

Ausgabe: 2023-03-23

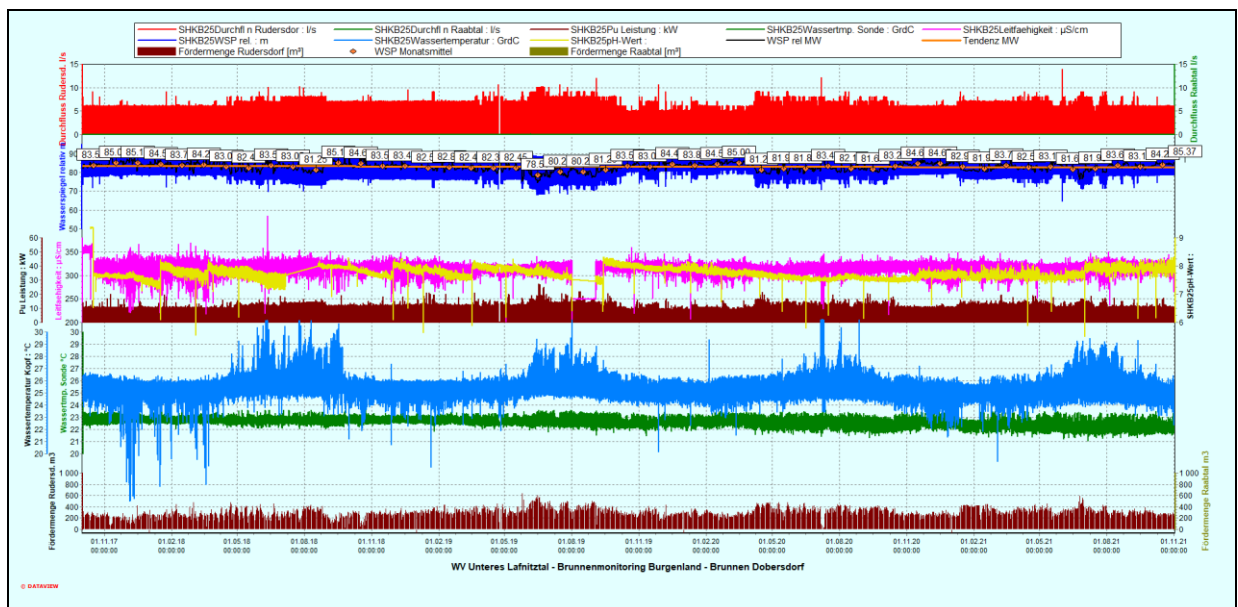
ENERGIEOPTIMIERUNG IN DER WASSERVERSORGUNG

AM BEISPIEL DER EINBINDUNG EINES TIEFBRUNNENS

Wasserversorgung der Zukunft

Richard Vettermann
 Wasserverband Unteres Lafnitztal
 A-7561 Heiligenkreuz i.L. Obere Hauptstraße 35
 E-Mail: richard.vettermann @wasserverband-ul.at

Franz Zeilinger, Jürgen Prammer
 DATAVIEW Handels- und Systemberatungs-GesmbH
 A-2560 Berndorf Kruppstraße 10
 E-Mail: franz.zeilinger@dataview.at; juergen.prammer@dataview.at



1 Kurzfassung

Wasserversorger sind zunehmend mit der Problematik, die die Energiekosten in steigendem Umfang mit sich bringen, konfrontiert. Räumlich weit verteilte Anlagen mit kleinen Leitungsdimensionen und geringem Behältervolumen stellen hier eine große Herausforderung dar.

Als Beispiel aus der Praxis, wie Energieoptimierung umgesetzt wird, wird die Ausrüstung eines 300 m tiefen Brunnens und dessen mehrfache hydraulische Einbindung an ein Versorgungsnetz gezeigt. Der Brunnen ist dabei mit umfangreichen Onlinemessungen zur Beurteilung der Wasserqualität und – Quantität sowie der Versorgungsumgebung und des Energieverbrauches ausgestattet.

Mehrere Hochbehälter werden über getrennte hydraulische Anbindungen versorgt, wobei über eine Steuerungsfunktion Prioritätszuordnungen der Versorgung für unterschiedliche Gebiete getroffen werden können. Abhängig von der Fördermenge kann die Wasserverteilung einer hydraulischen Anbindung entweder direkt über die Brunnenpumpe oder über einer zusätzliche Drucksteigerung (Inlinepumpe) erfolgen. Diese wird abhängig vom Bedarf unter dem Gesichtspunkt der Energieoptimierung genutzt.

Unterschreitet der angeforderte Volumenstrom einen bestimmten Schwellwert wird die Inlinepumpe abgestellt und ein Ventil in der Bypass-Leitung geöffnet. So erfolgt ein Betrieb ohne zusätzlicher Inlinepumpe, was wiederum den Energieverbrauch senkt.

Diese Inlinepumpe ist für die Druckerhöhung zwischen Brunnen und Hochbehälter zuständig. Es musste der Schwellenwert so gewählt werden, dass der Druck in der Steigleitung am Brunnenkopf den maximalen Betriebsdruck der Leitung und der UV-Anlage, die sich im Brunnenbauwerk befindet, nicht überschreitet.

Auch die Betriebsweise der UV-Anlage wurde auf einen minimalen Energieverbrauch ausgelegt. So kann für die Betriebsart zwischen Dauerbetrieb und Zyklusbetrieb gewählt werden. Beim Zyklusbetrieb wird die UV-Anlage nur bei Bedarf, d. h. nur bei Wasserlieferung aus dem Brunnen, eingeschaltet. Da das Einschalten der UV-Anlage Zeit und Energie benötigt, kann die UV-Anlage bei kurzen Pausen des Pumpenbetriebs eingeschaltet bleiben.

Zusätzlich zum Energieargument gibt es bei der UV-Anlage Begrenzungen der Schaltspiele pro Tag. Auch diese müssen berücksichtigt werden.

Um einen Indikator über die Abnutzung der Pumpen und deren Betriebsweise in möglichst optimalen Arbeitsbereich zu haben, wird für alle Pumpen der Wirkungsgrad sofort ausgerechnet und ausgegeben.

Der Zusammenhang, Energieeinsatz, Fördermenge und Förderhöhe kann sofort in Bilddarstellungen, Ganglinien und zusammengefassten Berichten dargestellt werden.

Durch Eingriff aus der Leittechnik kann eine optimale Betriebsweise eingestellt werden. Aus diesem wechselseitigen Zusammenspiel konnte sehr rasch ein kostengünstiger Energieeinsatz bei hoher Versorgungssicherheit erreicht werden.

Diese Erfahrungen wurden auch für die Anpassung des energieoptimierten Betriebes der Wasserverteilung herangezogen. Abgeleitet davon wird die Ausrüstung von Pumpwerken (Zwischenbehälter) zur Hochbehälterversorgung auf eine zwischengeschaltete Inlinepumpe und alternierenden Pumpenbetrieb umgerüstet. Dies wird an einem praktischen Planungs- und Umsetzungsbeispiel gezeigt. Dadurch wird bei einem geringeren Energieverbrauch eine höhere Fördermenge und eine geringere Pumpenabnutzung erzielt.

Neben der Vorbereitung für den Energiebezug im kostengünstigen Tageszeitbereich wurden die Erkenntnisse auch in die Optimierungsplanung für komplette Brunnenfelder übernommen, wo das Zusammenspiel von Brunnenpumpen mit erzeugtem Netzdruck und daraus optimaler Fördermenge eine umfassende Optimierungsmöglichkeit bietet.

Es werden die bisherigen Erfahrungen und der Ausblick auf den Einsatz in kompletten Brunnenfeldern dargestellt.

2 LANGFASSUNG

2.1 Die Wasserversorgung am Beispiel Südburgenland (Wasserverband Unteres Lafnitztal)

Die Wasserversorgung setzt sich aus der Gewinnung, falls erforderlich der Aufbereitung und der Verteilung zusammen.

Die Wassergewinnung stellt das Wasser entweder aus Quellen oder Brunnen zur Verfügung.

Das Wasser wird dabei aus oberflächennahen Grundwasserkörpern bezogen oder über Tiefbrunnen aus Tiefengrundwässern. Diese Tiefengrundwässer können, geschützt durch wasser-undurchlässige Schichten, mehrere tausenden oder zehntausenden Jahre alt sein. Tiefengrundwässer haben den Vorteil noch sehr unbelastet von Einträgen der modernen Zivilisation zu sein, andererseits ist aufgrund anderer gelöster Stoffe meist eine Aufbereitung nötig. Außerdem ist eine nachhaltige Bewirtschaftung wichtig, um das Wasservorkommen nicht zu übernutzen und die Gewinnung quantitativ und qualitativ zu schädigen. Die Wassergewinnung aus Flusswasser ist in Österreich nicht üblich.

Die Wasseraufbereitung umfasst neben der Ausschaltung von bakteriellen Verunreinigungen auch die Entfernung von ungewünschten Stoffen. Diese Stoffe können nachteilig für die Versorgung (z.B. Ablagerungen in den Verteilernetzen) oder für die Nutzung als Trinkwasser oder Brauchwasser sein. Die Wahl der Aufbereitung bzw. ob eine Aufbereitung nötig ist, hängt vom Wasservorkommen ab und bedingt immer einer individuellen Entscheidung.

Die Wasserverteilung transportiert das Wasser von der Wassergewinnung bzw. von der Aufbereitung zum Endkunden. Die Wasserverteilung beinhaltet neben dem Rohrnetz auch Zwischenspeicher. Diese dienen für die Druckhaltung und als Mengenreserve im Fall hohen Verbrauchs wie z.B. bei einem Feuerlöschfall.

Die Wasserverteilung in einem räumlich eingeschränkten flachen Gebiet gestaltet sich hydraulisch einfacher als die Versorgung von größeren hügeligen oder bergigen Gebieten. In flachen Gegenden müssen nur die hydraulischen Verluste im Verteilungsnetz bzw. in den Rohrleitungen überwunden werden.

Zur Druckhaltung kann daher aus einem Hochbehälter auf einen Hochpunkt eine große Fläche mit vielen Entnahmestellen versorgt werden. Alternativ wären auch ein Tiefbehälter und eine Druckhaltung über Pumpen und Kesseln möglich. Es muss nur der eine Wasserspeicher beliefert werden.

In hügeligen Gegenden sind für die Versorgung mehrere Hochbehälter nötig. Um neben den Rohrleitungsverlusten auch die Höhenunterschiede zu überwinden, muss das Wasser energieintensiv gepumpt werden und der Energieaufwand für die Wasserversorgung steigt an. Noch mehr zum Tragen kommt dies bei relativ geringer Abnehmerdichte, da dann die Kosten pro gelieferte Wassermenge steigen.

Die in der Folge betrachtete Gegend im Südburgenland ist sehr hügelig. Die absolute Höhe über Adria bewegt sich zwischen 200 und 400 m. Im Gegensatz zur Versorgung im bergigen Gebieten steht im Südburgenland meist kein Oberflächenwasser auf den Hügeln (Quellen) zur Verfügung. Einzig im Bereich des Geschriebensteins und im Bernsteiner Hügelland wird Oberflächenwasser in der Trinkwasserversorgung genützt. Die Wassergewinnung erfolgt fast ausschließlich über Brunnen und Tiefbrunnen. So werden im gesamten Südburgenland pro Jahr um die 6 000 000 m³ Wasser entnommen und für die Wasserversorgung verwendet.

Die Vorteile einer energetischen Optimierung liegen somit auf der Hand. Es sind wesentliche Energie- und Kosteneinsparungen möglich.

Eine Optimierung umfasst neben den Pumpen und deren Betriebsweise natürlich auch die Standorte und Größe der Hochbehälter, die Dimension und der Verlauf der Rohrleitungen. Aufgrund der im Vergleich zu den Pumpen und deren Steuerung sehr hohen Kosten bei baulichen Änderungen erfolgen Optimierungen bei Hochbehältern und Rohrleitungen meist erst wenn zusätzliche Gründe dafür nötig sind.

Dies kann ein schlechter baulicher Zustand, instabile Umgebungen (z.B. Rutschungen) veränderte quantitative Ansprüche oder das Lebensdauerende der Bauwerke sein.

2.3 Wasserqualität - Aufbereitung

Tiefengrundwässer können gelöste Stoffe beinhalten, die vor der Wasserverteilung aus dem Rohwasser entfernt werden müssen. Im Südburgenland sind dies meist Eisen und Mangan. Diese Stoffe sind zwar für den menschlichen Verzehr unschädlich, im Gegenteil, Eisen ist ein sehr wichtiger Stoff für den Körper. In der Wasserverteilung aber verursachen Eisen und Mangan Ablagerungen in den Rohrleitungen und das Wasser hat eine leichte braune Färbung und wäre damit z.B. für die Wäsche ungeeignet.

Die Wasserversorgungen im Südburgenland benötigen daher für ihre Tiefengrundwässer eine Wasseraufbereitung. In Aufbereitungsstrassen wird das Wasser über mehrere Filter und einer Entkeimung geführt. Die Filter enthalten Kiesel in unterschiedlicher Größe und Aktivkohle. Im CO₂-Entgaser entweicht überschüssiges Kohlendioxid aus dem Rohwasser.

Es erfolgt kein Zusatz zum Wasser, es erfolgt nur eine Filtrierung. Für eine Entkeimung des Wassers stehen mehrer Technologien zur Verfügung. Im betrachteten Beispiel erfolgt die Entkeimung mittels UV-Licht. Dabei wird das Wasser UV-Licht mit einer Wellenlänge von 254 nm ausgesetzt. Es werden dadurch die Keime und Bakterien im Wasser ohne Beigabe von Zusatzstoffen unschädlich gemacht.

2.3 Betrachteter Anlagenumfang

Die betrachtete Anlage befindet sich beim Wasserverband Unteres Lafnitztal. Der Wasserverband hat seinen Sitz in Heiligenkreuz im Lafnitztal und betreibt zwei Wasserwerke mit zusammen 115 l/s Aufbereitungskapazität, 8 Hochbehälter und 13 Pumpwerke. Das Versorgungsnetz umfasst insgesamt über 460 km Leitungen. Der Wasserverband versorgt rund 6600 Haushalte inklusive der Bezirkshauptstadt Güssing, weitere 5 Hochbehälter des benachbarten Verbandes Unteres Raabtal mit der Bezirkshauptstadt Jennersdorf. Die in der Folge betrachteten Bauwerke umfassen den Hochbehälter Rudersdorf, der unter anderem durch den Brunnen Dobersdorf über das Inlinepumpwerk Rudersdorf versorgt werden kann.

2.3 Brunnen Dobersdorf

Der Brunnen Dobersdorf liegt abseits der Brunnenfelder und der beiden Wasseraufbereitungen. Trotz der Nutzung von Tiefengrundwasser reicht beim Brunnen Dobersdorf eine UV-Anlage und ein automatisches Rückspülfilter zur Filtrierung von Sand bzw. kleiner Schwebestoffe aus, um den Anforderungen des Lebensmittelkodex B1 und der Trinkwasserverordnung zu entsprechen. Beide Einrichtungen sind direkt im Brunnenbauwerk eingebaut. Der Brunnen Dobersdorf hat eine Tiefe von 300 m, ist somit der derzeit tiefste Brunnen für die Wasserversorgung im Südburgenland und ist mit zwei Transportleitungen am Leitungsnetz angebunden. Eine Leitung führt über das Inlinepumpwerk Rudersdorf zum HB Rudersdorf. Die andere Leitung führt über das PW Königsdorf zum HB Binderberg des Wasserverbandes Unteres Raabtal. Beide Leitungen wie auch die UV-Anlage sind für einen maximalen Betriebsdruck von 10 bar ausgeführt.



Bild 1: Brunnen Dobersdorf



Bild 2: UV-Anlage im Brunnen Dobersdorf

Inlinepumpe Rudersdorf:

Die Inlinepumpe Rudersdorf ist ein Schachtbauwerk mit einer Pumpe und einer Umgehungsleitung mit E-Ventil. Die Inlinepumpe Rudersdorf dient zur Druckerhöhung bei der Wasserförderung zum HB Rudersdorf.

HB Rudersdorf (303,66 müA):

Der HB Rudersdorf besteht aus 3 Kammern und hat ein Speichervolumen von insgesamt 180 m³. Der Hochbehälter versorgt die Orte Rudersdorf, Dobersdorf, Königsdorf, Eltendorf und Poppendorf und kann über drei Wege angespeist werden. Neben dem Brunnen Dobersdorf bzw. der Inliniepumpe Rudersdorf kann eine Wasserlieferung über die Pumpe Lafnitzalschiene in der Wasseraufbereitung Heiligenkreuz sowie über einen freien Zufluss des HB Schöngrund erfolgen. Alle drei Zuflüsse werden vollautomatisch durch die Leittechnik gesteuert.

PW Königsdorf:

Das PW Königsdorf dient zur Druckerhöhung bei der Wasserförderung zum HB Binderberg des benachbarten Wasserverbandes Unteres Raabtal und ist mit einer Pumpe ausgerüstet.

HB Binderberg (384,46 müA):

Der HB Binderberg besteht aus 2 Kammern und hat ein Speichervolumen von insgesamt 1500 m³. Neben der Versorgung durch den Brunnen Dobersdorf wird der Behälter über mehrere Pumpwerke und Leitungen durch den Wasserverband Unteres Raabtal und durch den Wasserverband Unteres Lafnitztal versorgt. Beim Brunnen Dobersdorf steht die Versorgung des HB Rudersdorf im Vordergrund, die Versorgung des HB Binderberg ist zweitgereiht.

2.4 Funktion des Wasserwegs Rudersdorf – Versorgung des HB Rudersdorf durch den Brunnen Dobersdorf:

Bei einem Niveauabfall im HB Rudersdorf fordert dieser Wasser vom Brunnen Dobersdorf entsprechend LT-Einstellung an. Im Brunnen Dobersdorf wird die UV-Anlage eingeschaltet und der Streckenschieber nach Rudersdorf geöffnet, danach die Brunnenpumpe gestartet und das Pumpenschutzventil geöffnet.

Abhängig vom den LT-Einstellungen erfolgt der Durchfluss im Bauwerk Inlinepumpe Rudersdorf über den E-Umgehungsschieber ohne Pumpenbetrieb oder der E-Umgehungsschieber wird geschlossen und die Inlinepumpe zur Drucksteigerung gestartet.

Der Hochbehälter Rudersdorf wird bis zum Erreichen des Ausschalt-niveaus befüllt. Danach erfolgt das Ausschalten in umgekehrter Richtung.

2.5 Versorgung des HB Rudersdorf durch die Pumpe Lafnitzalschiene im Wasserwerk Heiligenkreuz:

Bei einem Niveauabfall im HB Rudersdorf fordert dieser Wasser aus der WAB Heiligenkreuz entsprechend LT-Einstellung an. Die Pumpe Lafnitzalschiene wird gestartet, entnimmt das Wasser vom Reinwasserbehälter der WAB Heiligenkreuz und liefert es über die Leitung „Lafnitzalschiene“ zum HB Rudersdorf.

Der Hochbehälter Rudersdorf wird bis zum Erreichen des Ausschalt-niveaus befüllt. Danach wird die Pumpe Lafnitzalschiene in der WAB Heiligenkreuz ausgeschaltet.

2.6 Versorgung des HB Rudersdorf vom HB Schöngrund:

Bei einem Niveauabfall im HB Rudersdorf fordert dieser Wasser vom HB Schöngrund entsprechend LT-Einstellung an. Dazu wird das Ventil im HB Schöngrund geöffnet. Entsprechend der manuellen Einstellungen am Ventil fließt Wasser durch das Leitungsnetz, das vom höher gelegenen HB Schöngrund (375,47 müA) gespeist wird, in den HB Rudersdorf.

Der Hochbehälter Rudersdorf wird bis zum Erreichen des Ausschalt-niveaus befüllt. Danach wird das Ventil wieder geschlossen.

2.7 Messungen im Brunnen Dobersdorf -

Im Brunnen Dobersdorf werden neben den Messgrößen zur Überwachung, Steuerung und Regelung der Aggregate eine Reihe Messgrößen zur Kontrolle der Wasserquantität und Qualität erfasst.

Insgesamt werden folgende Messwerte zur Verfügung:

Wasserspiegellage im Brunnen, Wassertemperatur an der Niveausonde in einer Tiefe von ca. 80 m und in der Steigleitung am Brunnenkopf, pH-Wert, Leitfähigkeit, Netzdruck, Luftdruck; Niveau, Fördermenge zum HB Rudersdorf, Fördermenge zum HB Binderberg, Pumpenleistung, Stromaufnahme pro Phase, Leistungsfaktor, Frequenz, UV-Intensität.

Auch aus den berechneten Tages- bzw. Vortages Schaltungen und Betriebsstunden und der Anzahl der Rückspülungen des automatischen Rückspülfilters können Rückschlüsse auf die Betriebsart und die Wasserqualität geschlossen werden.

2.8 Energieoptimierung

Neben der optimalen Auslegung der Pumpen erfolgt eine energetische Optimierung im praktischen Betrieb durch die Berücksichtigung mehrerer Punkte. Diese werden in der Folge beschrieben.

Kosten- und Energieoptimierung durch Nutzung des günstigsten Versorgungsweges. Der Hochbehälter kann über drei Wege versorgt werden, wobei die kostengünstigste Variante die Versorgung durch den Brunnen Dobersdorf ist.

Der Grund liegt am kürzesten Versorgungsweg und den damit geringsten Verlusten in den Transportleitungen, am geringsten Höhenunterschied zwischen dem Wasserspender und dem Hochbehälter und am energetisch geringsten Aufwand der Wasseraufbereitung.

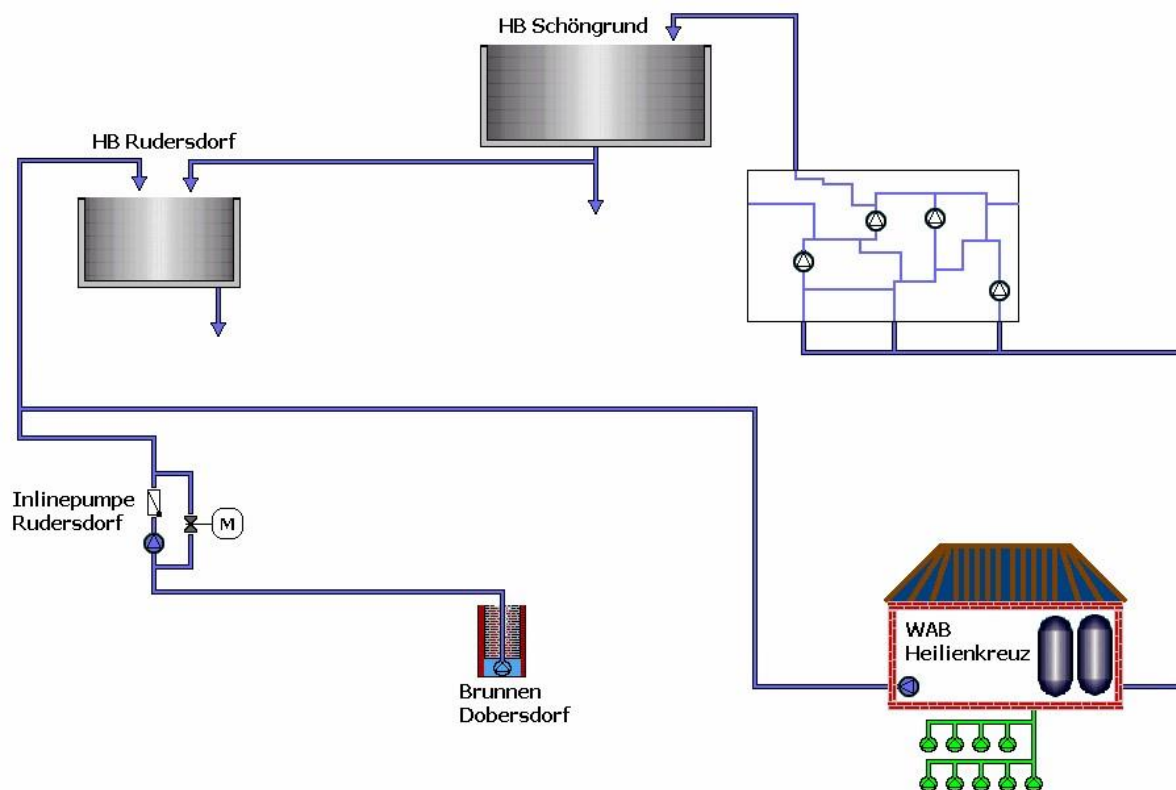


Bild 3: Schema der Wasserversorgung des HB Rudersdorf

In der Leittechnik erfolgt die Berücksichtigung des günstigsten Versorgungsweges in dem im Regelbetrieb zuerst der Brunnen Dobersdorf, erst nach weiterem Absinken des Wasserpegels im Hochbehälter Rudersdorf die Pumpe Lafnitzalschiene der WAB Heiligenkreuz und danach der Zufluss vom HB Schöngrund angefordert wird.

Um einen Wasseraustausch in allen Zubringerleitungen zu gewährleisten und damit eine Verschmutzung zu verhindern, erfolgt eine voll automatische Anforderung der beiden nachgereihten Zubringerleitungen bei jeder x-ter Brunnenanforderung.

Optimierung der Schaltpunkte

Jede Schaltung bedeutet Druckschwankungen im Leitungsnetz und beansprucht damit das Leitungsnetz hydraulisch und verursacht Kosten.

Bei der Wahl der Ein- bzw. Ausschaltpunkte für die Wasseranforderung aus den Zubringerleitungen stehen sich daher die Punkte Kostenreduktion und Energieeffizienz durch die Wahl hoher Spreizungen (= geringe Einschaltniveaus und hohe Ausschaltniveaus) und damit langer Laufdauer und geringe Schalthäufigkeit und die Anforderung hoher Mengenvorhaltung als Reserve für technische Gebrechen und hohe Wasserverbräuche gegenüber.

Im gegenständlichen Fall ergibt sich durch die relativ geringe Behältergröße nur eingeschränkter Spielraum. Bei einer maximalen Brunnenförderleistung von 20 l/s würden schon in 2,5 h 180 m³ gefördert werden, was einen gesamten Behälterinhalt entspricht. Da aufgrund der Löschwasserreserven nur eine sehr viel kleinere Wassermenge pro Anforderung den Hochbehälter befüllt, wurde zur Reduktion der Schalthäufigkeit die Brunnenfördermenge reduziert. Außerdem ist eine Vergrößerung des Speichervolumens geplant, deren Anforderung sich auch aus der gestiegenen Entnahme ergibt.

2.8 Betriebsartenoptimierung der UV-Anlage

Die UV-Anlage im Brunnen Dobersdorf desinfiziert das zum Hochbehälter Rudersdorf gelieferte Wasser. Jedes Starten der UV-Anlage benötigt Zeit und Energie. Die Intensität der UV-Strahlung wird im Brennraum gemessen und steigt langsam an. Erst nach Erreichen eines Schwellwertes kann die Pumpe gestartet werden. Es ist sichergestellt, dass in keinem Fall eine Wasserlieferung des Brunnens ohne korrekten Betrieb der UV-Anlage erfolgt. In den Betriebsvorschriften der UV-Anlage sind eine maximale Anzahl an Starts pro Tag und Starts pro Jahr vorgegeben, die nicht überschritten werden dürfen.

Ein energetisch optimaler Betrieb der UV-Anlage erfordert lange Laufzeiten und wenige Schaltspiele. Die Vorgabe der Anzahl und Länge der Schaltspiele erfolgt durch die Anforderung zur Wasserlieferung an den Brunnen Dobersdorf durch den Hochbehälter Rudersdorf. Die Leittechnik unterstützt die Energieoptimierung, indem sie für den Betrieb der UV-Anlage zwei Betriebsarten zur Verfügung stellt. Dies ist zum einen der Zyklusbetrieb, bei dem die UV-Anlage nach der Erfüllung der Anforderung ausgeschaltet wird und bei der nächsten Anforderung wieder eingeschaltet wird. Zum anderen steht der Dauerbetrieb zur Verfügung. Dauerbetrieb wird gewählt, wenn aufgrund der Einstellungen zur Wasseranforderung die maximal zulässigen Schaltspiele pro Tag oder pro Jahr überschritten werden oder die kurzen Pausenzeiten und Einschaltungen mehr Energie benötigen wie bei einer dauerhaft eingeschaltete UV-Anlage.

2.8 Optimierung der Fördermenge (Pumpenwirkungsgrad)

Jede Pumpe in einem Brunnen oder in einem Versorgungsnetz wird entsprechend der geforderten maximalen Förderung und hydraulischer Gegebenheiten wie z.B. zu überwindende Höhendifferenz, Leitungsdimension, Material usw. ausgewählt.

Der optimale Betriebspunkt der Pumpe liegt dabei in der Regel nahe bei der maximalen Fördermenge. Dabei erfolgt der geringste Energieverbrauch im Vergleich zur Fördermenge. Dieses Verhältnis verschlechtert sich je weiter weg sich die Pumpe von ihrer optimalen Betriebspunkt bewegt.

Die Größe, die dieses Verhältnis beschreibt, ist der Pumpenwirkungsgrad. η [%] = $100 \cdot (\rho \cdot g \cdot Q \cdot H) / (1000 \cdot P)$ ¹⁾

Es wird das Verhältnis der erbrachten Pumpleistung zum dafür notwendigen Energieeinsatz gestellt.

1) (Quelle: Gerhard Merkl; Technik in der Wasserversorgung Praxisgrundlagen für Führungskräfte; Oldenbourg Industrieverlag; 2008); Kapitel 5.2.8 Wirkungsgrad, Leistungsbedarf der Pumpe, Motorleistung; Seite 298

Mit dem Pumpenwirkungsgrad können alle Pumpen auf deren optimale Betriebspunkt untersucht und eingestellt werden. Obwohl eine Einstellung des optimalen Betriebspunkts aufgrund geänderter oder unpassender baulicher Bedingungen (Speichervolumina, Leitungskapazität,...), veränderter Entnahmemengen, geringeren Wasserdargebot bei Brunnen, usw. nicht möglich ist kann jedenfalls der Grund dafür festgestellt und gegebenenfalls beseitigt oder verringert werden und es kann eine möglichst optimale Einstellung erfolgen.

Die Analyse mittels Pumpenwirkungsgrad verdeutlicht die Wichtigkeit einer korrekten Auslegung der Pumpe. Im Zweifel eine größere Pumpe zu verwenden, bedeutet höhere Anschaffungs- und permanent höhere Betriebskosten!

Im gegenständlichen Fall des Brunnen Dobersdorf bzw. der Beschickung des HB Rudersdorf ist eine optimale Betriebsweise der Brunnenpumpe nicht möglich. Es musste somit ein Kompromiss aus dem Zusammenspiel der beteiligten Komponenten (z.B. USV-Anlage), der benötigten Wassermenge und des Speichervolumens gefunden werden. Im Hinblick auf den geplanten Umbau des HB Rudersdorf ergibt sich aber eine wesentliche Verbesserung des Pumpenwirkungsgrads der Pumpe im Brunnen Dobersdorf.

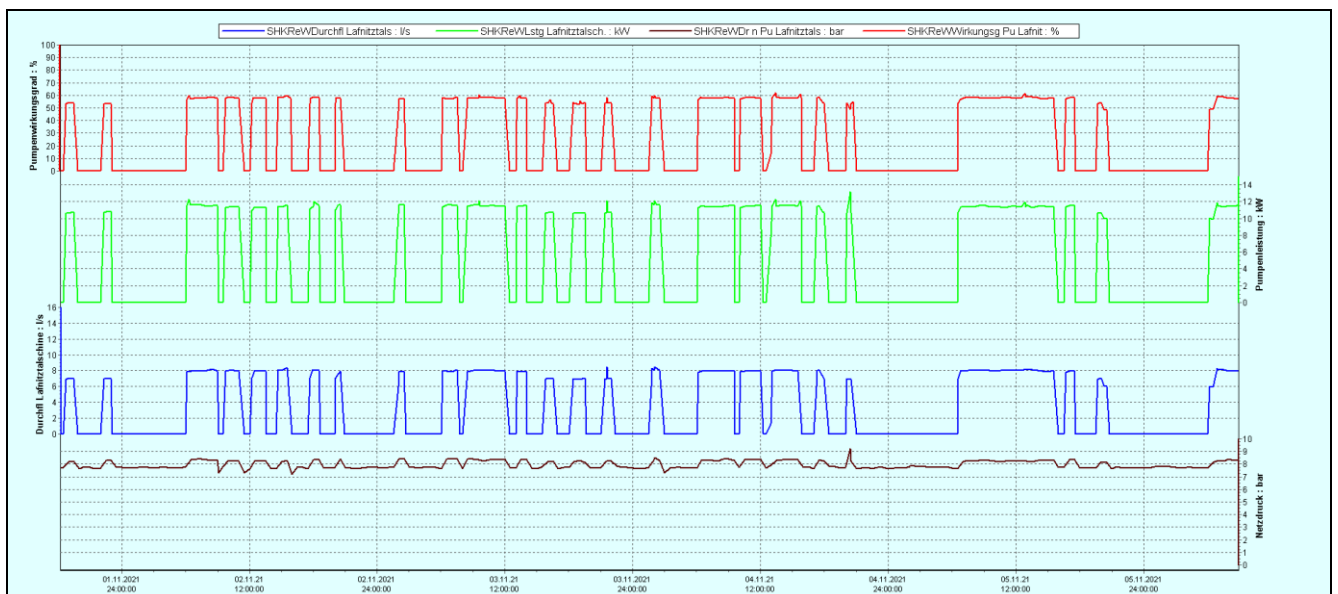


Bild 4: Pumpenwirkungsgrad der Pumpe Lafnitzalschiene bei unterschiedlichen Durchflüssen

2.8 Betriebsarten des Brunnen Dobersdorf und der Inlinepumpe Rudersdorf

Kostenoptimierungspotential liegt auch im Zusammenspiel des Brunnens Dobersdorf mit der Inlinepumpe Rudersdorf.

Aufgrund des Höhenunterschiedes zwischen dem Hochbehälter und den Verlusten in der Rohrleitung ergibt sich beim Brunnen Dobersdorf ein Netzdruck, der mit der Fördermenge steigt. Die Einbauten und die Leitung im Brunnen Dobersdorf sind auf einen Maximaldruck von 10 bar ausgelegt.

Bei kleineren Durchflüssen kann somit ein Betrieb ohne Inlinepumpe Rudersdorf erfolgen. Bei einer Förderung von 5 l/s oder bei 7 l/s ergibt sich ein Netzdruck von ca. 7 bar. Bei 10 l/s ergibt sich ein Druck von ca. 7,25 bar. Danach steigt der Druck bei steigendem Durchfluss.

Somit kann bis zu einer bestimmten Fördermenge ein Betrieb ohne Inlinepumpe Rudersdorf erfolgen. Erst ab einer eingestellten Fördermenge bzw. ab einer bestimmten Absenkung der Wasserspiegellage im Brunnen erfolgt der Betrieb mit Inlinepumpe.

2.9 Kostenoptimierung durch schonende Betriebsweise und Zusatzüberwachungen

Eine Energieeinsparung und vor allem auch eine Kostenreduktion ergeben sich durch eine schonende Betriebsweise und Zusatzüberwachungen.

Schonende Betriebsweise

Unter dem Begriff einer schonenden Betriebsweise fassen wir die Reduktion der hydraulischen Belastung zusammen. Eine schonende Betriebsweise reduziert somit Schäden an den Bauteilen und Rohrbrüche.

Maßnahmen für eine schonende Betriebsweise sind die Reduktion der Schalthäufigkeiten, die schon behandelt wurde.

Eine weitere Maßnahme ist ein langsames Pumpen Ein- und Ausschalten. Erfolgt ein Pumpenstart oder Ausschalten mittels langsam steigender Rampe Reduzieren sich die Druckschwankungen in diesem Bereich erheblich.

Pumpenabnutzung

Pumpen nutzen sich mit der Zeit ab. Auch wenn sie ihren Dienst störungsfrei versehen sinkt der Pumpenwirkungsgrad bei identen Betriebspunkten aufgrund Verschleiß über die Jahre ab. Die Pumpe ist dann zwar nicht defekt, der Betrieb ist aber teuer da mit der eingesetzten Leistung weniger Förderung erfolgt. Durch die Einbindung, Beobachtung und Analyse des Pumpenwirkungsgrads können die Pumpen auf energetisch korrekten Betrieb überwacht und so schon vorab, bevor für den Nutzer völlig unvorbereitet ein Pumpenschaden auftritt, eine Reparatur oder ein Pumpentausch durchgeführt werden.

Rohrbruchüberwachung

Im System sind eine Reihe von Rohrbruchüberwachungen installiert. Diese überwachen zulässige Durchflüsse und Druckverhältnisse.

Mindestdruck Brunnen Dobersdorf:

Bei einem Betrieb ohne der Inlinepumpe Rudersdorf muss der Druck am Brunnenkopf über den einstellbaren Grenzwert liegen. Es erfolgt eine permanente Überwachung beim Betrieb des Brunnens. Wird der Mindestdruck unterschritten liegt ein Rohrbruch in der Transportleitung vor.

Differenzdruck Inlinepumpe Rudersdorf – Brunnen Dobersdorf

Der Differenzdruck zwischen dem Eingangsdruck der Ininepumpe Rudersdorf und dem Druck am Brunnen darf das eingestellte Band nicht verlassen. Es erfolgt eine permanente Überwachung beim Betrieb des Brunnens und einer Wasserlieferung zum HB Rudersdorf.

Differenzdruck Inlinepumpe Rudersdorf

Bei einer eingeschalteten Inlinepumpe darf die Differenz zwischen dem Ausgangs- und dem Eingangsdruck der Inlinepumpe Rudersdorf den eingestellten Wert nicht unterschreiten.

Rohrbruch Abfluss HB Rudersdorf

Bei einer andauernden Überschreitung des Maximaldurchflusses über eine Periode des Kontrollintervalls erfolgt eine Rohrbruchmeldung. Es liegt dann eine dauern hohe unplausible Entnahme des Ortsnetzes aus dem Hochbehälter vor, die eine Kontrolle unbedingt nötig macht.

2.10 Nutzen der Erfahrungen bei zukünftigen Projekten

Brunnenfeld

Die im Projekt Brunnen Dobersdorf gewonnenen Erfahrungen sind für die Planung der Neuausrüstung des Brunnenfelds der Wasseraufbereitung Heiligenkreuz eingeflossen. Die WAB Heiligenkreuz (90 l/s) wird von 23 Brunnen mit Rohwasser versorgt. Diese Brunnen sind über drei Rohwasserleitungen erschlossen. Die Ausrüstung der Brunnen, bei denen nur die 8 Tiefbrunnen mit FU-gesteuerten Pumpen ausgerüstet sind, erfolgte zwischen 1983 und 1999. Im Laufe der Zeit haben sich die Verhältnisse im Brunnenfeld geändert.

Die Arbeits- und Ruhewasserpegel haben sich verändert wie die Verteilung des Wasserdargebots. Die vorhandene Pumpenausrüstung entspricht nicht mehr den Gegebenheiten und so wird laufend mehr Energie verbraucht als nötig.

Im Zuge der Evaluierungsmessungen zur Erneuerung des Brunnenfeldes wurden sämtliche Brunnen temporär mit einem Drucksensor ausgestattet und die Daten zusammen mit den vorhandenen Durchflussmessungen in einem eigens dafür temporär errichteten Messnetz erfasst. Somit konnten alle hydraulischen Beeinflussungen und Rückkoppelungen erfasst, dokumentiert und ausgewertet werden.

Das Ergebnis ging in eine zusätzlich neu gebaute Rohwasserleitung und in die Neuausrüstung der Brunnenpumpen ein. Zur Vermeidung von Rückkoppelungen (Bei größeren Entnahmemengen steigt der Druck in der Leitung soweit, dass einzelne Brunnen trotz laufender Pumpe keine Förderung mehr erzielen) wurden Doppelbrunnen mit unterschiedlichen Leitungen erfasst und alle Brunnen mit FUs ausgerüstet.

Die vorhandenen Daten des Leittechnik- und Dokumentationssystems sowie des temporär errichteten Messnetzes und die hydraulische Neuüberrechnung lieferten die Grundlage für die Auslegung der neuen Pumpen. Das Projekt wurde mittlerweile umgesetzt und hat den gewünschten Erfolg erzielt.

Der Energieverbrauch ist gesunken, die Implementierung erlaubt nun individuelle Einstellungen für jeden Brunnen um auf ein geändertes Wasserdargebot adäquat reagieren zu können und die Betriebssicherheit wurde erhöht. Auch aufgrund der Datenübertragung zwischen den einzelnen Brunnen über Glasfaser hat sich das Störungsaufkommen drastisch reduziert.

Erneuerung der Versorgung zweier Hochbehälter

Ein Teil der Tiefzone besteht aus der Versorgung der beiden Hochbehälter Heiligenkreuz (150 m³) und Hundseck (2500 m³). Der Hochbehälter Heiligenkreuz wird direkt aus der WAB mit deren Tiefzonenpumpen versorgt. Drei Pumpen im HB Heiligenkreuz versorgten den Hochbehälter Hundseck. Da die Pumpen im Hochbehälter Heiligenkreuz am Ende ihrer Lebensdauer angelangt waren und geänderte Rahmenbedingungen durch zusätzliche Versorgungsaufgaben des Hochbehälters Hundseck aufgetreten sind, erfolgte eine Erneuerung der Ausrüstung in den beiden Hochbehältern.

Auch hier wurden die Erfahrungen aus Rudersdorf eingebracht. Auch für diesen Versorgungsbereich wurde eine Inlinepumpe zwischen den beiden Hochbehältern und die nochmals verfeinerte Steuerungstechnik zur Abbildung der Erfordernisse des optimalen Energieeinsatzes und des Bereitstellens der entsprechenden Wassermengen realisiert.

Zusammenfassung

Optimaler Energieeinsatz und sichere Versorgung in hügeligen, räumlich weit verteilten Geländen sind kein Gegensatz, sondern lassen sich vereinbaren.

Dazu ist allerdings eine sorgfältige Vorausplanung und ein Wasserversorger, der diese Möglichkeiten aktiv aufgreift, sowie eine gesamtheitliche Sicht- und Wissensbereitstellung der Ausführenden notwendig.

Im gegenständlichen Fall konnten die gesteckten Ziele erreicht werden, da ausreichend Zeit für die vorausschauenden Planung, die Grundlagenevaluierung sowie zur Debatte der Ziele und (Zwischen)Ergebnisse bereitgestellt wurde.

2.11 Darstellungen

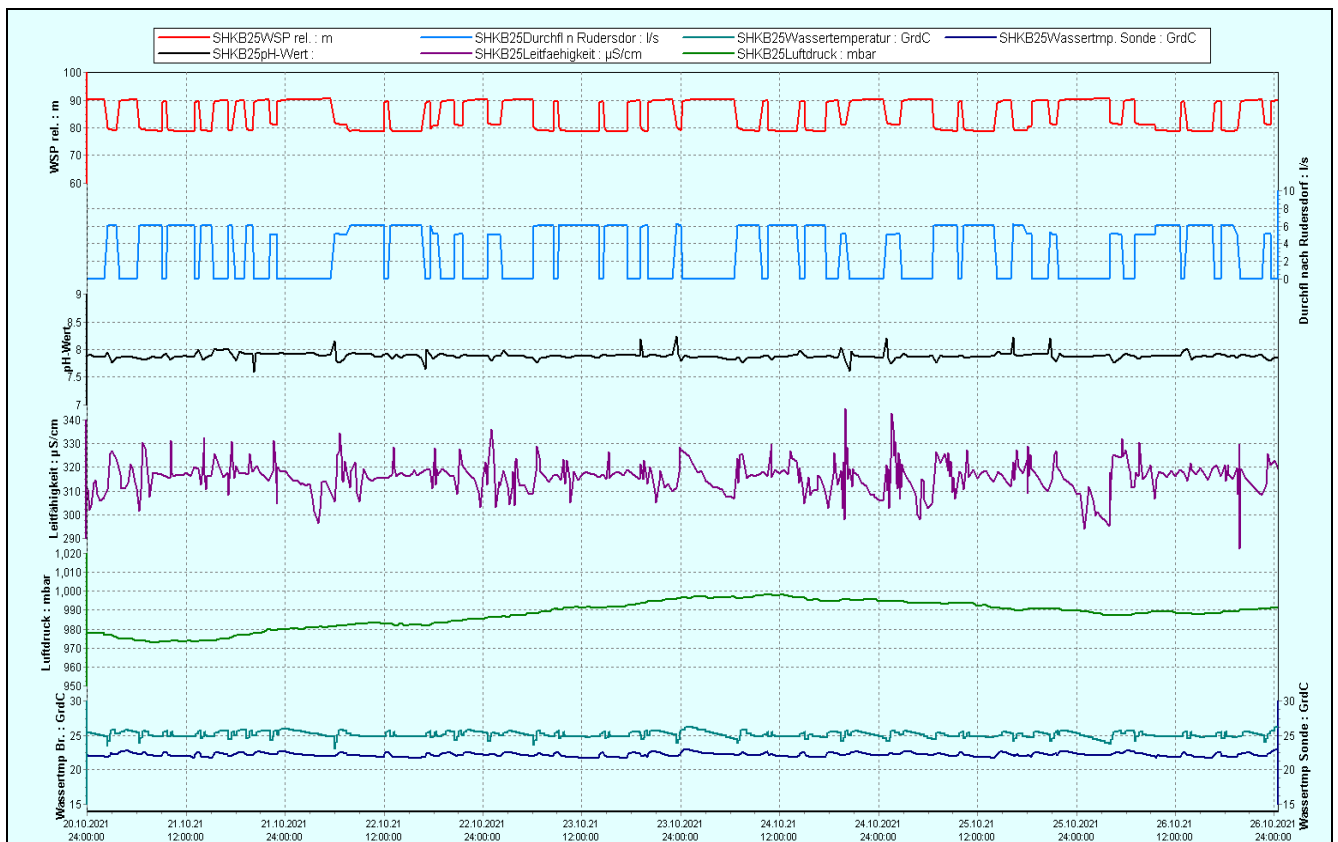


Bild 5: Qualitätsdaten Brunnen Dobersdorf

Am Brunnen wird eine Reihe von Qualitätsdaten des geförderten Wassers automatisch laufend erfasst und überwacht. Dies sind:

- # der pH-Wert
- # die Leitfähigkeit
- # die Wassertemperatur oberhalb der Brunnenpumpe in einer Tiefe von ca. 90 m
- # die Wassertemperatur am Brunnenkopf.

Ebenfalls zu den Qualitätsdaten des Brunnens werden die Wasserspiegellage und - die Fördermenge gezählt.

Um den Einfluss der Wetterlage, vor allem auf die Messung der Wasserspiegellage, zu berücksichtigen, wird auch der Luftdruck erfasst und dokumentiert.

Legende

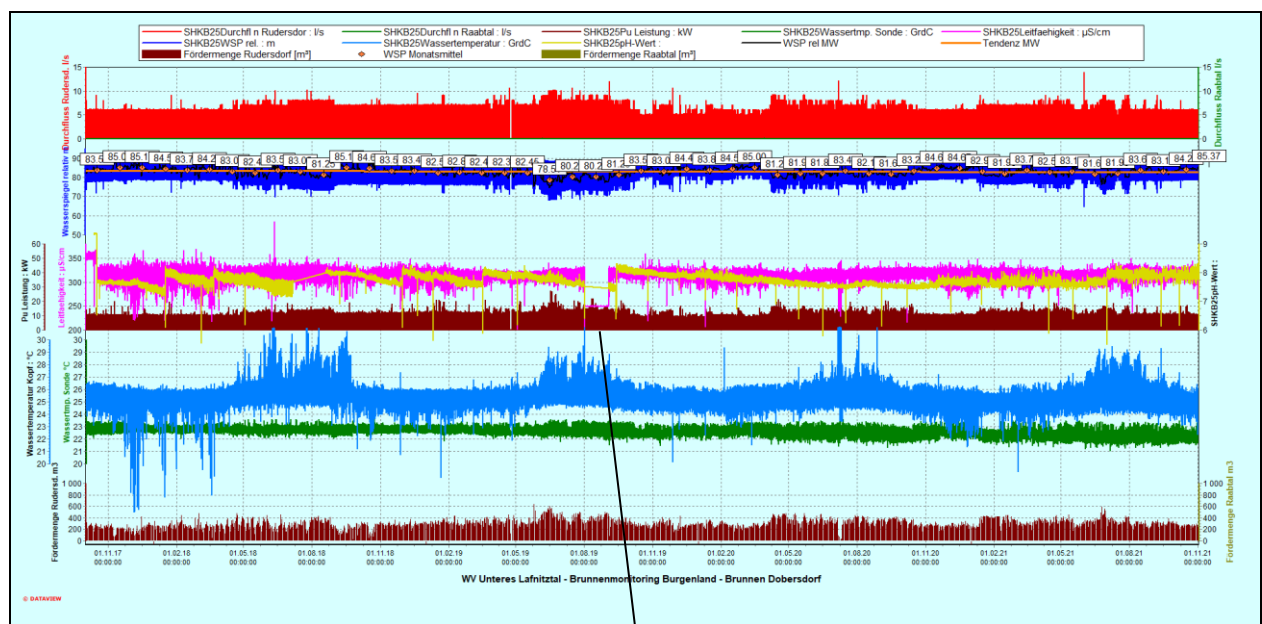
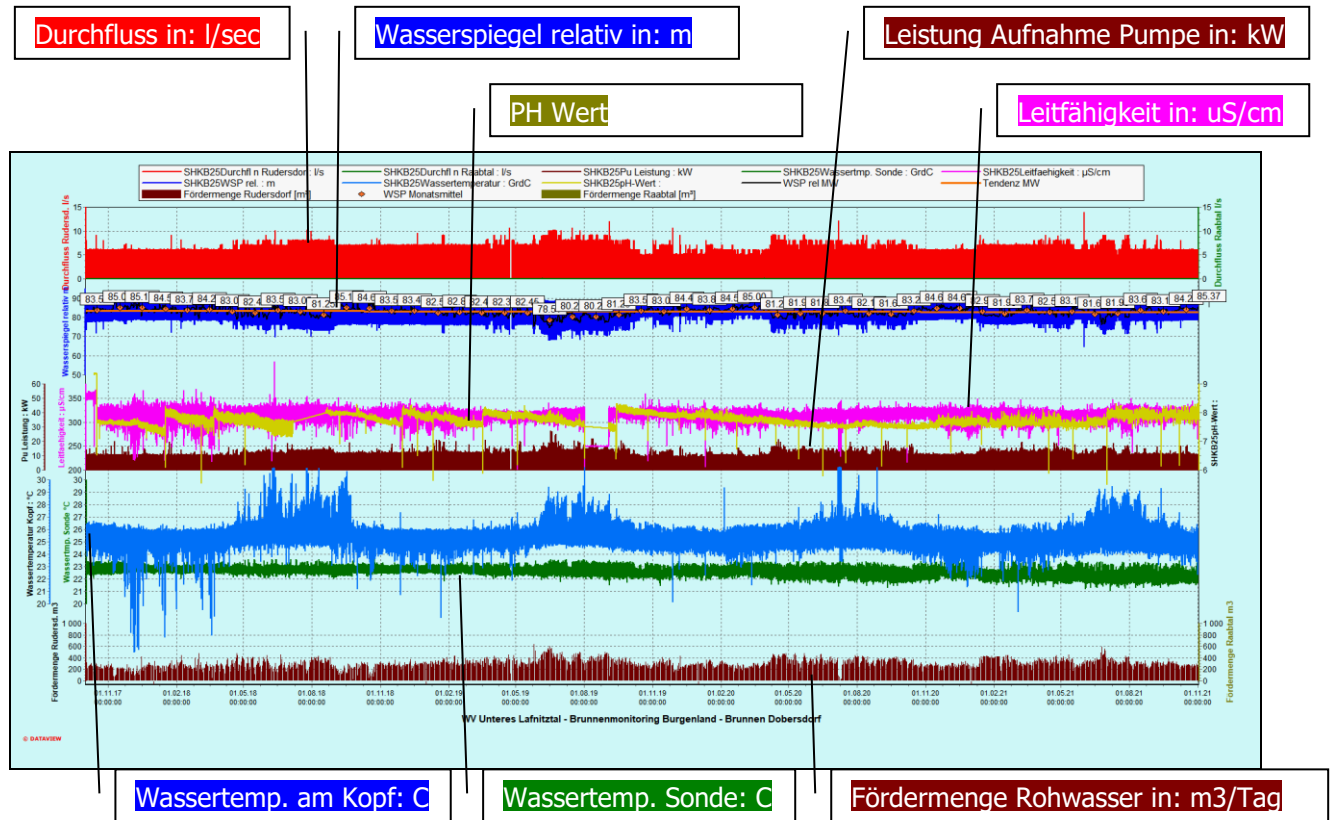


Bild 6: Wassertemperatur pH-Wert und Pumpenleistung

Sondenrep. / Verbesserung des Anlagenzustandes

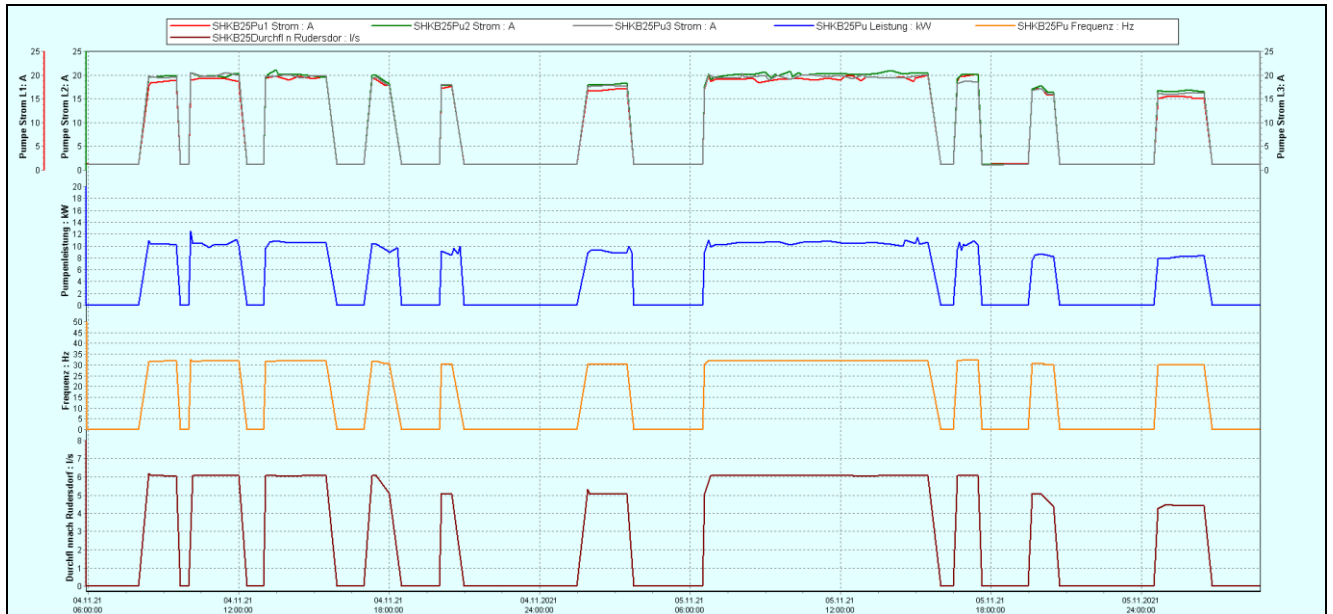


Bild 7: Pumpendaten Brunnen Dobersdorf

Die Pumpendaten dokumentieren die Betriebspunkte der Brunnenpumpe und umfassen:

- # die Ströme der einzelnen Phasen
- # die Pumpenleistung
- # die Frequenz, mit der die FU die Pumpe betreibt
- # als Resultat des Pumpenbetriebes der sich ergebende Volumenstrom.

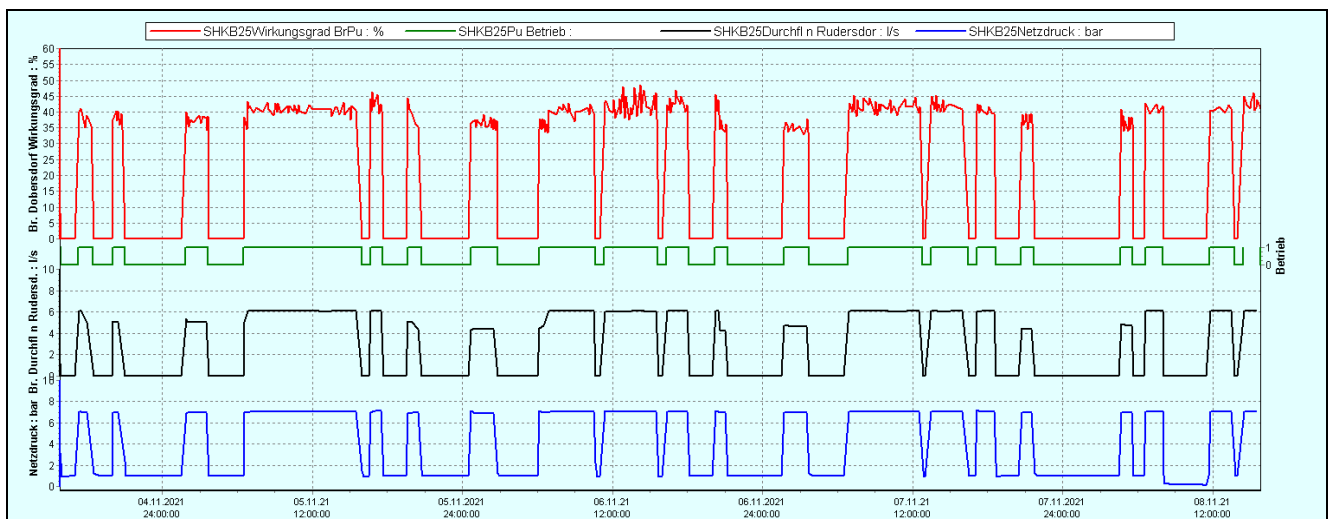


Bild 8: Pumpenwirkungsgrad Brunnen Dobersdorf

Als Qualitätskriterium über den Pumpenbetrieb wird der Pumpenwirkungsgrad berechnet.

Die Darstellung zeigt den Verlauf des Pumpenwirkungsgrads und seiner zugrundeliegenden Parameter. Diese sind der Volumenstrom der Netzdruck und die Wirkleistung (nicht im Bild).

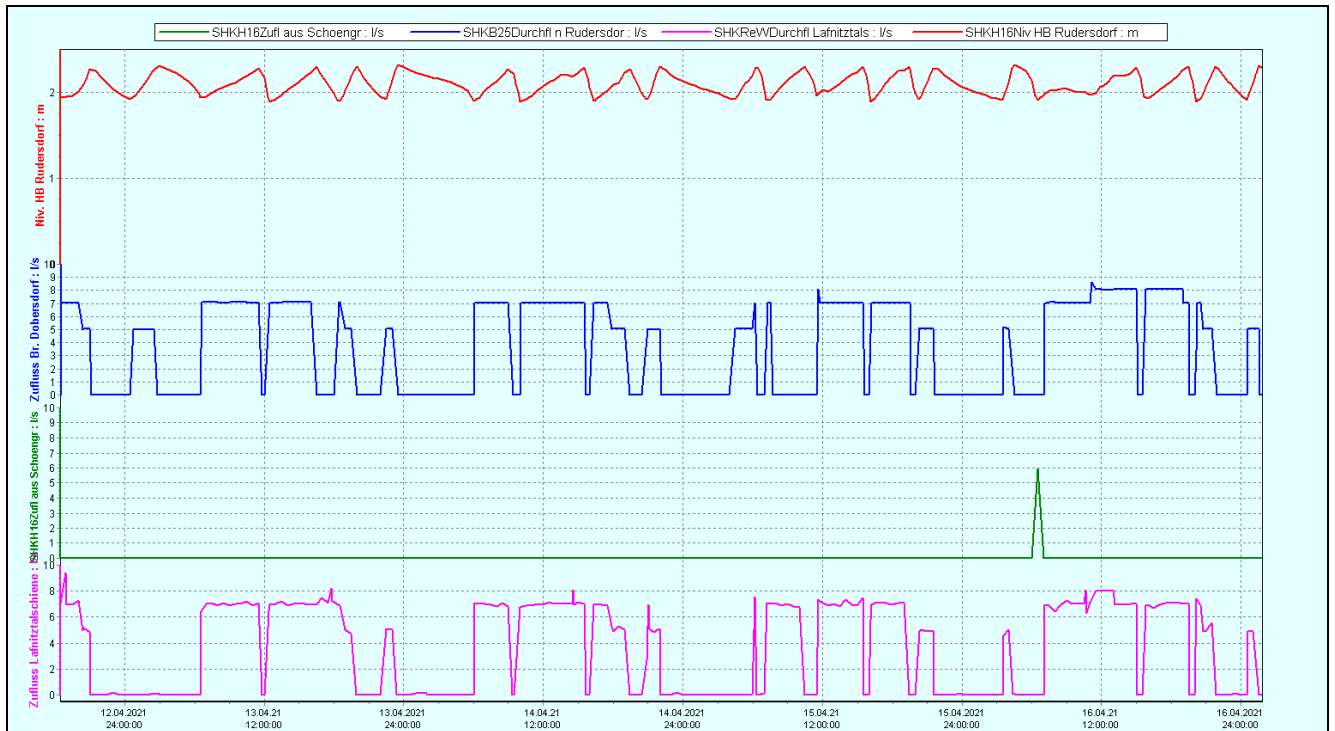


Bild 9: Versorgung des HB Rudersdorf

der Beschickung des HB Rudersdorf und seines Niveauverlaufs:

- # Zufluss vom Brunnen Doberndorf
- # Zufluss vom HB Schöngrund
- # Zufluss durch die Pumpe Lafnitzschleife in der WAB Heiligenkreuz

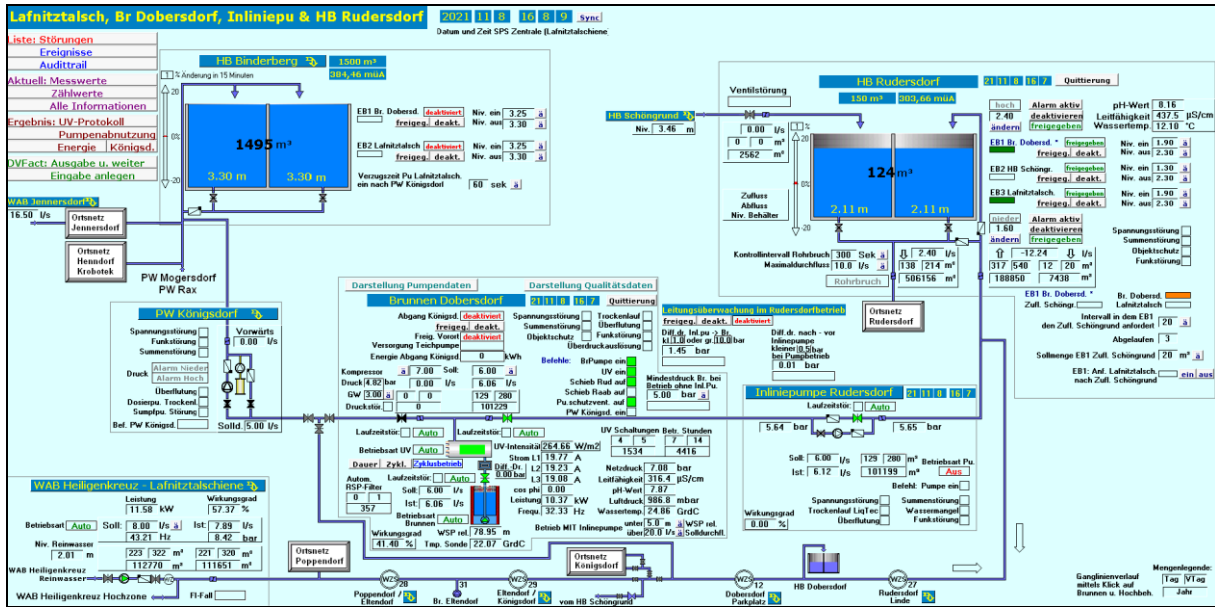
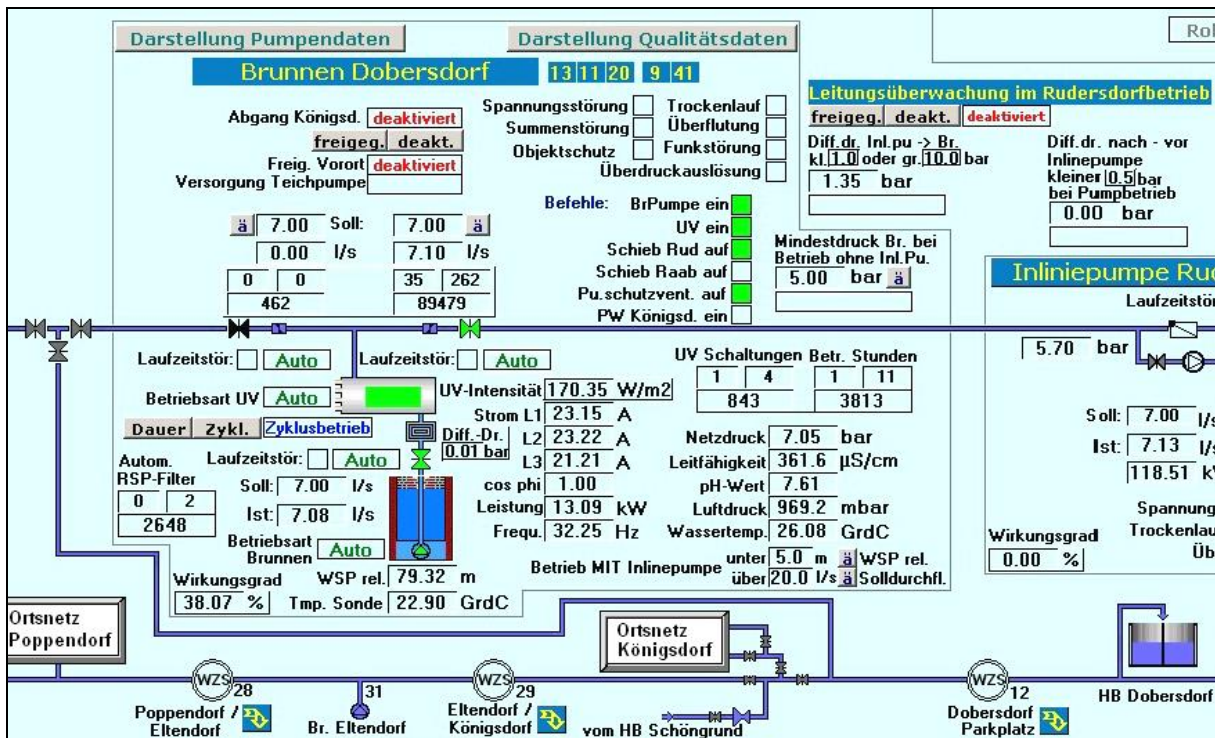


Bild 9: Fließbilddarstellung

Detaillierte Fließbilddarstellung des gesamten, hydraulisch zusammenhängenden Versorgungsbereiches des Brunnen Dobersdorf mit den Bauwerken:

- # Brunnen Dobersdorf
- # Inliniepumpe Rudersdorf
- # HB Rudersdorf inkl. Zulauf vom HB Schöngrund
- # PW Königsdorf
- # HB Binderberg
- # Pumpe Lafnitztalschiene der WAB Heiligenkreuz



Datum	Zeit	Prio	DA	Wasserwerk	Ort	Komponente	Bezeichnung	Meldung	
08.11.2021	15:10:00	↑	3	M	Heiligenkreuz	Heiligenkreuz	Lafnitzalschne	Pu3 HZ Autobetr	gekommen
08.11.2021	15:09:56	↓	3	M	Heiligenkreuz	Heiligenkreuz	Lafnitzalschne	Pu3 HZ Autobetr	gegangen
08.11.2021	14:38:48	↑	3	M	Heiligenkreuz	Heiligenkreuz	Lafnitzalschne		gekommen
08.11.2021	14:28:20	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	PuSchutzVent offen	gekommen
08.11.2021	14:27:48	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	PuSchutzVent geschl	gegangen
08.11.2021	14:26:48	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Pu Betrieb	gekommen
08.11.2021	14:26:48	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Bef. PuSchutzVe auf	gekommen
08.11.2021	14:26:20	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	ESchieb Rudf offen	gekommen
08.11.2021	14:26:20	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Befehl Pu. ein	gekommen
08.11.2021	14:25:20	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	ESchieb Rudf geschl	gegangen
08.11.2021	14:25:20	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	UV freigegeb/ein	gekommen
08.11.2021	14:25:20	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	UV Betrieb	gekommen
08.11.2021	14:25:20	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Befehl Sch Rudf auf	gekommen
08.11.2021	14:24:52	↑	3	M	Heiligenkreuz	Heiligenkreuz	Lafnitzalschne	Pu Betrieb Lafnitz	gekommen
08.11.2021	14:24:52	↑	3	M	Heiligenkreuz	Rudersdorf	Hochbehälter	EB3 ein HB Rudersd	gekommen
08.11.2021	14:24:48	↑	3	M	Heiligenkreuz	Rudersdorf	Hochbehälter	EB1 HBRud aktiv	gekommen
08.11.2021	14:24:48	↑	3	M	Heiligenkreuz	Rudersdorf	Hochbehälter	EB1 HBRud Br Dobers	gekommen
08.11.2021	14:24:48	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Befehl UV. ein	gekommen
08.11.2021	13:47:48	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	ESchieb Rudf geschl	gekommen
08.11.2021	13:47:48	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	UV freigegeb/ein	gegangen
08.11.2021	13:47:48	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	UV Betrieb	gegangen
08.11.2021	13:47:48	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Befehl UV. ein	gegangen
08.11.2021	13:46:20	↑	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	PuSchutzVent geschl	gekommen
08.11.2021	13:46:20	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	ESchieb Rudf offen	gegangen
08.11.2021	13:46:20	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Befehl Sch Rudf auf	gegangen
08.11.2021	13:44:48	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	PuSchutzVent offen	gegangen
08.11.2021	13:44:48	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Pu Betrieb	gegangen
08.11.2021	13:44:20	↓	3	M	Heiligenkreuz	Rudersdorf	Hochbehälter	EB1 HBRud Br Dobers	gegangen
08.11.2021	13:44:20	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Befehl Pu. ein	gegangen
08.11.2021	13:44:20	↓	3	M	Heiligenkreuz	Dobersdorf	Br. Dobersdorf	Bef. PuSchutzVe auf	gegangen
08.11.2021	13:41:52	↓	3	M	Heiligenkreuz	Heiligenkreuz	Lafnitzalschne	Pu Betrieb Lafnitz	gegangen
08.11.2021	13:41:48	↓	3	M	Heiligenkreuz	Rudersdorf	Hochbehälter	EB3 ein HB Rudersd	gegangen

Bild 10: Ereignisliste (Brunnen Dobersdorf gegen 20:20 ein und um 23:15 wieder ausgeschaltet)

Dokumentation eines Lieferfalls vom Brunnen Dobersdorf zum HB Rudersdorf.

Es wird der Brunnen Dobersdorf aufgrund der Anforderung – Niveauabfall - des HB Rudersdorf eingeschaltet und nach dessen Füllung wieder ausgeschaltet.

Dieser einzelne Lieferfall allein umfasst 26 Einzelmeldungen und dokumentiert die Komplexheit die sich aus der Anforderung aller beteiligten Bauwerke – Brunnen, UV-Anlage, Inlinepumpwerk, HB Rudersdorf - ergibt

Oktober	Betriebsstunden	Schaltungen	Betriebseinheiten	Intensität	Intensität
	h			W/m2	W/m2
Datum	Veränderung	Veränderung	Spaltenberechnung	Mittelwert	Maximum
1	11.00	3.00	14.00	88.73	219.86
2	10.00	3.00	13.00	83.78	217.82
3	9.00	2.00	11.00	70.29	213.08
4	11.00	4.00	15.00	93.61	212.66
5	10.00	2.00	12.00	76.81	190.74
6	11.00	3.00	14.00	80.46	189.73
7	10.00	3.00	13.00	71.98	186.28
8	9.00	3.00	12.00	67.62	184.94
9	9.00	3.00	12.00	70.30	200.22
10	10.00	2.00	12.00	70.09	181.21
11	11.00	3.00	14.00	76.11	179.88
12	10.00	3.00	13.00	75.71	191.78
13	12.00	3.00	15.00	85.27	193.38
14	8.00	3.00	11.00	56.43	176.26
15	10.00	2.00	12.00	70.30	173.80
16	9.00	6.00	15.00	63.36	172.59
17	9.00	2.00	11.00	62.44	173.60
18	11.00	3.00	14.00	72.27	181.45
19	12.00	3.00	15.00	75.24	168.86
20	10.00	2.00	12.00	68.00	186.28
21	10.00	3.00	13.00	70.82	186.51
22	11.00	3.00	14.00	80.83	166.10
23	8.00	2.00	10.00	56.10	168.27
24	10.00	3.00	13.00	66.17	163.76
25	10.00	3.00	13.00	62.95	163.38
26	12.00	3.00	15.00	78.37	163.93
27	10.00	2.00	12.00	33.92	161.72
28	10.00	3.00	13.00	64.69	159.20
29	8.00	2.00	10.00	54.38	174.31
30	10.00	3.00	13.00	57.86	157.76
31	10.00	3.00	13.00	64.99	156.82
Gesamt	311.00	88.00		70.00	219.86

Bild 11: Protokoll der UV-Anlage

Das UV-Protokoll erfasst und dokumentiert die für den Brennertausch relevanten Informationen Betriebsstunden und Schaltungen und summiert diese automatisch zu den Betriebseinheiten.

Außerdem wird die Intensität als Maß für die Zulässigkeit des Betriebs dokumentiert, da für den Betrieb eine Mindestintensität erforderlich ist.

Da UV-Protokoll kann, so wie in der Darstellung, als Monatsprotokoll oder alternativ als Tages- oder Jahresprotokoll, in monatlicher Auflösung, ausgegeben werden.

3 Weitere Information / Autoren

Richard Vettermann

Wasserverband Unteres Lafnitztal
A-7561 Heiligenkreuz i.L. Obere Hauptstraße 35

Herrn Vettermann erreichen Sie am besten
per Handy 0043 / 664 8548413 oder am E-mail: richard.vettermann @wasserverband-ul.at

Franz Zeilinger, Jürgen Prammer

DATAVIEW Handels- und Systemberatungs-GesmbH
A-2560 Berndorf Kruppstraße 10

Herrn Zeilinger erreichen Sie am besten
per Handy 0043 / 676 52 79 580 oder am E-mail: franz.zeilinger@dataview.at

Herrn Prammer erreichen Sie am besten
per Handy 0043 / 676 52 79 581 oder am E-Mail: juergen.prammer@dataview.at

4 Urheberrecht

COPYRIGHT (C) 1994-2023 DURCH DATAVIEW HANDELS UND BERATUNGSGESELLSCHAFT. ALLE RECHTE WELTWEIT VORBEHALTEN.
KEIN TEIL DIESER VERÖFFENTLICHUNG DARF REPRODUZIERT, FÜR PRODUKT ODER LEISTUNGSVERGLEICHE HERANGEZOGEN, ÜBERTRAGEN, IN EINEM INFORMATIONSSYSTEM GESPEICHERT ODER IN EINE MENSCHLICHE ODER COMPUTERSPRACHE ÜBERSETZT WERDEN, IN WELCHER FORM AUCH IMMER, ELEKTRONISCH, MECHANISCH, MAGNETISCH, OPTISCH, CHEMISCH, MANUELL ODER ANDERWEITIG, OHNE DIE AUSDRÜCKLICHE SCHRIFTLICHE ZUSTIMMUNG VON : DATAVIEW GESMBH. A-2560 BERNDORF AUSTRIA KRUPPSTRASSE 10
DIE VERWENDETEN SCHUTZMARKEN UND WARENZEICHEN WERDEN UNTER WAHRUNG ALLER RECHTE DER EIGENTÜMER NUR ZUR BESCHREIBUNG VON PRODUKTEN UND VERFAHREN GENUTZT

HINWEIS: WIR DANKEN UNSEREN ANWENDERN FÜR DIE UNTERSTÜTZUNG BEI DER ENTWICKLUNG UNSERER PRODUKTE. DIE IN DIESER UNTERLAGE GEZEIGTEN BEISPIELE SIND EXEMPLARISCH ZU VERSTEHEN UND SIND ZUM TEIL NICHT VOLLSTÄNDIG BEZW. AUS UNTERSCHIEDLICHEN, NICHT ZUSAMMENHÄNGENDEN SYSTEMEN UND ANWENDUNGEN ENTNOMMEN ODER IM INFORMATIONSUMFANG VERÄNDERT.

5 Notizen
