

HydroSystemTanks® in Wasserwerken

Trinkwasserbehälter aus Edelstahl – vor 15 Jahren noch nahezu unbekannt – setzen sich mehr und mehr gegen die konventionelle Beton-Bauweise durch. Neben der hohen Qualität in der Ausführung schätzen Kunden vor allem die hohe zu erwartende Lebensdauer der Objekte.

Hochbehälter mit Edelstahlbehältern

Seit dem Jahr 2000 werden in Deutschland Trinkwasserbehälter aus Edelstahl errichtet. Behälteranlagen aus nichtrostendem Stahl bestehen aus einem oder mehreren freistehenden runden Wasserbehältern, die in einem einfachen Gebäude mit abgesetztem Rohrkeller oder Installationsraum aufgestellt sind. Alle Hauptarmaturen, Rohrleitungen, Pumpen, Kontroll- und Überwachungseinrichtungen sowie auch Wasseraufbereitungsanlagen können neben den Behältern leicht zugänglich im Gebäude integriert werden. Durch die Verwendung von hochwertigen Edelstählen mit keimabweisenden inerten Edelstahloberflächen für die hermetisch geschlossenen Speicherbehälter, spezielle Einlauf- und Vermischungssysteme sowie kontrollierter Ventilation über Filtersysteme kommt es zu keiner nachteiligen Beeinflussung der Trinkwasserqualität während der Wasserspeicherung. Die Anlagen zeichnen sich durch ein gutes Kosten-/Nutzenverhältnis bedingt durch eine hohe Wirt-

schaftlichkeit, hohe Lebensdauer sowie geringe Kosten für Betrieb und Wartung aus. Aus diesem Grunde werden seit einigen Jahren auch in Wasserwerken diese Speichersysteme mehr und mehr eingesetzt (**Bild 1**).

Gestalterische Anforderungen

Die Vielzahl möglicher Varianten macht es unmöglich, eine standardisierte Gebäudehülle für alle Einsatzfälle zu beschreiben. Durch entsprechende Wahl von Bauwerkformen, Fassaden- und Dachmaterialien, Variation der Höhe oder des Durchmessers, Anzahl der Behälter sowie der Gestaltung der Außenanlagen lassen sich die Bauwerke landschaftsgerecht an die jeweilige Situation vor Ort anpassen (**Bild 2**).

Grundsätzlich bestehen die Bauwerke aus einem Unterbau aus Beton und einem Oberbau zum Beispiel als

- Gebäude in Holzständerbauweise mit Holzverkleidung oder Putzträgerplatten
- Industriehallenkonstruktion mit gedämmten Paneelen

- Halle aus Betonfertigteilen (Sandwichplatten)
- Mauerwerk mit Außenputz

Bei der Ausführung der Bauwerke ist neben der richtigen statischen Bemessung (Stand sicherheitsnachweis für Behälter, Berücksichtigung Erdbebenzone und Schneelasten) insbesondere auf eine winddichte und insektendichte Konstruktion zu achten.

Die Betonwände des Unterbaues sind im frostgefährdeten Bereich außen potentialer gedämmt auszuführen. Im einfachsten Fall wird der Unterbau als eine ebene Betonplatte ausgeführt, ansonsten als Betonwanne. Auf die richtige Anordnung der Wanddurchführungen sowie den fachgerechten Einbau des Bänderderrers für Blitzschutz und Potentialausgleich ist zu achten. Die Gebäudewände und die Dachkonstruktionen müssen gedämmt ausgeführt werden, je nach Ausführung mit U-Werten zwischen $0,25$ und $0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Bei der Materialwahl und dem Aufbau der Wände ist darauf zu achten, dass es zu keiner Tauwasserbildung in oder auf den Wänden kommen kann.

Holzgebäude

Bei Holzständerbauweise können die Wände innen mit zum Beispiel OSB-Platten verkleidet werden, die zugleich auch die innere Dampfsperre bilden und zur Querversteifung des Gebäudes beitragen. Die Dämmung der Wände besteht aus einer bis zu 160 mm dicken Schicht (zum Beispiel aus Mineralwolle). Die Außenhaut zur Dämmung bildet eine winddichte, diffusionsoffene Folie mit einer hinterlüfteten Boden-Deckelschalung (vertikal) oder Stülpchalung (horizontal). Ideal sind hier naturbelassene, harzreiche heimische Hölzer wie Lärche oder Douglasie in sägerauher Qualität nach DIN 18334. Holzgebäude müssen so gebaut werden, dass

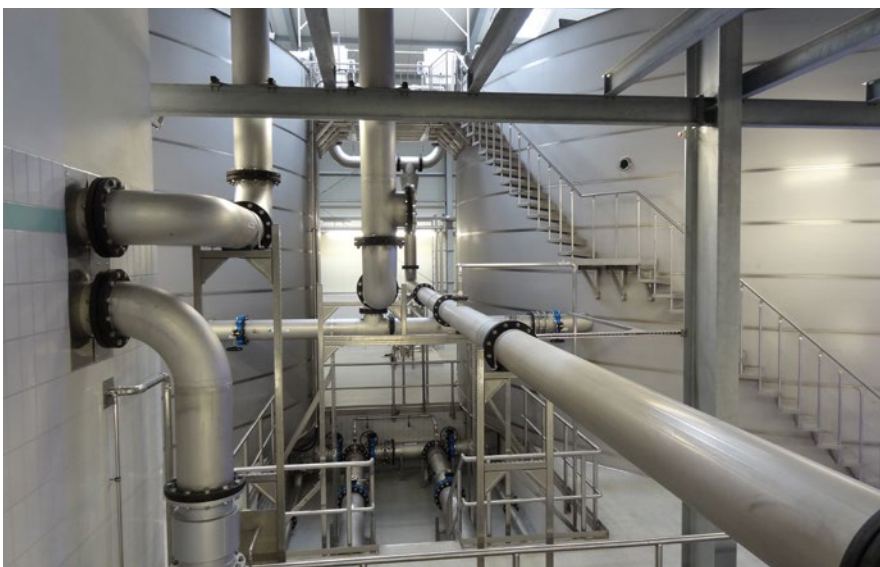


Bild 1: Wasserwerk Friedrichsgabe, Neumünster – Vorlagebehälter $2 \times 1500 \text{ m}^3$.
© Hydro-Elektrik GmbH

keine Staunässe im unteren Wandbereich entstehen kann. Alternativ zur Holzverkleidung können die Gebäude – insbesondere in Stadtrandlage oder Wohngebieten – mit Putzträgerplatten verkleidet werden und mit einem geeigneten Putz ideal in die bestehende Bebauung integriert werden.

Industriehalle

Bei Industriehallen sind unterschiedlichste Konstruktionen üblich. Als Tragsysteme kommen Betonfertigelemente, Stahlträger (Stahlskelettbau) oder die Kombination beider Systeme zum Einsatz. Als Dach und Fassadenelemente werden hochgedämmte Sandwichpaneelen verbaut. Die Vielzahl der Konstruktionen erlaubt keine allgemeine Systembeschreibung. Die obigen formulierten grundsätzlichen Anforderungen gelten sinngemäß auch für Industriehallenkonstruktionen, Stahlbetonkonstruktionen oder Mauerwerksaufbau.

Innenraumklima

Wasser gehört zu den Stoffen mit den höchsten Wärmekapazitäten. Aufgrund der enormen Wärmemengen, die im Wasser gespeichert sind, sowie dem Wärmeschutz der Gebäude ergibt sich eine von der Außentemperatur unabhängige, konstante Raumtemperatur im Betriebsraum. Damit kann sich auch kein Tauwasser an den Behälterwandungen, der Installation sowie den Gebäudeoberflächen bilden. Infolge des stabilen Raumklimas und der konstanten Temperatur der Raumluft, welche immer etwa der Wassertemperatur entspricht, kommt es kaum zur Beanspruchung der Baustoffe, was die Lebensdauer der Behälteranlage deutlich erhöht.

Der Betriebsraum außerhalb der Wasserbehälter sollte zur Bewahrung des konstanten Raumklimas nicht separat belüftet werden. Der durch den natürlichen Luftwechsel erzielbare Luftaustausch ist ausreichend.

Aufgrund der geschlossenen und winddichten Bauwerke sind Maßnahmen zur kontrollierten Luftentfeuchtung vorzusehen. Bewährt haben sich zum Beispiel Kondensations-Luftentfeuchter im Umluftbetrieb, die durch externe Taupunktfühler – montiert an den kältesten Rohrleitungsoberflächen – gesteuert werden.



Bild 2: Wasserwerk Truelsbjerg, Aarhus-Dänemark – rechts Reinwasserbehälter 2 x 1000 m³.
© Hydro-Elektrik GmbH

Aufbau Behälteranlage

Behälteranlagen aus nichtrostendem Stahl dürfen nur von ausreichend qualifiziertem Personal geplant, gebaut und betrieben werden. Behälter bis zu 150 m³ Volumen können werkseitig gefertigt und angeliefert werden, größere Behälter werden vor Ort nach Fertigstellung der Gebäude gefertigt.

Tankbauwerke sind Bauwerke im Rahmen der Bauregelliste. Folgende Normen sind zwingend zu beachten:

- DIN EN 1090 T2 (EXC2) (Stahlbau im bauaufsichtlichen Bereich)
- DIN EN 1993-4-2 (Dimensionierung und Konstruktion)
- DIN EN 14015 (Auslegung und Herstellung)

Die Behälter aus nichtrostendem Stahl sind mit dem Gebäude fest zu verankern. Dies kann durch eine geeignete geschweißte und mit dem Beton verschraubte Unterkonstruktion oder einen mit dem Beton verschraubten und geklebten Behälterboden realisiert werden. Der Behälterboden ist innen glatt mit einem Gefälle von mind. 0,5 bis 1 % zur Entnahmetasse beziehungsweise zum Ablaufsumpf auszuführen, um eine vollständige Restentleerung nach Reinigungsvorgängen zu erreichen. Der Grundablass erfolgt über den tiefsten Punkt am Entnahmetopf. Durch den Einbau einer belüfteten Zulaufschleife im Zusammenwirken mit einem tangentialen Einlauf kann eine hervorragende Wasservermischung erreicht und Schichtenbildung vermieden werden. Gleichzeitig werden durch das Einlaufsystem störende

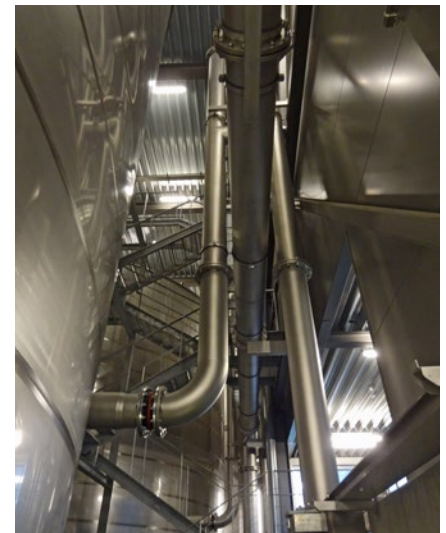


Bild 3: Belüftete Einlaufschleife
© Hydro-Elektrik GmbH

Ausgasungen minimiert und die Wasseroberfläche optisch klar gehalten (**Bild 3**).

Jeder Wasserbehälter muss über ein eigenes, separates Lüftungssystem verfügen. Ferner sind die Lüftungsleitungen gegen Schnee und Vereisung zu schützen und mindestens einstufige, auswechselbare Feinstaubfilter einzubauen. Die Lüftungssysteme sind so an die Behälter anzuschließen, dass gegebenenfalls innen auftretendes Tauwasser nicht in die Behälter gelangen kann.

Zur Absicherung der Behälter gegen unzulässigen Überdruck beziehungsweise Unterdruck sind geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu treffen. Bei hoch liegenden Wasserbehältern, großen Entnahme beziehungsweise Füllleitungen und Entnahme mittels Pumpen, sowie großen Speichervolumen sind spezielle Sicherheitsventile

an den Wasserbehältern und gegebenenfalls an den Bauwerken vorzusehen.

Der Überlauf ist so zu gestalten, dass die maximal mögliche Zulaufwassermenge schadlos abgeleitet werden kann. Die Überlaufleitungen sind mit Siphon auszustatten. Es müssen Möglichkeiten geschaffen werden, das im Siphon stehende Wasser regelmäßig zu erneuern beziehungsweise auszutauschen. Ein automatisierter Austausch ist dem manuellen Austausch vorzuziehen. Die Überlaufleitung ist in einen Schacht zu führen, in dem eine Trennung mittels Luftstrecke von 300 mm gewährleistet ist.

Zur optischen Kontrolle müssen die Wasserbehälter über Schaugläser und eine künstliche Beleuchtung verfügen. Die Beleuchtung erfolgt idealerweise durch einen oder mehrere in das Kegeldach eingebaute Strahler, die so bemessen sein müssen, dass eine gute Ausleuchtung des vollständig gefüllten Wasserbehälters möglich ist. Im Kegeldach ist ferner ein Domdeckel vorzusehen. Für Wartungs- und Inspektionsgänge in das Behälterinnere ist ein druckdichtes Mannloch oder eine Drucktüre im unteren Behälterbereich einzubauen.

Alle Treppen, Geländer und Podeste sind unter Einhaltung der gültigen Unfallverhütungsvorschriften auszuführen.

Nichtrostende Stähle

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 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 Korrosionsbestän-

digkeit 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. Der Beständigkeit gegen Lochfraß und Spaltkorrosion in chloridhaltigen Wässern kommt bei nichtrostenden Stählen eine zentrale Bedeutung zu. Diese Beständigkeit wird im Wesentlichen durch den Chromgehalt bestimmt und kann durch die sogenannte PRE-Zahl (Pitting Resistance Equivalent) $PRE = \% Cr + 3,3 \% Mo + 16 \% N$ vergleichbar dargestellt werden. Je höher diese Zahl ist, desto höher ist die Beständigkeit des jeweiligen Stahls gegen Lochfraß und Spaltkorrosion [1].

Es dürfen nur bauaufsichtlich zugelassene nichtrostende Stähle verwendet werden. Ferner ist vom verarbeitenden Betrieb die Herstellerqualifikation für Stahlkonstruktionen im bauaufsichtlichen Bereich nach DIN EN 1090 T2 vorzulegen ebenso wie die erforderlichen Schweißnachweise.

Chemische Nachbehandlung der Schweißnähte

Als Beizmittel werden Beizpasten benutzt. Diese basieren meist auf Salpetersäure und Flusssäure. Das Auftragen erfolgt durch Sprühen oder mit säurefesten Pinseln. Die erforderlichen Beizzeiten sind entsprechend der vorhandenen Temperatur festzulegen. Tieferen Temperaturen erhöhen die erforderlichen Einwirkzeiten. Frost während des Beizvorganges ist zwingend zu vermeiden. Nach dem Beizen muss die Paste in mehreren Spülgängen gründlich und rückstandsfrei abgespült werden. Beizmittelreste auf Edelstahloberflächen können zu Farbveränderungen oder Korrosion führen. Die Passivierung erfolgt im Allgemeinen durch Oxidation mit Luftsauerstoff. Alle Spülwässer sind aufzufangen und gemäß den gesetzlichen Vorschriften aufzubereiten und zu entsorgen.

Eine ausreichende Güte der Schweißnähte kann zum Beispiel durch Überwachen der Schweißarbeiten mittels zerstörungsfreier Durchstrahlungsprüfung sicher gestellt werden.

Vor der Inbetriebnahme ist die komplette Behälteranlage gründlich zu reinigen. Im Rahmen dieser Bauendreinigung

sind alle inneren und äußeren Tank- und Bauwerksflächen gründlich und sauber zu reinigen. Die Trinkwasserbehälter müssen außen mit geeigneten Reinigern nass komplett abgewaschen werden, Innenflächen sind zusätzlich zu desinfizieren.

Eine separate Dichtheitsprüfung ist nur bei werksgefertigten Behältern empfehlenswert. Bei baustellengefertigten Behältern kann die Dichtheitsprüfung im Rahmen der Erstbefüllung erfolgen.

Für Kontrolle und Betrieb einer Trinkwasserspeicheranlage sind – unabhängig von der Tageszeit – stets gute Lichtverhältnisse erforderlich. Aus diesem Grunde ist grundsätzlich eine elektrische Beleuchtung zu installieren. Die rundum geschlossenen Gebäude erlauben eine hervorragende, elektronische Überwachung des kompletten Innenraumes mit zum Beispiel aktiven oder passiven Bewegungsmeldern. Mit zusätzlich angebrachten Türkontakten ist bereits eine weitgehend vollständige Innenraumüberwachung gewährleistet. Für die Entnahme von Wasserproben sind in jeder Zulauf- und Entnahmeleitung sowie an jedem Behälterauslauf abflammbare Probeentnahmeventile anzuordnen.

Zur Desinfektion wird Wasserstoffperoxid empfohlen. Alle Innenflächen des Behälters und die zugehörigen Rohrleitungen sind gründlich zu desinfizieren.

Das System erlaubt Einzelbehälter mit Volumen bis zu 5000 m³ – in Kombination sind somit mehrkammerige Trinkwasserbehälter bis zu 15 000 oder 20 000 m³ Gesamtvolumen realisierbar.

Hunderte von realisierten Anlagen in Deutschland, Österreich, Rumänien, Luxemburg, Dänemark, Norwegen und der Schweiz mit äußerst zufriedenen Anlagenbetreibern sind die beste Referenz für dieses innovative, bewährte Speichersystem.

Literatur

- [1] Brugger, M.: Technische Information Edelstahl Rostfrei. Hydro-Elektrik GmbH/HydroGroup, (2013).

Autor/Kontakt:

Manfred Brugger

HydroGroup / Hydro-Elektrik GmbH

Ravensburg

Tel. (0751) 6009-47, mb@hydrogroup.de

www.hydrogroup.de