



Quelle: Lars-Hendrik Frahm – Fotolia.com

Wasserspeicher aus Edelstahl

zur Sicherung der Trinkwasserversorgung auf der Insel Föhr

Am Wasserwerk Föhr-West wurde ein **neuer Trinkwasserspeicher** mit einem Speichervolumen von **800 m³** gebaut, bestehend aus zwei **Edelstahltanks im Hochbau**. Aus welchen Motiven heraus der Speicherbau erfolgte und warum die Wahl auf Edelstahl fiel, wird hier erörtert.

Die Trinkwasserversorgung der Nordseeinsel Föhr erfolgt durch den Wasserbeschaffungsverband Föhr. Dazu betreibt der Verband 17 Förderbrunnen, zwei Wasserwerke, ein rund 115 km langes Rohrnetz (Hauptleitungen) und über 4.500 Anschlüsse. Versorgt werden ca. 8.600 Einwohner, 2.800 Bürger mit Nebenwohnsitz auf Föhr sowie jährlich etwa 190.000 Übernachtungsgäste, die auf Föhr ihren Urlaub verbringen. Der Anschlussgrad an die öffentliche Wasserversorgung beträgt 100 Prozent. Wie die Nachbarinseln Amrum und Sylt gewinnt der Wasserbeschaffungsverband Föhr sein Wasser vor Ort aus dem Untergrund der Geest, die aus sandigen Sedimenten der vorletzten Eiszeit besteht. Das Grundwasser wird aus Tiefen zwischen 20 und 80 m gefördert. Die Entnahmemenge liegt bei rund 1 Mio. m³ jährlich. In beiden Werken erfolgt eine einfache Aufbereitung des Rohwassers in Kalkfiltern zwecks Entsäuerung, Enteisung und Entman-

ganung. Das Grundwasser wird durch die Versickerung von Niederschlagswasser im Winterhalbjahr erneuert. Von den 850 mm Jahresniederschlag auf Föhr versickert im Durchschnitt ein Anteil von 40 bis 45 Prozent, sodass mit einer Grundwasserneubildung von 350 bis 400 mm im Jahr zu rechnen ist [1].

Ausbau der öffentlichen Wasserversorgung

Bis in die 1960er-Jahre versorgten sich die Insulaner aus Hausbrunnen mit Trinkwasser. Der Ausbau der öffentlichen Wasserversorgung begann 1961 – ausgelöst durch nachlassende Ertragsfähigkeiten und hygienische Probleme in manchen Brunnen. Zunächst wurde 1964 das kleinere Wasserwerk Föhr-West in Betrieb genommen (Abb. 1). Nachdem die Stadt Wyk auf Föhr im Jahr 1967 dem Verband beigetreten war, reichte dessen Kapazität jedoch bei Weitem nicht mehr

aus. Das Wasserwerk Föhr-Ost wurde gebaut und 1971 in Betrieb genommen (Abb. 1). Die Werke speisen in ein Verbundnetz ein. Das größere Wasserwerk Föhr-Ost könnte in Schwachlastzeiten die gesamte Insel versorgen. In Spitzenzeiten, die vor allem in der touristischen Hauptsaison (Juli/August) auftreten, werden jedoch beide Werke zwingend benötigt, um in allen Bereichen des Netzes Trinkwasser in ausreichender Menge und mit ausreichend hohem Druck bereitzustellen.

Die Föhrer Wirtschaft hängt sehr stark vom Tourismus ab. Daneben spielt bis heute die Landwirtschaft eine bedeutende Rolle. Der weit überwiegende Teil der Inselfläche wird landwirtschaftlich genutzt – in erster Linie durch Milchviehbetriebe, von denen aktuell noch rund 40 im Vollerwerb tätig sind. Die allgemeine Intensivierung der Landwirtschaft seit den 1950er-Jahren – u. a. einhergehend mit dem Zukauf von Mineraldüngern und Kraftfutter und der Einführung des Silomaisanbaus auf der Geest – blieb für den Wasserbeschaffungsverband Föhr nicht ohne Folgen. Wachsende Überschüsse in der Stickstoffbilanz der Betriebe resultierten in erhöhten Nitratreträgen ins Grundwasser der Geest, sodass der Nitratgrenzwert der Trinkwasserverordnung (50 mg/l) teilweise nicht mehr eingehalten werden konnte. Während im Bereich Föhr-Ost 3 gering mit Nitrat belastete Tiefbrunnen für Abhilfe sorgten (Inbetriebnahme zwischen 1984 und 1989), gelang die Einhaltung des Grenzwertes in Föhr-West nur durch den Bau einer Denitrifikationsanlage (autotrophe Denitrifikation auf Wasserstoffbasis), die 1993 in Betrieb ging und den Nitratwert am Werksausgang zuverlässig auf unter 10 mg/l absenkte [2].

Außerbetriebnahme der Denitrifikationsanlage

Inzwischen haben sich die Randbedingungen der Föhrer Trinkwasserversorgung nachhaltig geändert. Der gesamtinsulare Wasserbedarf ist – dem allgemeinen Trend folgend – seit 1992 erheblich gesunken. Verstärkt wurde der

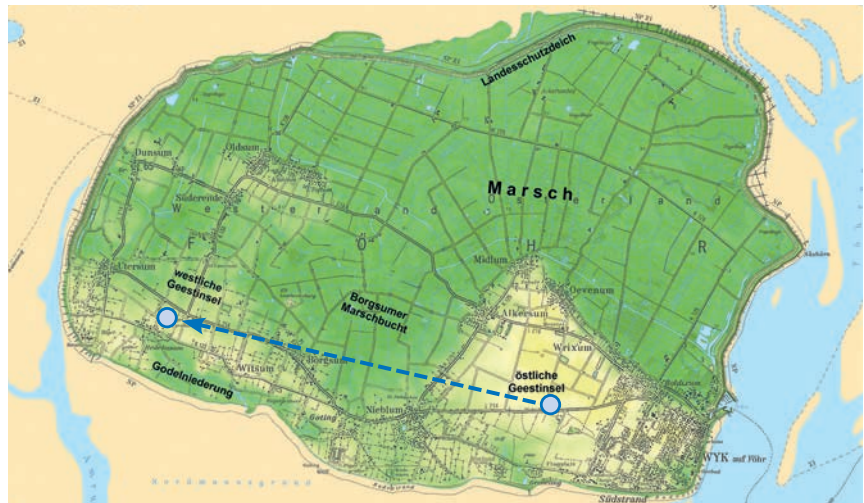


Abb. 1: Landschaftsmodell der Insel Föhr mit Lage der Wasserwerke (blaue Kreise) und Rohwasserleitung (gestrichelte Linie) von Föhr-Ost nach Föhr-West

Trend durch den Wegfall einiger Großkunden (u. a. Betriebsaufgabe der Inselmeierei) und Umstellungen auf Eigen Gewinnung in der Landwirtschaft. Für den Betrachtungszeitraum 1992 bis 2012 beträgt der Rückgang des Wasserbedarfs rund 28 Prozent. Gleichzeitig hat sich die Rohwasserqualität in Bezug auf Nitrat durch die Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten (WSG) mit restriktiven Auflagen für die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen (Beschränkung der Stickstoffdüngung, Grünlandnutzung) insbesondere im WSG Föhr-Ost stark verbessert. Beide Faktoren zusammen ermöglichten im Jahr 2009 die Außerbetriebnahme der kostenintensiven Denitrifikationsanlage Föhr-West, wobei eine 8 km lange Rohwasserleitung (PE 100 RC, d = 160 mm, SDR 17) vom Wasserwerk Föhr-Ost zum Werk West neu verlegt wurde (Abb. 1), die jährlich etwa 110.000 m³ geringer mit Nitrat belastetes Wasser nach Föhr-West liefert. Nach Vermischung mit dem Rohwasser in Föhr-West ergibt sich ein Nitratwert am Werksausgang West von 30 bis 35 mg/l, der im Einklang mit der Trinkwasserverordnung steht.

Neubau Trinkwasserspeicher: Entscheidungsgründe und Ausführungsvariante

Der vorhandene Trinkwasserspeicher Föhr-West aus Stahlbeton besitzt ein Fassungsvermögen von nur 320 m³ (2

× 160 m³). Er stieß in der Vergangenheit in Spitzenzeiten teilweise an seine Kapazitätsgrenzen. Die Umstellung auf anteiligen Wasserbezug aus Föhr-Ost ließ die Erhöhung der Speichermenge jetzt umso dringlicher erscheinen, da die Wasserversorgung in Föhr-West maßgeblich von der Betriebsbereitschaft der Rohwasserleitung abhängt und die Reserven bei deren Ausfall (z. B. Rohrbruch durch Fremdeinwirkung) sehr begrenzt sind. Da der vorhandene Speicher aus Altersgründen mittelfristig ohnehin hätte saniert bzw. erneuert werden müssen, fiel die Entscheidung für einen Neubau nicht schwer. Auch galt es, die derzeit günstigen Rahmenbedingungen am Kapitalmarkt für die Finanzierung eines solchen Projekts zu nutzen. Nach sorgfältiger Betrachtung verschiedener Varianten von Trinkwasserspeichern fiel die Wahl schließlich auf die HydroSystemTanks der Firma Hydro-Elektrik aus Ravensburg.

Was spricht für das Edelstahlspeichersystem?

Das Trinkwasserspeichersystem von Hydro-Elektrik basiert auf hermetisch geschlossenen Tanks aus hochwertigem Edelstahl, die in einfachen isolierten Gebäuden aufgestellt und vor Ort gefertigt werden (Abb. 2). Dieses System bietet im Vergleich zu herkömmlichen Speichertechnologien verschiedene Vorteile:

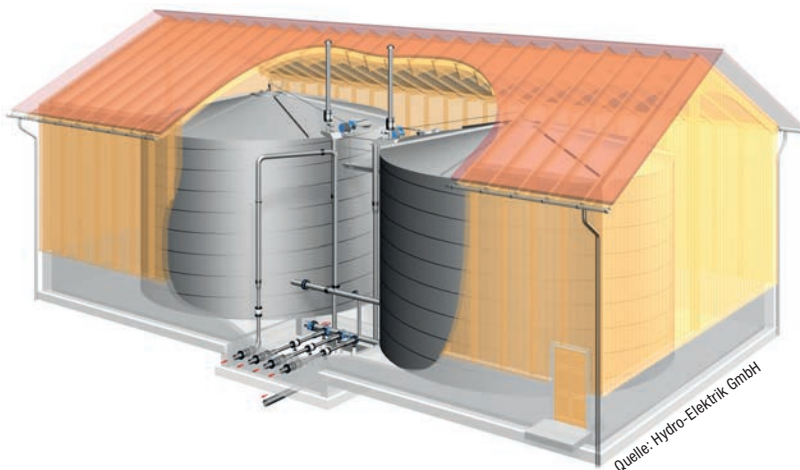


Abb. 2: Grundsätzlicher Aufbau eines Trinkwasserspeichersystems mit Tanks aus Edelstahl

- Edelstahl ist inert und hat daher keinen Einfluss auf die Wasserqualität
- die glatten Oberflächen des Edelstahls verhindern eine Besiedelung der Speicherwände mit Keimen
- Edelstahl ist korrosionschemisch äußerst beständig und somit langlebig
- Minimierung von Umwelteinflüssen auf das Trinkwasser durch hermetische Kapselung in geschlossenen Behältern
- Belüftung/Entlüftung der Tanks über Hochleistungsfeinfilter (Pollenfilter)
- Undichtigkeiten sind aufgrund kompletter Verschweißung der Tanks und dadurch, dass Dichtungsmaterialien nicht zum Einsatz kommen, quasi ausgeschlossen
- zusätzlich vollständige Systemkontrolle durch die Aufstellung der Tanks in geschlossenen Gebäuden (ständige Sichtkontrolle der Speicher von außen)
- gleichmäßiges Raumklima und gleichmäßige Wassertemperatur durch die hohe Wärmekapazität des gespeicherten Wassers in Verbindung mit isolierten Gebäuden; dadurch keine Kondenswasserbildung und minimale Beanspruchung der Baumaterialien

- Bauwerk kann so dimensioniert werden, dass ausreichend Platz für die Unterbringung aller für den Netzbetrieb erforderlichen Komponenten vorhanden ist (Schaltanlage, Druckerhöhungsanlage (Netzpumpen), Druckwasserbehälter zur Druckstoßkompensation, Messtechnik etc.)
- Innenreinigung der Speicherwände durch integriertes, halbautomatisches Hochdruck-Reinigungssystem (Drehverteiler mit Strahlrohren; Anschluss an handelsüblichen Hochdruckreiniger)
- geringer Bedarf an Baumaterial und kurze Bauzeiten im Vergleich zum Trinkwasserspeicher aus Stahlbeton

Daraus resultieren für die Praxis eine hohe Wirtschaftlichkeit – speziell im Hinblick auf spätere Sanierungsaufwendungen, die bei Trinkwasserspeichern aus Beton regelmäßig eine Rolle spielen – und höchste hygienische Standards. Die Hygiene profitiert davon, dass die Tanks im Zuge der Innenreinigung nicht betreten werden müssen, wodurch die Gefahr einer Kontamination reduziert wird [3].

Neubau des Trinkwasserspeichers

Die neue Trinkwasserspeicheranlage am Wasserwerk Föhr-West besteht aus zwei Edelstahltanks mit einem Fassungsvermögen von jeweils 400 m³. Die Tanks sind in einem einfachen Gebäude untergebracht. Bei dem Gebäude handelt es sich um eine Halle in Stahlträgerkonstruktion mit Holzständern an den beiden Stirnseiten, die auf einer Wanne aus Stahlbeton steht (Abb. 3 bis 5). Die Wände sind isoliert (Aufbau von innen nach außen: OSB-Platten, Glaswolle, Folie als Dampfsperre, Lärchenholzbretter in Boden-Deckel-Schalung), und die Dacheindeckung erfolgte mit sogenannten Sandwichelementen (Stahltrapezbleche mit PU-Dämmstoffkern).

Die Tanks wurden im fertigen Gebäude vor Ort im Spezialverfahren hergestellt (Abb. 6 bis 9). Dabei werden der Boden und das Kegeldach aus Edelstahlplatten von Hand und der Mantel des Tanks anhand eines vollautomatischen Verfahrens geschweißt. Das automatische Schweißverfahren liefert Genauigkeiten und Qualitäten, die durch Handschweißung nicht erreichbar sind – und dies in einer Geschwindigkeit von ca. einem Meter pro Minute, wodurch die Nettoschweiß-

Tabelle 1: Kenngrößen des neuen Trinkwasserspeichers am Wasserwerk Föhr-West

Abmessungen Gebäude / Halle (L × B × H)	24,2 × 12,7 × 10,3 m
Speichermenge	800 m ³ (2 × 400 m ³)
Edelstahl der HydroSystemTanks (HST)	Duplex (Werkstoff 1.4162)
Durchmesser der zylindrischen HST	9 m
Mantelhöhe HST	6,5 m
Blechstärke der Speicherwände	3 mm
Vier neue Pumpen für die Netzeinspeisung	3 × 60 m ³ /h, 1 × 45 m ³ /h
Baukosten Speicheranlage (netto)	700.000 €
Projektkosten gesamt (netto)	840.000 €

Quelle: Wasserbeschaffungsverband Föhr

dauer bei gegebener Tankgröße auf etwa vier bis fünf Stunden schrumpft. Vorbereitungen und Unterbrechungen eingerechnet, beträgt die Fertigungsdauer für einen Mantel zwei bis drei Tage.

Die Bauarbeiten am neuen Trinkwasserspeicher wurden im Februar 2012 aufgenommen und im September 2012 abgeschlossen. Die Nettobauzeit belief



Abb. 3: Hallenbau in Stahlträgerkonstruktion mit Wandisolierung (Glaswolle)



Abb. 4: Fertige Halle mit Betonwanne, OSB-Platten als Wandverkleidung und Rohrleitungskeller im zentralen Bereich



Abb. 5: Halle von außen mit Lärchenholzverkleidung in Boden-Deckel-Schalung

sich auf sechs Monate. Bei noch strafferer Organisation wären auch fünf Monate machbar gewesen. Nach Fertigstellung wurden die Innenseiten der Edelstahltanks gebeizt. Durch das Beizen werden Anlauffarben im Bereich von Schweißnähten und sonstige Verschmutzungen sicher entfernt und die ursprüngliche Korrosionsbeständigkeit des Edelstahls wieder hergestellt. Diese beruht auf der Bildung einer Schicht aus Chrom-Oxid (sogenannte Passivschicht) in Verbindung mit Sauerstoff. Je höher der Chrom-Anteil eines Edelstahls, desto höher ist seine Korrosionsbeständigkeit. Nach elektrischer Installation, Einbindung der Netzpumpen, Programmierung der Steuerung (SPS) und Herstellung der Anschlüsse im Außenbereich (Zulauf, Netzeinspeisung) – diese Arbeiten wurden von den Mitarbeitern des Verbandes geleistet – ging die Trinkwasserspeicheranlage im Februar 2013 in Betrieb. Die **Tabelle 1** fasst deren wesentliche Kenngrößen zusammen.

Eine Besonderheit ist der verwendete Edelstahl der Qualität 1.4162 – ein sogenannter Duplex-Stahl. Duplex-Stähle werden mittlerweile immer häufiger in der Wasserwirtschaft eingesetzt. Sie weisen aufgrund geringer Nickelgehalte ferritisches und austenitisches Gefüge auf (daher Duplex) und besitzen dadurch eine wesentlich höhere Festigkeit als die üblicherweise verwendeten austenitischen Stähle (V2A- und V4A-Stähle), sind dadurch allerdings auch schwieriger zu verarbeiten. Bei einem Chromgehalt von 21,5 Prozent ist die Korrosionsbeständigkeit ausgezeichnet und vergleichbar mit der des erheblich teureren V4A-Stahls [3].

Schlussbetrachtungen

Die Gesamtkosten des Projekts einschließlich Planung, Netzpumpen, Messgeräte (pH, Nitrat), Blitzschutz, Inanspruchnahme einer Waldfläche (dadurch Aufwand für eine Ersatzaufforstung), Herrichtung der Außenan-



Quelle: Wasserbeschaffungsverband Föhr

Abb. 6: Angehobenes Kegeldach für einen Edelstahltank, Vorbereitung Mantelschweißung



Quelle: Hydro Elektrik GmbH

Abb. 7: Vollautomatisches Schweißen des Tanks (Schweißautomat, Ansicht von innen)



Quelle: Wasserbeschaffungsverband Föhr

Abb. 8: Vollautomatisches Schweißen des Tanks (Außenansicht)



Quelle: Hydro Elektrik GmbH

Abb. 9: Fertige Tanks mit Bedienpodest und Belüftungseinheiten

lagen usw. beliefen sich auf rund 840.000 €. Wird nur die Speicheranlage betrachtet, entstanden Nettokosten von rund 700.000 € bzw. spezifische Kosten von rund 875 € je m³ Speichervolumen. In der Literatur werden für einen Trinkwasserspeicher aus Edelstahl mit einem Speichervolumen von 800 m³ spezifische Kosten von ca. 620 € je m³ angegeben [3]. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass Bauprojekte auf Föhr aufgrund der Insel Lage deutlich teurer sind als auf dem benachbarten Festland. Mehrkosten von bis zu 30 Prozent sind nicht ungewöhnlich. Auch hat jedes Projekt individuelle Komponenten – in unserem Beispiel etwa einen Zwischenbau als Durchgang zum Bestandsgebäude der Aufbereitungsanlage, geflieste Fußböden und – aus optischen Gründen – einen vergleichsweise aufwändigen Wandaufbau mit einer Außenverkleidung aus Lärchenholz. Sandwichelemente wären hier gegebenenfalls günstiger gewesen.

Die Fertigstellung der Trinkwasserspeicheranlage Föhr-West ist der vorerst letzte Akt eines umfassenderen Modernisierungskonzeptes, in dessen Rahmen in den vergangenen Jahren u. a. die Brunnen- und Netzpumpen am Wasserwerk Föhr-Ost erneuert wurden und die Denitrifikationsanlage am Wasserwerk Föhr-West außer Betrieb genommen wurde, wodurch die jährlichen Betriebskosten verbandsübergreifend um etwa 150.000,- € reduziert werden konnten und der Stromverbrauch des Verbandes von ca. 800.000 kWh/a auf 480.000 kWh/a sank (Reduzierung um 40 Prozent). Die neuen Netzpumpen in Föhr-West sollten den Energieverbrauch und die damit korrespondierenden CO₂-Emissionen weiter reduzieren. ■

Literatur:

- [1] Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein: Der Untergrund von Föhr: Geologie, Grundwasser und Erdwärme. Ergebnisse des INTERREG-Projektes CLIWAT. Schriftenreihe: LLUR SH – Geologie und Boden 18 (2012), 102 S.
- [2] Steinmann, F., Ketelsen, H.: Problematik der Wasserbewirtschaftung der Insel Föhr. IHP/HWRP-Berichte, Heft 1, Koblenz (2004), 74 S.
- [3] Brugger, M.: Erfahrungen mit Edelstahlbehältern als Trinkwasserspeicher. gwf-Wasser | Abwasser, 7–8/ 2009, S. 510-514.

Die Autoren

Dr. Hark Ketelsen ist Geschäftsführer des Wasserbeschaffungsverbandes Föhr.

Maik Hagedorn ist Projektleiter bei der Hydro-Elektrik GmbH.

Kontakt:

Dr. Hark Ketelsen
 Wasserbeschaffungsverband Föhr
 Am Wasserwerk 1
 25938 Wrixum
 Tel.: 04681 59280
 E-Mail: info@wbv-foehr.de
 Internet: www.wbv-foehr.de

Maik Hagedorn
 Hydro-Elektrik GmbH
 Angelestr. 48/50
 88214 Ravensburg
 Tel.: 05251 2054637
 E-Mail: maik.hagedorn@hydro-elektrik.de
 Internet: www.hydro-elektrik.de