

# KI-WAZU

## KI-unterstützte Wasserversorgung der Zukunft

Ausgabe: 30.01.2023

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Problemstellung und Ausgangslage</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zielsetzung</b> .....	<b>4</b>
2.1	Klassifizierung: Forschung / Überleitung & Anpassung / Umsetzungsprojekt .....	4
<b>3</b>	<b>JR-AquaConSol - Modellbasierte Steuerung</b> .....	<b>6</b>
3.1	Wasserfluss-, Grundwasserströmungs-, Stofftransport-, Wärmeleitungsmodell.....	7
<b>4</b>	<b>Joanneum Research - Akustisches KI-Echtzeit-Monitoring &amp; Sofortalarmierung</b> .....	<b>9</b>
4.1	Audio Time-Tracking als zusätzliche akustische Monitoring Methode.....	10
<b>5</b>	<b>Joanneum Research - Kamera – Visuelle Anomalie Erkennung</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>DATAVIEW Leittechnik im Modellverbund u. zur Echtzeitsimulation Verteilungsnetz</b> .....	<b>12</b>
6.1	Innovativ GUI zur Darstellung der neuen Informationen .....	14
6.2	NISV-sichere Betriebsfunksysteme .....	16
<b>7</b>	<b>SETEC – Echtzeit Simulation Hydraulik im Verteilungsnetz</b> .....	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>TDC (Eibl) - Planung- und Baustellenkoordination - Zusammenarbeit</b> .....	<b>19</b>
<b>9</b>	<b>Aufgabenzuweisung - Kontakt</b> .....	<b>20</b>

**Digitalisierung bedeutet nicht, dass in der Wasserversorgung einige Tablets, Smartphones oder iPads zusätzlich eingesetzt werden. Dies ergibt sich in der Praxis ohnedies.**

Das hier vorgestellte Konzept geht weit darüber hinaus und bündelt allerneueste Fähigkeiten unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit, als Reaktionsmuster auf die Klimaerhitzung und auf neue Risiko- und Bedrohungsszenarien.

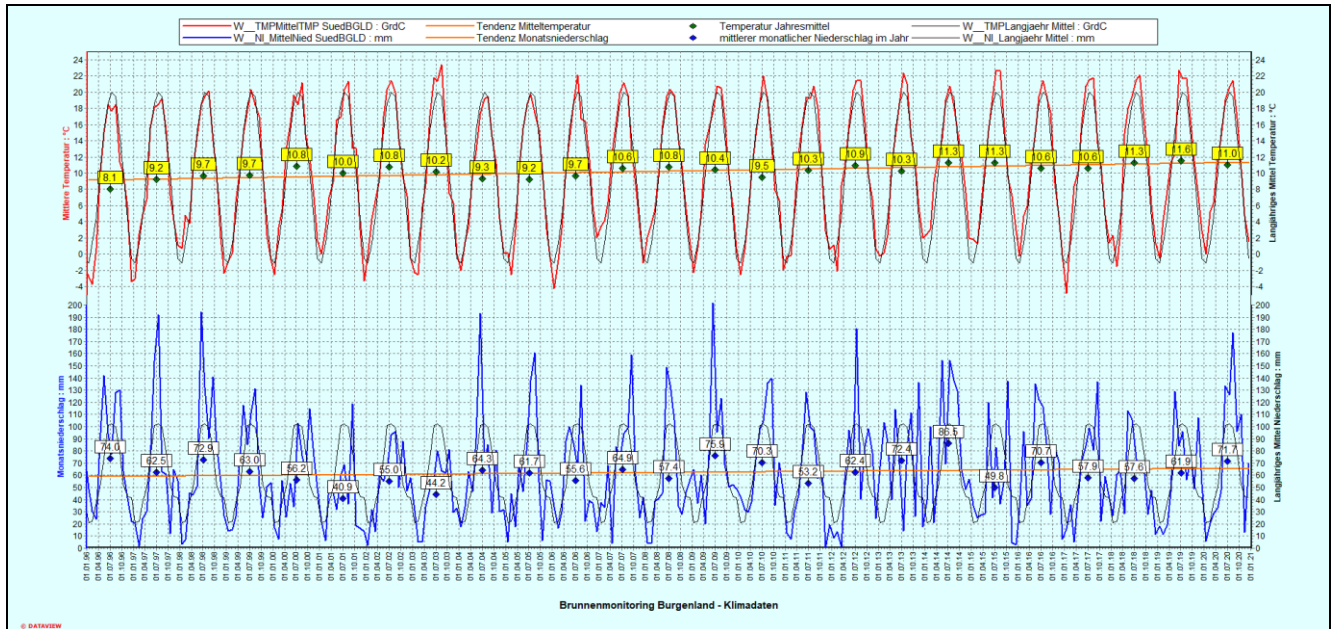
## 1 Problemstellung und Ausgangslage

Demografische Entwicklung, Urbanisierung, Globalisierung, Ressourcenknappheit und Klimaerhitzung sind die Megatrends des 21. Jahrhunderts und Folgen der menschlichen Lebenskultur.

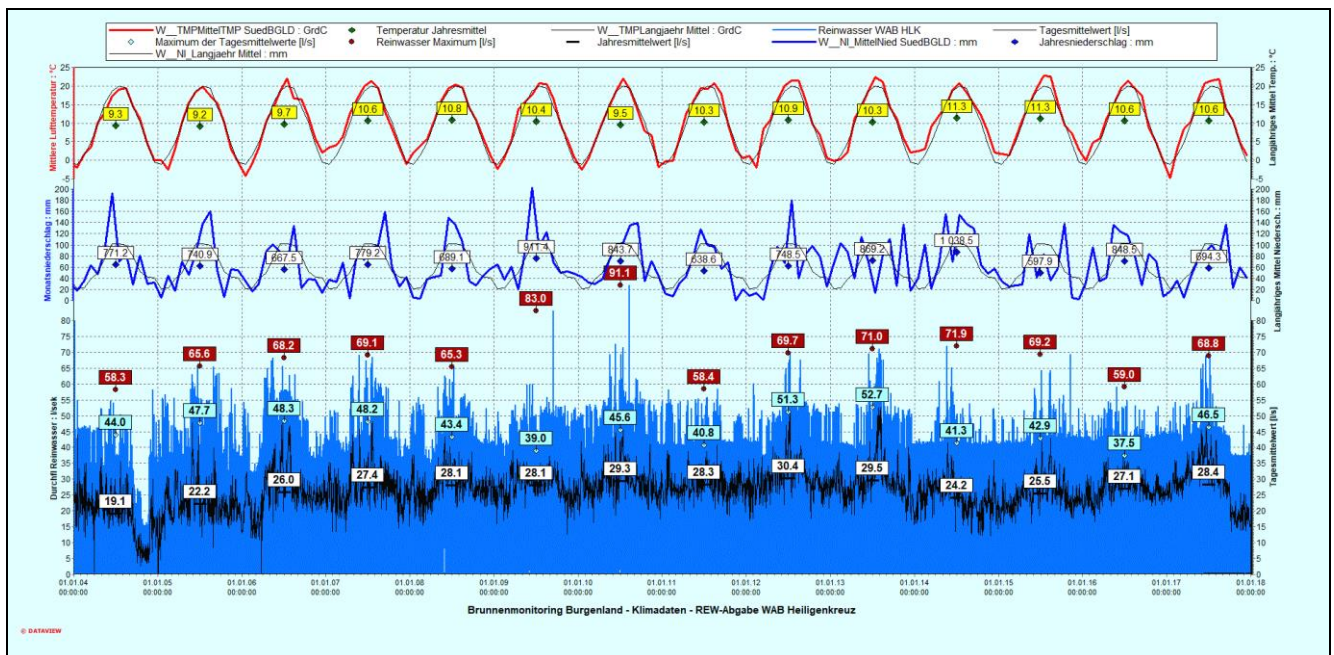
Nachhaltiges Wirtschaften wird angesichts dieser Trends nicht nur zunehmend wichtiger, sondern stellt vermehrt die Grundlage für wirtschaftlichen Erfolg, den sozialen Zusammenhalt sowie den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen dar. Die große Herausforderung der nächsten Jahrzehnte besteht darin, vor dem Hintergrund des steigenden Wasserbedarfs, eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen sicherzustellen, die die Grundbedürfnisse der heutigen Generationen befriedigt, ohne die Lebensgrundlage künftiger Generationen zu gefährden.

Die Trinkwassergewinnung für die Bevölkerung, aber auch die landwirtschaftliche Nutzung der Grundwässer (z.B. Bewässerung) insbesondere aufgrund der klimatischen Veränderungen, hat sowohl in den urbanen Gebieten als auch in den ländlichen Regionen eine Intensität erreicht, welche die Nutzung bestehender Wasserressourcen erschwert und die Erschließung neuer Ressourcen nur mit erheblichem Aufwand und erhöhten Kosten ermöglicht. Zudem muss allen qualitativen und quantitativen österreichischen und europäischen Standards entsprochen werden.

Zusätzlich zeigt sich – nicht zuletzt aufgrund der Auswirkungen der Klimaerhitzung – eine wahrscheinlich nicht mehr umkehrbare Tendenz sinkender Grundwasserstände bzw. nachlassender Quellschüttungen, die mit der Situation eines zunehmenden Bedarfs einhergehen.

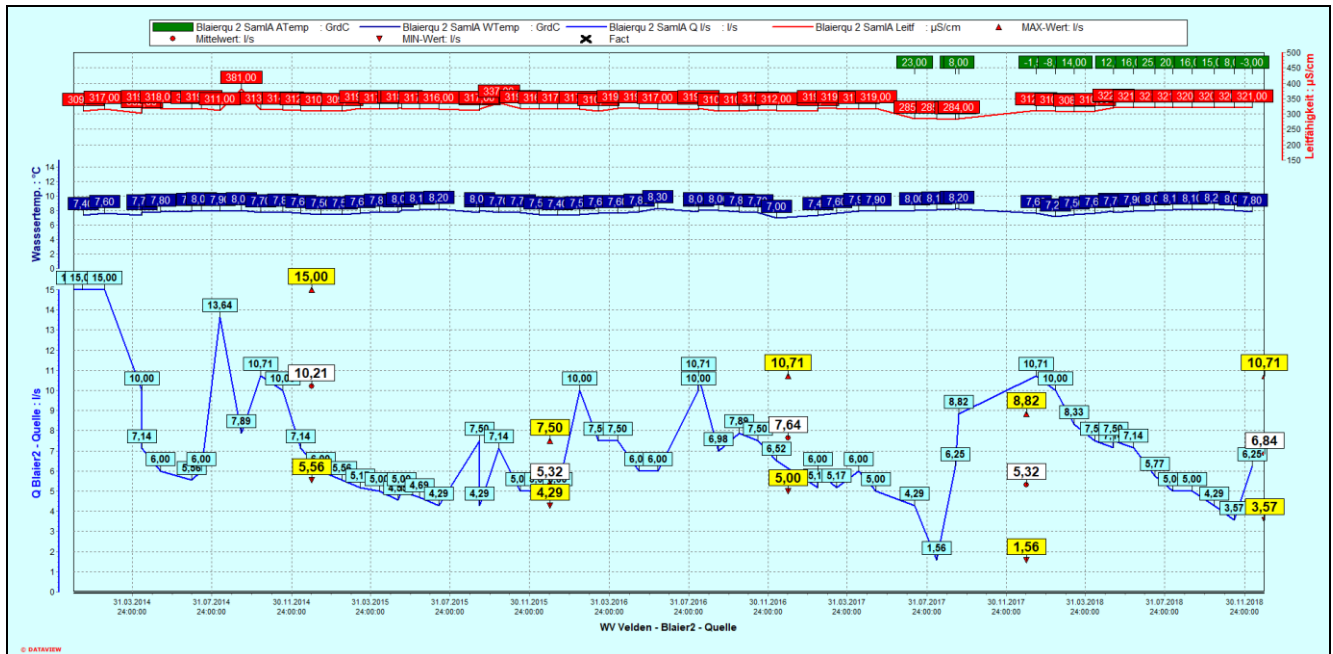


Wie die Abbildung zeigt, ist ab dem Jahr 2000 ein deutlicher Anstieg der Jahres-Mitteltemperatur erkennbar. Dieses Verhalten hat sich bis ins Jahr 2013 bei gleichzeitig etwas höheren Jahresniederschlagsmengen stabilisiert. Ab dem Jahr 2013 hat die Erwärmung wieder zugenommen – gleichzeitig fehlt im Winter aufgrund zu hoher Temperatur die Schneebedeckung. Die gemessenen Niederschläge haben oftmals Starkregencharakter, sodass eine Versickerung der Niederschläge nur teilweise stattfindet.



Wie dargestellt, ist die Grundlast des Wasserversorgers im Südburgenland (A) ab 2004 von etwas unter 20 l/s auf 25-30 l/s im Jahresmittel gestiegen. Dieser Wasserversorger befindet sich in einem gemischten, gewerblich und touristisch sich positiv entwickelnden Gebiet. Das Auspendeln der Bewohner wurde durch die Schaffung einer dauerhaften Gewerbestruktur deutlicher als angenommen reduziert und die Abwanderung gestoppt.

Bei größeren, länger dauernden Störungen und fehlender vorausschauender Ressourcenbewirtschaftung kann die laufend hohe benötigte Grundlast den Wasserversorger vor die Entscheidung stellen, ob der Golfplatz bewässert werden kann, die Gewerbe- und Industriebetriebe versorgt werden können oder nur die Löschwasser- und Notversorgung aufrecht bleibt.



Klar ist, dass durch den Tourismus der Wasserbedarf vor allem während der Haupturlaubszeit in den Sommermonaten deutlich steigt.

In den letzten Jahren musste aber zunehmend festgestellt werden, dass nicht nur zusätzliche Mengen benötigt werden, sondern dass Quellschüttungen (die über Jahrzehnte stabil waren) nunmehr bereits über Jahre rückläufig und in einzelnen Sommermonaten auf nicht gekannte Minimumschüttungen abgesunken sind.

Dies kann man anhand der Quellschüttungsmessungen der Gemeinde Velden am Wörthersee (A) im Jahr 2017 sehr gut erkennen.

Daraus resultiert die Notwendigkeit, die vorhandenen Ressourcen, meist aus mehreren unterschiedlichen Entnahmestandorten, möglichst optimal zu nutzen, wobei neben der Quell- u. Grundwasserverfügbarkeit auch auf die Möglichkeiten und Einschränkungen der hydraulischen Verhältnisse in meist sehr komplexen und weitläufigen Verteilungs- und Versorgungsnetzen Rücksicht genommen werden muss.

Wasserleitungsnetze beinhalten eine Vielzahl von Entnahmeeinrichtungen, Drucksteigerungs- und Reduzieranlagen, Hydranten, Entlüftungsventile und andere technische Einrichtungen. Derzeit können diese Anlagen nur begrenzt überwacht werden. So wird z.B. die Stromaufnahme von Pumpen herangezogen, um Ausfälle in der Funktion zu detektieren. Da diese Ausfälle jedoch derzeit meist unvorhergesehen auftreten und eine Ersatzteilverhaltung nicht für alle Anlagenteile möglich ist, sind Unterbrechungen der öffentlichen Wasserversorgung jederzeit möglich. Diese Unterbrechungen treffen neben den vielen privaten Haushalten auch Wirtschafts- und Produktionsbetriebe, die ohne Wasserversorgung meist nicht produzieren können.

Störungen und Ausfälle der Anlagen sind derzeit vor allem in ihrer Gesamterscheinung nur sehr schwer plan- und kalkulierbar, wodurch jedes Jahr hohe volkswirtschaftliche Schäden entstehen können.

Modernste Monitoringsysteme auf akustischer (Mikrofone) und visueller (Kameras) Basis unter Berücksichtigung aller Mess- u. Steuerungsinformationen und unter Verwendung von „intelligenter“ KI-basierter Software wirken dabei unterstützend, um einerseits die Verfügbarkeit der öffentlichen Wasserversorgung auch in herausfordernden Zeiten sicherzustellen und andererseits die Wartungsintervalle bzw. die Lebensdauer der Anlagen zu optimieren. Damit werden zukünftig auch die Kosten für Wartung- und Instandhaltung sowie zur Erneuerung von Anlagenteilen minimiert.

## 2 Zielsetzung

Das Ziel von „**KI-WAZU (KI-unterstützte Wasserversorgung der Zukunft)**“ ist die Implementierung neuer Managementformen für regionale und überregionale Wasserversorgungsunternehmen mittels daten- und modellbasierter Steuerung der Ressourcennutzung und der Trinkwasserverteilung und deren Integration in den täglichen Betrieb.

Dazu wird direkt korrespondierend mit dem Forschungsumfang je ein Umsetzungsprojekt in drei Bundesländern durchgeführt. In drei überregionalen Wasserversorgungsunternehmen mit unterschiedlichen Wassergewinnungen und unterschiedlichem Detaillierungsgrad der Grundlagen sowie unterschiedlicher Komplexität der Wassergewinnung- und Versorgung wird ein darauf abgestimmtes daten- und modellbasiertes Steuerungssystem implementiert werden.

Um dieses Ziel erreichen zu können, muss der Betrieb von Wasserversorgungen vorausschauend und in Abhängigkeit von unterschiedlich zu prognostizierenden Parametern durchgeführt werden. Dies kann aufgrund der hohen Komplexität zur Unterstützung des Betriebspersonals nur auf Basis moderner KI-basierter Steuerungssysteme erfolgen.

Die wesentlichsten Komponenten in diesem Zusammenhang sind:

- Prognose der Wetterentwicklung und Klimaveränderung, und damit der Grundwasserneubildung
- Prognose des Wasserbedarfs und der Nutzungsgewohnheiten der Bevölkerung
- Prognose der Wasserverfügbarkeit (bzgl. Wetter, Klima, Schadstoffbelastung, krimineller Angriffe etc.)
- KI-basierte Überwachungseinrichtungen u. Bewertung (Körperschall, Akustik u. Betriebsinformationen)
- On-line Monitoringsysteme und automatisierte Datengewinnung
- Leittechnik-Kopplung zur evidenzbasierten Steuerung der Wasserversorgung (KI-Köpfe)
- Numerische Modellierung des hydraulischen Systems und Optimierung der Lastverteilung im Versorgungsnetz zur Vermeidung von Druckschlägen / Schädigungen
- Optimierung des Energieeinsatzes

### 2.1 Klassifizierung: Forschung / Überleitung & Anpassung / Umsetzungsprojekt

Beim Projektakt „**KI-WAZU (KI-unterstützte Wasserversorgung der Zukunft)**“ sind unterschiedliche Disziplinen und Funktionalitäten in einem System kombiniert:

- Bestehende Technologien, die bisher nicht vernetzt wurden, werden miteinander verbunden (Modell, Akustik und Kamera, Leittechnik, Hydraulik). Diese Vernetzung ist Projektumfang.
- Jeder einzelne Technologiebereich wird im Zuge des Projekts weiterentwickelt, für diese Weiterentwicklungen kann eine weitgehende Erfolgssusage gegeben werden.
- Jeder Technologiebereich nimmt auch ein echtes Forschungsthema, das hohes Innovations- aber auch Risikopotenzial beinhaltet, wahr. Diese Bereiche sind im Rahmen des Forschungsumfanges enthalten, aber ergebnisoffen – das bedeutet, dass für diese Bereiche auch Ziele nicht erreicht werden können.
- Komponenten zur Steuerung und zur Überwachung der Anlagen werden für alle Klassen entwickelt und sind zu implementieren.

Das Projekt gliedert sich dazu in:

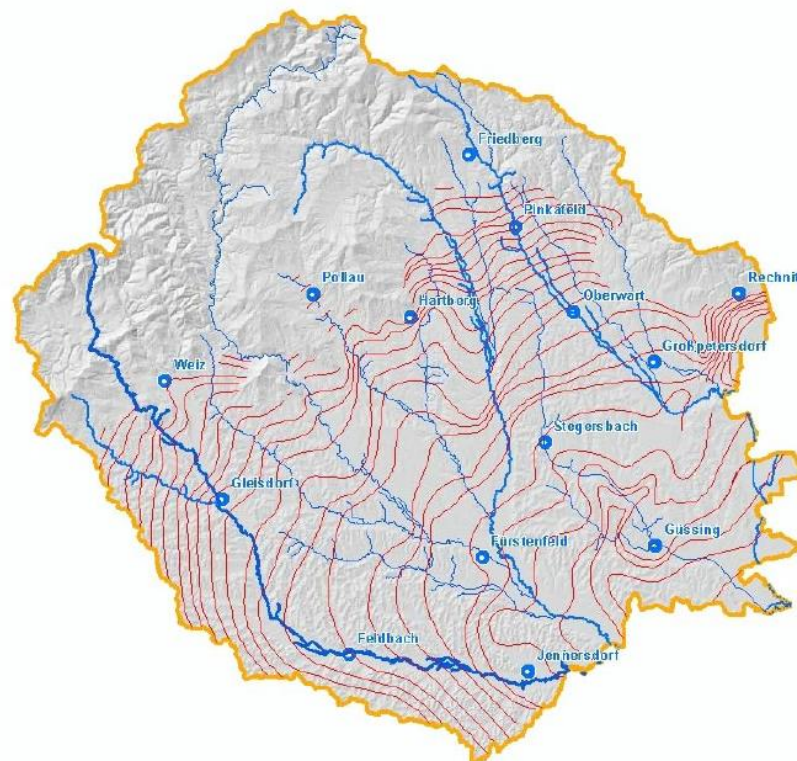
- das Forschungsprojekt
- die Forschungsüberleitung, Umsetzungsgrundlagen und Anpassung an den spezifischen Fall
- die Umsetzungsprojekte

*Das von JOANNEUM RESEARCH, JR-AQUACONSOL, DATAVIEW und SETEC unter Einbeziehung der Wasserversorger entwickelte Konzept „KI-WAZU (KI-unterstützte Wasserversorgung der Zukunft)“ ermöglicht hier ein Zusammenspiel von Körperschallerfassung, akustischer und Kameraüberwachung und die KI basierende Bewertung der Betriebsinformationen der Versorgungsanlagen.*

*Das Projekt beinhaltet als erstes in Österreich auch Modellrechnung für Tiefengrundwässer, für deren Ressourcenverfügbarkeit, der langfristigen Entwicklung der Grundwässer durch äußere Einflüsse (Landwirtschaft) und Auswirkungen der Klimaveränderung, als auch Hydraulikkonzepte für das Verteilungsnetz, zur optimalen Wasserverteilung in Abhängigkeit der bestehenden Verhältnisse und des Bedarfes.*

*Diese Modellrechnungen geschehen in Echtzeit, sodass neben den langfristigen Auswirkungen resultierend aus dem Klimawandel und den Verbrauchsgewohnheiten auch sofort die Betriebsführung für die nächsten Tage folgen kann, aber auch beim Ausfall von Anlagenteilen sofort Alternativen bereitstehen.*

## **Aus der Vergangenheit lernen, in der Gegenwart steuern, um die Zukunft im Griff zu haben**



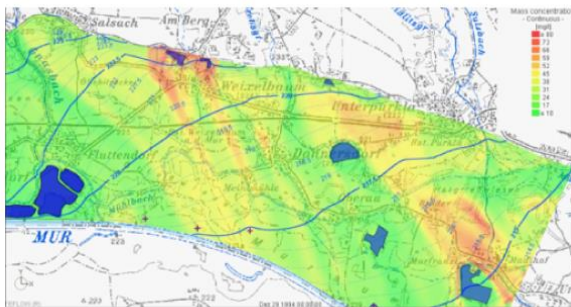
Als Beispiel eines Projektergebnisses ist die Höhenlage und der Verlauf der Grundwasserpotentiallinien im steirischen und südburgenländischen Becken (Projekt NANUTIWA) dargestellt. Darauf aufbauend ist ein numerisches Modell der Grundwasserströmung für die Tiefengrundwässer zu entwickeln.

### 3 JR-AQUACONSOL - Modellbasierte Steuerung

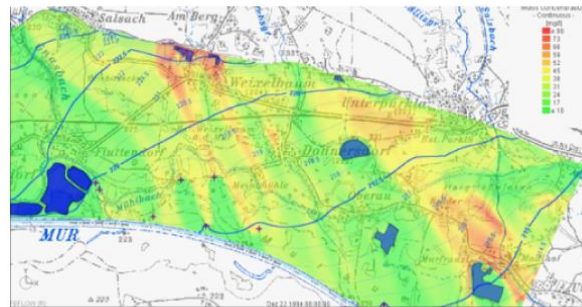
Nicht zuletzt aufgrund der raschen Entwicklung der Leistungsfähigkeit von Computern, aber vor allem aufgrund der leichteren Verfügbarkeit von relevanten Daten und einem zunehmend besseren Verständnis von steuernden Rahmenbedingungen hat sich in den letzten Jahrzehnten die Anwendung von numerischen Modellen zur Erkundung von Wasserressourcen für die Trinkwassergewinnung und zur Bewertung der Auswirkungen von anthropogenen Maßnahmen auf die verfügbaren Wassermengen und die Wasserqualität signifikant gesteigert. Die Entwicklung und Anwendung von Wasser-, Stoff- und Wärmetransportmodellen in der Siedlungswasserwirtschaft ist ein unverzichtbares Werkzeug geworden, um Ressourcen zu erkunden und Risiken für die Wassergewinnung und –verteilung frühzeitig bewerten zu können.

Wie im Beispiel der untenstehenden Bilder dargestellt, wurde mittels eines instationär über einen Zeitraum von 25 Jahren auf Tagesbasis kalibrierten Grundwasserströmungs- und Nitrattransportmodells die Auswirkung einer künstlichen Grundwasseranreicherung auf die Grundwasserströmung und die Nitratkonzentration im Grundwasser bei Konsensbetrieb einer Wasserversorgungsanlage mit insgesamt fünf Brunnenstandorten berechnet. Dazu wurde ein 1D-Modell zur Berechnung von Wasserfluss, Stickstoffumsetzung u. –Transport in der ungesättigten Zone mit einem 2D-Modell zur Wasser- und Stoffverteilung im Grundwasserleiter gekoppelt.

#### Konsensentnahme ohne Anreicherung



#### Konsensentnahme mit Anreicherung



Unterschiedliche Grundwasserleitersysteme erfordern für die Erkundung verfügbarer Ressourcen und die Bewertung der Auswirkung von externen Eingriffen unterschiedliche Modellansätze: So spielt in seichtliegenden Porengrundwasserleitern sowie in Quelleinzugsgebieten die Grundwasserneubildung über infiltrierende Niederschläge und die Wechselwirkung mit Oberflächengewässern eine entscheidende Rolle, wohingegen in komplexen Tiefengrundwasserleitersystemen mit verschachtelten und verzahnten Aquiferteilsystemen die Kenntnis des hydrogeologischen Aufbaus und die Interaktion der Teilsysteme von hoher Relevanz sind. In Abhängigkeit von der „Zugänglichkeit“ des jeweiligen Grundwasserleiters ist die Verfügbarkeit von Daten zur Beschreibung der maßgeblichen Prozesse und zur Kalibrierung und Validierung von Modellen deutlich unterschiedlich.

Sollen zukünftig Wasserversorgungsunternehmen nicht mehr (nur) aus der Erfahrung des Betriebsleiters, sondern ergänzend und besser nachvollziehbar modell- und datengetrieben gesteuert werden, sind folgende Einflussgrößen auf die Steuerung von Wasserversorgungseinrichtungen zu erfassen und on-line verfügbar zu machen.

- Verfügbare Grundwasserressourcen unter Berücksichtigung der hydrogeologischen Parameterverteilung und der Reaktion der Grundwasser- bzw. Druckwasserspiegel auf Entnahmen und Anreicherungen.
- Grundwasserneubildung aus unterschiedlichen Quellen in Abhängigkeit von zeitlich und räumlich wechselnden Witterungsverhältnissen.
- Grundwasserqualität in ihrer räumlich-zeitlichen Entwicklung
- Wasserbedarf in Abhängigkeit von Jahreszeit und Witterung
- Hydraulische Verhältnisse im Verteilungs- und Versorgungsnetz
- Verfügbarkeit und Optimierbarkeit der eingesetzten Energie

Um den Wasserbedarf eines Wasserversorgungsunternehmens in Abhängigkeit von den gegebenen Rahmenbedingungen seiner Gewinnungsstandorte und des vorhandenen Verteilungssystems für künftige Verhältnisse prognostizieren zu können und damit die Basis für eine Steuerung des Gewinnungs- und Verteilungssystems schaffen zu können müssen jedenfalls

- ein Prognosemodell der kurzzeitigen bis zur saisonalen Vorhersage von Wetterparametern einerseits zur Berechnung der Grundwasserneubildung als auch als Eingangsdatensatz für die Prognose des Wasserbedarfs,
- ein hydraulisches Modell des Verteilungsnetzes und der Druck/Pumpstationen sowie
- ein Betreibermodell zur Prognose des Wasser- und Energieverbrauchs

entwickelt und betrieben werden.

### 3.1 Wasserfluss-, Grundwasserströmungs-, Stofftransport-, Wärmeleitungsmodell

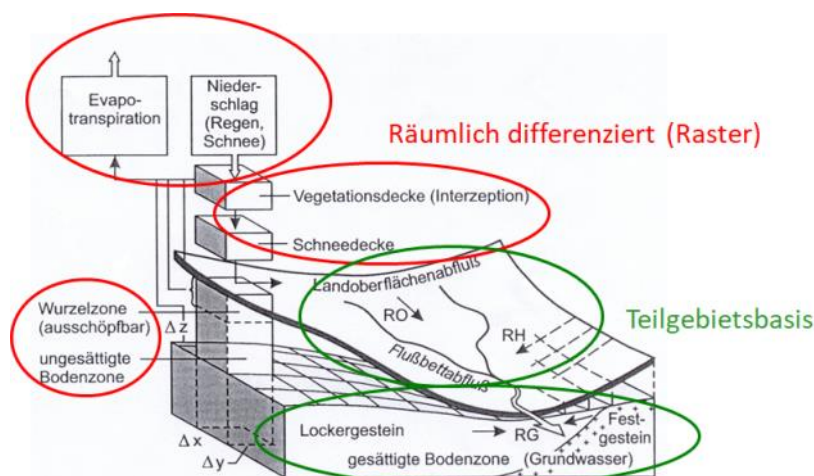
Als Steuerungsinstrument dient im Idealfall ein instationär kalibriertes und validiertes gekoppeltes Wasserfluss-, Grundwasserströmungs-, Stofftransport- bzw. Wärmeleitungsmodell, an das im Bedarfsfall auch hydraulische Modelle der Oberflächengewässer zur Prognose von Randbedingungen gekoppelt sind. Dieses Modell steuert die Entnahme und die Verteilung der zu erwartenden verfügbaren Grundwasserressourcen in Abhängigkeit vom Wasserbedarf und bei minimalem Energieeinsatz.

Für die Umsetzungsprojekte werden drei Wasserversorgungsunternehmen [A] [B] [C] ausgewählt denen verschiedene Aufgaben zukommen

- Überregionaler und Endkundenversorger (Hausanschluss)
- Überregionaler Fernversorger mit Transportleitungen; die Endversorgung wird durch Verbandsmitglieder (z.B. Gemeinden) durchgeführt
- Versorger im städtischen Bereich

bei denen sowohl die Datengrundlage als auch die Verfügbarkeit von Modellen und die daran gebundene Steuerung der Wasserentnahme und –verteilung unterschiedlich verfügbar ist.

- [A] Im Murtal-Grundwasserleiter des Leibnitzer Feldes und des Unteren Murtales sowie im östlichen Grazer Feld wurden 2019 instationär kalibrierte Grundwasserströmungsmodelle im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung bzw. von Wasserverbänden entwickelt, die in Kopplung mit oben angeführten Teilmodellen als Steuerungsinstrument für ein Wasserversorgungsunternehmen mit komplexen Entnahme- und Verteilungsbedingungen dienen können.



- [B] In einem Wasserversorgungsunternehmen mit einem räumlich stark differenzierten Quellwasser-Gewinnungsgebiet wird die Steuerung datenbasiert auf der Grundlage eines Niederschlags – Abflussmodells der Quelleinzugsgebiete realisiert.

- [C] Für die Tiefengrundwässer des Lafnitztales im südlichen Burgenland wird die Steuerung der Entnahme und Verteilung des Trinkwassers auf Basis eines zu entwickelnden Prognosemodells aus der Entnahme – Absenkungsreaktionen des Grundwassers in einem hydrogeologisch komplexen Umfeld implementiert. Die vorhandenen Grundlagendaten werden in ein numerisches Modell implementiert, um die analytischen Auswertungen hinsichtlich ihrer Plausibilität prüfen zu können.

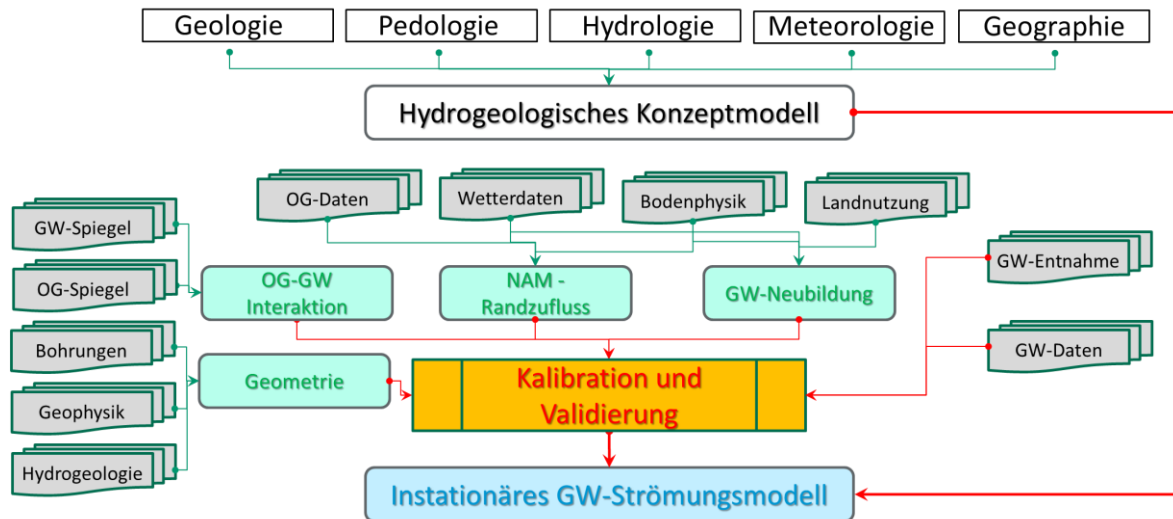


Abbildung: Workflow zur Erstellung eines instationären Grundwasserströmungsmodells

Alle Steuerungsansätze und die jeweiligen zugehörigen Teilmodelle werden jedenfalls prognosefähig sein und die zu erwartenden Entwicklungen nahezu in Echtzeit (z.B. auf Tagesbasis) abbilden. Durch die Verbesserung der Datenlage der Prognosemodelle ist bei regelmäßiger Neukalibration damit sukzessive auch eine Verbesserung der Qualität des Strömungsmodells zu erwarten.

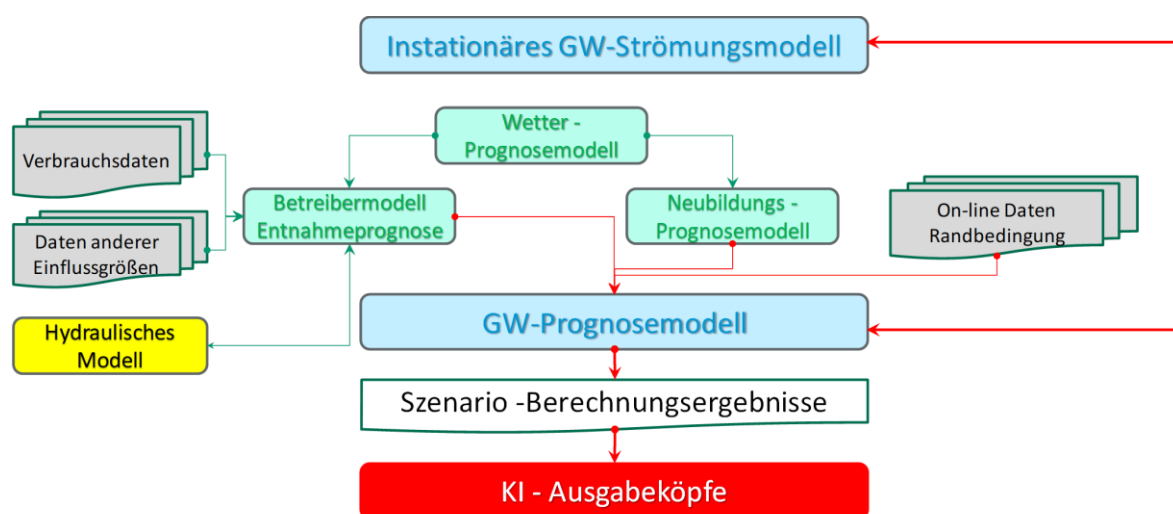


Abbildung: Weiterentwicklung instationärer Grundwassermodelle in Grundwasser-Prognosemodelle und Decision Support – Werkzeuge



## 4 JOANNEUM RESEARCH - Akustisches KI-Echtzeit-Monitoring & Sofortalarmierung

Akustische Monitoring-Systeme der neuesten Generation erlauben eine ganzheitliche Überwachung mit akustischen Sensoren (Körperschall und Luftschall). Dazu fließen auch die aktuellen Steuerungsdaten aus der Wasserversorgungsanlage (Aufbereitung, Entsäuerungs- UV-Anlage, Quellbehälter, Pumpstation) mit ein. Schadhafte Anlagenteile (Pumpen, Ventilanlagen, Kompressoren, Lüfter etc.) können aufgrund dieser erweiterten Überwachungsfunktionalität bei einem Fehlverhalten oder Ausfall, sowie bei Abweichungen vom Normalzustand sofort an die Leittechnik und das dortige Störmeldesystem rückgeführt werden.

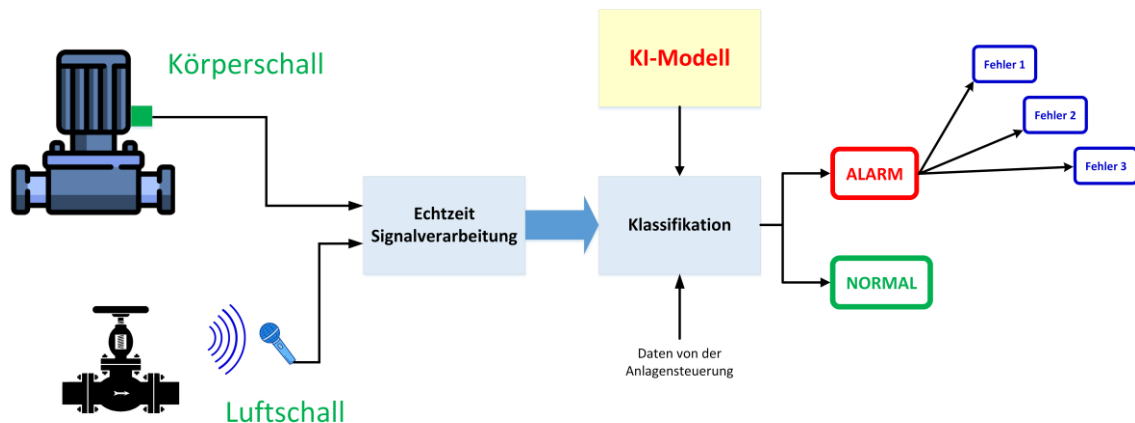


Abbildung: Funktionsweise des Akustischen KI-Echtzeit-Monitoring-Systems

Die Funktionsweise des Systems ist in obiger Abbildung dargestellt. Akustische Signale werden über Mikrofone (Luftschall) und Vibrationssensoren (Körperschall) in der Nähe bzw. direkt an den Anlagenteilen erfasst und an eine Echtzeit-Signalerfassungseinheit weitergeleitet. Steuerungs- und Maschinendaten werden ebenfalls in Echtzeit erfasst und weiterverarbeitet.

In der Klassifikationsstufe werden alle Daten analysiert und basierend auf einem trainierten statistischen Modell (Künstliche Intelligenz) ausgewertet.

Das Ergebnis der Echtzeitanalyse ist die Aussage über den aktuellen Zustand der Anlage bzw. der überwachten Anlagenteile. Tritt ein ungewöhnliches Ereignis oder ein definierter Störfall auf, wird dies sofort an die Leittechnik weitergeleitet. Umgehend kann auf den Problemfall auch vorrausschauend reagiert werden.

Zur Realisierung dieses Systems sind eine Reihe von Entwicklungsarbeiten durchzuführen. In Messkampagnen werden die Sensoren in der Anlage platziert und Testdaten zur Validierung der Platzierung und zur Analyse der Sensorsignale aufgenommen. Im nächsten Schritt werden Daten über einen längeren Zeitraum aufgenommen.

Diese Daten dienen als Trainingsdaten zur Entwicklung des statistischen Modells. Dafür ist es notwendig, die aufgenommenen Daten manuell zu annotieren, also in verschiedene Signalgruppen zu klassifizieren.

Diese annotierten Daten dienen als Grundlage für das Training des KI-Modells. Das Modell wird iterativ getestet und verfeinert, sodass das System unterschiedliche Fehlerzustände verlässlich erkennen und melden kann.

Die Key-Features und Vorteile des akustischen KI-Echtzeit-Monitoring-Systems sind im Folgenden angeführt:

- Das Expertenwissen des Wasserversorgers wird in den KI-Modellen abgebildet.
- Die Analyse der erhaltenen Daten erfolgt in Echtzeit, wodurch eine sehr rasche Alarmierung bei Abweichungen erfolgen kann. Dazu werden die Steuerungsdaten sowie die Körper- und Luftschall-Daten direkt an das KI-System übertragen.
- Das Datenset wird laufend erweitert. Dies erlaubt eine ständige Verbesserung der Performance des Systems.

- Die hohe Anzahl an gewonnenen Daten ermöglicht die Entwicklung von Algorithmen basierend auf neuesten Methoden des Deep Learning.
- Die Algorithmen werden ständig mit aktuellen Ereignissen optimiert (passiert in einer Anlage ein bestimmter Fehler, so profitieren alle anderen Wasserversorger von diesen „Fehlerdaten“, sodass zukünftig diese Fehler präziser erkannt werden können).

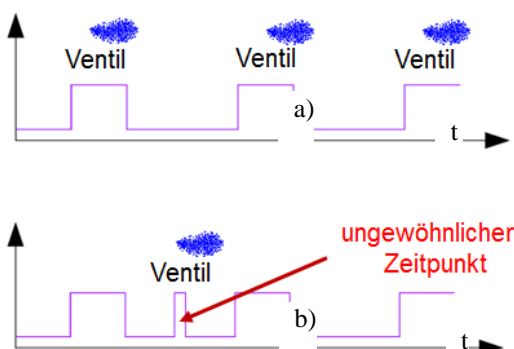
In der ersten Ausbaustufe trainiert und verbessert sich das KI-System jeweils auf dem manuell freigegebenen Datenset, welches die neu gewonnenen Daten beinhaltet. In einer weiteren Ausbaustufe sind autonome selbst-lernende Systeme geplant - die Möglichkeit manuell, menschenbasiert einzugreifen bleibt aber immer erhalten.

## 4.1 Audio Time-Tracking als zusätzliche akustische Monitoring Methode

Die Analysen haben gezeigt, dass neben der Hauptmethode, der Klassifikation der akustischen Signale in Geräuschklassen an sich, das Verfolgen der zeitlichen Abfolge von Geräuschen eine wesentliche Zusatzfunktion im akustischen Monitoring von Anlagen dieser Art darstellen kann. Das sogenannte Time Tracking, also das Verfolgen des zeitlichen Auftretens von Geräuschen, wurde somit als zusätzliche Methode des akustischen Monitorings identifiziert.

Dabei wird nicht nach ungewöhnlichen Geräuschen gesucht, sondern nach bekannten Geräuschen zu einem ungewöhnlichen Zeitpunkt.

Dies ist möglich, da im Time Tracking anlagenspezifische zyklische Abläufe trainiert werden können und Änderungen vom üblichen, gelernten Ablauf automatisch erkannt werden können.



In der Abbildung ist das Konzept des Time Tracking schematisch dargestellt. Ein dem System bekannter zeitlicher Ablauf wird durch ein Geräusch zu einem ungewöhnlichen Zeitpunkt unterbrochen.

Diese Unterbrechung kann auf eine Auffälligkeit oder einen technischen Defekt in der Anlage hinweisen. Das Time Tracking könnte neben der automatischen Geräuschdetektion eine wichtige Zusatzfunktion im akustischen Monitoring von Anlagen dieser Art darstellen.

## 5 JOANNEUM RESEARCH - Kamera – Visuelle Anomalie Erkennung

Um den sicheren Betrieb von Wasserversorgungsinfrastruktur (Quellbehälter, Pumpstation, Aufbereitung etc.) gewährleisten zu können, bietet sich automatisches visuelles Monitoring der entsprechenden Infrastrukturkomponenten an.

Da die möglichen beachtenswerten Situationen äußerst vielgestaltig sind und von vorneherein nicht umfassend definierbar sind, wurde seitens JOANNEUM RESEARCH ein Ansatz definiert, der potentielle, die Wasserversorgung störende Situationen dadurch detektiert, dass Abweichungen von einem zuvor automatisch modellierten Normalzustand erkannt werden. Das Modell des Normalzustandes wird aufgebaut, in dem visuell permanente oder häufig auftretende Strukturen in das Modell übernommen werden.

Der Einsatz dieses Systems wurde bereits in verschiedenen großräumigen Umgebungen erfolgreich getestet (z.B. Industrieanlagen, öffentliche Plätze, Bahnhöfe).



Abbildung: Automatische Detektion von Rauchentwicklung in einer Industrieanlage (grün markierter Bereich). Die Rauchentwicklung entlang des Turmes links, wird nicht detektiert, da in diesem Bereich Rauchentwicklung normal ist.

Hinsichtlich des Monitorings eher kleinräumiger Areale, in dem kleinere und kleinste Auffälligkeiten (z.B. ein Tier in einem Wasserbehälter) zu detektieren sind, ist noch Forschungsarbeit zu leisten, um den Ansatz für diesen Anwendungsfall einsetzbar und robust zu machen.

Hierzu werden in diesem Projekt zwei Ansätze verfolgt: Einerseits wird untersucht, inwieweit eine geänderte und optimierte Parametrierung der Systemkomponenten geeignet ist die Detektion von kleinen Anomalien mit Hilfe des beschriebenen Ansatzes überhaupt zu ermöglichen. Andererseits soll eine erhebliche Verbesserung der Erkennungsleistung durch die Nutzung von neuartigen, gelernten Merkmalen aus neuronalen Netzen (sogenannten Deep-Features) erreicht werden.

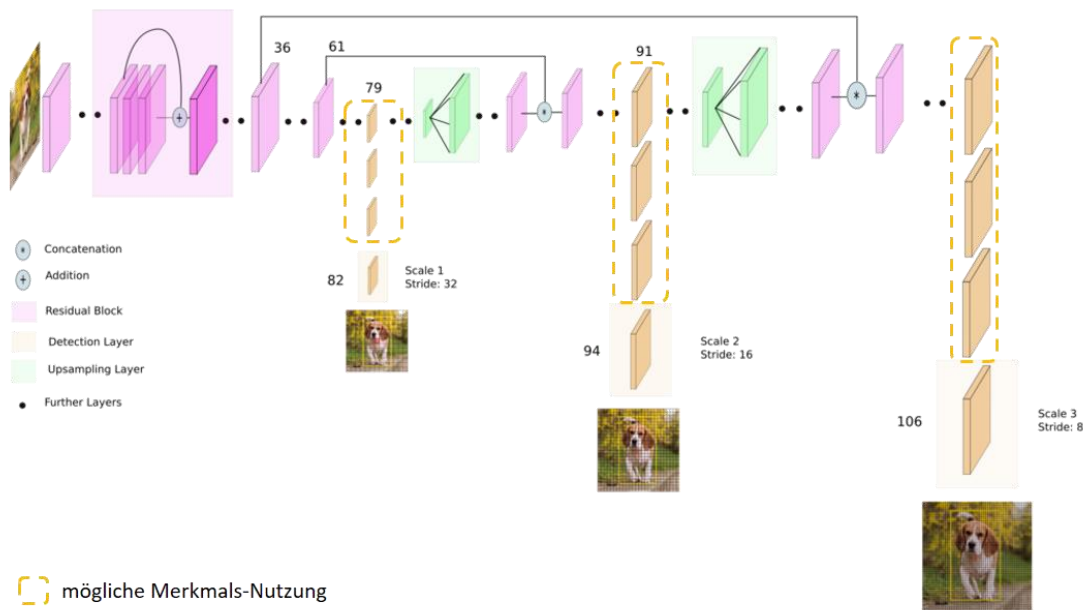


Abbildung: Nutzung von Merkmalen aus neuronalen Netzen für die Anomalie-Erkennung

Das Ergebnis aller im Projekt durchgeführten Untersuchungen wird eine Detektions-Lösung sein, die robust auch kleine Anomalien in Echtzeit erkennt.

## 6 DATAVIEW Leittechnik im Modellverbund u. zur Echtzeitsimulation Verteilungsnetz

Die Leittechnik stellt die Datengrundlage und Kopplungen

- zur Modellierung und zur Prognose
  - zu den KI-basierten Überwachungseinrichtungen (Körperschall, Akustik und Kamerainformationen)
  - zu den On-line Monitoringsystemen
  - als Anlagen- und Bauwerkskopplung inkl. KI-Köpfen für die Steuerfunktionen
  - und die Schnittstelle zur numerischen Modellierung des hydraulischen Systems und Optimierung der Lastverteilung im Versorgungsnetz
- zur evidenzbasierten Steuerung der Wasserversorgung bereit

Der Betreiber kann Wasserversorgungsszenarien, basierend auf vorausschauender Information aus Modellen und den Echtzeitinformationen, entwickeln und in Ihrer Auswirkung über die Leittechnik optimiert umsetzen.

Die Echtzeitinformationen bilden den aktuellen Betriebszustand der Anlage detailgenau ab, der laufende Datenaustausch interagiert nicht nur mit den Modellen, sondern mit der Kamera- und der akustischen Überwachung sowie der Echtzeit Hydrauliksimulation des Verteilungsnetzes.

Aus diesen Partnersystemen werden die Daten dem Betreiber in der Leittechnik als Alarmierung, sofortig einsehbare Information und / oder Szenario (Vorschlag) bereitgestellt.

Daraus erfolgt auch die Auswahl der passenden Betriebsabläufe, die durch die Implementierung von „KI-WAZU (KI-unterstützte Wasserversorgung der Zukunft)“ bei drei Wasserversorgern unterschiedlicher Komplexität breit aufgestellte weiterverwendbare Erfahrungen erwarten lassen.

Abbildung unten links: Die Steuerfunktionen - Regelungen müssen dabei auch auf die nachhaltige Verfügbarkeit der Ressourcen bedacht nehmen, dies bedeutet z.B. die Brunnensteuerung muss auf den Grundwasserkörper Rücksicht nehmen und darf zu keiner Verrüttelung - Versandung führen.

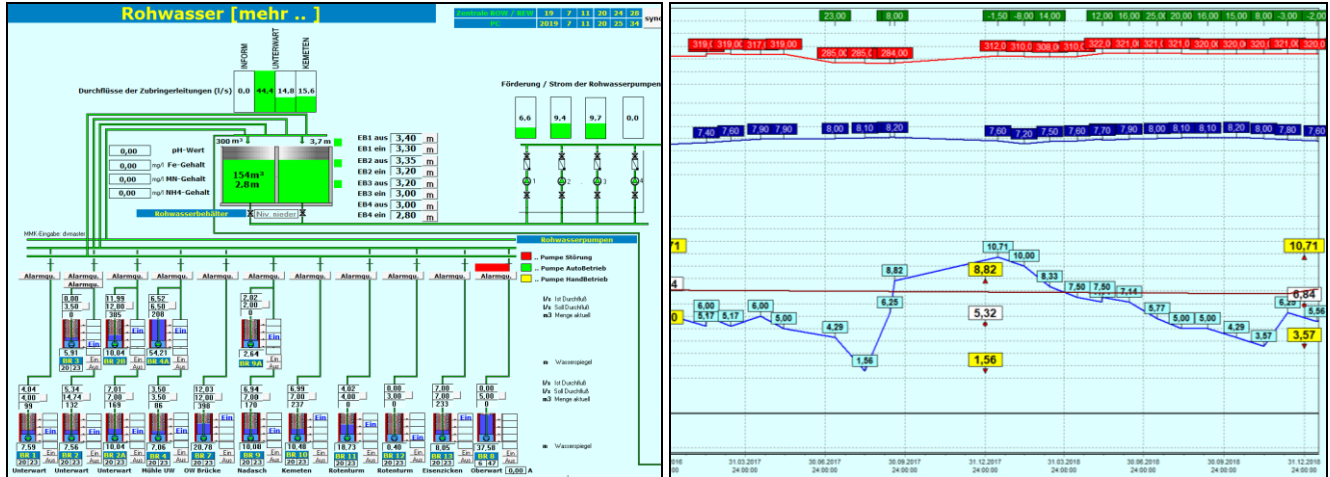


Abbildung oben rechts: Quellschüttung. Selbst in Bereichen in denen dies vor Kurzem noch undenkbar war, ergeben sich signifikant neue Anforderungen an die Versorgungssicherheit und Wasserqualität. Durch den Klimawandel mit langfristig niederschlagsarmen Perioden und kurzfristig auftretenden Starkregen, verbunden mit Überschüttungen, hat sich ein völlig verändertes Ansprechen der Quellschüttungen ergeben.

Die Kombination von Leitfähigkeits-, Sauerstoff- und Temperaturmessungen kann im Verbund mit den Modellrechnungen das teilautomatisierte Ausleiten von Quellen und die Risikoabschätzung für den Betreiber bereitstellen.

Für die oben angeführten Beispiele und für die vollständige Projektbreite wird der Informationsfluss zwischen den Partnersystemen mit den entsprechenden Schnittstellen sowie die Benutzeroberfläche entwickelt. In die Steuerungs- und Regelungsfunktionen sind die wechselseitigen Informationen aus den Partnerdiensten sowie die Rückmeldungen zu integrieren.

Da die Umsetzungsprojekte in drei Bundesländern mit unterschiedlichen Wassergewinnungen durchgeführt werden, erfolgt die Gestaltung der Benutzeroberfläche in enger Abstimmung mit dem jeweiligen Betreiber. Dies ist eine anspruchsvolle Aufgabe, als Ergebnis wird aber ein breiter und belastbarer Baukasten zur Verfügung stehen, aus dem weitere Anwendungen einfach abgeleitet werden können.

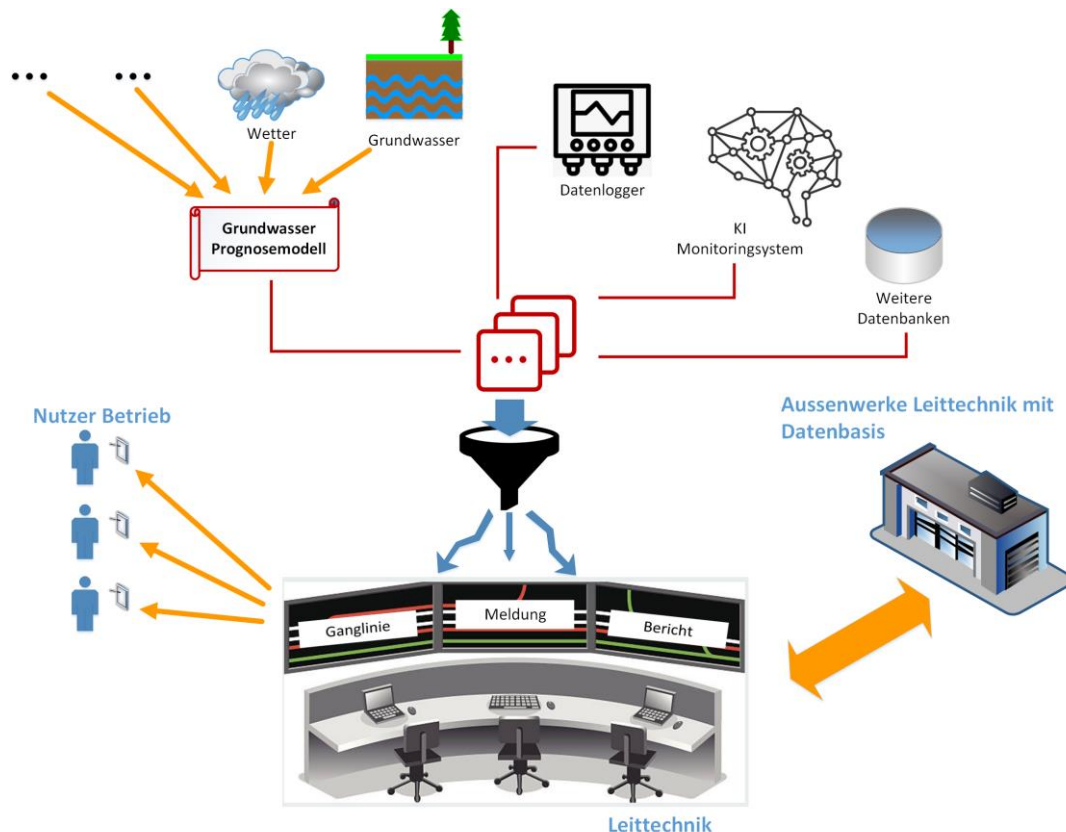
Diese Herausforderung betrifft genauso die Schnittstellen zwischen den einzelnen Partnersystemen, die in sich erhalten bleiben und über Baukastenkomponenten kommunizieren.

Sämtliche Programme und Sourcecodes für die Steuerungs- Regelungs- und Leittechnikdienste sind eine österreichische Entwicklung und werden durch „KI-WAZU (KI-unterstützte Wasserversorgung der Zukunft)“ erweitert. Die entsprechende Know-how Tiefe wird erhöht – diese Lösung auch für den Export fit gemacht.

Die Datenhinterlegung erfolgt beim jeweiligen Versorger für alle relevanten Daten in einer lokalen Cloud Lösung. Dies umfasst auch die Ergebnisse und Reaktionen aus den Partnersystemen sowie die ausgewählten Szenarien und Bedienhandlungen (Audittrail). Um ein möglichst detailgenaues Abbild vorzuhalten, wird ein robustes Spontanspeicherverfahren mit skalierbarer Genauigkeit (DV-DATserver) eingesetzt. Über offene Schnittstellen stehen alle (Teil) Informationen für Evaluierungen und Optimierungen zur Verfügung.

Dazu wird ein Informationsnetz - Datenbank in lokaler Cloud – mit folgendem Mindestumfang aufgebaut:

- Datenintegration
- Betriebs- und Brunnenmonitoring
- NISV konforme Funk- und Datenübertragung im gesamten Modellverbund
- Schnittstellen zu den Modellen
- Netzdaten für die On-Line Hydraulik (Leckage Überwachung, Kamstrup, LoRa2, ...)
- Vorhalten der Betriebsszenarien aus den Modellen für die nächsten Tage
- Offene Datenschnittstelle für alle zugelassenen Teilnehmer, jedoch mit entsprechendem Zugangs- und Übertragungsschutz (IPsec).



In der Abbildung ist der Datenfluss mit den neuen Schnittstellen, der Datengenerierung und -verarbeitung sowie deren Aufbereitung für die Nutzer dargestellt.

## 6.1 Innovativ GUI zur Darstellung der neuen Informationen

In der Benutzung von Software hat sich in den letzten Jahrzehnten ein deutlicher Wandel vollzogen. So haben sich die Nutzergewohnheiten in der Informationstechnik sowie die verfügbare Hardware zur Interaktion und Darstellung in den letzten Jahren radikal verändert.

Ein Bereich, wo die Begriffe Benutzerfreundlichkeit, Interaktion und kognitive Wahrnehmung im Zusammenhang mit User Interfaces noch kaum Berücksichtigung fanden, sind sicherheitskritische Anwendungen in Überwachungszentralen und Leitständen.

Die bisher verwendeten User Interfaces verfolgen typisch den technikzentrierten Ansatz, wo der Entwurf vom technisch Nötigen getrieben wird. Dabei werden die kognitiven und physischen Fähigkeiten des Menschen weitgehend außer Acht gelassen.

Dem kann Abhilfe geschaffen werden, wenn die Entwicklung von User Interfaces für Leitstände zukünftig stark menschenzentriert erfolgt. Die menschenzentrierten User-Interfaces sind eine Weiterentwicklung der benutzerzentrierten Interfaces und stellen den aktuellen Stand der Forschung dar.

Dabei werden konsequent die kognitiven Fähigkeiten des Menschen mit in den Entwurf einbezogen, wodurch User Interfaces entstehen, deren Bedienung die Aufmerksamkeit des Menschen unterstützen und auch die gleichzeitige Wahrnehmung mehrerer Ereignisse erlaubt. Weiters werden bei der Entwicklung der menschenzentrierten User Interfaces auch die (nur) mittelbar befassten Personen miteinbezogen.

Um eine Trennung zwischen unbedingt verfügbaren und nur einem begrenzten Personenkreis zur Verfügung stehenden Informationen und einem breiten menschenzentrierten User Interface zu erreichen, wird folgender Ansatz gewählt:

Die Leittechnik-Software besteht, wie in der Tabelle erläutert, aus einem „hart“ programmierten Kern [A] und Dashboards [B], die vom Wasserversorger bzw. seinen Mitarbeiter\*innen frei definiert werden können.

[A] Leittechnik Information – Interaktion	[B] Dashboards
„Hart“ programmierter Kern und genau definierte verifizierte Datenquellen und Bestände	„Soft“ definierter Informationsumfang - kann durch den Wasserversorger abgerufen oder ergänzt werden
Strikte Informations- u. Nutzerabgrenzung	Wasserversorger entscheidet wer die Information erhält und wem die Nutzung erlaubt ist.
Vordefinierte streng reglementierte Darstellungen u. Abläufe	Verschränkung mit den kaufmännischen Systemen
<b>Vorschlagswesen – „Predecide“ Funktionen</b>	

Daher wird für das Benutzerinterface ein getrenntes Verfahren für beide Ebenen entwickelt und bereitgestellt. Dies kommt auch der Integration, von Bestandsanlagen bei den Wasserversorgern die Informationen aus [A] vorhalten / bereitstellen, entgegen.

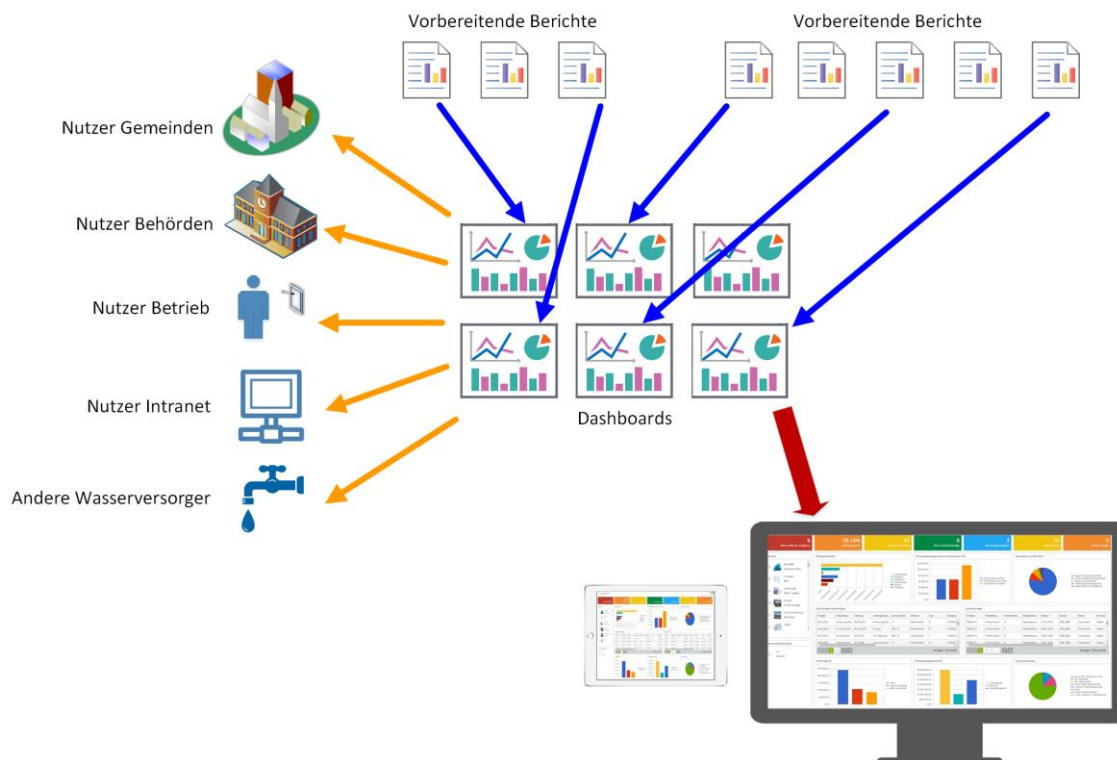


Abbildung: Flexible Generierung von Dashboards für unterschiedliche Nutzer aus vorbereitenden Berichten, inklusive einer intelligenten Fusion externer Datenquellen die üblicherweise nicht in der Leittechnik aufgelegt sind.

Der Wasserversorger entscheidet wer die Information erhält und wem die Nutzung erlaubt ist.

Menschzentrierten User Interfaces – Eigenschaften in den Dashboards:

- Die Informationsdarstellung (Landkarten, Ganglinien, Tabellen, etc.) aller Informationen erfolgt zukünftig in frei konfigurierbaren Dashboards. Der Wasserversorger kann diese aus der Leittechnik extrahieren und gestalten bzw. verwalten.
- Die Daten-, Informations- und Nutzerabgrenzung ist flexibel und in den Dashboards können zukünftig auch kombinierte Informationen durch eine intelligente Fusion mehrerer externer Datenquellen bereitgestellt werden, die üblicherweise nicht in der Leittechnik aufgelegt sind.
- Die Bewertung und das Suchen von Wertesätzen wird als Funktion vorgehalten, sodass der Wasserversorger eigene Abfragen und Schlussfolgerungen einbinden kann und eigene Ansichten ohne große Vorkenntnisse zu realisieren sind.
- Um möglichst zeitnah Schlussfolgerungen und Notwendigkeiten für menschzentrierte User Interfaces ausloten zu können werden „One Way“ fokussierte Informationen aus der „Harten“ Leittechnik ausgekoppelt und als Remote-Apps und in einer offenen Datenbank bereitgestellt.

Kaufmännische Verwaltung des Wasserversorgers - Berichte durch Nutzung der Dashboards:

- Dieser Ansatz geht in Richtung eines kaufmännischen Dienstes zur Berichtszusammenstellung und Veröffentlichung. Verbrauchsdaten der versorgten Bereiche oder Gemeinden bis hinunter zu den Hausanschlüssen interagieren mit den Modellen zur Ressourcensteuerung und der Hydrauliksimulation und bilden einen integralen Bestandteil der zukünftigen kaufmännischen Verwaltung des Wasserversorgers.

## 6.2 NISV-sichere Betriebsfunksysteme

Cyber Security und Defence sind nicht unmittelbar Gegenstand des Projekts. Eine maximale Betriebssicherheit in der Informationsübertragung und Hinterlegung stellen jedoch eine Projektvoraussetzung in technischer Sicht für den Verbund der Partnersysteme, um die beschriebenen Aufgaben dauerhaft sicher bewältigen zu können, dar. Dies ist auch Projektvoraussetzungen der an diesem Projekt teilhabenden Partner.

Aufgrund der großen räumlichen Verteilung der Anlagen und hoher Anforderungen an die Betriebssicherheit wird der Betriebsfunk der Versorgungsanlagen als lizenziertes System mit redundanten Informationskreisen und belastungsunabhängigem konstanten Zeitverhalten ausgeführt.

Mobile Verbindungsdienste und Internetübertragung wird für periphere, nachgeordnete Aufgaben (Abfrage von Datenloggern, einzelne Messstellen oder nicht zeitkritischen Informationen - Teleworking) eingesetzt. Der Aufbau und die Verschlüsselung des Datenverkehrs für die Betriebsfunkausrüstung und zwischen den Partnerkomponenten erfolgt über hochwertige und aktuellste Funktionen, um von vornherein eine NISV-Entsprechung am Datenweg bereitzustellen.

Dataview hat bereits sehr stabile und schnelle Betriebsfunksysteme mit autarken Anlageninformationskreisen bei einer Reihe von Wasserversorgungsanlagen implementiert.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts werden redundante und automatisierte Funktionen entwickelt, implementiert und im Feld validiert und getestet. Der Fokus liegt dabei auf einer szenarioorientierten Risikoabschätzung und daraus abgeleiteten Entwicklungsschritten:

- Die in Funkgeräten implementierten steuernden Betriebsmodi verhalten sich oft unerwartet und ohne hinreichende Kontrolle sowohl im Betrieb als auch bei den Updates der Funkgerätefirmware. Der Lösungsansatz ist die passive Nutzung der Funkgeräte u. das Implementieren dieser Funktion in die Steuerungsebene. Als Zusatznutzen wird der Anwender dadurch herstellerunabhängiger.
- Bei einem Ausfall von Funkwegen oder Geräten übernehmen Reservefunktionen selbstständig die Kommunikation und geben nach Rückkehr Wege und Abläufe an den Normalzustand zurück.



- Im Rahmen des Projekts wird ein Standardprotokoll mit geringem Overhead ausgewählt, das die Übermittlung von Kompakttelegrammen inkl. Stations-, Messwert- und Echtzeitstempel erlaubt. Die Steuerung erfolgt mit minimiertem Overhead um die Bandbreite des Funksystems gering zu halten und die Grundauslastung gegenüber bisherigen Lösungen deutlich zu reduzieren. Die Erfahrung hat gezeigt, dass eine hohe Grundauslastung auch ein hohes Potential an systemischen Funkstörungen in sich birgt.
- Verhinderung der Überlastung des Systems bei Großstörungen und Funkausfällen. Spontan reagierende Systeme können bei Großstörungen rasch überfordert sein. Aktuelle Betriebszustände, aber auch unerlaubte Zugriffe, werden nicht mehr oder nur zeitversetzt übermittelt. Die Nachführung der Archivinformation wird so implementiert, dass ein flüssiger Normalbetrieb der Anlagen aufrecht bleibt.
- Härtung des Gesamtsystems bei Cyber-Attacken auf den Betriebsfunk. Jedes Funksystem kann mit ausreichend hoher Funkleistung von einem Hochpunkt aus gestört werden. Dies kann mitunter das gesamte Funknetz betreffen. Zur Risikominimierung sollen bereits im Vorfeld gemeinsam mit der Fernmeldebehörde Hochpunkte und Ortsprofile erstellt werden, die im Falle eines derartigen Angriffs bereits eine rasche ortsbezogene Überprüfung ermöglichen. Zu wichtigen Relaisstationen kann zukünftig über zwei Funkfrequenzen übertragen werden, wobei die Umschaltung automatisch erfolgen kann, um so derartige Störungen zu umgehen.

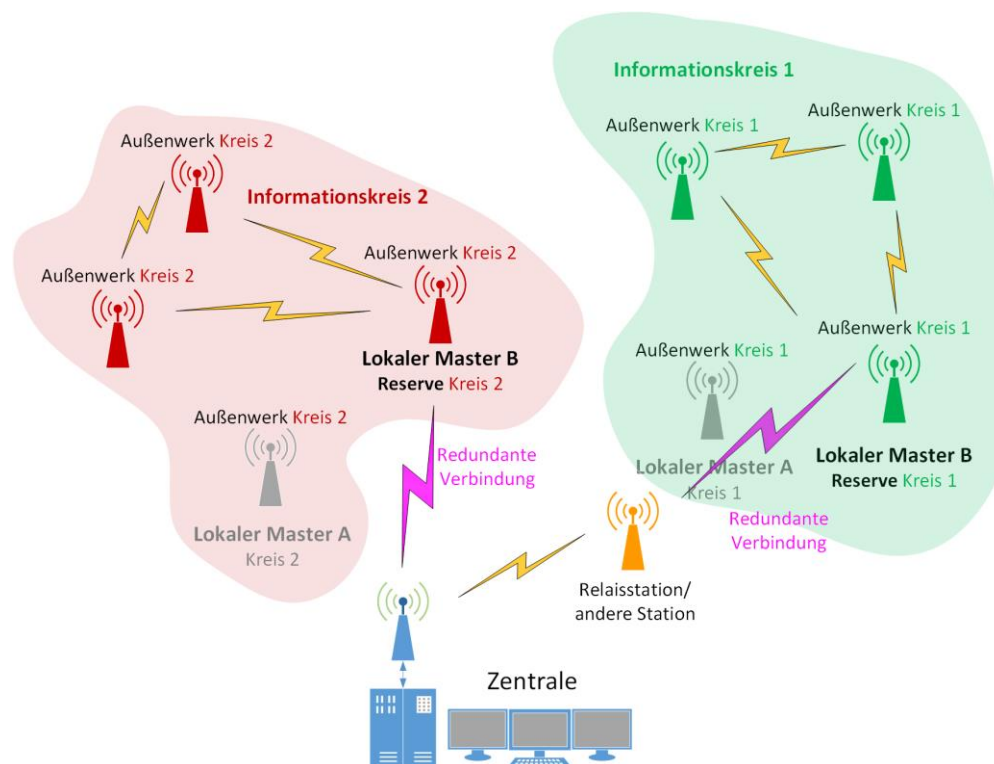


Abbildung: Autarke Anlageninformationskreise mit redundanten Reservewegen

## 7 SETEC – Echtzeit Simulation Hydraulik im Verteilungsnetz

Die Simulation der Hydraulik des Verteilungsnetzes in Bezug auf Menge, Feuerlöschreserve und Netzdruck ist eine verfügbare Standardtechnologie, wobei die Firma SETEC für die Berechnungsprogramme die Sourcecodes besitzt, was weitere Programmentwicklungen möglich macht.

Das Rohrnetzmodell des Verteilungsnetzes wird bislang statisch durch Definieren der wichtigsten Komponenten und durch das Einbeziehen des digitalen Geländemodells ohne Vereinfachung erstellt. Der Test übergebener Rohrnetzdaten erfolgt bei der Inbetriebnahme bei laufendem Betrieb durch das Experiment Druck- Mengen- Messkampagne mittels Kalibrierung des hydraulischen Modells durch Vergleichsrechnungen. Alle Hauptleitungen mit DN, Werkstoff, Baujahr sowie die Verbrauchszuteilung mit hydraulischen Knoten, Pumpen mit Kennlinien, Ventileinstellwerten, Behältervolumen und deren Bewirtschaftung werden real erfasst und in die Rechnersimulation des Verteilungsnetzes einbezogen. Das Standardverhalten und kritische Lastfälle werden dabei analysiert und abgebildet.

Diese Einmalberechnung stellt allerdings nur das Standardverhalten und die zu diesem Zustand bekannten kritischen Lastfälle bereit. Bislang konnten diese Systeme nicht für eine dynamische Zielsystemplanung mit der Berücksichtigung von Wandelfaktoren herangezogen werden.

Werden die Daten dem hydraulischen Modell jedoch laufend zur Verfügung gestellt, ist damit dynamisches Vorsorgemanagement unter Einbeziehung strategischer kritischer Netzknoten, die sich aus dem laufenden Betrieb adaptieren, möglich.

Durch die Einbeziehung der Daten aus dem Echtzeitmonitoring der Leittechnik [6] und aus den Modellrechnungen [3] ergibt sich eine völlig neue Qualität der hydraulischen Netz-Simulation.

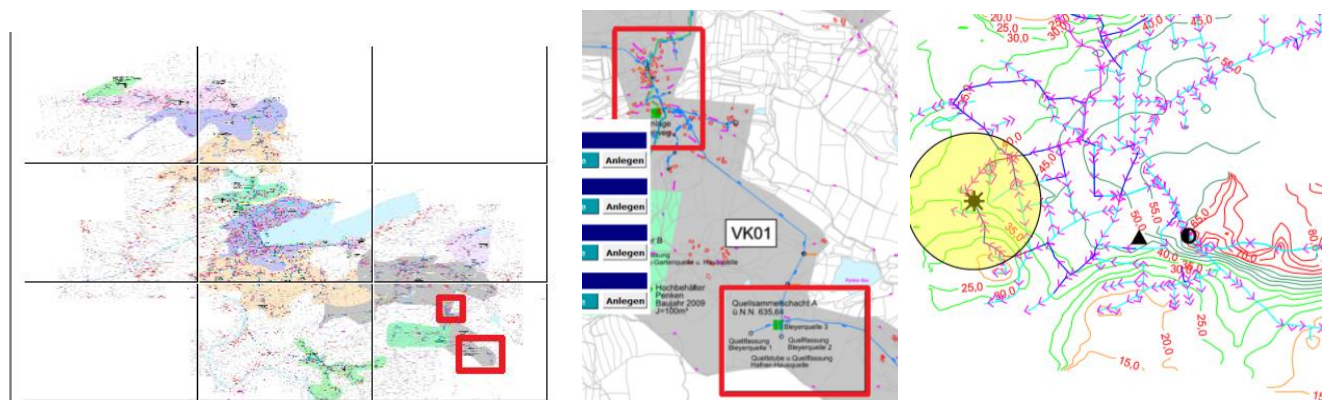


Abbildung: Betriebs Szenarien werden, bevor sie tatsächliche eintreten, in Bezug auf Menge, Feuerlöschreserve und Druck vorgeschlagen und in Ihrer Auswirkung vom Betreiber beurteilt – und über die Leittechnik aufgeschaltet.

- Für die Störfalldefinition steht die Netzbelastung, der Mindestdruck, die zulässige Ausfallmenge und Ausfallzeit als Entscheidungskriterium graphisch übersichtlich aufbereitet zur Verfügung.
- Als Lastfallberechnung Menge wird das Versorgungsverhalten des aktuellen Zustands herangezogen. Basis ist dabei das maximale Netzdruckverhältnis während des Nachtminimums mit Angabe der Strömungsrichtungen und der Fließgeschwindigkeiten.
- Die Lastfallberechnung Feuerlöschreserve-Löschwasserbereitstellung ergibt in Abhängigkeit von Hochbehältergröße und Füllstand und Löschwasserpumpbetrieb die Aussage zum Status Brand-Grundschatz sowie den aktuellen Brand-Objektschutz.

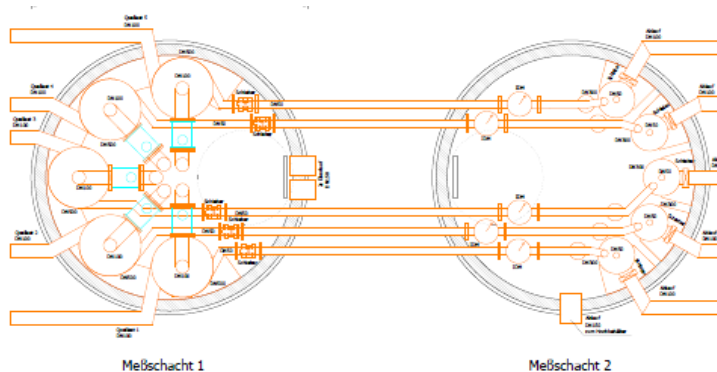
- Die rechnerische Grundlast ist der mittlere stündliche Trinkwasserverbrauch an verbrauchsreichen Tagen und Mindestdruck je Bebauungsart und Brandrisiko und ergibt die Löschwasserbereitstellung mit Angabe der Entnahmeleistung am einzelnen Hydranten.
- Die Lastfallberechnung Druck zeigt das Versorgungsverhalten für die dargestellte Druckzone bei minimaler/maximaler Stundenspitze mit Strömungsrichtungen und Fließgeschwindigkeiten.

Das Temperaturverhalten im Netz ist nicht Umfang dieser Entwicklungsstufe. Mit dem hydraulischen Modell kann jedoch die Verweildauer des Wassers im Rohrnetz berechnet und grafisch dargestellt werden. Die Modelle und die Leittechnikkommunikation integrieren diesen weiteren Schritt bereits.

Die Folgekosten im Verteilungsnetz werden durch proaktives Agieren bei Häufung von Störfall-Indikatoren, vorausschauendes Erkennen von Menge- Druck- und Temperaturproblemen oder Anomalien begrenzt. Die Entwicklung der Echtzeitsimulation der Hydraulik des Verteilungsnetzes, aus Daten der Leittechnik [6] und (vorausschauender) Informationen aus den Modellen [3], sichert die Nachhaltigkeit und optimiert das technische Risikomanagement für Gefährdungen durch Naturgefahren, techn.- menschliches Versagen, kriminell-terroristische Handlungen und stellt dem Nutzer belastbare Entscheidungsgrundlagen auch am Telearbeitsplatz bereit.

## 8 TDC (Eibl) - Planung- und Baustellenkoordination - Zusammenarbeit

TDC (Eibl) unterstützt in der Umsetzung die Ausführungsplanung und Baustellenkoordination und führt dies entweder eigenständig oder in Zusammenarbeit mit den lokalen Planern des einzelnen Wasserversorgers aus.



TDC ist die Schnittstelle Forschung- Entwicklung und der praktischen Ausführung für:





- Erstellung der Unterlagen für Behördenverfahren (Wasserrecht, Baurecht, Einreichung, Kollaudierung).
- Planungsanmeldung beim wasserwirtschaftlichen Planungsorgan.
- Antragsunterlagen für Bundesförderung gemäß UFG bzw. für die jeweilige Landesförderung.
- Betreuung der Schnittstellen zwischen EMSR-Ausrüstungen und Bau bzw. maschineller Ausrüstungen.
- Durchführung von Planer- und Baustellenkoordination gemäß BauKG.

## 9 Aufgabenzuweisung - Kontakt

Das Projekt gliedert sich in:

- das Forschungsprojekt
- die Forschungsüberleitung, Umsetzungsgrundlagen und Anpassung an den spezifischen Fall
- das -- die Umsetzungsprojekte

Die Projektführung liegt bei JOANNEUM RESEARCH, die Aufgaben und Kontakte sind wie folgt zugewiesen:

	<b>Forschungsprojekt</b>	<b>Lead / Posteingang</b>
	<b>JOANNEUM RESEARCH</b> Franz Graf Leonhardstraße 59 <b>Tel: + 43 316 876-1631</b>	<b>Forschungsgesellschaft mbH</b> A-8010 Graz e-mail: <a href="mailto:franz.graf@Joanneum.at">franz.graf@Joanneum.at</a>
	<b>Modelle, Forschungsüberleitung, Umsetzungsgrundlagen Anpassung an den spezifischen Fall</b>	
	<b>JR-AquaConSol GmbH</b> Gernot Kammler Steyrergasse 21 <b>Tel: + 43 316 384-545</b>	<b>Hydrological Concepts and Solutions</b> A-8010 Graz e-mail: <a href="mailto:office@JR-AquaConSol.at">office@JR-AquaConSol.at</a>
	<b>Projektsteuerung Umsetzungsprojekte</b>	<b>Lead</b>
	<b>DATAVIEW</b> Jürgen Prammer Kruppstrasse 10 <b>Tel: + 43 676 52 79 581</b>	<b>Handels- u. Systemberatungs- GesmbH</b> A-2560 Berndorf e-mail: <a href="mailto:juergen.prammer@dataview.at">juergen.prammer@dataview.at</a>
	<b>Vertrieb Umsetzungsprojekte (A, BRD Sued)</b>	
	<b>DATAVIEW</b> Franz Zeilinger Kruppstrasse 10 <b>Tel: + 43 676 52 79 580</b>	<b>Handels- u. Systemberatungs- GesmbH</b> A-2560 Berndorf e-mail: <a href="mailto:franz.zeilinger@dataview.at">franz.zeilinger@dataview.at</a>
	<b>Vertrieb Umsetzungsprojekte (A, BRD gesamt, NL, SRB, AL)</b>	
	<b>SETEC</b> Stephan Wölcher Feldkirchner Straße 50 <b>Tel: + 43 676 74 88 101</b>	<b>Engineering GmbH &amp; CoKG</b> A-9020 Klagenfurt e-mail: <a href="mailto:swoelcher@setec.at">swoelcher@setec.at</a>