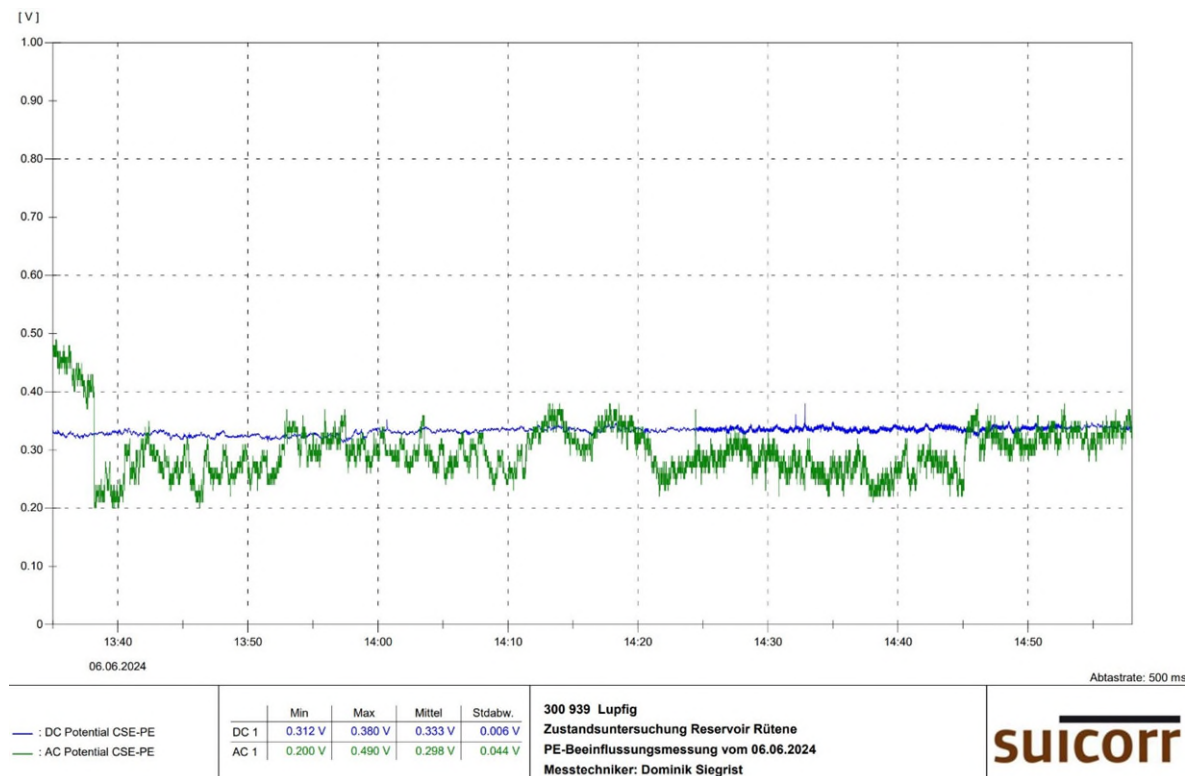


Abb. 12: Graphische Darstellung der Beeinflussung der Erdung

## 4.6 Bewehrungsüberdeckung

Die Auswertung der Messungen ergaben folgende Betonüberdeckungswerte:

Ort	Beschreibung Messfläche	Anz. Messpunkte	Mittlere Deckung (Mittelwert 1./2. Lage gemischt)
Messstelle 1	Mittelwand	20	37.7 mm
Messstelle 2	Rückwand	20	34.5 mm
Messstelle 3	Wand links	20	36.8 mm
Messstelle 4	Wand zum Rohrkeller	20	42.6 mm
Messstelle 5	Boden	21	42.2 mm
Messstelle 6	Säule beim Eingang	10	42.6mm

Tabelle 1: Betonüberdeckungsmessung in der Wasserkammer

Es wurden keine Auffälligkeiten bei der Überdeckung gefunden.

## 5 Beurteilung

### 5.1 Potentiale und Potentialdifferenzen

Gemäss der Studie des Forschungsfonds FOWA des SVGW (schweizerischer Verein des Gas- und Wasserwerkes) kann es aufgrund von Ionenbeweglichkeit zum Aufbau einer Diffusionsspannung kommen, welche zu Flecken führen kann. Zusätzliche Makroelementströme aufgrund von Korrosionsprozessen können den Prozess begünstigen (Elementbildung zwischen Bewehrung und Chromstahl).

Die Potentialmessungen an den Betonflächen geben Aufschluss über die Korrosionsgefährdung der Bewehrung.

Bewehrungseisen in chloridfreiem, alkalischem Beton (pH 12.5) sind durch einen oxydischen Schutzfilm (Passivschicht) vor Korrosion geschützt.

Solche Bewehrungseisen weisen ein Potential von  $+100\text{mV}_{\text{CSE}}$  bis  $-200\text{mV}_{\text{CSE}}$  auf.

Mit zunehmendem Chloridgehalt des Betons, und/oder sinkendem pH-Wert in der Umgebung der Bewehrung wird die Passivschicht zerstört.

Dadurch ändert auch das Potential an diesen Stellen, es verschiebt sich in negativer Richtung.

In der Folge entsteht ein Element zwischen verschiedenen Stellen mit unterschiedlichen Potentialen. Dies sind sogenannte Makroelemente, die treibende Kraft ist die anstehende Potentialdifferenz von meist nur 50 bis 200 mV.

Die Aussage betreffend Korrosionsschäden auf Grund der Potentiale kann vor allem qualitativ gemacht werden, quantitativ können die Korrosionsvorgänge nur bedingt mit Hilfe der Potentialmessung bestimmt werden.

Durch das Absinken des pH-Wertes im Beton unter pH 10, geht der vor Korrosion schützende Passivfilm auf den Bewehrungseisen verloren. Bei Anwesenheit von Feuchtigkeit und Sauerstoff beginnt ein zwar langsamer, aber stetig fortschreitender Korrosionsvorgang, welcher alle in dieser Zone liegenden Bewehrungseisen erfasst.

Die in der untersuchten Kammer erhobenen Potentiale der Bewehrungseisen zeigen kaum Auffälligkeiten auf. Es bestehen Potentialunterschiede von bis zu ca. 170 mV zwischen verschiedenen Bewehrungseisen in den Wand- und Bodenbereichen, dies ergibt sich einerseits aus dem unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalt des Betons und andererseits durch unterschiedliche Polarisation infolge von Ausgleichsströmen.

Die Theorie der Ionenströme besagt, dass sich beim Füllen der Kammer der Stromkreis schliesst und infolge der Potentialdifferenz positiv geladene Ionen von der Anode (negativste Potentiale) zur Kathode (positivste Potentiale) bewegen. Bei diesem Vorgang korrodiert die Bewehrung im anodischen Bereich, und der Stromaustritt aus dem Mörtel oder Beton ist mit einem Calciumaustrag verbunden, der eine mögliche Ursache für die Erweichung der Oberfläche darstellt. Die kathodischen Zonen mit Stromeintritt werden hingegen geschützt.

Anhand des Schadensbildes ist zurzeit nicht davon auszugehen, dass Ionenströme für Schäden des Mörtels bzw. Farbveränderung verantwortlich sind.

## **5.2 Beschichtung und Überdeckung**

Die Beschichtung der Wände ist intakt und die Überdeckung soweit ausreichend.

## **5.3 Die Wasseranalyse:**

Die Wasserqualität ist über der Gleichgewichtskurve (Kalk-Kohlensäure). Die Wasserqualität soll weiter beobachtet werden, dies soll möglichst nicht aggressiver werden.

## **5.4 Erdungssituation:**

Die Bewehrungseisen in der Wand sind nicht elektrisch mit dem Potentialausgleich (PE-Anschluss der Elektroinstallation) verbunden.

## 6 Massnahmen / Empfehlungen

Die Messwerte (Potentiallinienmessung) bzw. das Schadensbild haben keinen deutlichen Hinweis auf Diffusionsspannungen ergeben. Die Beschichtung an den Wänden, in der Wasserkammer, ist intakt (ausser an den Säulen), es bedarf zurzeit keine weiteren Massnahmen. Die Säulen sollen jedoch fachgerecht instandgesetzt werden (Achtung Verdacht auf Asbest).

Dennoch soll die Beschichtung bei der Reinigung regelmässig kontrolliert werden.

Wenn der Rohrkeller / Drucktüren saniert werden, empfehlen wir Ihnen ein Erdungs- und Korrosionsschutzkonzept zu erstellen, damit diese Sanierung keine negativen Auswirkungen auf die Beschichtung in der Wasserkammer hat.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.  
suicorr AG



Tuija Kosonen  
Bereichsleiterin Siedlungswasserbau



Dominik Siegrist  
Messtechniker Siedlungswasserbau