

# Neues Wasserwerk mit HydroSystemTanks® in Harrislee

Eine knifflige Aufgabe hatte der Wasserverband Nord bei der Erneuerung der Druckerhöhungsstation Harrislee zu lösen. Die innerhalb des Ortes liegende Trinkwasseranlage musste vollständig erneuert werden. Durch Systembauweise konnte ein innovatives Konzept umgesetzt und eine moderne und überzeugende Anlage errichtet werden, die die Versorgung wieder für Jahrzehnte sichert (**Bild 1**). Für die Gesamtmaßnahme investierte der Wasserverband rund 2,9 Mio. Euro.

Der 1954 gegründete Wasserverband Nord versorgt etwa 88 000 Einwohner und rund 250 000 Tiere in seinen 66 Mitgliedsgemeinden in den Kreisen Nordfriesland und Schleswig-Flensburg sowie auf der Insel Pellworm und den Halligen mit Trinkwasser aus dem Wasserwerk Oeversee (**Bild 2**).

Im 1135 km<sup>2</sup> großen Versorgungsbereich unterhält der Verband ein rund 1640 km langes Hauptleitungsnetz, etwa 1100 km Hausanschlussleitungen, 5279 Hydranten und über 31 000 Haus- und Weideanschlüsse. Die Jahresfördermenge des einzigen Wasserwerkes des Verbandes in Oeversee beträgt ca. 7,5 Mio. m<sup>3</sup>.

Das eisenhaltige Rohwasser wird aus zwölf Brunnen im Umkreis des Wasserwerks aus einer Tiefe von bis zu 330 m gefördert und in einer abgedeckten Kiesfilteranlage zu Trinkwasser aufbereitet. Das aufbereitete Trinkwasser wird in zwei Reinwasserbehältern mit einem Gesamtvolumen von 12 000 m<sup>3</sup> zwischengespeichert, bevor es mittels Pumpen auf seinen Weg zum Verbraucher geschickt wird.

Um die im großflächigen Verteilungsnetz entstehenden verbrauchsabhängigen, dynamischen Druckverluste aber auch geodätische Höhenunterschiede ausgleichen zu können, be-

treibt der Verband sechs Druckstationen mit Zwischenspeichern und einem Gesamtvolumen von rund 10 000 m<sup>3</sup>. Durch die Zwischenspeicherung werden Netzteile hydraulisch entkoppelt und es können somit größere Verbrauchsschwankungen ausgeglichen werden. So kann zum einen das Druckniveau in der Zulaufleitung, von der aus auch andere Verbraucher versorgt werden, auf einem vorgegebenen Mindestdruck gehalten werden und zum anderen der Druck in der abgehenden Netzleitung auch bei größeren Fördermengenschwankungen durch die nachgeschalteten Druckerhöhungspumpen konstant gehalten werden.

## Druckstation Harrislee

Eine dieser Stationen ist auf dem höchsten Punkt im Versorgungsgebiet mitten in der Gemeinde Harrislee angesiedelt. Die ursprünglich im Jahre 1970 gebaute Speicher- und Druckerhöhungsanlage hatte zwei Reinwasserspeicher mit je 450 m<sup>3</sup> Volumen. Im Jahre 1985 wurde das Speichervolumen durch einen weiteren Behälter um 1800 m<sup>3</sup> vergrößert. Alle drei Behälter und die Anlagentechnik waren stark sanierungsbedürftig und leistungsmäßig an ihrer Kapazitätsgrenze.

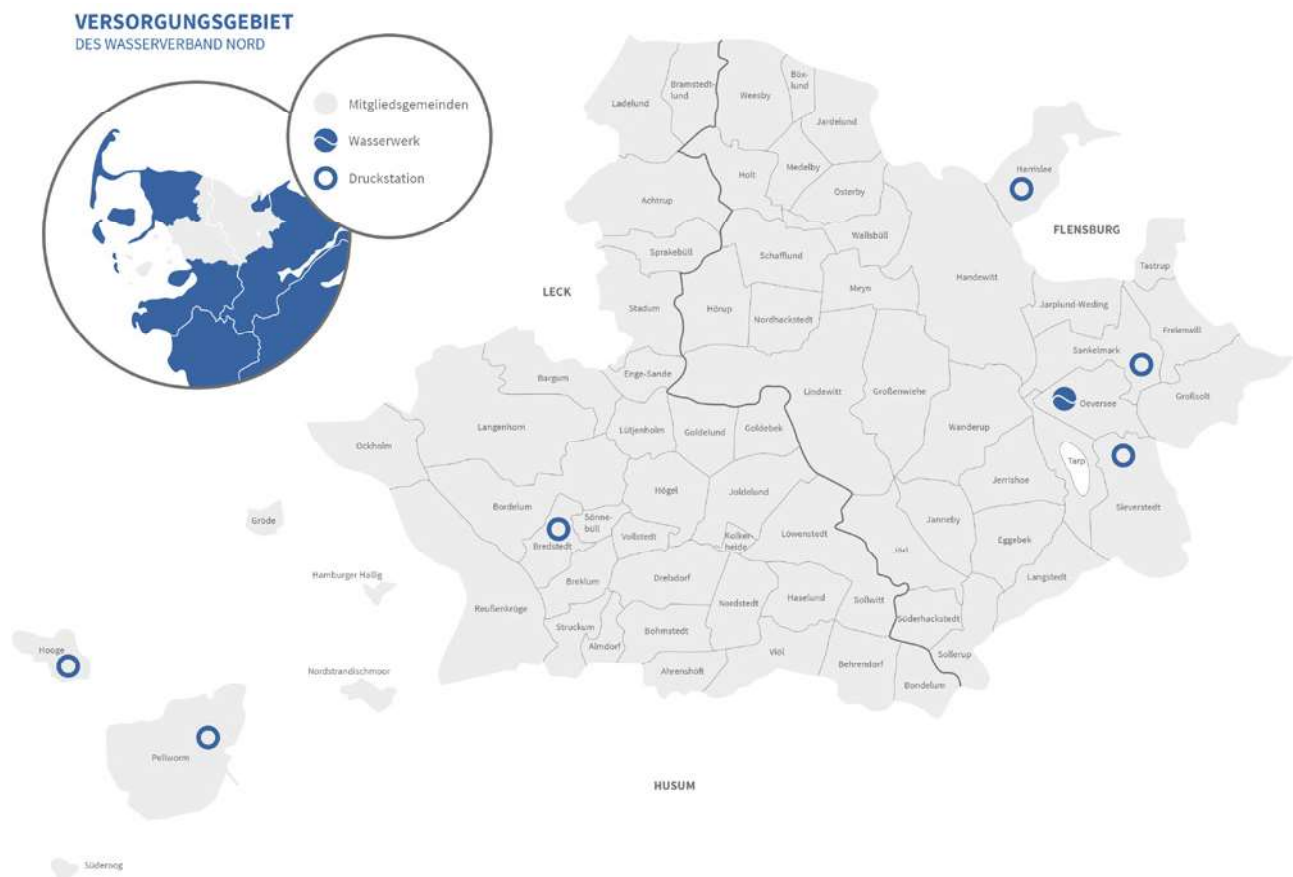
Die Gemeinde Harrislee benötigt pro Jahr 800 000 m<sup>3</sup> bei steigender Tendenz. Deshalb beschloss der Verband eine komplett neue Druckstation zu errichten. Nachdem am bestehenden Platz das gewünschte Nutzvolumen mit mindestens 3500 m<sup>3</sup> bzw. besser 4000 m<sup>3</sup> durch eine konventionelle Behälterlösung nicht realisiert werden konnte, sah die Ausgangsvariante „A“ vor, die neue Behälteranlage auf einem freien Grundstück zu errichten. Schon während der Planungsphase wurde aber schnell erkennbar, dass der erforderliche hydraulische Anschluss des neuen Behälters füll- und druckseitig an das bestehende Netz vergleichsweise hohe Kosten verursachen würde. Zusammen mit dem erforderlichen Grundstückskauf und dem kompletten Rückbau aller Gebäude auf dem vorhandenen Grundstück wurden die zusätzlichen Mehrkosten auf rund 400 000 € kalkuliert.

Als Variante „B“ wurde deshalb hinterfragt, ob es nicht auch eine realisierbare Lösung am vorhandenen Standort gibt, wobei zu beachten war, dass die bestehende Anlage kontinuierlich weiterbetrieben werden musste und als Zeitfenster für den Neubau lediglich die Wintermonate zur Verfügung stehen würden. Das Konzept des beratenden Ingenieurs sah deshalb vor, die neue Anlage in zwei Bauabschnitten mit HydroSystemTanks® aus Edelstahl auf dem handtuchförmigen Areal zu realisieren (**Bild 3 und 4**).

Mit der Wahl von Edelstahltanks und in Anlehnung an die umgebende Bebauung konnte für das erforderliche Volumen



**Bild 1:** Anlage nach Fertigstellung



**Bild 2:** Versorgungsgebiet WV Nord

von 2000 m<sup>3</sup> pro Behälter die maximal zulässige Gebäudehöhe genutzt werden. Die Lösung bestach ferner durch eine spätere Erweiterungsoption um einen dritten etwas kleineren Tank mit nochmals 1400 m<sup>3</sup> Volumen.

Das spezielle Fertigungsverfahren für die HydroSystemTanks®, die in einem nur geringfügig größeren Gebäude hergestellt werden können, ermöglichte unter Einhaltung der erforderlichen Grenzabstände einen maximalen Durchmesser für die Behälter von 16 m bei einer Füllhöhe von 10 m. Um die Anlage in zwei Bauabschnitten realisieren zu können, musste die Halle so geplant werden, dass diese geteilt errichtet werden konnte. Aufgrund des geringeren Wasserbedarfes im Winterhalbjahr musste dieser Bauabschnitt mit allen Gewerken deshalb so terminiert werden, dass in einem sehr engen Terminfenster eine voll funktionsfähige neue Anlage erstellt werden konnte. Im ersten Bauabschnitt – beginnend ca. September 2016 – erfolgte der Rückbau der größeren Behälteranlage (**Bild 5**) nebst den erforderlichen Arbeiten für die Gründungsmaßnahmen. Auf dem frei gewordenen Areal wurde die erste Gebäudeteilhülle als eine mit Trapezblechen verkleidete Stahlbauhalle mit Treppenhaus sowie Installationsraum für die Druckerhöhungsanlage und Schaltanlage errichtet. Mitte Januar 2017 wurde mit dem Bau des Reinwassertanks begonnen. Nach Abschluss der Schweißarbeiten wurde die komplette neue Druckerhöhungsanlage inkl. Speichertank und Schaltanlage betriebsfertig installiert, angeschlossen und bereits Ende April 2017 in Betrieb

gesetzt (**Bild 6**). Nach dem erfolgreichen, über mehr als vier Wochen angesetzten, störungsfreien Dauerbetrieb wurde die bestehende Altanlage vom Netz genommen und der zweite Bauabschnitt gestartet. Dieser bestand aus dem Rückbau der zweiten Behälteranlage inklusive alter Druckerhöhung sowie der Hallenerweiterung und dem Bau des zweiten Edelstahltanks. Die Arbeiten konnten ca. Mitte März 2018 abgeschlossen werden.

### Ausführung Gebäudehülle

Für den Neubau am vorhandenen Standort, nach Rückbau der Alt-Anlage in zwei zeitlich getrennten Arbeitsabschnitten, wurde durch Baugrundaufschlüsse eine Ertüchtigung des Baugrundes erforderlich. Gewählt wurde eine so genannte Bodenverbesserung im CMC-Verfahren. Je Bauabschnitt bzw. Behälter wurden 74 unbewehrte Ortbetonpfähle im Durchmesser von 400 mm, Pfahlänge 5–6 m senkrecht in den Boden verbaut, darüber eine zweilagige Lastverteilungsschicht mit der ersten Lage 55 cm Beton-RC und der zweiten Lage 55 cm Sand verstärkt mit Geo-Textil. Danach konnte der Einbau einer üblichen Flachgründung erfolgen, bestehend aus einer Stahlbetonkonstruktion mit statischen Randbalken und einer 35 cm dicken Bodenplatte. Für den Behälterbau wurde nachträglich ein geneigter Boden aus Zementestrich eingebaut.

Die aufgehende tragende Konstruktion besteht aus verzinktem Stahl. Die Gebäudeaussteifung wird durch Dach- und Wandverbände gewährleistet. In konventioneller Bauweise wur-

de ein 2 m hoher Sockel aus einem zweischaligen Mauerwerk mit Kerndämmung hergestellt, da aus Gewichtsgründen und den örtlichen Montagemöglichkeiten der Einbau vorgefertigter Beton-Sandwichelemente nicht umgesetzt werden konnte.

Für die besonderen Anforderungen an die Dichtigkeit der bauphysikalischen Ausführung im Hinblick auf die niedrigen Innentemperaturen im Gebäude und des Brandschutzes (geringe Abstandstiefe zur Nachbarbebauung) wurde ein Wandaufbau aus Stahlkassetten, Mineral-Dämmwolle, Trennlage und Stahltrapezblechen gewählt. Ein Wandaufbau mit Stahlsandwich-Elementen wurde überlegt, jedoch wegen der Abdichtung an Knickstellen und Formteilen verworfen. Das Dach besteht aus statisch, freitragenden Mehrfeld-Stahltrapezblechen, Binderabstand 6 m, Dampfsperre aus Alu-Verbundfolie, Wärmedämmschicht aus PS-Hartschaum EPS und einer 1,5 mm dicken Kunststoffolie. Die Innenwände im Sockelbereich sind verputzt und gestrichen, der Estrich-Fußboden in Behälterebene ist mit einer Beschichtung versehen, der Fußboden des Rohrkellers für die Anlagentechnik wurde gefliest. Treppenlauf, Geländer und Bühnen wurden aus verzinkten Bauteilen hergestellt, die Beläge sind aus Alu-Riffelblechen.

Der Gebäudezugang erfolgt in der Mitte der beiden Gebäudeteile ebenerdig über eine 2 x 2,5 m große Türe mit Gangflügel (Ausführung in Edelstahl mit einer umlaufenden Dichtung aus Schlauchprofilen). Zwischen den beiden Gebäudeteilen sind auch der Rohrkeller mit dem technischen Anlagenbau (Überlauf, Restentleerung, Füllleitungen, Pumpentechnik und Werksausgang) sowie die Treppenkonstruktion angeordnet. Die Durchdringung der Behälterentlüftung nach Außen erfolgt in 5 m Höhe über Gelände über einer ebenfalls mit umlaufender Dichtung versehenen Tür aus Edelstahl mit Oberlicht auf einen Balkon. Von der Balkonebene kann das Dach zu Wartungsarbeiten über eine Dachleiter mit Rückenschutz erreicht werden.

### Edelstahltanks

Alle metallenen Werkstoffe in Kontakt mit Trinkwasser haben die Anforderungen der DIN 50930-6 zu erfüllen. Dies bedeutet, dass die eingesetzten metallenen Werkstoffe nach DIN EN 15664-1 geprüft und nach DIN 50930-6 für den allgemeinen Einsatz im Trinkwasser als geeignet bewertet und für den Behälterbau bauaufsichtlich zugelassen sein müssen.

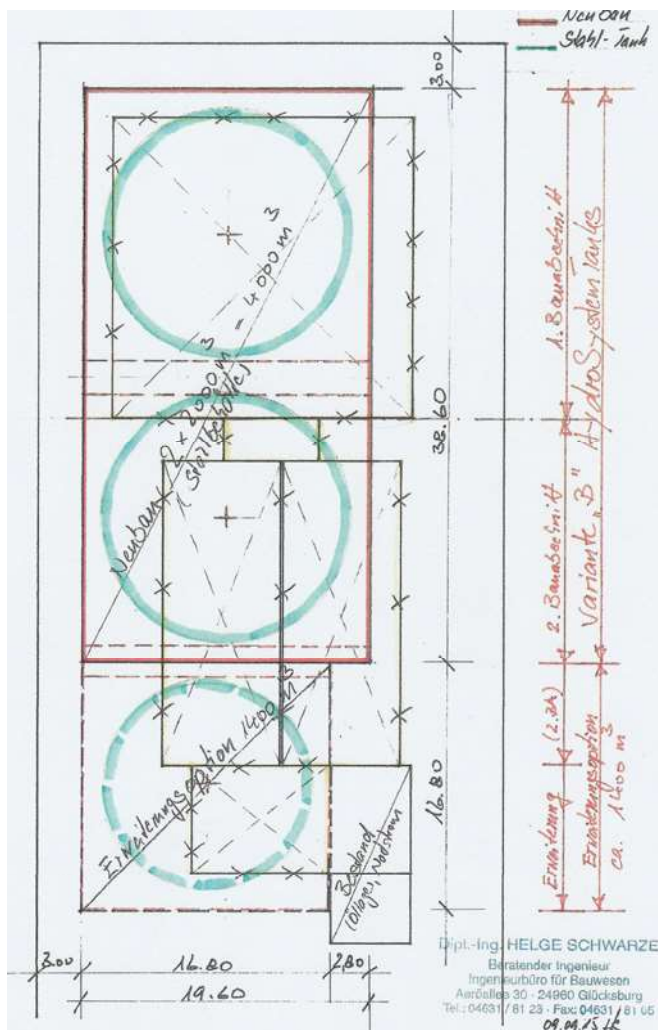


Bild 3: Entwurf Variante „B“

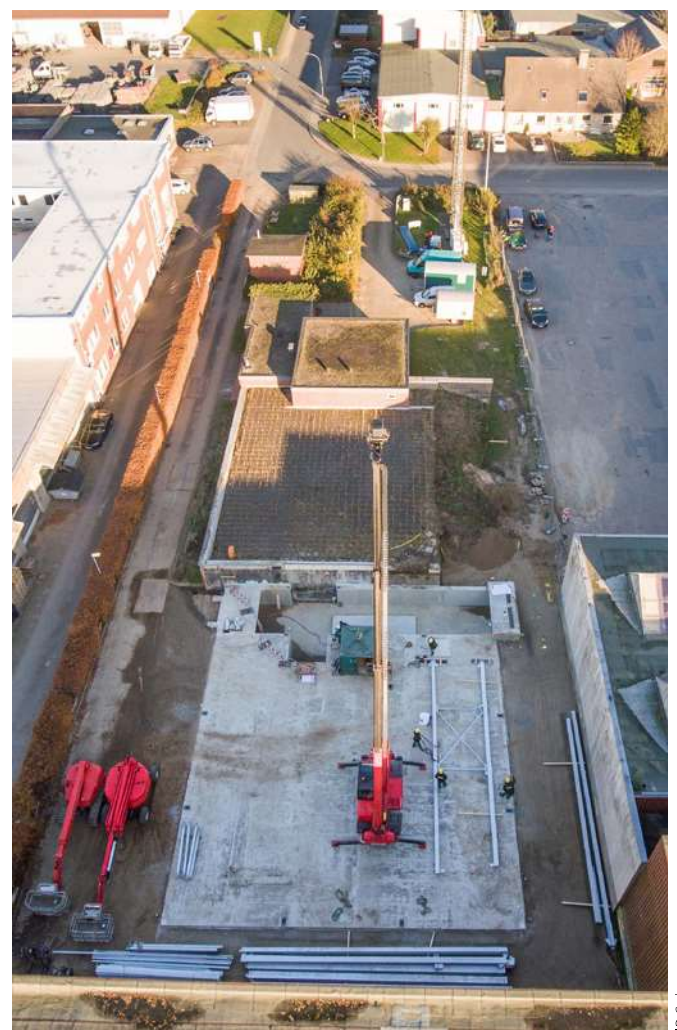


Bild 4: Fertig gestellte Bodenplatte Bauabschnitt 1



Nichtrostende Stähle sind Legierungsstähle mit einem Chromgehalt von mindestens 10,5 % und einem Kohlenstoffgehalt kleiner 1,2 %. In Verbindung mit Sauerstoff bildet sich auf der Werkstoffoberfläche eine durchgehende, dichte und chemisch widerstandsfähige Chromoxidschicht (Passivschicht) aus, die gegen viele Medien beständig ist. Die Korrosionsbeständigkeit der Edelstähle resultiert einzig aus der Bildung dieser Oxidschichten an der Oberfläche des Stahls. Ein hoher Chromanteil ist hierzu unerlässlich. Die Korrosionsbeständigkeit als das wichtigste Kriterium nichtrostender Stähle ist keine Werkstoffeigenschaft, sondern ergibt sich aus der von der Oberfläche des Werkstoffs ausgehenden Wechselwirkung mit dem jeweils umgebenden Medium. Neben Chrom ist Nickel das zweitwichtigste Legierungselement nichtrostender Stähle. Nickel beeinflusst die austenitische Gefügebildung des ansonsten ferritischen Eisens. Beim Ferrit sind die Eisenatome kubisch raumzentriert angeordnet, beim Austenit (Nickelgehalte > 8 %) kubisch flächenzentriert. Bei Nickelgehalten kleiner 8 % liegen sowohl austenitisches als auch ferritisches Gefüge vor.

Diese als Duplexstähle bezeichneten Edelstähle haben sich in den letzten Jahren im Trinkwasserbehälterbau sehr gut bewährt. Sie sind zwar schwerer zu verarbeiten, verfügen aber über eine doppelt so hohe Festigkeit gegenüber den austenitischen Stählen (V2A und V4A). Hierdurch kann in vielen Fällen die Materialstärke reduziert werden. Positiv wirkt sich auch der gegenüber den austenitischen Stählen höhere Chromanteil aus, der direkt für die Bildung der Passivschicht relevant ist [1].

Duplexstahl kam auch bei diesem Objekt zum Einsatz. Pro Behälter wurden rund 29 t Edelstahlblech in 3 mm Wanddicke für das Dach und in 4 mm Wanddicke für den Mantel bzw. das Bodenblech verarbeitet. Die Länge der Schweißnähte pro Behälter beträgt nur ca. 500 m.

Nach Fertigstellung der Behälter wurden diese innen vollflächig gebeizt. Die Passivierung erfolgt im Allgemeinen durch Oxidation mit Luftsauerstoff.

### Druckerhöhungsanlage

Das zentrale Herzstück der ganzen Anlage bildet die Druckerhöhungsanlage (Bild 7). Sollte diese ausfallen, bricht die Wasserversorgung im nachgeschalteten Bereich nahezu komplett zusammen. Der Auswahl der Druckerhöhungspumpen wurde deshalb eine hohe Bedeutung eingeräumt. Im Normalbetrieb müssen die Pumpen im Minimalbereich (Nachtbetrieb) zwischen 16 bis 30 m<sup>3</sup>/h fördern, bei Spitzenlast (Tagbetrieb) zwischen 120 und 150 m<sup>3</sup>/h und im Notfall (Feuer oder Rohrbruch) bis zu 500 m<sup>3</sup>/h.

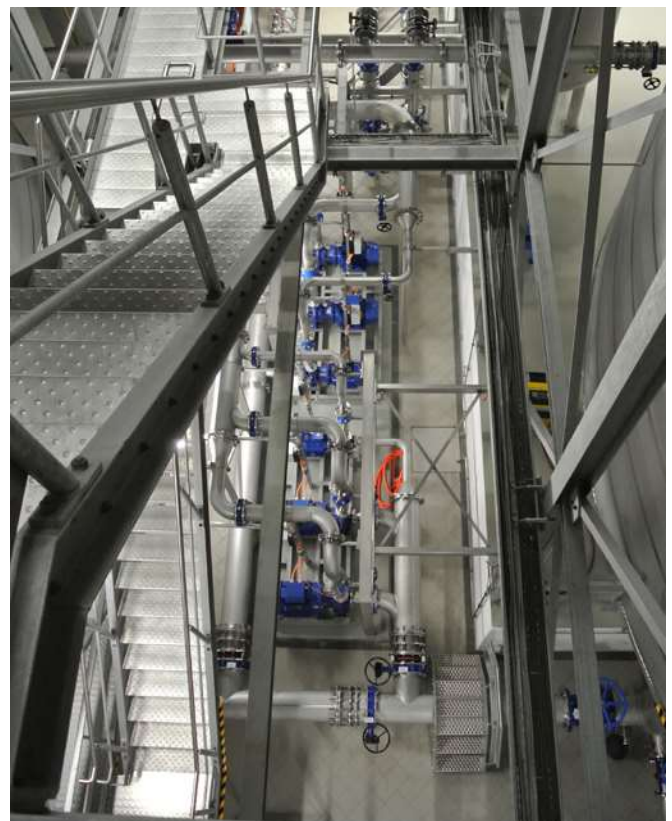
Um eine vollständige Redundanz herzustellen, wurden zwei unabhängige Pumpengruppen mit je einer Grundlast- und zwei Spitzenlast-Pumpen vorgesehen. Nach sorgfältiger Prüfung auf optimalen bzw. effizienten Betrieb über das gesamte Kennlinienfeld kamen einstufige, horizontale Kreiselpumpen mit energiesparenden IE3-Motoren zum Einsatz. Die maximale Füllhöhe von 10 m wirkt sich auch energetisch positiv aus. Nachdem der Druck

in den zwei Zulaufleitungen DN 150 und DN 250 durch die Einlaufregelungen auf mindestens 1,5 bar gehalten werden muss, ist keine zusätzliche Energie zum Befüllen der Behälter bis auf Maximalhöhe erforderlich. Der Vordruck von bis zu 1 bar im vollgefüllten Behälter wirkt sich dagegen positiv durch einen geringeren Energiebedarf bei den Druckerhöhungspumpen aus, die unabhängig vom Vordruck den Netzdruck auf 5 bar konstant halten.



WV Nord

Bild 5: Rückbau Behälteranlage



IB Schwarze

Bild 6: Treppenanlage



**Bild 7:** Druckerhöhungsanlagen

Die Anlagen werden im Normalfall mit Frequenzumrichtern betrieben (**Bild 8**). Für den Notfall ist es aber auch möglich, die Anlage mittels installierter Kontaktmanometer und den Windkesseln per Kaskadenschaltung in Stern-/Dreieck-Schaltung zu betreiben.

### Druckspeicheranlage

Als besondere Maßnahme zur Druckabsicherung des hydraulischen Systems und zur Vermeidung von kritischen Unterdrücken im Extremfall bei einem möglichen Pumpenausfall bei voller Leistung und/ oder leerem Vorlagebehälter wurden zwei Windkessel parallel auf die Druckleitung am Wasserwerksausgang geschaltet. Ohne Druckstoßabsicherung könnten kritische Unterdrücke bis zu -1 bar auftreten, was zu Rohrschäden bzw. dem Einsaugen von Material führen könnte. Die Edelstahl-Druckkessel mit je 10 m<sup>3</sup> Volumen müssen hierzu ca. bis zu 50 % mit Luftpolster befüllt werden. Die Druckkessel gleichen auch größere Schwankungen in der Wasserentnahme aus, was zu einem ruhigeren Regelverhalten der Anlage führt und überbrücken auch Pumpen Start- oder Stopp-Zyklen.

### Notstromkonzept

Hauptpumpwerke und alle Anlagen mit zentraler Bedeutung sowie hohem Leistungsbedarf müssen von einem stationären, bei Netzausfall automatisch anlaufenden, Generator mit Strom versorgt werden [2]. Das in einem Nebengebäude untergebrachte, vorhandene Dieselaggregat war bezüglich seiner Leistung bereits zu klein und darüber hinaus für die neue frequenz-

geregelte Druckerhöhungsanlage nicht mehr geeignet. Es wurde durch ein neues Aggregat mit 250 kVA/200 kW ersetzt. Die Standorttoilette, ein Aufenthaltsraum, ein kleiner Lagerraum und die neue elektrische Einspeisung konnten ebenfalls im sanierten Nebengebäude untergebracht werden.

### Betrieb und Bedienung

Die gesamte Behälteranlage wurde so konzipiert, dass ein sicherer, einfacher und übersichtlicher Anlagenbetrieb möglich ist. Alle sicherheitstechnischen Vorgaben wurden eingehalten. Die für die Anlagensteuerung wesentlichen Bedienkomponenten wie Schaltanlage etc. sind im Erdgeschoss angeordnet. Die in etwa 10 m Höhe liegende obere Bedienebene (**Bild 9**) sowie die Inspektionszugänge zu den Druckbehältern können über eine Treppenanlage sicher erreicht werden.

### Literatur

- [1] Brugger, M.: Technische Information Edelstahl Rostfrei. Hydro-Elektrik GmbH/HydroGroup, (2013).
- [2] Brugger, M.: Netzersatzanlagen in der Versorgungswirtschaft. Automation Blue, (2017).

### Autoren

**Ernst Kern**  
 Wasserverband Nord  
 Oeversee  
 e.kern@wv-nord.de, www.wv-nord.de

**Helge Schwarze**  
 Beratender Ingenieur  
 Glücksburg  
 helge.schwarze@t-online.de

**Manfred Brugger**  
 HydroGroup / Hydro-Elektrik GmbH  
 Ravensburg  
 mb@hydrogroup.de, www.hydrogroup.de

**Auskünfte über Autoren bzw. die Wassermeister**  
 Jörg Carstensen / Axel Müller Tel. 04638 8955-0



**Bild 8:** Frequenzumrichter



**Bild 9:** Obere Bedienebene der Behälteranlage