

Neue Trinkwasserbehälter für die Druckerhöhungsstation Pellworm



Bild 1: Druckerhöhungsstation mit neuer Speicheranlage

Rund 1.100 Einwohner leben auf der mitten im UNESCO Weltnaturerbe Wattenmeer liegenden 37 km² großen nordfriesischen Insel Pellworm. Die Trinkwasserversorgung auf der Insel erfolgt seit 1965 vom Festland aus durch den in Oeversee ansässigen Wasserverband Nord über eine im Watt verlegte Leitung. Zur Abdeckung von Verbrauchspitzen ist auf der Insel eine Speicheranlage mit nachgeschalteter Druckerhöhungsstation installiert (Bild 1). Die alte Speicheranlage war nach mehr als 50 Jahren Betrieb schadhaft und musste erneuert werden. Der Neubau wurde auf die Sohle zweier bestehender Betonbehälter aufgesetzt. Für die Gesamtmaßnahme investierte der Wasserverband rund 1,3 Mio. Euro.

Bis zum Jahre 1964 gab es auf der Nordsee-Insel Pellworm keine zentrale Wasserversorgung. Dabei war die Wassergewinnung bis zum Jahre 1964 ein latent vorhandenes Problem. Nachdem auf der Insel kaum Grundwasser verfügbar war, das als Trinkwasser genutzt werden konnte, musste weitgehend auf Oberflächen- und Regenwasser ausgewichen werden. Dürresommer und Eiswinter verursachten zunehmenden politischen Druck und halfen den Bestrebungen der Inselbewohner nach, das bereits seit Mitte der 50er Jahre bestehende Verlangen endlich umzusetzen: Mit einer ersten Wattleitung mit zwei Röhren DN 125 wurde Pellworm an das ca. 60 km entfernte Wasserwerk Oeversee angeschlossen [1].

WV Nord

Der 1954 gegründete Wasserverband Nord versorgt ca. 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.

Im 1.135 km² großen Versorgungsbereich unterhält der Verband ein rund 1.640 km langes Hauptleitungsnetz, ca. 1.100 km Hausanschlussleitungen, 5.279 Hydranten und über 31.000 Haus- und Weideanschlüsse. Die Jahresfördermenge des einzigen Wasserwerkes des Verbandes in Oeversee beträgt ca. 7,5 Mio. m³.

Um die im großflächigen Verteilungsnetz entstehenden verbrauchsabhängigen, dynamischen Druckverluste aber auch geodätische Höhenunterschiede ausgleichen zu können, betreibt der Verband sechs Druckstationen mit Zwischenspeichern und einem Gesamtvolumen von rund 10.000 m³. 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 Pellworm

Im Jahre 1965/66 wurde eine Druckstation mit zwei je 450 m³ fassenden Speicherbehältern aus Beton (RWB 1+2) erstellt (Bild 2). Mit einem dritten Behälter (RWB 3) mit Speichervolumen 2.000 m³ wurde die Anlage im Jahre 1988 erweitert. Dieser Behälter wurde in einer Mischbauweise aus Beton, Systembauteilen und einer behälterseitigen Auskleidung aus PVC-Folie an Wand und Behälterboden erstellt. Die beiden Betonbehälter RWB 1+2 mussten bereits im Jahre 2005 wegen Mängeln an den Innenoberflächen und undichter nicht lokalisierbarer Schadstellen außer Betrieb genommen werden.

Aber auch am Behälter RWB 3 wurden im Laufe der Jahre Mängel an der Folienauskleidung erkennbar. Ende 2017 gab es in Wasserproben positive mikrobiologische Befunde mit coliformen Keimen und *e. coli*. Diese wurden durch von außen eindringendem, kontaminiertem Wasser verursacht. Der Behälter musste daraufhin zeitweise außer Betrieb genommen werden und ein Konzept zur Sanierung der Wasserversorgung erarbeitet werden. Während dieser Zeit erfolgte die Wasserversorgung direkt vom Festland aus.

Variantenvergleich

Zur Lösungsfindung wurden im Wesentlichen drei unterschiedliche Fälle untersucht. In Erwägung gezogen wurde hierbei auch, die Wasserversorgung komplett vom Festland aus sicherzustellen. Diese Überlegung wurde aber aus Sicherheitsgründen wieder verworfen, denn bei einem etwaigen Bruch der Leitung wäre die Wasserversorgung für längere Zeit unterbrochen gewesen, was tatsächlich an Weihnachten 2017 passierte und zur Folge hatte, dass die ganze Insel für mehrere Stunden ohne Wasser war. Die Behälterlösung wurde auch favorisiert, weil dann die zukünftig zu erneuernden Zuleitungen durch den Nationalpark Wattenmeer entsprechend kleiner dimensioniert werden können, wodurch der Eingriff in die Natur deutlich schonender und auch kostengünstiger ausfallen wird. Untersucht und näher betrachtet wurden deshalb die drei unterschiedlichen Speicher-Varianten:

Fall A Sanierung

Dieser Fall beinhaltete den Teilumbau der beiden Betonbehälter aus dem Jahre 1965 und die Sanierung mittels vollständiger

Innenauskleidung aus PE-Material. Hier konnte auf Erfahrungsdaten aus einer Behältersanierung im Jahre 2015 in der DEA Bredstedt zurückgegriffen werden.

Fall B Neubau

Dieser Fall berücksichtigte den kompletten Neubau eines Gebäudes als Schutzhülle für zwei Trinkwasserbehälter aus Edelstahl mit je 500 m³ Nutzvolumen, fundamentiert auf bestehenden Bauteilen der Wände und Sohle von den teiltrückgebauten Behältern RWB 1+2. Im März 2018 hatte der Verband erstmalig bereits zwei Hochbehälter aus Edelstahl mit je 2.000 m³ Inhalt in der DEA Harsilee/Flensburg in Betrieb genommen. Diese Maßnahme wurde Beispiel für Überlegungen eine baugleiche Anlage auf der Insel Pellworm umzusetzen.

Fall C Röhrenbehälter

Dieser Fall sah die Speicherung von 1.000 m³ in einem Bausystem aus PE-Lagerröhren vor. Erforderlich geworden wären zwei Röhren mit Vorkammer, Baulänge mind. ca. 50 m, mit einer Erdschüttung. Für die Lagerfläche hätte man auf die verpachtete Grünfläche der ehemaligen offenen Speicherbecken ausweichen müssen.

Aus ökonomischer Beurteilung des Gesamtbetriebes wurde für die Variante B „Neubau eines Gebäudes“ entschieden. Entscheidungskriterien waren neben dem Kostenvergleich vor allem die optimale Nutzung des Grundstücks, die einfache Anbindung der Anlage an die Druckstation sowie eine spätere Erweiterungsmöglichkeit als Option durch die Möglichkeit am gleichen Standort in gleicher Bauweise einen dritten Hochbehälter mit ca. 1.850 m³ Nutzvolumen, einzubinden.

Anfang 2018 wurde die Planung aufgenommen und die Kosten in den Wirtschaftsplan für das Jahr 2019 eingestellt, der im November 2018 genehmigt wurde. Baubeginn war März 2019, die Inbetriebnahme mit dem Umschluss der Versorgung aus der



Bild 2: Reinwasserbehälter 1 und 2 von 1965

IB Schwarze

nentemperatur schwankt zwischen etwa 10 °C im Winter bis zu ca. 14 °C im Sommer, die Luftfeuchtigkeit ist mit 70 % etwa gleichbleibend stabil. Die Außentemperatur und die äußere Luftfeuchtigkeit ist veränderlich. Undichtigkeiten, besonders bei sommerlichen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit, könnten sich sonst ungünstig bis schädlich, in Form von Kondensat, auf die Konstruktion auswirken. Die regionalen, winterlichen Klimabedingungen auf der Insel Pellworm sind für das Bauwerk unproblematisch.

Außengestaltung

Bei der Gestaltung des Gebäudes, wurde trotz modernster Technik im Inneren, die Außengestaltung an den ländlichen Charakter der Insel angepasst. Das Gebäude sollte nicht besonders auf sich aufmerksam machen, sondern zweckmäßig, wie ein Scheunengebäude wahrgenommen werden. So fiel die Entscheidung auf eine Fassade aus unbehandelten Brettern aus Lärche in senkrechter Anordnung mit einem Brettstoß in halber Höhe. Das Lärchenholz ist recht harzhaltig, wetterbeständig und nimmt im Laufe der Zeit eine eisengraue Patina an. Über der Dachabdichtung wurde eine Blechabdeckung in einem rötlichen Ton als Wetterschutz gewählt, dieser Farbton ist auch an anderen Stellen auf der Insel zu entdecken.

Edelstahl tanks

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. 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, welche 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.



Bild 5: Holzbau und Stahlbau

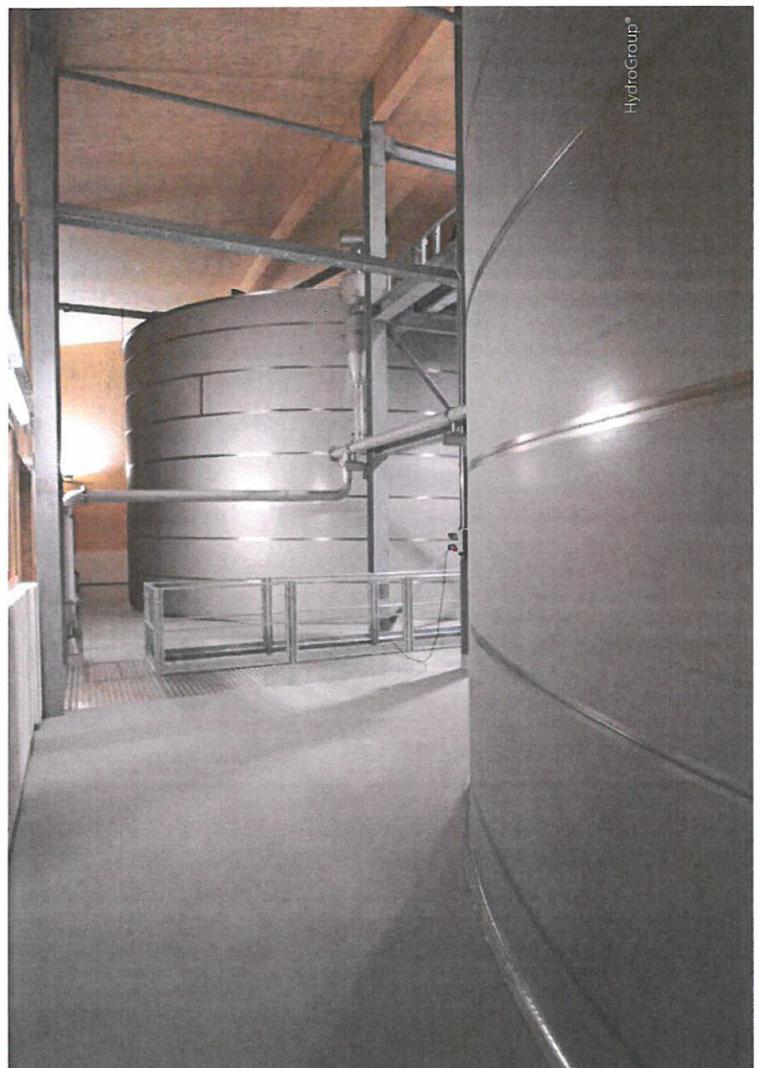


Bild 6: Edelstahlbehälteranlage 2 x 500 m³



Bild 3: Neue Behältersohle mit Rohrkeller



Bild 4: Errichtung der Stahlkonstruktion für die Halle

neuen Anlage erfolgte am 17.06.2020. Mit der Inbetriebnahme der beiden neuen Hochbehälter aus Edelstahl (HydroSystem-Tanks®) wurde der Behälter RWB 3 abgekoppelt.

Gebäude

Zur Entscheidungsfindung, die neue Behälteranlage auf die in 3 m Abstand voneinander stehenden Betonbehälter (RWB 1+2) zu errichten, wurde eine baugrundtechnische Untersuchung beauftragt und in einem Gründungsgutachten beurteilt, aufgestellt durch Herrn Prof. Dr.-Ing. Bernhard Albiker aus Eckernförde. Die beiden erdgedeckten Behälter wurden bis auf das vorhandene Geländeniveau freigelegt. Dies war gleichzeitig Arbeitsebene für die Bauarbeiten. Die neue Behälterebene ist auch die Ebene für den Gebäudeeintritt und liegt etwa 15 cm höher als das Geländeniveau. Im Betonschneideverfahren wurden die 35 cm dicken Stahlbetonwände exakt waagrecht auf die geplante Sockelhöhe durchtrennt, die Schnittfläche durch Stahlkeile gesichert und anschließend die Behälterdecke und Wand, schonend, bis auf Soll-Höhe abgebrochen. Der Innenraum zwischen den verbleibenden Behälteraußenwänden von ca. 2,5 m Höhe wurde um ca. 95 cm aufgefüllt. Das Abbruchgut wurde örtlich auf „faustgroßes“ Betonrecycling gebrochen und in das verbleibende Behälterfragment eingebaut. Die Menge des Abbruchgutes war ausreichend, um bis auf UK Sauberkeitsschicht der neu einzubauenden Sohle zu verfüllen. Durch die neue Betonsohle wurden die beiden vormals geteilten Behälterflächen zu einer durchgehenden gemeinsamen Fläche verbunden (Bild 3).

Das überschüssige Abbruchgut wurde außen in einer Teilfläche als Tragschicht zur Verfestigung des Untergrundes eingebaut, um eine tragfähige Schicht für die sichere Aufstellung eines Mobilkrans für den Hallenbau zu erhalten.

Die neue Sohle bildet die Basis für eine neue Halle mit Länge = 29,6 m, Breite = 14,2 m (Fläche = 420 m²), Traufhöhe = 8,10 m und Firsthöhe = 9,35 m (Kubatur = 3.365 m³).

Hallenbau

Konstruktiv wurde für den Hallenneubau eine Mischkonstruktion aus Stahl und Holz gewählt. Die tragende Stahlkonstruktion steift mit dem inneren Treppenaufgang und den Verbandsportalen vor den Längs- und Giebelwänden, die Halle aus und gewährleistet so die Stabilität gegen von außen und innen wirkende Lastenflüsse (Bild 4, 5). Nach der Montage der Stahlbauarbeiten konnte die Holzkonstruktion der Außenwände und des Daches erfolgen. Zunächst wurden die äußere Abdichtung und Verkleidung aufgebaut. Danach konnte innen unabhängig von Wind und Wetter gearbeitet werden und die Dämmung mit Mineralwolle eingebaut und die OSB-Platten aufgebracht werden. Bei der Ausführung von Dach und Wand wurde aus bauphysikalischer Sicht auf eine besondere Dichtigkeit der Außenschale geachtet, um den unterschiedlichen Klima- und Wetterbedingungen von Innen und Außen gerecht zu werden.

Das Halleninnenraumklima ist durch das große Speichervolumen der Wasserbehälter ganzjährig fast gleichbleibend. Die In-



Bild 7: Treppenhaus und Behälteranlage

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, welcher direkt für die Bildung der Passivschicht relevant ist [1].

Duplexstahl kam auch bei diesem Objekt zum Einsatz. Pro 500 m³ fassendem Behälter wurden rund 15 t Edelstahlblech in 3 mm Wandstärke für das Dach und den Boden und in 3,5 mm Wandstärke für den Mantel verarbeitet. Die Länge der Schweißnähte pro Behälter beträgt nur ca. 300 m.

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

Betrieb und Bedienung

Die komplette Installation für den Wasserzulauf, Entnahme und Überlauf wurde mit Edelstahlleitungen realisiert. Die Belüftung der Wasserkammern erfolgt über zweistufige Filteranlagen mit Vorfilter und HEPA-Feinfilter mit Differenzdruckmessung. Die gesamte Behälteranlage wurde so konzipiert, dass ein sicherer, einfacher und übersichtlicher Anlagenbetrieb möglich ist. Alle sicherheitstechnischen Vorgaben wurden eingehalten. Die obere Bedienebene kann über eine Treppenanlage, welche platzsparend in den Stahlbau integriert wurde, sicher erreicht werden (Bild 6).

Literatur

- [1] Schlitt, W.: De Pellwormer, Sonderausgabe 40 Jahre Wasser für Pellworm, (2004).
- [2] Brugger, M.: Technische Information Edelstahl Rostfrei. Hydro-Elektrik GmbH/HydroGroup, (2013).

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