

Betriebsausschuss	22.03.2022
-------------------	------------

**öffentlich**

Vorlage Nr.	125/2022-SBB
-------------	--------------

Stand	23.02.2022
-------	------------

**Betreff Wasserverlustmanagement Wasserwerk Bornheim, Konzept 2022**

**Beschlussentwurf**

Der Betriebsausschuss nimmt die Ausführungen zur Kenntnis und beauftragt den Vorstand, das Konzept entsprechend umzusetzen.

**Sachverhalt**

**Wasserverlustmanagement Wasserwerk Bornheim, Konzept 2022**

**Wasserverlustmanagement, warum?**

Der schonende Umgang mit Ressourcen bezieht im Bereich der Wasserversorgung unter anderem auch die Reduzierung der Wasserverluste im Netz ein. Geringe Wasserverluste bedeuten aber nicht nur einen „sparsamen“ Umgang mit der Ressource Trinkwasser sondern auch mit den Ressourcen Energie und Arbeitnehmer.

Aufgrund der topographischen Lage und der Netzstruktur wird das gesamte Trinkwasser im Versorgungsgebiet Bornheim über Pumpen „Druckerhöht“. Wasserverluste haben hier eine direkte Auswirkung auf die Pumpenleistung und somit auf die Ressource Strom.

Eine Nachverfolgung von Wasserverlusten aufgrund von Leckagen im Leitungsnetz erfordert oftmals einen hohen Aufwand bzw. Einsatz von Mitarbeitern und Fahrzeugen zur Ortung der Leckage. Hier haben Wasserverluste also eine direkte Auswirkung auf die Ressourcen Arbeitnehmer und Energie.

Geringe Wasserverluste sind ein wesentlicher Indikator für den Zustand des Versorgungsnetzes und haben weitere positive Effekte hygienischer Art (Trinkwasserqualität) und versorgungstechnischer Art (Betriebssicherheit).

Eine spürbare Folge des Klimawandels ist die Wasserknappheit in verschiedenen Regionen auch in Deutschland. Es ist zu erwarten, dass auch in den kommenden Jahren die Ressource Wasser knapper wird und Wasserversorger sowie Wasserverbraucher sparsamer mit Trinkwasser umgehen müssen. Für Wasserversorgungsunternehmen ist es wichtig effiziente Kontrollmechanismen zu installieren, Leckagen schnellstmöglich zu orten und so die Verluste auf ein Minimum zu reduzieren.

**Beschreibung „Istzustand“ Wasserverlustmanagement Wasserwerk Bornheim**

Das Wasserversorgungsnetz der Stadt Bornheim ist aktuell in 39 Versorgungszonen unterteilt welche über Messstellen hinsichtlich Verbrauchsmengen überwacht werden. Diese Messstellen befinden sich größtenteils im Bereich der Übergabestellen von

Transportleitungsnetz an die jeweilige Ortsversorgung.

Bei den vorhandenen Messorganen handelt es sich um Flügelradzähler. Durch das einströmende Wasser entsteht eine Rotation im Flügelrad, die auf ein Zählwerk übertragen wird. Mithilfe des Zählwerks ist dann die Ablesung in Litern und Kubikmetern möglich. Über eine Schnittstelle werden die Daten auf das Leitsystem übertragen. Zur kontinuierlichen Überwachung bzw. Bewertung der so erfassten Verbrauchsmengen müssen die Daten arbeitstäglich ausgewertet werden.

Die einzelnen Zonen sind in der Regel durch Schieber (Zonentrennungen) voneinander getrennt, so dass der Verbrauch in jeder Zone getrennt voneinander betrachtet werden kann. Betrachtet wird hier in der Regel der Nachtverbrauch in der Zeit von 02:00 Uhr bis 03:00 Uhr. Wird in dieser Betrachtung eine regelmäßige Abweichung von einem vorher definierten „Normalverbrauch“ festgestellt kann von einer Unregelmäßigkeit (z.B. Leckage) innerhalb der Zone ausgegangen werden.

Handelt es sich um größere Leckagen (ab ca. 2-3 m<sup>3</sup>/h), welche nicht unmittelbar an die Oberfläche gelangen, wird versucht den Ort der Unregelmäßigkeit einzugrenzen. Dies geschieht indem die Zonentrennungen „verschoben“ werden. Es werden dadurch bestimmte Versorgungsbereiche (meist mehrere Straßenzüge) einer anderen Messstelle zugeordnet. In der Regel können solche Rohrbrüche dann bis auf wenige Straßenzüge eingegrenzt werden eine weitere Eingrenzung und Lokalisierung erfolgt dann vor Ort mit entsprechenden Sensoren (Horchgeräten).

Kleinere Leckagen werden wie zuvor beschrieben bisher nicht verfolgt. Begründung: über die vorhandene Messtechnik ist eine Erfassung solch kleiner Rohrbrüche sowie die Eingrenzung nach der beschriebenen Vorgehensweise in der Regel nicht möglich. Da neben der Leckage auch Verbraucher einer anderen Messstelle zugeordnet werden sieht man die Leckage nicht „wandern“. Ohne eine solche Eingrenzung muss eine ganze Zone vor Ort abgehört werden. Der Aufwand steht in keinem Verhältnis zum Wasserverlust da solch kleine Rohrbrüche (meist Hausanschlüsse) in der Regel nach wenigen Tagen aufgrund Wasseraustrittes oder aufgrund Druckverlust bemerkt werden.

#### *Beispiel einer „Eingrenzung“ aus Rohrbruchsuche Walberberg 02.2022*



## Veranlassung

Eine für uns schon jetzt spürbare Folge des Klimawandels sind während anhaltenden Trockenperioden in den oberen Schichten ausgetrocknete Böden. Dies hat zur Folge, dass aus Rohrleitungen austretendes Wasser länger im Boden verbleibt ehe es an die Oberfläche tritt. Da kleine Rohrbrüche, meist an Hausanschlüssen, wie beschrieben über unsere vorhandene Messtechnik zum Teil nicht erkennbar sind bleiben solche kleinen Rohrbrüche ggf. über Wochen und Monate zunächst unerkannt.

Auszug aus Vorlage 177/2020-SBB BA-Sitzung vom 24.06.2020:

*„Im Monat April wurden untypisch hohe Verbrauchswerte erzielt. Ein Zusammenhang mit Maßnahmen zur Eindämmung der Corona Pandemie ist nicht auszuschließen. Weitere Auswirkungen auf das Verbrauchsverhalten sind nicht auszuschließen.“*

Auszug aus Vorlage 719/2020-SBB BA-Sitzung vom 10.12.2020:

*Die Einschätzung aus Mai 2020 wurde dahingehend bestätigt, dass sich das geänderte Verbrauchsverhalten bis zum Ende der Sommerferien 2020 bzw. hingezogen hat.*

*Das geänderte Verbrauchsverhalten hat sich insbesondere in den Nachtverbräuchen wiedergespiegelt.*

*Die bisher für die Wasserverlustbekämpfung zugrunde gelegten Nachtverbräuche wurden ständig überschritten und waren für die Wasserverlustbekämpfung zeitweise nicht anwendbar.*

*Der Mehrverbrauch war jedoch lokal nicht definierbar, so dass von einzelnen, erhöhten Abnahmen oder von einer unbestimmten Anzahl an lokalen, schleichenden Rohrbrüchen (Hausanschlüsse) ausgegangen werden musste. Solche „schleichenden Rohrbrüche“ sind für das Wasserwerk über die aktuelle Messtechnik nicht zwingend lokalisierbar.*

*Im Zuge übergreifender Datenauswertung fällt auf, dass beginnend ab dem 12.08.2020 ein Anstieg an eben solchen Rohrbrüchen, räumlich voneinander getrennt, verzeichnet wurden. Seit dem 12.08.2020 traten, Stand 10.11.2020, 17 Rohrbrüche an Hausanschlüssen auf. Dies entspricht einem Anteil von fast 50% an der Gesamtheit aller solcher Rohrbrüche in 2020.*

*Zeitlich betrachtet bedeutet dies vermutlich, dass die Rohrbrüche mit Einsetzen ergiebigen Niederschlages nach Trockenperiode an die Oberfläche gelangen und somit lokal definiert werden können. In unserer Region (Messstelle Bonn/Roleber, Quelle WetterKontor) setzte ergiebiger Niederschlag nach Trockenperiode am 11.08.2020, also unmittelbar vor der Häufung an auftretenden Rohrbrüchen Hausanschluss ein. In wie weit diese Rohrbrüche Auswirkungen auf den statistischen Wasserverlust 2020 haben, muss nach der Jahresabrechnung 2020 bewertet werden. Weiterhin muss dann im Hinblick darauf, dass weitere Trockenperioden in den kommenden Jahren nicht auszuschließen sind, bewertet werden, ob eine künftige „Sensibilisierung“ der Messtechnik durch Austausch der vorhandenen Messorgane sowie durch Installation weiterer Messpunkte wirtschaftlich erscheint.*

**Auszug aus Vorlage 084/2022-SBB BA-Sitzung vom 22.03.2022:**

Aktuell (Stand Anfang Dezember 2021) erkennen wir wieder einen stetigen Anstieg des Gesamtnachtverbrauchs. Im Vergleich zu zurückliegenden Daten müssen wir aktuell von ca. 20 m<sup>3</sup>/h Mehrverbrauch oder Wasserverlusten ausgehen. Ein Mehrverbrauch bzw. Wasserverlust in dieser Höhe ist jedoch über eine einzelne Messstelle nicht feststellbar. Vielmehr verzeichnen wir wieder mehrere kleinere Anstiege. Wir müssen daher aktuell von einer Mehrzahl kleiner Rohrbrüche ausgehen welche bisher nicht an die Oberfläche getreten sind. Dies ist möglicherweise eine Folge des dauerhaft gesättigten Untergrundes. Seit Mitte Januar 2022 verfolgen wir auch solche kleinen Rohrbrüche da nicht absehbar ist wann diese an die Oberfläche treten. Zur Auffindung werden „Verdachtszonen“ von Mitarbeitern abgegangen und alle Armaturen „abgehört“ mit dem Ziel Leckagen zu lokalisieren.

Stand 11.02.2022 wurden folgende Leckagen lokalisiert:

- 17.01.2022 Rohrbruch Hausanschluss Diergartstraße 17
- 25.01.2022 defekter Hydrant Ohrbachstraße 28
- 25.01.2022 defekter Hydrant Wallrafstraße Parkplatz
- 27.01.2022 Rohrbruch Hausanschluss Secundastraße 25
- 31.01.2022 Rohrbruch Hausanschluss Servatiusweg 4
- 01.02.2022 Rohrbruch Hausanschluss Königstraße 45a
- 03.02.2022 defekter Hydrant Ballenpfad 36
- 07.02.2022 Rohrbruch Hausanschluss Schwadorfer Kreuz 15

Mit Ausnahme des Rohrbruches Servatiusweg 4 war keiner der Rohrbrüche bzw. defekten Hydranten bis zur Auffindung an die Oberfläche gelangt. Aufgrund der zuvor beschriebenen Erkenntnisse sieht der Stadtbetrieb Bornheim die gute Entwicklung im Bereich der tatsächlichen Wasserverluste als gefährdet an.

Jahr	Wasserverlust in %
2021	7,9 (vorläufig)
2020	6,4
2019	5,1
2018	6,1
2017	6,0
2016	10,5
2015	9,6

Der Stadtbetrieb Bornheim sieht sich dazu veranlasst das bisherige Wasserverlustmanagement dahingehend messtechnisch zu „sensibilisieren“ mit dem Ziel möglichst geringste Volumenströme kontinuierlich zu erfassen, das Messergebnis auf unser Prozessleitsystem zu übertragen und dort automatisiert zu verarbeiten und zu bewerten. Weiterhin soll über die neue Messtechnik ein Eingrenzen auch von kleinen Rohrbrüchen möglich werden.

Ein weiterer Aspekt ist, dass die Betriebsführung seit 2017 die Netzerneuerungsrate deutlich erhöht hat. Im Zuge Baumaßnahmen zu Erneuerung von Transportwasserleitungen werden aktuell auch Übergabestellen einschließlich der Messtechnik erneuert.

Die „alte“ Messtechnik stammt noch aus der Zeit vor Übernahme der Betriebsführung durch den Stadtbetrieb, eine generelle Erneuerung bzw. Austausch steht in den kommenden Jahren unabhängig von dem hier beschriebenen Systemwechsel an.

## **Anforderungen an das künftige System**

Im Zuge der geplanten Sensibilisierung Messtechnik soll die Verarbeitung im Prozessleitsystem um automatisierte Funktionen zur Auswertung, Alarmierung und Dokumentation erweitert werden mit dem Ziel Personalressourcen einzusparen und das System zukunftssicher, auch hinsichtlich Dokumentation, zu gestalten.

Dem Betrachter soll ein „Assistenzsystem“ zur Verfügung gestellt werden welches Entscheidungshilfen hinsichtlich effektiver Nachverfolgung liefert.

Unsere Anforderungen sowie erwartete Vorteile / Mehrwert gegenüber dem herkömmlichen System definieren die Projektverantwortlichen dabei wie folgt:

- ❖ Erfassung / Messung auch kleinstmöglicher Durchflussmengen (Schleichwasser) unabhängig vom Querschnitt der Leitung
  - Erkennung Rohrbrüche an Hauptleitungen bereits in der Phase der Entstehung <sup>1)</sup>
  - Erkennung von Rohrbrüchen an klein dimensionierten Leitungen (Hausanschlüsse) <sup>1)2)</sup>
  - Möglichkeit Messzonen kostengünstig zu verdichten (schnellere Lokalisierung der Leckage) <sup>1), 2)</sup>
  - kontinuierliche Messung <sup>2)</sup>
  
- ❖ Datenverarbeitung innerhalb Prozessleitsystem Nicos 2.0
  - automatisiertes Berichtswesen / Dokumentation <sup>2)</sup>
  - Erkennung / Meldung Standartabweichungen (Leckagen) <sup>2)</sup>
  - Visualisierung von Standartabweichungen und Verschiebung von Standartabweichungen im Netzplan <sup>2)</sup>
  - Erkennung / Meldung Ausfall Messsignal <sup>3)</sup>
  - Erkennung / Meldung Wasserverluste auf Zubringerleitungen / Transportwasserleitung durch Differenzierung (Menge Ausgang Wasserwerk abzüglich Abgabe in die Zone > „0“) <sup>1)2)3)</sup>
  - Lieferung von Entscheidungshilfen (Assistenzsystem) <sup>1)2)3)</sup>

<sup>1)</sup> Einsparpotential hier Ressourcen (Trinkwasser und Energie (Pumpenleistung))

<sup>2)</sup> Einsparpotential hier Personaleinsatz

<sup>3)</sup> Steigerung Betriebssicherheit

## **Systemwahl**

Das Wasserwerk verfügt bereits über ein leistungsfähiges, erweiterbares Prozessleitsystem (Nicos 2.0) sowie über dazugehörigen Unterstationen der Fa. Nivus (NivuLink Control Einheit zur Datenübertragung) auch an einem überwiegenden Anteil der Messstellen.

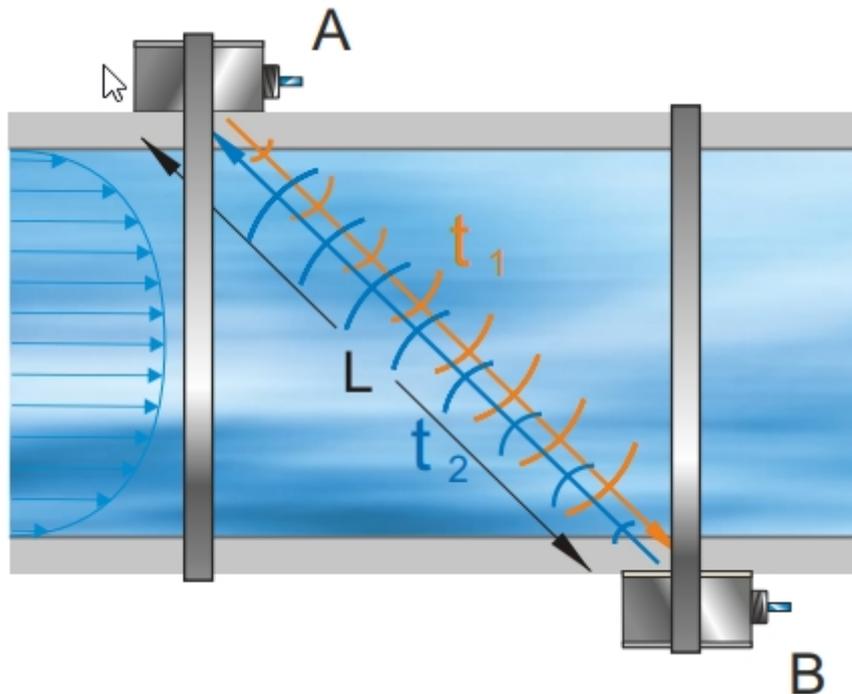
Neben den zuvor genannten Produkten verfügt die Fa. Nivus über langjährige Erfahrung im Bereich der Füllstands- und Durchflussmessung. Nivus Messtechnik befindet sich sowohl im Wasserwerk als auch im Abwasserwerk Bornheim seit Jahrzehnten erfolgreich im Einsatz. Für den genannten Anwendungsfall bietet sich eine Ultraschall Durchflussmessung an.

Das Laufzeitdifferenzverfahren auf Ultraschallbasis ermöglicht eine zuverlässige und genaue Messung in sauberen bis zu leicht verschmutzten Medien.

Beschreibung zum Messprinzip:

Das Messprinzip des NivuFlow beruht auf der Erfassung der Laufzeit von Ultraschallsignalen zwischen zwei Sensoren (A und B). Dabei ist die Signallaufzeit in Fließrichtung  $t_1$  kürzer als

die Signallaufzeit entgegen der Fließrichtung  $t_2$ . Die Differenz dieser beiden Laufzeiten ist proportional zur mittleren Fließgeschwindigkeit entlang des Messpfades  $v_m$ . Die mittlere Querschnittsgeschwindigkeit  $v_a$  wird vom NivuFlow aus den gemessenen Pfadgeschwindigkeiten  $v_m$  berechnet. Der Durchfluss wird im Rohr durch die allgemeine Kontinuitätsgleichung berechnet:



Der Einbau der Sensoren erfolgt außen auf den Wasserleitungen, es ist kein Eingriff in bestehende Leitungen erforderlich. Einbau sowie Anschluss erfolgt durch betriebseigenes Personal SBB.

Für eine Umrüstung/Erneuerung einer Messstelle unabhängig von der Dimensionierung auf die Ultraschallmessung werden folgende Komponenten benötigt:

*NivuFlow 600 Messumformer für ClampOn Messung mit Anschlussleitung und Sensoren, einschließlich Kalibrierung. Preis: 3.795,00 € netto*

Zum Vergleich:

Die Erneuerung einer Messstelle mit herkömmlichen Flügelradzählern erfolgt durch Austausch der vorhandenen Zähler.

Da hierbei ein Eingriff in die Rohrleitung erforderlich ist und die Wasserversorgung im Bereich der Messstelle hierfür vorübergehend unterbrochen werden muss werden in der Regel auch die vorhandenen Armaturen direkt mit ausgetauscht.

Für eine Erneuerung einer Messstelle DN 100<sup>1)</sup> mit herkömmlichen Flügelradzählern werden folgende Komponenten benötigt:

*Flügelradzähler DN 100 einschließlich Impulsgeber und M-Bus Schnittstelle, Schmutzfänger, Pass- und Ausbaustück: ca. 1.200 € netto*

Für eine Erneuerung einer Messstelle DN 150 mit herkömmlichen Flügelradzählern werden folgende Komponenten benötigt:

*Flügelradzähler DN 150 einschließlich Impulsgeber und M-Bus Schnittstelle, Schmutzfänger,*

*Pass- und Ausbaustück: ca. 2.725 € netto*

Die Erneuerung solcher Messstellen, welche durch betriebseigenes Personal SBB erfolgt, ist deutlich aufwendiger vom Personal- und Materialeinsatz wie die Montage einer NivuFlow Messung auf einer Rohrleitung.

<sup>1)</sup> *Mit stetig steigendem Bedarf ist ab zu sehen, dass künftig wohl alle Messstellen auf die Dimension DN 150 um zu rüsten sind.*

### **Testphase**

Seitens der Fa. Nivus wurde uns ein NivuFlow 600 Messumformer einschließlich Sensorik zu Verfügung gestellt.

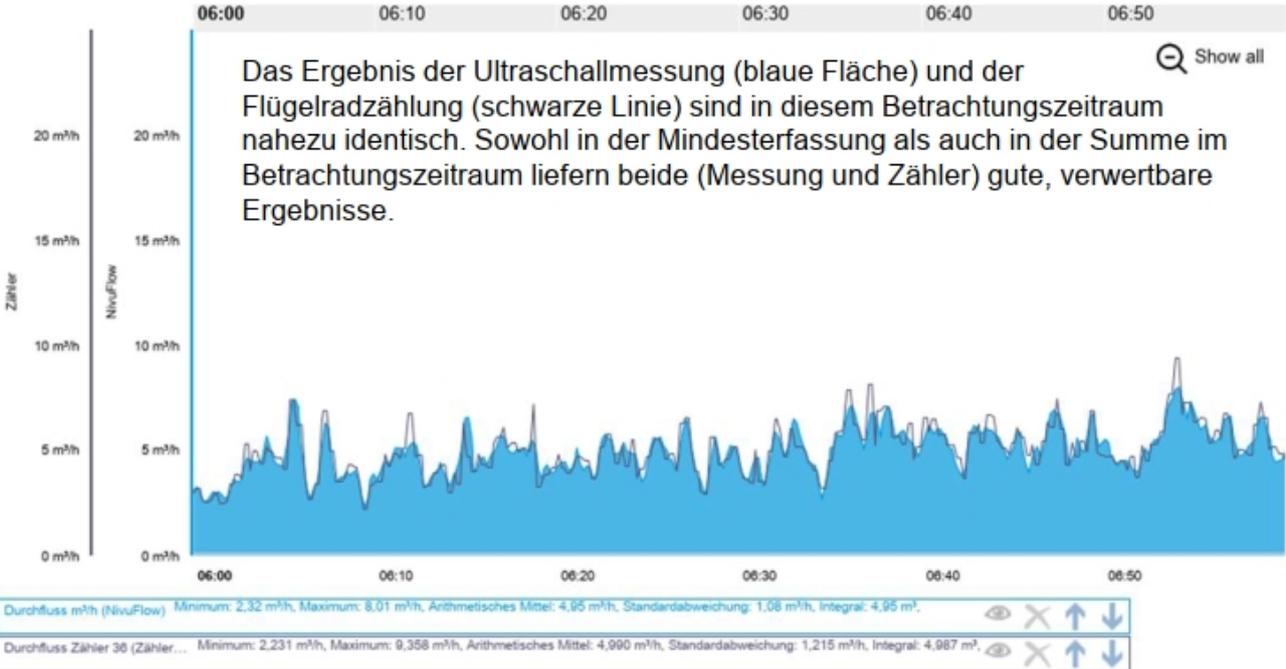
Diese Messung wurde vom SBB im Verteilungsnetz installiert und auf unsere Datenfernüberwachung aufgeschaltet.



Hierbei wurde der Ort Installation so gewählt, dass ein Vergleich des Messverhaltens gegenüber dem Zählverhalten eines Flügelradzählers möglich war. Im Bereich der Messstelle Kuppenberg Schornsberg war es möglich die Messung so zu installieren das ein direkter Vergleich mit einem Flügelradzähler unter dem gleichen Volumenstrom möglich wurde. Die übermittelten Daten wurden in unserem Prozessleitsystem erfasst, beide Messungen in einem Diagramm übereinander gelegt.

Das Ergebnis bewerten wir auf wie folgt:

vgl. NivFlow u. Flügelradzähler





### Hinweis:

Zur besseren Lesbarkeit befinden sich die Diagramme nochmal im Anhang.

Neben dem Test der Ultraschallmessung wurde auch ein „Verbundwasserzähler“ getestet. Ein Verbundwasserzähler ist ausgestattet mit einem Hauptwasserzähler und einem Nebenwasserzähler. Nach Angaben des Herstellers soll mit diesem Zähler die sichere Erfassung stark schwankender und geringer Durchflüsse möglich sein.



Im Versuchsaufbau wurde der Verbundwasserzähler und die Ultraschallmessung in Reihe innerhalb bzw. auf einer durchströmten Rohrleitung montiert. Zählung und Messung wurden durch Auslitern bei Minimalverbrauch miteinander verglichen. Im Ergebnis stellten wir fest dass die ausgeliterte Menge in etwa der über Ultraschall gemessenen Menge entsprach. Die über den Verbundwasserzähler gezählte Menge wich deutlich von der ausgeliterten Menge ab. Weiterhin stellten wir fest, dass bei wechselnden Volumenströmen zeitweise beide

Zählwerke Haupt- und Nebenzähler zählten.

### Weitere erkannte Vorteile der Ultraschall Messung NivuFlow

Im Zuge der Testphase konnten wir weitere Vorteil der Ultraschallmessung erkennen, dies sind:

- ❖ Erkennung / Meldung Fließrichtungsumkehr  
(Ist ein Hinweis auf einen großen Rohrbruch (Rücksaugung))
- ❖ Erkennung / Meldung Nulldurchfluss  
(Ist ein Hinweis auf Systemversagen Druckminderventil oder geschlossene Schieber)
- ❖ Erkennung / Meldung Temperatur Trinkwasser  
(Während Hitzeperioden steigt die Trinkwassertemperatur stark an, es besteht erhöhte Gefahr einer Verkeimung, Gegenmaßnahmen (Netzspülungen) können schnell und gezielt eingeleitet werden).
- ❖ Für Montage ist kein Eingriff in das Rohrleitungssystem erforderlich  
(Hygienische Risiken durch öffnen von Rohrleitungen werden minimiert, Kosteneinsparung infolge geringeren Aufwand bei Formteilen und Montage, Wasserversorgung kann während Arbeiten gewährleistet werden).
- ❖ „Möglichkeit“ zur Installation der Messung im Erdenbau  
(Auf kostenintensive Schachtbauwerke kann ggf. verzichtet werden, Interessant bei künftiger Verdichtung der Messstellen).

### Umsetzung

Wir planen die Umsetzung bzw. Umstellung in 3 Ausbaustufen.

In der 1. Ausbaustufe (2022) sollen die Messpunkte mit Ultraschallmessung ausgestattet werden bei denen die Messschächte im Zuge von laufenden Hauptrohrerneuerungsmaßnahmen erneuert wurden oder kurzfristig erneuert werden.

Die, für die Beschaffung der Messtechnik 1. Ausbaustufe, veranschlagten Kosten belaufen sich auf netto: 46.608,50 €. Die erforderlichen Mittel für die Messtechnik sind in den jeweiligen Investitionsmaßnahmen bereits berücksichtigt.

In der 2. Ausbaustufe (2022 und 2023) sollen die Messpunkte mit Ultraschallmessung ausgestattet werden bei denen die Messschächte im Zuge von sich in der Planung befindlichen Hauptrohrerneuerungsmaßnahmen erneuert werden.

Die, für die Beschaffung der Messtechnik 2. Ausbaustufe, veranschlagten Kosten belaufen sich auf netto: 25.515,00 €. Die erforderlichen Mittel für die Messtechnik sind in den jeweiligen Investitionsmaßnahmen bereits berücksichtigt bzw. werden in den Folgejahren berücksichtigt.

In der 3. Ausbaustufe (2023 und Folgejahre) sollen die Messpunkte mit Ultraschallmessung durch Austausch ausgestattet werden bei denen die Messschächte mittelfristig nicht erneuert werden.

Die, für die Beschaffung der Messtechnik 3. Ausbaustufe, veranschlagten Kosten belaufen sich auf netto: 50.914,50 €. Die erforderlichen Mittel für die Messtechnik werden als Investitionsmaßnahme in den Folgejahren berücksichtigt.

Das Gesamtvolumen für die erforderliche Messtechnik beläuft sich auf netto: 123.038,00 €  
Zur Personellen Umsetzung wird auf den Berichtsteil Wasser, Sitzungsvorlage 084/2022-SBB, verwiesen.