PfK-Akademie 2017

„Auskleidung von Trinkwasserbehältern, Edelstahl- und PE-System im Vergleich, technische Varianten und deren Auswirkungen im Bestand und auf das hydraulische System“

Buttenwiesen, 01.06.2017

Burkhard Bittner
Diplom-Chemieingenieur (FH), Prokurist
Ingenieurbüro PfK Ansbach GmbH
Eyber Straße 89, 91522 Ansbach

© PfK Ansbach GmbH

1. Einleitende Gedanken

Mit weitergehenden Änderungen der Grundlagen und damit betrieblichen Anforderungen an die Wasserspeicherung im Sinne des DVGW-Regelwerks ist, auf den ersten Blick betrachtet, kaum zu rechnen:

In der Kette von technischen Anlagen in der öffentlichen Trinkwasserversorgung übernehmen Wasserbehälter die wichtige Aufgabe der Wasserspeicherung zur Abdeckung von Verbrauchsspitzen und betriebsbedingten Stillstandzeiten bei der Wasserförderung. Durch den freien Wasserspiegel im Trinkwasserbehälter und dessen Speichervolumen werden sowohl der Versorgungsdruck im Rohrnetz als auch der Betrieb von Gewinnungs- und Aufbereitungsanlagen stabilisiert. Der Schutz und der Erhalt der Trinkwasserbeschaffenheit erfordern eine hohe Qualität der verwendeten Bauteile und Systeme und stellen hohe Anforderungen an den Betrieb und die Instandhaltung.

Dennoch gibt es bei näherem Hinsehen unterschiedlichste Aspekte, die auch zu einem ***Umdenken*** aus Betreiber- und aus Planersicht ***zwingen***. Diese sind u. a.:

a. Verfügbarkeit neuer ***Werkstoffe*** und ***Verarbeitungstechnologien***
b. Einfließen ***neuer Bauteile*** und ***Funktionsprinzipien***
c. ***Effizienzsteigerung*** vorhandener Verfahren
d. Steigerung des „***wissenschaftlichen Anteils***“ in den technischen Lösungen
e. Erfahrung mit (oftmals nicht optimalen) Nachrüstungen
f. Verlagerung ***betrieblicher Verantwortung*** von den Überwachungsbehörden auf den Betreiber
g. Verändertes Bewusstsein bei der Bevölkerung bzgl. ***Wasserqualität*** und Hygiene
h. Verändertes ***Auftreten*** des Wasserversorgers nach außen
i. Gestiegene bzw. veränderte ***Bildung*** bei den Wasserfachkräften und Wassermeistern, bedingt durch vertiefte Lehre
j. Verändertes ***Gesamtbewusstsein*** bzgl. ***Hygiene***

1. Einleitende Gedanken

Hier bleibt und entsteht überraschenderweise viel ***Spielraum*** für ***neue Ideen*** und ***Konzepte***.

Entsprechend ist eine ***gründliche Zustandsanalyse*** mit nachfolgender ***Zustandsbewertung*** eine wesentliche Planungs- und Entscheidungsgrundlage für eine Sanierung.

Weiterhin sollen die Anforderungen an einen Trinkwasserbehälter nochmals in Erinnerung gerufen werden:

- *Während der Speicherung und der Speicherzeit darf sich die bakteriologische, chemische und physikalische Zusammensetzung des gespeicherten Trinkwassers nicht nachteilig verändern.*
- *Der Behälter sollte mindestens zwei Wasserkammern aufweisen, damit Reinigung und Wartung ermöglicht werden können.*
- *Die Lufträume über den Wasserkammern müssen konditioniert und getrennt sein.*
- *Metallische Einbauteile sollten zweckmäßig in rostfreiem Material ausgeführt sein.*
- *Tageslicht ist fernzuhalten.*
- *Auf die Wasseroberflächen sollte eine abgetrennte Einsichtmöglichkeit bestehen.*
- *Die Wände der Wasserkammern müssen dicht, glatt und porenarm sein. Hierfür bestehen die unterschiedlichsten Gebrauchsoberflächensysteme.*
- *Die Wasserkammern sollten vom Vorsatzgebäude bzw. von der Schieberkammer vollständig getrennt sein. Damit werden Anforderungen an Hygiene, Feuchtigkeitssperre etc. erfüllt.*
- *Das Vorsatzgebäude muss u. U. technisch luftgetrocknet werden.*
- *Im Vorsatzgebäude sind alle für den Betrieb notwendigen Rohrleitungen und Absperrarmaturen unterzubringen:*
- *Lüftungsöffnungen sind seitlich zu errichten und mit technischen Be- und Entlüftungssystem zu versehen.*
- *Die Gesamtanlage ist wirtschaftlich (auch Unterhalt!) zu gestalten.*
- *Zugangstüren zu den Wasserkammern sind stabil und einbruchsicher auszuführen. Objektschutz ist zuzurüsten. Zweckmäßig sind oftmals überflutbare Drucktüren.*
- *Alle Öffnungen zum Gebäude sind mit Objektschutz zu überwachen.*
- *Alle Zufahrten sind zu sichern (Beleuchtung der Zuwege etc.).*

2. Grundlagen, Bezug, Motivation

2.1 Arbeitsblatt W 300-3 2014-10 TWBehälter, Teil 3: ***Instandsetzung*** und ***Verbesserung***

Um den Nutzern ein anwendungsfreundliches und übersichtliches Regelwerk zur Verfügung zu stellen, hat das Technische Komitee „Wasserspeicherung“ beschlossen, sich von der Struktur der ***DIN EN 1508*** zu lösen. Weiterhin werden die Textpassagen der ***DIN EN 1508*** nicht mehr abgedruckt. Thematisch sollen alle Inhalte sich in der Arbeitsblattreihe ***W 300*** wiederfinden. Die ***DIN EN 1508*** stellt in diesem Zusammenhang das europäische Rahmenregelwerk dar.

Den nationalen Anforderungen, welche sich aus der Trinkwasserverordnung und der deutschen Wasserversorgung ergeben, wird sie nicht gerecht.

Diese Lücke wird durch diese DVGW-Regelwerksreihe geschlossen.

Exemplarisch soll hier auf die Zustandsanalyse nach W 300-3 eingegangen werden:

Zustandsanalyse nach W 300-3

Außenanlagen sind zu prüfen hinsichtlich…
- ✓ Zuwegung, Treppen, Gehwege
- ✓ Böschung
- ✓ Einzäunung
- ✓ Bepflanzung
- ✓ Standplätze
- ✓ Entwässerungsanlagen
- ✓ Außenbeleuchtung

Das Bauwerk selbst wird untersucht hinsichtlich…
- ✓ Zugang Bedienhaus
- ✓ Zugang Wasserkammer
- ✓ Einsicht Wasseroberfläche
- ✓ Gebäudeöffnungen am Bedienhaus
- ✓ Gebäudeöffnungen an den Wasserkammern

Entsprechend ist die Bauphysik zu prüfen bzgl.…
- ✓ Dichtigkeit
- ✓ Fugen
- ✓ Rohrdurchführungen
- ✓ Wärmedämmung
- ✓ Feuchtigkeitsabdichtung
- ✓ Gründung
- ✓ Drainagen, Entwässerung
- ✓ Grundwasser
- ✓ Erdanschüttung
- ✓ Innenflächen der Wasserkammern, allg.
- ✓ Dächer, Decken
- ✓ Sohle
- ✓ Wände und Stützen

Schließlich ist die technische Ausrüstung zu prüfen…
- ✓ Zulauf
- ✓ Entnahme
- ✓ Überlauf
- ✓ Entleerung
- ✓ Vorflut
- ✓ Probenahmeeinrichtungen
- ✓ Lüftungstechnische Ausrüstung, Unterdrucksicherung
- ✓ Elektrotechnische Ausrüstung
- ✓ Objektschutz
- ✓ Gebäudetechnik, Blitzschutz
- ✓ Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Fernwirktechnik
- ✓ Weitere technische Anlagen wie z. B. Druckerhöhungsanlagen

2.1 Arbeitsblatt W 300-3 2014-10 TWBehälter, Teil 3: ***Instandsetzung*** und ***Verbesserung***

Im Detail:

Anlage	Prüfung	Bezug/Bemerkung
Zugang Bedienungshaus	Größe, Arbeitssicherheit, Objektschutz	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.2.1, DIN EN 1508
Zugang Wasserkammer	Zustand Anordnung, Größe, Arbeitssicherheit, Objektschutz, Drucktür, Leiter, Treppe, Dichtheit, Sichtkontrollmöglichkeit Wasserspiegel	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.2.1, DIN EN 1508 Zugang möglichst vom Bedienungshaus aus – kein Zugang über der freien Wasseroberfläche
Einsicht Wasseroberfläche	Vollständige Einsehbarkeit, Zugänglichkeit vom Bedienhaus, Anordnung, Größe der Öffnung, Lichteinfall	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.2.2
Gebäudeöffnungen Bedienungshaus	Anzahl, Notwendigkeit, Objektschutz	Minimierung von Öffnungen nach außen
Gebäudeöffnungen Wasserkammer	Anzahl, Notwendigkeit, Objektschutz	• Keine Öffnungen nach außen • Keine Öffnung über der freien Wasseroberfläche • Montageöffnungen sind möglich

2.1 Arbeitsblatt W 300-3 2014-10 TWBehälter, Teil 3: ***Instandsetzung*** und ***Verbesserung***

Abbildungen:
Erdhochbehälter aus den 1950er Jahren mit mittigem Zugangsbereich
Abdeckung der Übereichtasche zwischen den Wasserkammern

Nach wie vor ist zu bemerken, dass im Jahr 2017 eine Vielzahl, ***zumeist kleinerer Behälter vorbei*** an den meisten ***technischen Grundregeln***, aber auch vorbei an den ***elementarsten Forderungen*** der Gesundheitsaufsicht betrieben wird – oftmals in Verbindung mit ***klammen Gemeindekassen*** oder der schieren Unwissenheit um die Bedeutung der technischen Regeln und der daraus resultierenden, oft eingeschränkten Trinkwasserqualität.

2.1 Arbeitsblatt W 300-3 2014-10 TWBehälter, Teil 3: ***Instandsetzung*** und ***Verbesserung***

Aus dem obigen Behälter bzw. dem Nachbarbehälter stammen auch die folgenden Bilder:

2.1 Arbeitsblatt W 300-3 2014-10 TWBehälter, Teil 3: ***Instandsetzung*** und ***Verbesserung***

Im Detail:

Bauphysik/konstruktive Anforderung	Prüfung	Bezug/Bemerkung
Dichtigkeit	Wanddurchführungen, Arbeitsfugen, Dichtigkeit gegen von außen eindringendes Wasser, Wasseraustritt aus Drainage	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Fugen	Anzahl, Zustand, Verunreinigungen, Verkeimungspotential, Hinterläufigkeit, Stagnationsräume, Materialalterung, Notwendigkeit, hygienische Eignung des Materials in Kontakt mit Trinkwasser	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Rohrdurchführungen	Dichtigkeit, Zustand, Verunreinigungen, hygienische Eignung des Materials in Kontakt mit Trinkwasser	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Wärmedämmung	Zustand, Funktionalität, Durchfeuchtung	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Feuchtigkeitsabdichtung	Zustand, Funktionalität, Wurzeleinwuchs	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Gründung	Setzungen, Risse, Tragfähigkeit, Statik	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Drainagen, Entwässerung	Zustand, Funktionalität, Verunreinigungen, Ursachen von Wasseraustritt	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Grundwasser	Grundwasserschwankungen, Grundwasserbeschaffenheit (z. B. Calcitlösekapazität)	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Erdanschüttung	Material, Stärke, Erosion, Bewuchs	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Innenflächen Wasserkammer allgemein	Zustand, Porosität, Risse, Ablagerungen, Ablösungen, Optik, Betondeckung, Alkalität, Altbeschichtungen, Verkeimung, hygienische Eignung des Materials in Kontakt mit Trinkwasser, Korrosionserscheinungen, Aufweichungen, Bewuchs, Hydrolyse, siehe dazu Abschnitt 10	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Dächer, Decken	Zustand, Dichtheit	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Sohle	Zustand, Risse, Fugen, Gefälle, Unebenheiten	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8
Wände und Stützen	Zustand, Optik, Geometrie, Decken- und Sohlanschlüsse, Risse, Tragfähigkeit, Statik	DVGW W 300-1 (A) Abschnitt 8

Anlage	Prüfung	Bezug/Bemerkung
Zulauf	Dimension, Anordnung, Funktion, Armaturen, Probenahmeeinrichtung, Materialien in Kontakt mit Trinkwasser	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.1
Entnahme	Dimension, Anordnung, Funktion, Armaturen, Probenahmeeinrichtung, Materialien in Kontakt mit Trinkwasser	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.2
Überlauf	Dimension, Anordnung, Funktion, Armaturen, Materialien in Kontakt mit Trinkwasser, Verbindung mit nicht trinkwasserführenden Anlagen, Barriere für Kleintiere und Insekten	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.3 Keine Absperrarmatur im Überlauf! Keine unmittelbare Verbindung mit nicht trinkwasserführenden Anlagen.
Entleerung	Dimension, Anordnung, Funktion, Armaturen, Materialien in Kontakt mit Trinkwasser, Verbindung mit nicht trinkwasserführenden Anlagen, Zugangsmöglichkeiten für Kleintiere und Insekten	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.4
Vorflut	Erfordernis, Genehmigungen, Leistungsfähigkeit, Dimensionierung	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.5
Probenahmeinrichtungen	Anzahl, Stagnationsstrecken, Zugänglichkeit, Abflammbarkeit und Desinfizierbarkeit, für jede Wasserkammer vorhanden, zu- und ablaufseitig	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.6
Lüftungstechnische Ausrüstung, Unterdrucksicherung	Dimension, Anordnung, Funktion, Arbeitssicherheit für Wartungsarbeiten, Objektschutz	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.7
Elektrotechnische Ausrüstung	Elektrofachkraft beauftragen, Blitzschutz	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.8
Objektschutz	Widerstandsklasse Eingangstür und Gebäudeöffnungen, Anzahl, Notwendigkeit von Öffnungen ggf. Stilllegung, Vorhandensein eines Sicherheitskonzeptes/Gefährdungsanalyse, Funktion vorhandener technischer Überwachungsanlagen (Alarmanlagen, Bewegungsmelder, Öffnungskontakte etc.)	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.10, DVGW W 1050 (M)
Gebäudetechnik, Blitzschutz	DVGW W 636 (M)	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.9
Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Fernwirktechnik	DVGW W 645-1 (A), DVGW W 645-2 (A) und DVGW W 645-3 (A), Funktion, Notwendigkeit, Erweiterungen, Programmierung	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.11
Weitere technische Anlagen wie z. B. Druckerhöhungsanlagen, Desinfektionsanlagen	DVGW W 610 (A), DVGW W 617 (A) sowie DVGW W 613 (M), Funktion, Dimensionierung, Steuerung, Wirtschaftlichkeit, Materialien, Anordnung	DVGW W 300-1 (A) gemäß 7.4.12

Folgerungen

Erkennbar wird, dass mit dem Regelwerk der Blick auf einen ***ganzheitlichen Ansatz*** und das ***funktionelle Ineinandergreifen*** der einzelnen Bauteile bzw. Aspekte gestärkt werden soll.
Das bedeutet, es gibt für jedes isolierte Problem i. d. R. nicht die allzeit passende Universallösung, vielmehr ist für die ganze Anlage in ihrer Einbindung ins Versorgungssystem und ihrer Gesamtheit ein ***stimmiges Gesamtpaket*** zu schnüren.

Dieser Ansatz kommt aus Sicht der PfK Ansbach GmbH zwar bei der Betrachtung und Erhebung des Gesamtzustandes der Anlage zum Tragen, weniger jedoch bei den Sanierungsempfehlungen, die sich ***mehrheitlich auf die Sanierung wasserberührter Flächen konzentrieren.***
Hier setzt u. a. der Vortrag an, um die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit ganzheitlicher Lösungsansätze herauszustellen, bzw. um Beispiele zu zeigen, anhand deren (manchmal negativer) Vorbildfunktion gezeigt wird, wie wichtig eine umfassende und gute Planung vorab ist.

Gleichzeitig soll im Rahmen des Vortrages gemeinsam das Gefahrenpotential einzelner Fehlauslegungen oder Verkeimungsquellen ***diskutiert*** werden.

Stehen ***Kosten und Nutzen*** bei abschließend ertüchtigten Anlagen dann noch in einer ***vernünftigen Relation***?

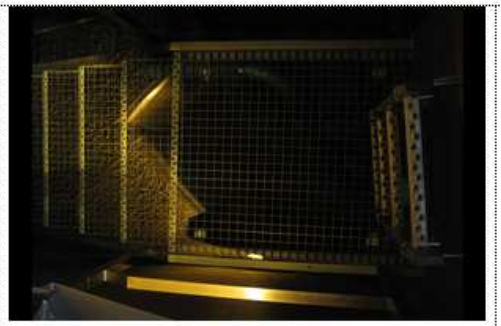
2.1 Arbeitsblatt W 300-3 2014-10 TWBehälter, Teil 3: ***Instandsetzung*** und ***Verbesserung***

Abbildung:
Halbhohe Drucktür in der Nachrüstung ... mit ...
Lieblos angesetztem Fensterflügel ohne Herstellung einer Dichtigkeit

UVV?

Gesamtkonzept?

Verbesserung?



Abbildungen:
Einstieg in die Kammer ohne Einstiegshilfe

2.1 Arbeitsblatt W 300-3 2014-10 TWBehälter, Teil 3: ***Instandsetzung*** und ***Verbesserung***

Die meisten Wasserbehälter bestehen aus Beton (siehe Einschub). Es können auch andere Materialien wie Edelstahl, emaillebeschichtete Eisenwerkstoffe, Aluminium oder Kunststoff unter bestimmten Randbedingungen sinnvoll Verwendung finden. Untersuchungen durch das ehemalige LfW und den DVGW im Jahre 1996 haben gezeigt, dass aus Beton hergestellte Wasserkammern tendenziell seltener Schäden aufweisen als Wasserkammern aus anderen Werkstoffen.

Einschub (Untersuchung des Bayerischen LfU): „Als Baustoff für die Wasserkammern diente hauptsächlich Beton. Bei ca. 84 Prozent der Wasserkammern bestehen Wände und Sohle aus bewehrtem Beton, ca. sieben Prozent der Wasserkammern bestehen aus unbewehrtem Beton. Spannbeton wurde in circa drei Prozent der Fälle verwendet. Stahlwerkstoffe und Mauerwerk sind als Behälterbaustoff von nur untergeordneter Bedeutung.

Bei den Materialien für die Wasserkammeroberflächen (Oberfläche der Behälterinnenseite) dominieren ebenfalls zementgebundene Ausführungen.“

Ein Wasserspeicher ist - wie jede technische Anlage - einem gewissen ***Alterungsprozess*** unterworfen. Dies bedeutet, dass sich die Oberflächen der Wasserkammern aufrauen. Hier besteht die Gefahr einer Besiedlung durch Mikroorganismen, wodurch der Pflege- und Reinigungsaufwand zunimmt. Die bayerische Erhebung über die Trinkwasserbehälter aus dem Jahre 1996 - wie auch die bundesweite Erhebung des DVGW - ergab, dass Verfärbungen (braune Flecken), Abplatzungen und Aufweichungen die häufigsten Probleme bei den benetzten Flächen (Wände, Sohle) der Wasserspeicher darstellen. Nahezu unbeeinflusst sind im Allgemeinen die Decken der Wasserkammern.

Grundsätzlich gibt es ***verschiedene Möglichkeiten zur Sanierung*** der Behälter, mit dem Ziel, die Dichtheit und Oberflächenstruktur der Wasserkammern (Wände und Sohle) wiederherzustellen.

2.1 Arbeitsblatt W 300-3 2014-10 TWBehälter, Teil 3: ***Instandsetzung*** und ***Verbesserung***

Aus den gezeigten Beispielen lässt sich ableiten:

a. Noch immer gibt es eine ***Vielzahl sehr alter***, von der Realität der Gegenwart ***überholter Wasserbehälter***
b. Das Arbeitsblatt ***W-300*** ist nach wie vor die ***Richtschnur für die Vorgehensweise*** bei anstehenden Sanierungen; es stellt dabei einen wertvollen Leitfaden für die grundlegende Vorgehensweise dar. Gleichzeitig ist es geeignet, Planerleistungen zu prüfen oder eigene Erhebungen zu strukturieren
c. Was vor 20 oder 30 Jahren gut war, ist es heute nicht mehr unbedingt: ***Zeitgeist***?
d. Halbherzig begonnene ***Nachrüstungen*** sind meist ***ohne*** dauerhaften ***Erfolg***
e. Sparen und ein ***gewaltsam nieder gehaltener Wasserpreis*** dienen am Ende niemandem: ***Geiz ist nicht geil***!
f. Unterbliebene Sanierungen ***gefährden*** am Ende Bauwerk und Trinkwasserversorgung in Gänze
g. Ein Fachplaner sollte eine ***echte fachliche Kompetenz*** aufweisen

Bonmot: „Ob ich einen Abwasserbehälter oder einen Trinkwasserbehälter baue, ist doch eigentlich egal, ist ja eh das Gleiche!“

2.2 Sanierung wasserberührter Flächen im Regelwerkshintergrund

Einstufung nach DVGW-Regelwerk W 300 Teil 3

8 Auskleidungsprinzipien für wasserberührte Oberflächen, Systementscheidung
8.1 Konstruktive Anforderungen
8.2 Anwendungsgrundsätze
8.3 Auskleidungsprinzipien
8.3.1 Systematik
8.3.2 Konstruktion und Untergrund
8.3.3 Korrosionsschutz der Bewehrung durch alkalisches Milieu
8.3.4 Sicherstellung der Standsicherheit, des Verbundes der Bewehrung und Auskleidungsprinzipien
8.3.5 Zementgebundene Beschichtungen im Verbund zum Untergrund
8.3.6 Diffusionsdichte Flüssigkunststoffbeschichtungen mit Verbund zum Untergrund
→ 8.3.7 Diffusionsdichte Formteile (Auskleidungen) ohne Verbund ←
8.3.8 Übersicht Anwendungsgrenzen der Auskleidungs- und Beschichtungssysteme
8.4 Anforderungen an Werkstoffe, Auskleidungs- und Beschichtungssysteme

3. Sanierung - Durchführung

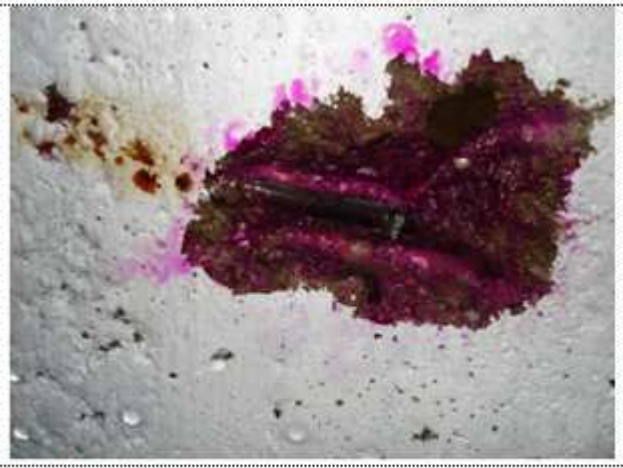
3.1 Voruntersuchungen und Ertüchtigung Bausubstanz

In der Praxis bewährt sich oftmals – vorauseilend – die ***Durchführung eines betontechnischen Gutachtens*** unter Hinzuziehung eines ***unabhängigen Prüfinstitutes*** (vgl. W-300-3). Dabei werden auch heute, im Jahr 2015, oftmals ***bemerkenswerte Befunde*** zutage gefördert:

Abbildungen:
Unterzug: erhebliche Korrosion mit Querschnittsminderung an der Bewehrung
Abplatzung

3.1 Voruntersuchungen und Ertüchtigung Bausubstanz

Gerade die ***Alterung*** des Betons lässt sich durch Auftrag eines ***Universalindikators*** (Phenolphtalein) gut sichtbar machen:



Abbildungen:
Bewehrungskorrosion, Indikatortest Carbonatisierungstiefe
Bewehrungskorrosion

3.1 Voruntersuchungen und Ertüchtigung Bausubstanz

Im Rahmen der ***bautechnischen Untersuchung*** ist die Entnahme von ***Bohrkernen*** zur Feststellung der Gesamtbeschaffenheit und der Haftzugfestigkeit der oberen Betonschichten unverzichtbar:

Abbildungen:
Bohrkern im Entnahmezustand
Bohrkern mit Abriss

3.1 Voruntersuchungen und Ertüchtigung Bausubstanz

Die Ergebnisse werden dann in einem ***Bericht*** zusammengefasst, wobei die ***Resultate der Haftzugfestigkeitsprüfungen*** wie folgt exemplarisch mit dem folgenden Auszug dokumentiert werden:

Die Prüfung der Oberflächen-Zugfestigkeit in Anlehnung an DIN 1048-2 wurde an allen oberen Stirnseiten der Bohrkerne im Bereich der Beschichtung durchgeführt. Vor dem Kleben der Anschläge wurde die Dünnbeschichtung leicht angeschliffen.

Prüftag: 27.03.2013
Prüfzustand: lufttrocken
Prüfalter: >80 Jahre

Prüfgerät: Zugprüfgerät "EASY-M", Fa. Freundl
Kleber: Methylmethacrylatbasis

Entnahmestelle / Bohrkern / Oberflächenvorbereitung	Oberflächen-zugfestigkeit N/mm²	Bruchverlauf [1] %
linke Wasserkammer		
Bodenplatte / BK 1	0,25	100 B
Unterzug / BK 2	1,79	100 B
Unterzug / BK 3	1,60	100 B
Außenwand BK 4	0,33	100 B
Zwischenwand / BK 5	0,37	100 B

[1] Kohäsionsversagen: B = Beton, M = Mörteldickbeschichtung,
Adhäsionsversagen: M/B = Fuge Mörtel/Beton, K = Klebefuge

PfK Akademie

3.1 Voruntersuchungen und Ertüchtigung Bausubstanz

Auch hier sind die Ergebnisse nach neueren Erkenntnissen manchmal so gelagert, dass sie den Fachmann zum ***Nachdenken anregen***, wie etwa die folgende auszugsweise wieder gegebene ***Bohrkernmehr-Untersuchung***:

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.			17-044964-01
Bezeichnung			Hochbehälter
PCB Nr. 28	mg/kg	TS	<10,0
PCB Nr. 52	mg/kg	TS	264
PCB Nr. 101	mg/kg	TS	1.290
PCB Nr. 118	mg/kg	TS	481
PCB Nr. 138	mg/kg	TS	2.090
PCB Nr. 153	mg/kg	TS	2.100
PCB Nr. 180	mg/kg	TS	1.750
Summe der 6 PCB	mg/kg	TS	7.490
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	mg/kg	TS	37.500
Summe der 7 PCB	mg/kg	TS	7.970

3.1 Voruntersuchungen und Ertüchtigung Bausubstanz

Die hier exemplarisch angeführte Sanierung mit Auskleidung ***zweier kleinerer Wasserkammern I: 2 x 125 m³*** war sichtbar, bereits planerisch, ein sehr ***schwieriges Unterfangen*** aufgrund der sehr schlechten, vorgefundenen Ausgangssubstanz.

Aufgrund der ***schlechten Zugänglichkeit*** der Wasserkammern, des insgesamt ***baulich sehr schlechten Zustandes*** (i. B. nach betontechnischer Untersuchung) und des ***vergleichsweise geringen Rauminhaltes*** der Kammern wurde von einer baulichen Gesamtsanierung aus wirtschaftlichen Gründen abgeraten.

Dennoch wurde bauseits für eine ***Sanierung*** entschieden.

Sehen Sie selbst!

Abbildungen:
Wasserkammer-Bestand: Boden mit Zulauf und Entnahme
Decke mit provisorischem Zustieg über Trennwand, Übereich

Entgegen dem ***ersten Anschein*** war die ***Betonsubstanz weitaus stärker geschädigt***. I. B. durch den fehlenden Deckentropfputz, dessen Bedeutung man angesichts dieser Bilder gar nicht hoch genug einschätzen kann, war die Decke massiv zerstört und tatsächlich in ihrer Tragfähigkeit mittelfristig in Frage gestellt.

3.1 Voruntersuchungen und Ertüchtigung Bausubstanz

Der ***Wiederaufbau der Decke*** kam tatsächlich einem ***teilweisen Neuaufbau*** sehr nahe. Kostensteigernd wirkten sich die eingeschränkten Platz- bzw. Arbeitsbedingungen im Behälter (enge Zugänglichkeit, Behälter nur untergeschossig erreichbar, Leitungen im Weg) aus.

Abbildungen:
Wasserkammer, 1. Sanierungsschritt: Abstrahlen loser Überdeckung
2. Schritt: Betonwiederaufbau, teilweise in Schalung, teilweise im Glattstrich, teilweise im Spritzverfahren

Abbildungen:
Vorbereitung zum Einbau einer Drucktüre, unter erschwerten Bedingungen (Sägeblatt nicht in den Rohrkeller einbringbar

3.2 Überblick über Auskleidungssysteme

Folgende prinzipielle Systeme bestehen zur Sanierung der Wasserkammern eines Trinkwasserbehälters (zusammengefasst):

Ohne Beschichtungssystem:
Betonoberfläche

Zementgebunden:
Herkömmliche Zementschlämme-Beschichtung
Veredelte Beschichtungssysteme mit innovativen Zusatzstoffen (z. B. Microsilica)

Keramisch:
Auskleidung mit Fliesen

Systeme auf Polymerbasis:
Folienauskleidungen (z. B. PE, PET, Veredelt)
Kunststoffplattenauskleidungen (z. B. PE, PET, Veredelt)

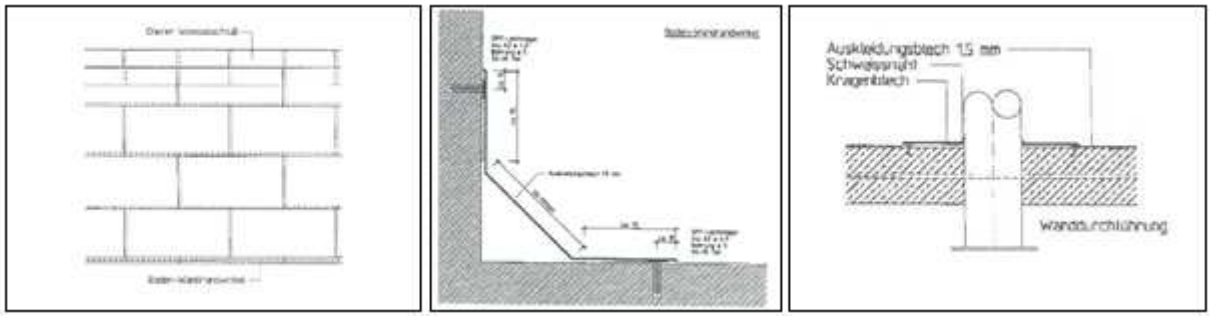
Systeme auf Metallbasis:
Edelstahlauskleidungen (z. B. V2A, V4A)

3.3 Grundidee der Auskleidung „ohne Verbund“

Grundidee:

Einbau einer, von der bestehenden Wasserkammer unabhängigen „Wanne in Wanne“, die sich bestmöglich hygienisch betreiben lässt und Wasserkontakt mit dem umgebenden Gebäude nicht mehr zulässt.

Prinzipiell werden bei der Sanierung alle wasserberührten Flächen mit Schindeln, Tafeln oder Bahnen belegt und diese untereinander zu einer wasserdichten Wanne verschweißt.



Dabei sind Werkstoffauswahl, Zusammensetzung und Oberflächenbeschaffenheit von entscheidender Bedeutung für

Langlebigkeit
Beständigkeit gegen das Reinwasser
Unterhalt

und daher unbedingt auf die vorliegende Wasserqualität abzustimmen.

3.4 Auskleidung mit PE-Plattenmaterial

Anforderungen:

Für die nachträgliche Auskleidung von Trinkwasserspeichern sind PE-Platten, hergestellt aus für den Kontakt mit Trinkwasser zugelassenen Formmassen einzusetzen.

- KTW- Empfehlung und W270-Zulassung
- Blaue Einfärbung ähnlich RAL 5012
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204
- Die Plattenrückseite muss ca. 1.400 St. Abstandsnoppen/m² zur Drainage von eventuell vorhandenem Wasser aufweisen und die Höhe der Noppen ca. 9 mm betragen. Durchgehende Stege sind nicht zulässig.
- Zur einfacheren Montage müssen die Platten über eine Klicknoppenreihe am Rand und zwei Klicknoppenreihe in der Mitte der Platte verfügen. Zur Reduzierung der Schweißnähte muss die Plattenbreite mindestens 2000 mm betragen.

Einbau:

Im vorgegebenen Raster sind PE-Montageleisten an Wand und Boden anzubringen. Die Klick-Platten werden an den Montagleisten eingeklickt und anschließend mittels Extrusionsschweißung gemäß den Herstellerangaben dichtgeschweißt.

Die Schweißung der Klick-Platten hat in Anlehnung an die DVS-Richtlinie 2227-1 und Herstellerangaben zu erfolgen. Die maximale zulässige Schweißnahtbreite gemäß Herstellerangabe darf nicht überschritten werden.

Grundsätzlich sollen Schweißnähte so hergestellt werden, dass kein nachträgliches Bearbeiten notwendig wird. Extrusionsschweißnähte sollen eine gleichmäßige glatte Oberfläche und fehlerfrei verschweißte Randzonen aufweisen.

Zur Vermeidung von Kerben in der Nahtwurzel kann eine Wurzel-Gegenlage bzw. eine Nahtsicherung warmgasgeschweißt werden.

3.4 Auskleidung mit PE-Plattenmaterial

Das am Rand des Schweißschuhes gelegentlich austretende Extrudat soll – besonders bei hochbelasteten Verbindungen – mit entsprechend geformter Ziehklinge kerbfrei abgearbeitet werden.

Richtlinien für die Verarbeitung:

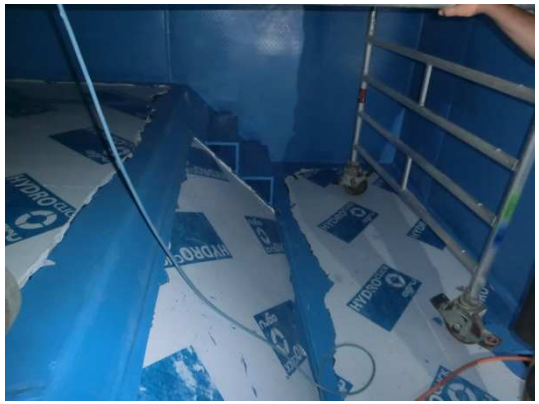
Für die Verarbeitung gelten weiterhin die einschlägigen Richtlinien, Normen und Regelwerke (DIN-Normen, VDI-Richtlinien, DVS-Merkblätter), u.a. DIN 1910-3 - "Schweißen - Schweißen von Kunststoffen; Verfahren; DIN 16960-1 - "Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Grundsätze"; DIN EN 137705 - "Schweißen von Thermoplasten – Maschinen und Geräte für das Warmgasschweißen (einschl. Warmgas-Extrusionsschweißen)". Insbesondere folgende DVS-Merkblätter sind zu beachten: DVS-2202; DVS-2203; DVS-2205; DVS-2206; DVS-2207; DVS-2208; DVS-2210; DVS-2211; DVS-2212.

Die eingesetzten Schweißer müssen eine gültige Schweißprüfung vorweisen können. Der für die PE-Auskleidungsarbeiten vorgesehene Fachbetrieb muss als Nachunternehmer vom Hersteller der zertifiziert sein .

Qualitätskontrollen und Prüfung:

Schweißnähte sind grundsätzlich auf ihrer gesamten Länge zu prüfen. Die Prüfung der Schweißnähte erfolgt mittels Hochspannungsprüfung in Anlehnung an die DVS 2227-1 mit einer Prüfspannung von ca. 5000 Volt/mm Plattendicke. Alle Schweißnähte sind hierzu gemäß den Arbeitsanleitungen für das gewählte Produkt vorzubereiten. Fehlerhafte Schweißnähte sind nachzuarbeiten.

3.4 Auskleidung mit PE-Plattenmaterial



3.5 Auskleidung mit Edelstahl-Schindel-Material

Was ist Edelstahl?

Stahl = Fe + C bis 2,06 % C, darüber hinaus z. B. Gusseisen

Werkstoffnummern	(z. B. 1.4301, 1.4404, 1.4571)
Werkstoffklassen	(z. B. V2A, V4A)
Einsatzgebiete:	Baustähle, Schiffbaustähle, Edelstähle

Unterteilung in...

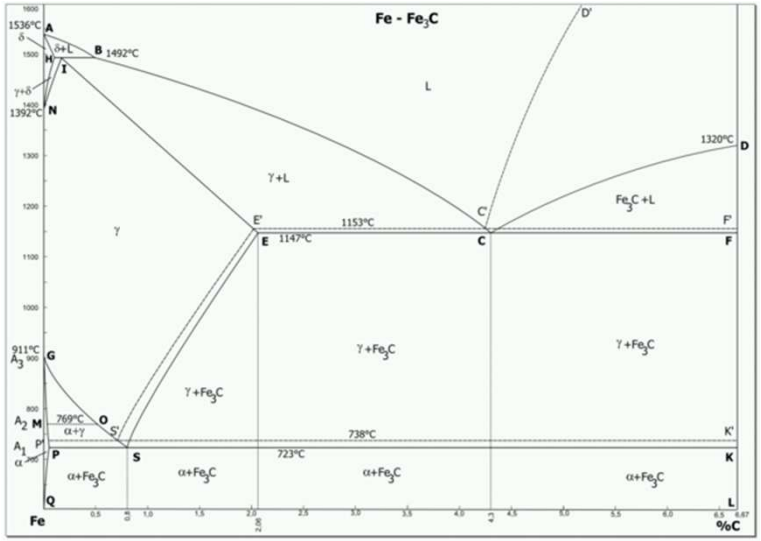
- unlegierter Stahl: z. B. 34 Cr 4
- niedrig legierter Stahl: z. B. StE 355 C60
- hochlegierter Stahl: z. B. X 5 Cr Ni 18 10 (V2A-Stahl)

Legierungszuschläge, Multiplikatoren:

- Cr, Co, Mn, Ni, Si, W: 4
- Al, Be, Pb, Cu, Mo, Mo, Nb, Ta, Ti, V, Zr: 10
- P, S, N, Ce, C: 100

Erzielen von Werkstoffeigenschaften, eine kleine Auswahl:
exemplarisch: Nichtrostende Stähle:

- Cr-Stähle, krz, 12-14 % Cr / über 17 % Cr
- CrNi-Stähle, kfz, 18-25 % Cr / über 8 % Ni
- Witterungsbeständiger Stahl: Wt St 37-2 mit Cr, Co, Si, Mn, Ni



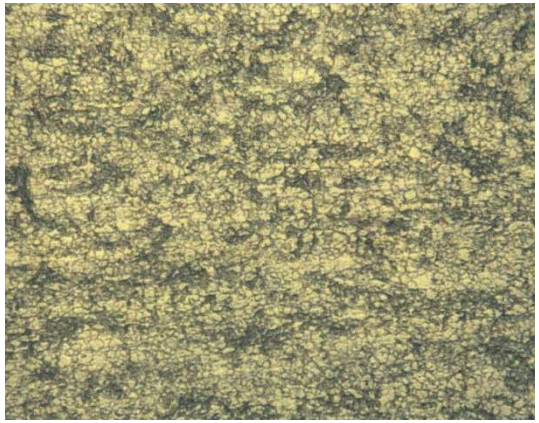
3.5 Auskleidung mit Edelstahl-Schindel-Material

Verbesserung der mechanischen Eigenschaften (Auswahl):

- Beruhigen durch Zulegieren von Al, heißt Desoxidation, Härtung
- Härten durch Zulegieren von Nb und V Keimbildung
- Kaltwalzen Festigkeit erhöhen (Waffenmeister im Mittelalter!)
- Vergüten: Glühen und Abschrecken
- Anlassen: Glühen unter 723 °C (Waffenmeister im Mittelalter!)

Steuerung der Oberflächeneigenschaften (Auswahl):

- Walzverfahren
- Nachbehandlung der Oberfläche



Chemische Zusammensetzung in Gew.-%										
Probe	C	Si	Mn	P	S [1]	Cr	Ni [2]	Mo	Al	Cu
1	0,025	0,44	1,15	0,031	0,0025	16,74	9,90	2,09	0,01	0,40
2	0,022	0,37	1,33	0,029	0,0028	16,91	9,96	2,28	0,01	0,36
zum Vergleich Wst.Nr. 1.4404 DIN EN 10088	≤0,03	≤1,00	≤2,00	max. 0,045	≤0,015	16,50 -- 18,50	10,00 -- 13,00	2,00 -- 2,50	--	--

1) Für zu bearbeitende Erzeugnisse wird ein geregelter Schwefelgehalt von 0,015 bis 0,030 % empfohlen und ist zulässig.

2) Grenzabweichung der Stückanalyse von den Grenzwerten der Schmelzanalyse für Nickel > 10 Massen %: ± 0,15

3.5 Auskleidung mit Edelstahl-Schindel-Material

Gängige Werkstoffe im Behälterbau:

- Stähle für die Flächen: 1.4401
- Stähle für Eckausbildungen: 1.4401
- Stähle für Formteile, Schrauben: 1.4301, 1.4571
- Schweißdrähte: 1.4576

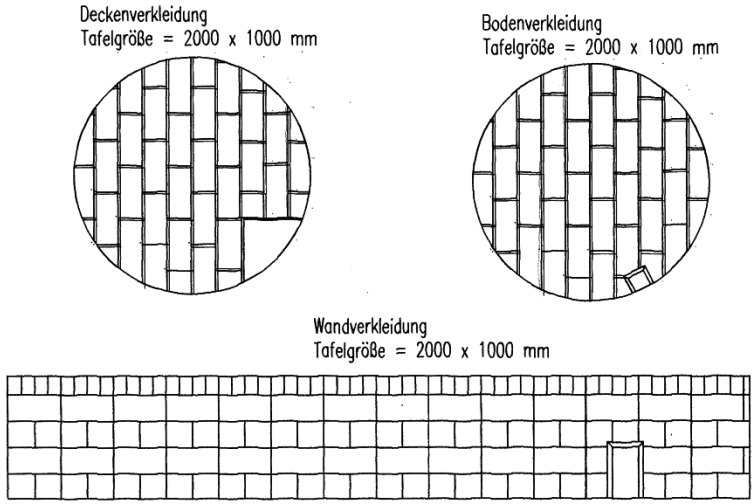
Normen und Größen im Behälterbau (Auswahl):

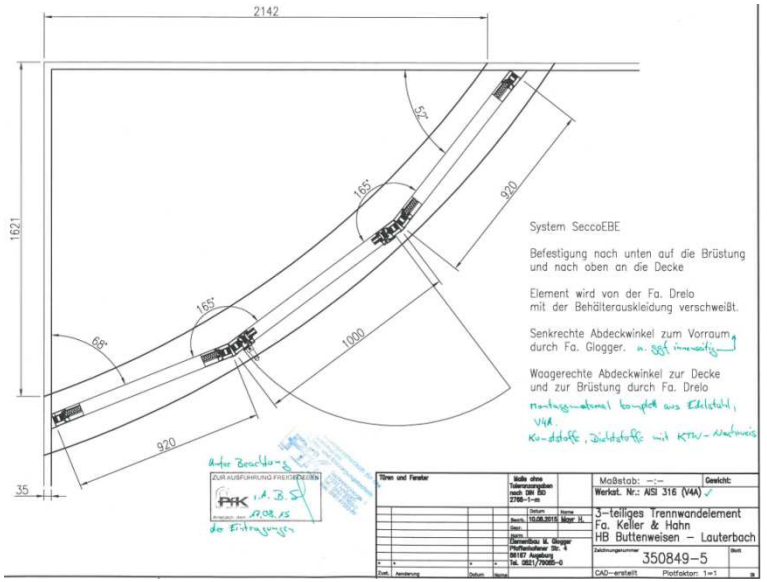
- Norm für die Auskleidung mit Edelstahl: DIN EN 10088-8
- Definition der Oberflächenbeschaffenheit, z. B. „2B“
- Materialbelegung nach: DIN EN 10204-3.1 B
- Blechdicke: z. B. 1,5 mm

3.5 Auskleidung mit Edelstahl-Schindel-Material

Überplanung der Auskleidung eines ***Wasserbehälters 2 x 500 m³ a***uszugsweise:

- Die ***Einbringöffnung*** für Edelstahltafeln spielt eine große Rolle
- Die Oberflächen in den Wasserkammern an Wand und Boden sind oft mit ***Zementglattstrich*** versehen. Dieser muss ggf. durch ein Strahlverfahren entfernt werden. Dabei freigelegte Bewehrungseisen sind zur Vermeidung von Kontaktkorrosion zu passivieren und im Beton-Reparaturverfahren zu überdecken.
- Die Zugänglichkeit z. B. über obenliegende Brüstung ist nicht mehr zeitgemäß. Daher sind praktischerweise ***neue Drucktüren*** einzubinden.





- Die ***Brüstungsüberstiege*** hingegen können zu ***Einsichten*** auf die offenen Wasseroberflächen ertüchtigt werden.
- Ein teilweises ***Freilegen der Decken außen*** war aufgrund der Beatmungsleitungen unumgänglich --> Zustand der Abdichtung???

3.5 Auskleidung mit Edelstahl-Schindel-Material

3.6 Sanierung der wasserberührten Decken in Wasserkammern

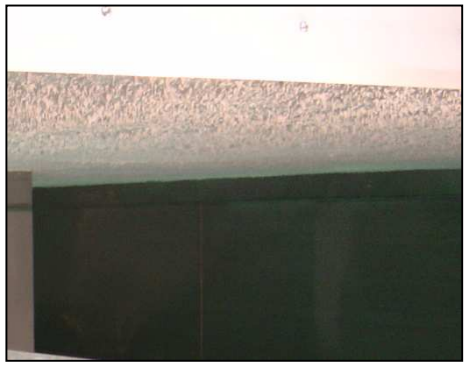
Das ***Aufgabengebiet*** bei einer Sanierung der wasserberührten Decken in Wasserkammern ist ***recht umfangreich***.
Moment mal: „***Wasserberührte Decken" – ein Widerspruch?***

Aufgabengebiete:

- Sanierung des Betons mit ***Korrosionsbeseitigung*** und Wiederherstellung der ***Überdeckung***
- Aufbringen eines ***Deckentropfputzes*** – Material und Farbe? ***Verarbeitungsqualität***?
- Entfernen von ***dauerhafter Verkeimung***, z. B. Schimmelpilze
- ***Abstrahlen***
- ***Verspachteln***
- Auskleidung mit ***PE***
- Auskleidung mit ***Edelstahl***
- Einbau von ***Zwischendecken***, selbsttragend

Glaubensfrage: Sanierung der Decken mit Putzmaterial oder im System der Auskleidung?

3.6 Sanierung der wasserberührten Decken in Wasserkammern

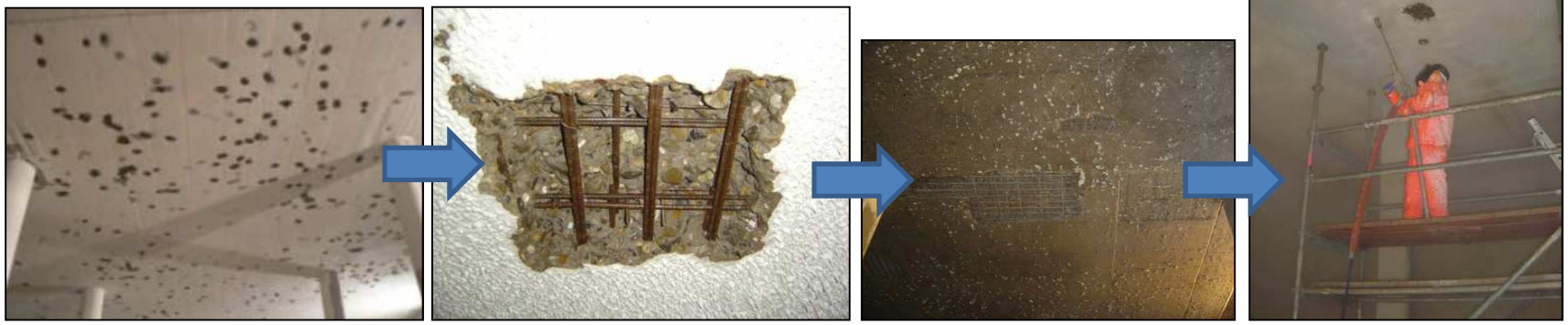


Sanierung mit Deckentropfputz

Abfolge:

- Erkennen von Schäden (vgl. W 300-3)
- Ggf. betontechnisches Gutachten (vgl. W 300-3)
- Ggf. Abstrahlen einer Deckenbeschichtung
- Freiliegende Bewehrung sanieren
- Untergrundvorbereitung für Nachbeschichtung
- Dauerhafte Beseitigung der Schadensursachen
  (Undichtigkeit der Decke oder dauerhafte Kondenswasserbildung)

- **Nur Fachfirmen mit geeigneten Referenzen einsetzen!**
- **Arbeitsschutz unbedingt beachten!**
- **Funktionsverbund mit der restlichen Anlage beachten!**



3.6 Sanierung der wasserberührten Decken in Wasserkammern

Verkeimungen in Behälterdecken sind nach den Erfahrungen der PfK Ansbach GmbH zumeist auf Schimmelpilze zurückzuführen.

Ursachenlage:

- Mängel in der Belüftung
- Mängel in der Abtrennung
- Wärmebrücken im Gebäude
- Baustellentätigkeit mit offenem Gebäude
- Nährboden für Mikroorganismen
- Ungeeignete Beschichtung

Abhilfe:

- Außerbetriebnahme
- Hochdruckreinigung
- Einsatz von Chlorbleichlauge
- Einsatz von Silbernitratlösung (Spezialist!)
- Ertüchtigung der Zu- und Abluftsysteme mit Abtrennung der Wasserkammern

3.6 Sanierung der wasserberührten Decken in Wasserkammern

Untergrundvorbereitung: Abstrahlen und Verspachteln

Für eine Deckenverkleidung sind ggf. erhebliche Vorarbeiten an den Decken erforderlich:

- Untergrundertüchtigung zur Beseitigung von Bauschäden
- Sicherstellung der äußeren Dichtigkeit
- Entfernen eines Deckentropfputzes zur Herstellung einer ebenen Auflagefläche
- Ggf. Verspachteln des Deckentropfputzes in mehreren Aufzügen

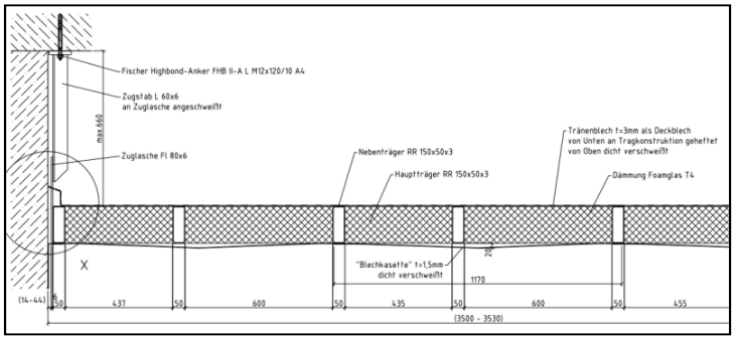
3.6 Sanierung der wasserberührten Decken in Wasserkammern

Für PE-Auskleidung spricht:

- Insgesamt günstiger?
- Material in Bahnen aufbringbar
- Insgesamt geringere handwerkliche Anforderungen an die Verarbeitung

Für Edelstahlauskleidung spricht:

- Hochwertiger?
- Sicherere Ausbildung von Sonderprofilen
- Ausbildung von Zwischendecken möglich



3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

Ausgangssituation

Die Ausgangssituation ist oftmals gekennzeichnet vom ***Alter der Anlage***, den ***vormals*** vorherrschenden ***Regeln der Technik*** und von später erfolgten, nur ***wenig konsequent durchgeführten Nachrüstungen***.

Typisch für spätere Nachrüstungen sind Maßnahmen, die bisweilen den ***Ausgangszustand insgesamt verschlechtern***, ***weitere***, ***neue Gefahren bergen*** und nur ***unzureichend*** dem ***eigentlichen Zweck*** dienen.

Oftmals trifft man folgende ***Bestandssituationen***:

a. ***Zutritte über*** den ***Wasseroberflächen***, mit ***Entfall*** einer ***ordentlichen Vorkammer*** zum Behälter
b. Nachrüstung ***zusätzlicher Überstiege*** und Absturzsicherungen an bestehenden Behälterbrüstungen
c. Einbau von ***halbhohen Drucktüren***, ***ohne Durchplanung*** eines Gesamtkonzeptes
d. Anbau von Treppen mit Leitern zur ***Überwindung einer baulichen Höhendifferenz***

Sehen Sie selbst!

3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

- ***Absturzgefahren?***
- ***Begehen, Kontrollieren, Reinigen und Warten?***
- ***Bergung?***

Abbildung:
Übersteigen einer Brüstung mit anschließendem „Einfädeln" in die Absturzschiene
Wasserkammereinstieg über der Wasseroberfläche in einen zweikammerigen Behälter
Überstieg über eine Brüstung aus einem mittigen Gerinne auf der Behältertrennwand

3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

Abbildung:
Brüstungsüberstieg mit Haltebügeln, unter einer Abdeckplatte mit Kfz-Seilwinde, Leiter innen ohne Ausklapphilfe
Abstieg in Leiter mit nicht einbruchssicherer Abdeckung

- ***Unfallverhütung?***

3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

Abbildung:
Halbhohe Drucktür in der Nachrüstung ... mit ...
Lieblos angesetztem Fensterflügel ohne Herstellung einer Dichtigkeit

- ***Gesamtkonzept?***
- ***Luftdichtigkeit?***

3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

Abbildungen:
Einstieg in die Kammer ohne Einstiegshilfe

- ***Gesamtkonzept?***
- ***UVV?***

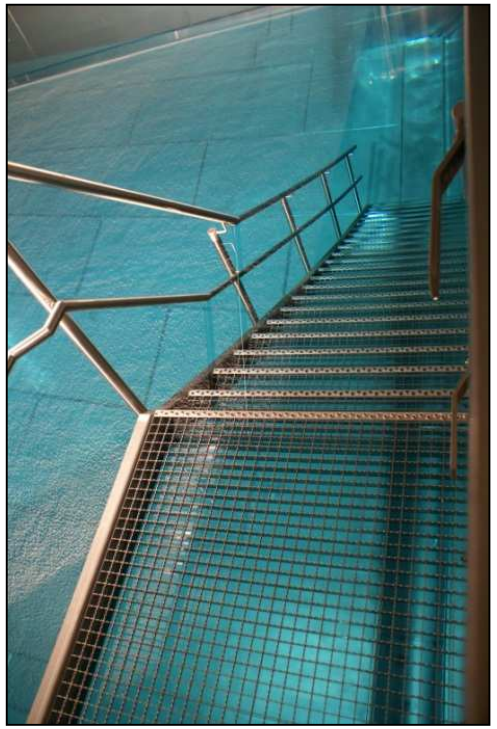
3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

Bei vielen Behältern kann die Lösung für die Verbesserung der Begeh- und Erreichbarkeit der Wasserkammern darin bestehen, eine ***bestehende Brüstung*** nicht mehr (unter erhöhter Unfallgefahr) zu übersteigen, sondern diese zu ***durchbrechen*** und ebenerdig zu ***durchschreiten***:

3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

Damit ist oft die Notwendigkeit der Schaffung von Zugangswegen verbunden, auch um Behelfe bei der Begehung (wiederum unter Behinderung von Wartungsarbeiten und erhöhter Unfallgefahr) zu vermeiden:

- Treppen und Geländer möglichst aus Edelstahl
- Bei den Laufbreiten nicht sparen!
- UVV beachten!
- Alle Profile möglichst werksvorgefertigt
- Alle Profile möglichst mit wenigen Schraubverbindungen
- Keine Hohlräume mit potentieller Verkeimung
- Dichter Anschluss an jedwelche Auskleidung
  bzw. Beschichtung (KTW, W 270!)

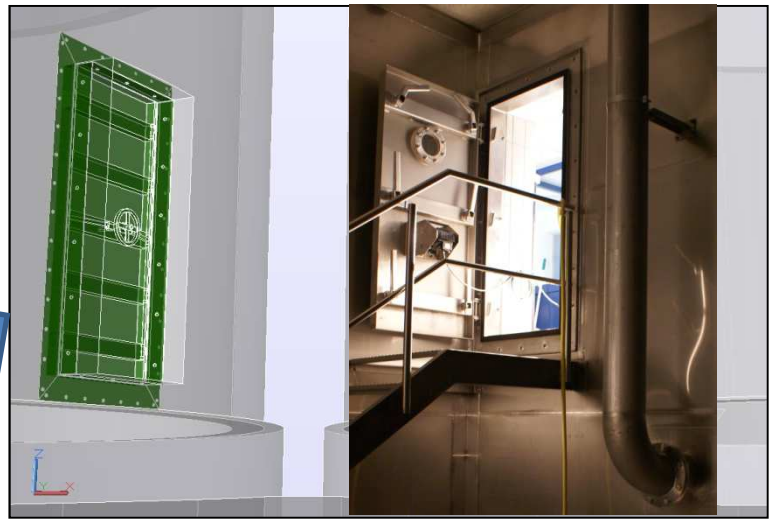


3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

Innerhalb eines Brillenbehälters kann es eine Lösung sein, anstelle der oft verwendeten Brüstungsüberstiege im EG stattdessen im UG ***Drucktüren*** einzubauen.

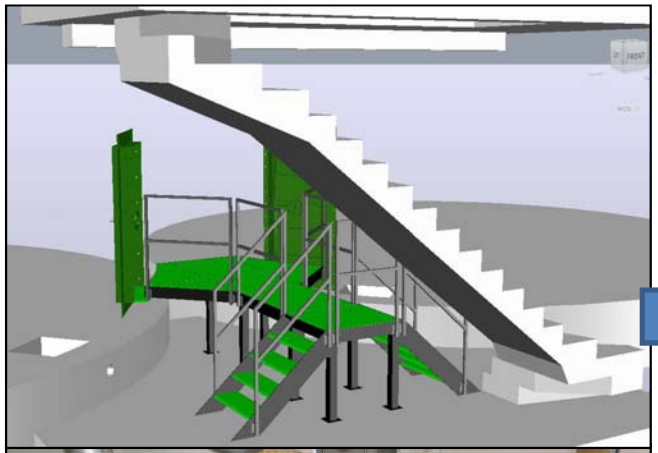
Dies ist meist mit einer vollständigen, ***raumtechnischen Überplanung*** verbunden, da i. d. R. die bestehende Installation in Brillenbehältern eine Begehung ohne Weiteres kaum zulässt.

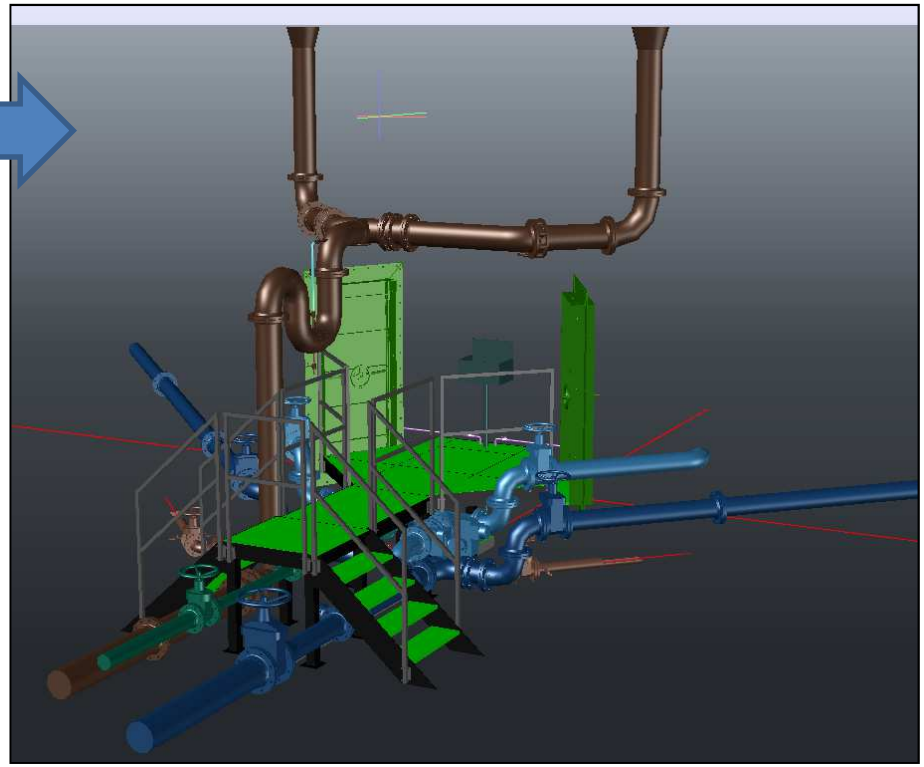
Zudem steht mit der Begehung der Wasserkammern über ebenerdig begehbare Drucktüren die ***Barrierefreiheit*** im Vordergrund – ein vorhergelagertes Übersteigen von Rohrleitungen kann also kaum zielführend sein.



3.7 Begehbarkeit der Anlage und Begehung der Wasserkammern

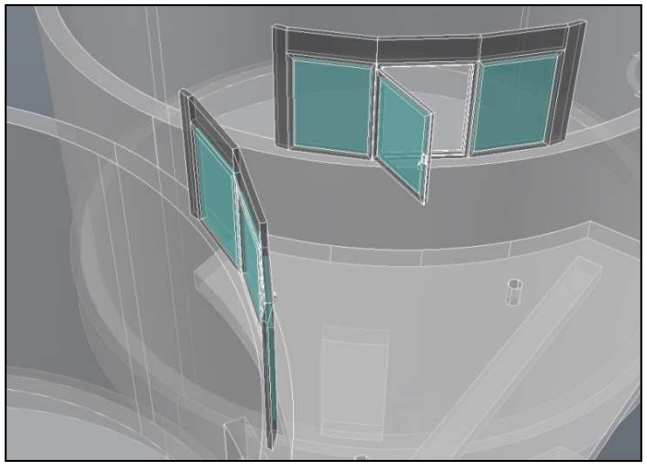
Damit ist u. U. ***zwingend die komplette Neugestaltung der Schieberkammer*** erforderlich, und es sind neue Wege bei der Gestaltung der Anschlussberohrung und der Begehbarkeit zu gehen.



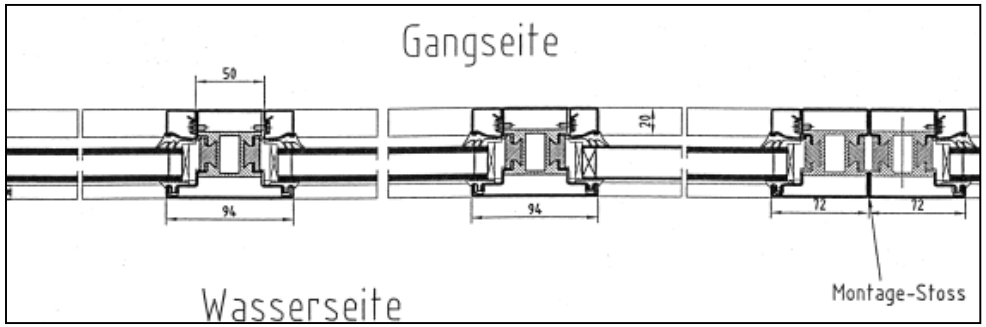


3.8 Einsicht auf die Wasseroberflächen

Die Einsichtnahme auf den v. g. Brillenbehälter kann dabei wie folgt realisiert werden:



- Geeignete Fensterprofile (Kunststoff, Alu, evtl. beschichtet, Edelstahl)?
- Dichtung gegen das Gebäude und gegen eine mögliche Auskleidung?
- ***Beschlagsfreihaltung***?



PfK Akademie

3.8 Einsicht auf die Wasseroberflächen

Außer ***Edelstahl*** hat sich nichts wirklich bewährt!

3.9 Ausleuchtung der Wasserkammern

Mit dem Kapitel sollen folgende Fragen aufgeworfen werden:

- Was kann man ***alles falsch*** machen?
- Wie ist ein ***Bediengang*** auszuleuchten?
- Welche ***Leuchtmittel*** eignen sich für die Wasserkammern?
- Ist eine ***Unterwassereinsicht*** auch möglich?

Fehlerquellen

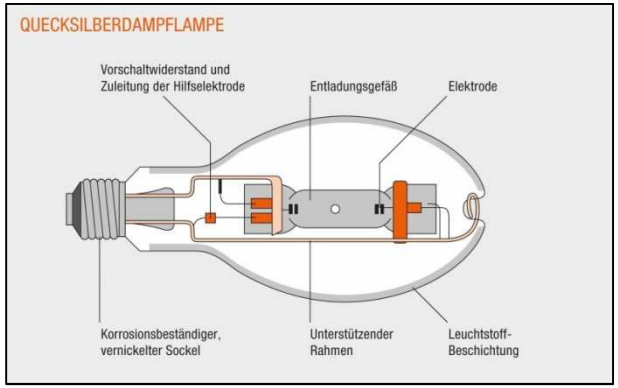
Die Fehlerquellen sind sehr vielfältig und reichen von unzureichenden technischen Lösungen bis hin zu Vorschriftenverletzungen:

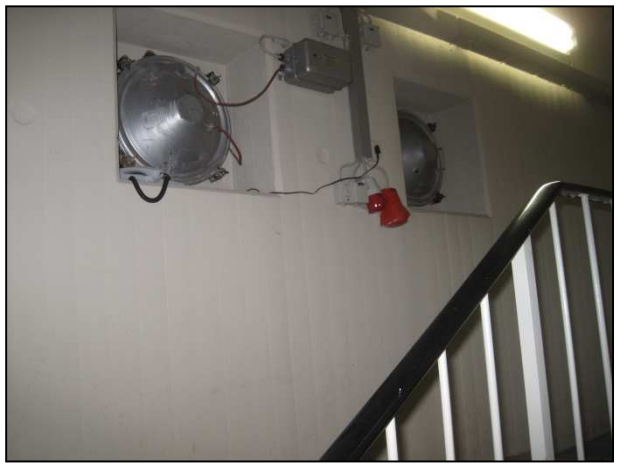
- ***Stagnierendes Wasser in ungeeigneten Kabelwegen***, zum Leuchtmittel
- Ungeeignete ***Leitungseinführungen***
- Ungeeignetes ***Leitungsmaterial***
- ***Schwache*** Ausleuchtung
- Leuchtmittel nicht ***feuchtraumgeeignet/nassraumgeeignet***
- Leuchtmittel enthalten ***wassergefährdende*** Stoffe
- Leuchtmittel ***schwer erreichbar***, Tausch erschwert und gefährdet Wasserhygiene
- ***Materialunverträglichkeiten*** durch Montagekleinteile, z. B. Befestigungsschrauben, Anker, Korrosion
- Fehlende ***Fluchtwegeausleuchtung***
- ***Falsche Spannungsebene***

3.9 Ausleuchtung der Wasserkammern

Beispiele für weniger gut gelungene Ausleuchtungen

- Leuchtmittel mit Hg-/Na-Dampflampen (Prinzip der Gasentladung):





Quecksilber ist ein wasser- und gesundheitsgefährdender Stoff!

3.9 Ausleuchtung der Wasserkammern

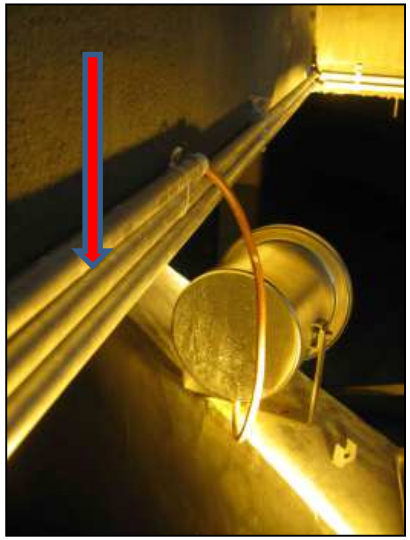
- Leuchtmittel als Leuchtstoffröhren ohne Splitterschutz und ohne Feuchtraumeignung/Nassraumeignung:

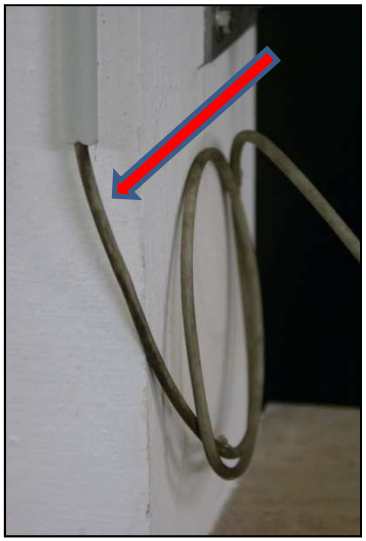
- Unterwasserscheinwerfer ohne Notwendigkeit:

… trotz …

3.9 Ausleuchtung der Wasserkammern

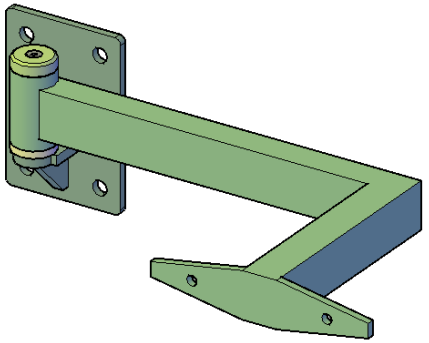
- Ungeeignete Leitungswege in den Wasserkammern:

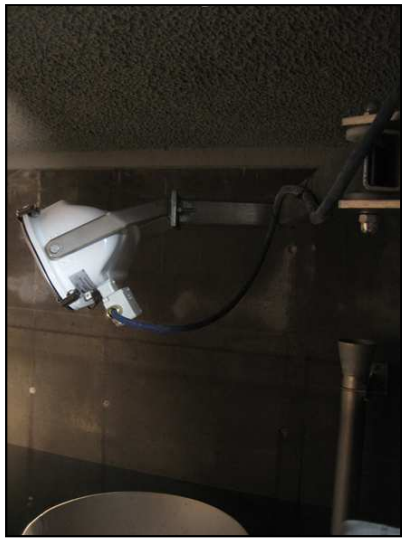




3.9 Ausleuchtung der Wasserkammern

- Die Beleuchtung muss ***trinkwassergeeignet*** sein, einschl. Anschlussmaterial
- Leuchtmittel müssen leicht zu ***wechseln*** sein
- ***Gefahrstoffe*** dürfen nicht enthalten sein
- Eine ***Fluchtwegebeleuchtung*** ist sicherzustellen
- Die ***Ausleuchtung*** muss hinreichend sein
- Moderne Leuchtmittel (***LED***) sind ggf. vorzuziehen
- Scheinwerfer im Wasser sollten ***korrosionsbeständig*** sein
- Eingesetzte Kunststoffe sollten eine ***KTW-Empfehlung*** des Bundesgesundheits[illegible]
- Wenn möglich, sollte das Leuchtmittel ***nicht trinkwasserberührt*** angebracht werden





3.10 Trennung der Lufträume über den Wasserkammern – Fluch oder Segen? Austausch der Luft über den Wasserkammern – natürlich oder erzwungen?

Die ***Trennung der Lufträume*** über den Wasserkammern ist ein ***häufig praktizierter Weg*** zur Verbesserung der Speicherhygiene im Wasserbehälter. Der Weg ist nach ***DVGW W 300 Teil 1*** verbindlich.

Genauso oft wie die Idee eingesetzt wird, wird sie auch ***falsch*** gemacht.

Denkanstöße:

- Wasserkammer vom ***Vorsatzbauwerk*** getrennt oder nicht?
- Wasserkammern ***untereinander*** getrennt?
- ***Laufgang*** (mittig) abgetrennt?
- Wie wird die ***Beatmung der Wasserkammern*** sichergestellt?
- Bei Einsichten: wie wird die ***Reinigung von Fenstern*** sichergestellt? Gibt es eine ***Beschlagsfreiheit***?
- Wie werden ***Einsichtfenster eingedichtet***?
- Wie lässt sich die Trennung der Wasserkammerluft mit einer Begehbarkeit vereinen?
- Wie erfolgt eine notwendige ***Luftaustauschrate***?
- Welche Auswirkungen hat ***erhöhte Feuchtigkeit*** in den Wasserkammern? Gibt es ***negative Begleiterscheinungen***?
- Ist mein Behälter ***ohne weitere Ertüchtigung geeignet***?

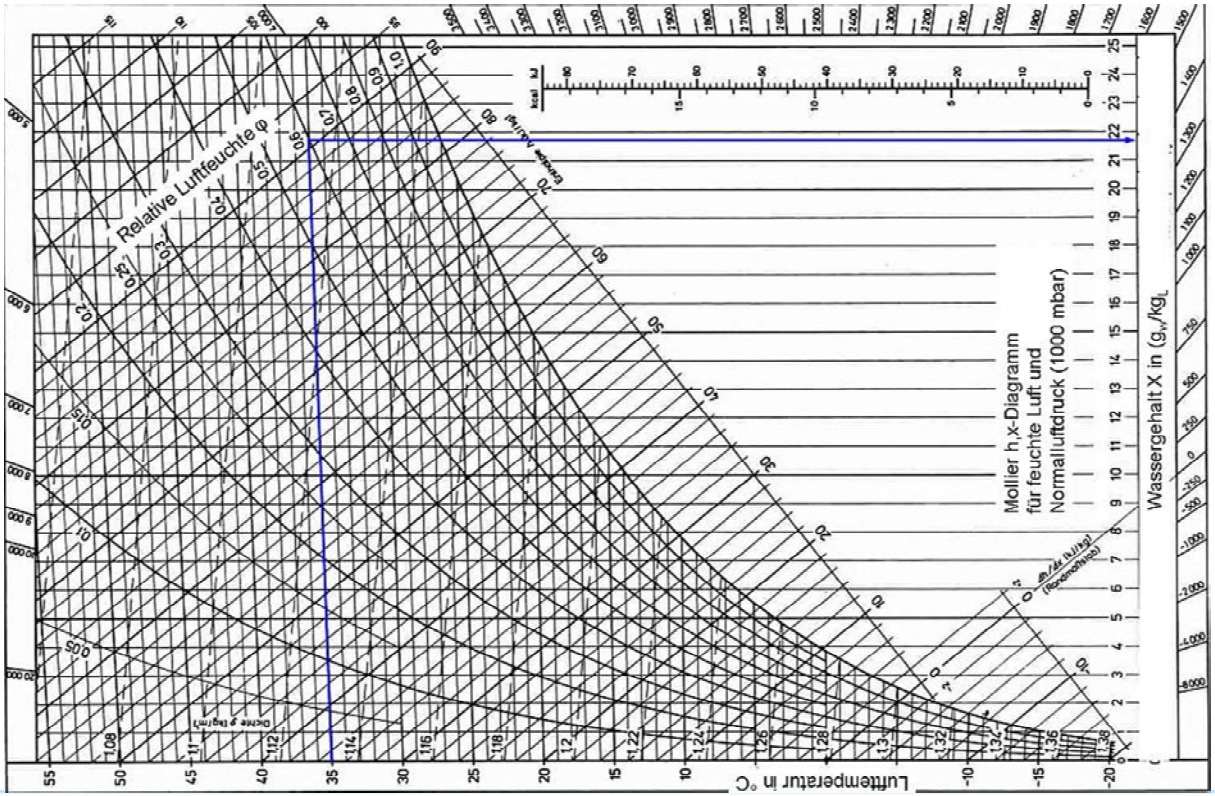
Mehr denn je ist für die Hygienisierung der Behälterluft ein ***nachhaltiges***, ***ganzheitliches Belüftungs- und Trennungskonzept*** entscheidend. Ohne Konzept gehen Bemühungen auch unter Verwendung bester und teuerster Bauteile fehl.

3.10 Trennung der Lufträume über den Wasserkammern – Fluch oder Segen? Austausch der Luft über den Wasserkammern – natürlich oder erzwungen?

Mollier-Diagramm für feuchte Luft

Das ***Verhalten von feuchter Luft*** ist ganz wesentlich geprägt vom ***Aufnahmevermögen der Luft für Wasser***. Mit abnehmender Temperatur der Luft nimmt auch deren Aufnahmevermögen für Wasser ab. So lässt sich die ***Nebelbildung*** und ***Kondensation*** leicht erklären.

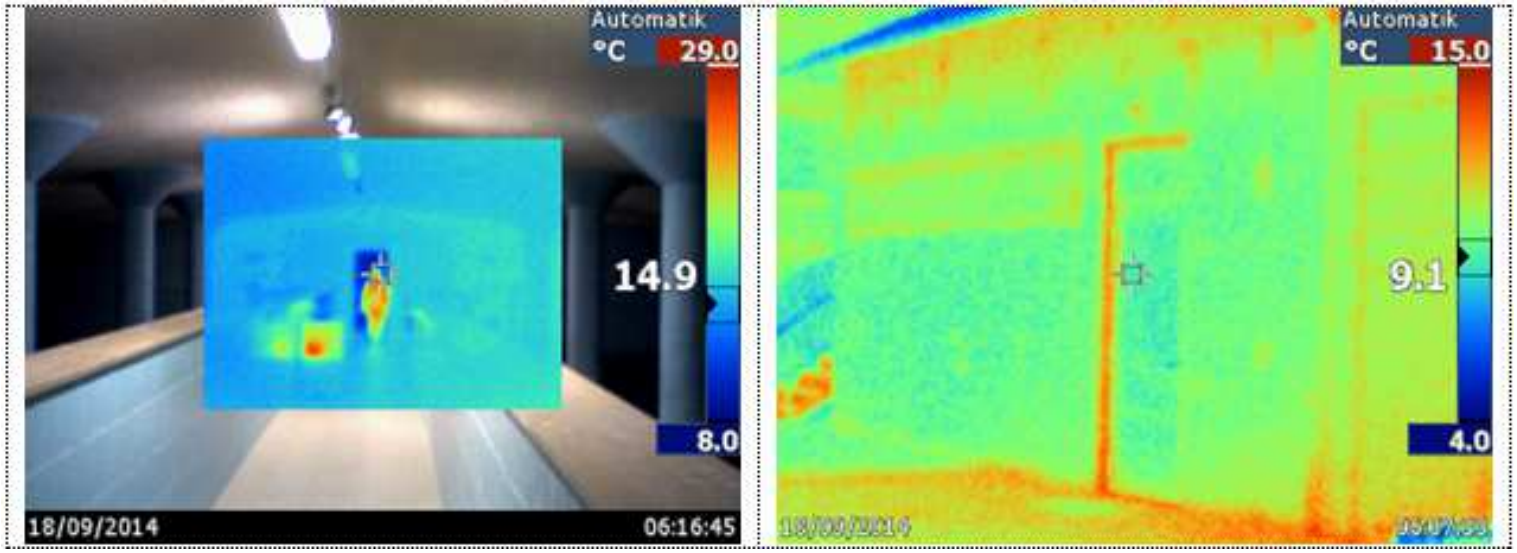
Dabei spielt der Begriff „***relative Luftfeuchte***“ eine sehr große Rolle:



3.10 Trennung der Lufträume über den Wasserkammern – Fluch oder Segen? Austausch der Luft über den Wasserkammern – natürlich oder erzwungen?

Grundlage: Prüfung der Bausubstanz auf Wärmebrücken

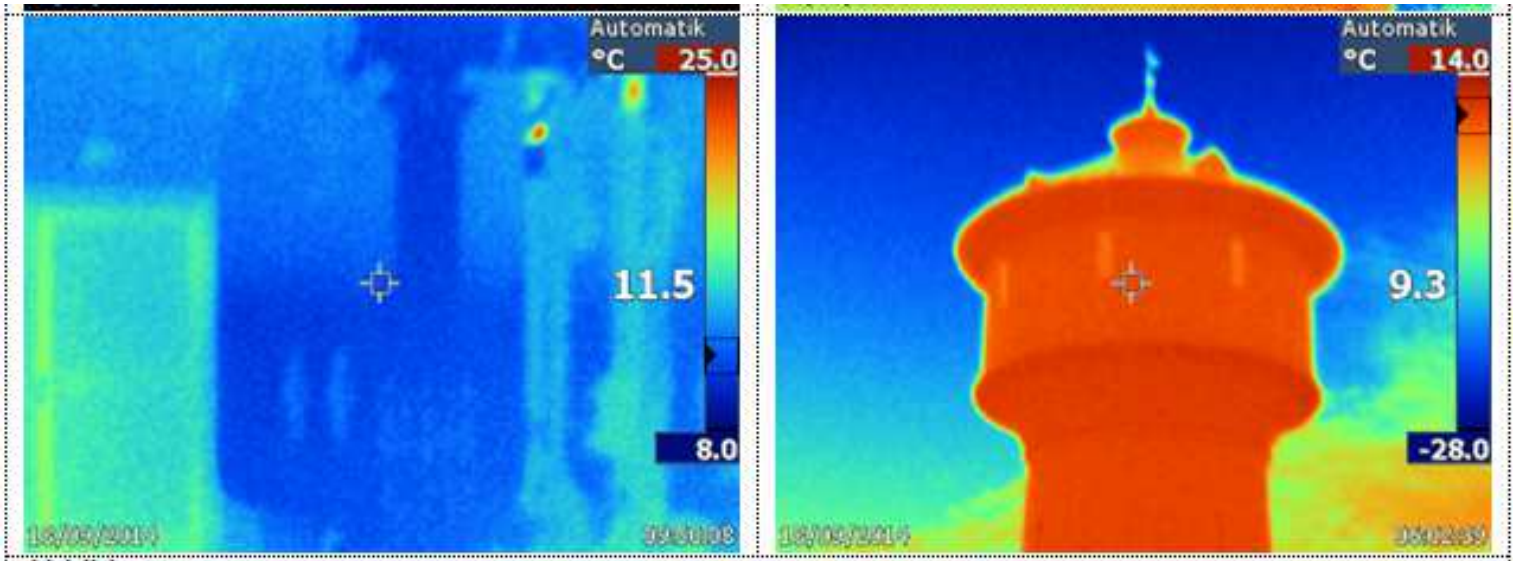
Die ***Bausubstanz selbst ist ggf. anfällig für eine erhöhte Feuchte*** im Raum. Dafür sind i. W. ***Wärmebrücken*** in Verbindung mit ***Bauschäden*** oder ***ungeeigneten Behälterbaumaterialien*** verantwortlich. Auch die ***Trinkwasserhygiene*** spielt eine Rolle. Wichtige Aufschlüsse können Wärmebildkamera-Untersuchungen liefern:



© PfK Ansbach GmbH

3.10 Trennung der Lufträume über den Wasserkammern – Fluch oder Segen? Austausch der Luft über den Wasserkammern – natürlich oder erzwungen?

Die ***Bausubstanz selbst ist ggf. anfällig für eine erhöhte Fe***uchte im Raum. Dafür sind i. W. ***Wärmebrücken*** in Verbindung mit ***Bauschäden*** oder ***ungeeigneten Behälterbaumaterialien*** verantwortlich. Auch die ***Trinkwasserhygiene*** spielt eine Rolle. Wichtige Aufschlüsse können Wärmebildkamera-Untersuchungen liefern:



Abbildungen:
Wärmebildaufnahmen

3.10 Trennung der Lufträume über den Wasserkammern – Fluch oder Segen? Austausch der Luft über den Wasserkammern – natürlich oder erzwungen?

Luftraumtrennung müssen v. a. ***konsequent und trinkwassertauglich*** sein. Hier kommt es in der ***Praxis*** zu vielen ***Regelverletzungen***!

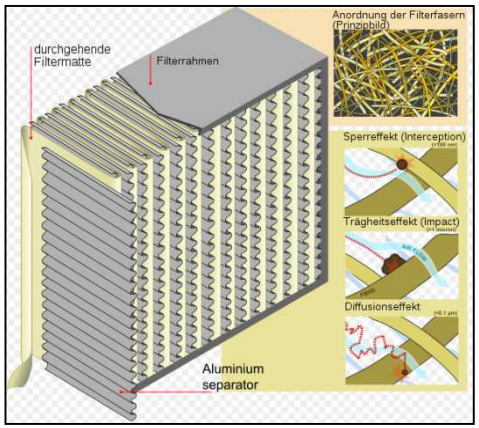
3.11 Luftfilteranlagen für Wasserkammern

Luftfilter sind mindestens wie folgt zu differenzieren:

- Grobstaubfilter mit Partikeln > 10 µm: G1 bis G4
- Feinstaubfilter mit Partikeln 1…10µm: M5 bis F9
- Schwebstofffilter mit Partikeln < 1 µm: E10 bis U17

Unterschieden werden muss für die Anwendungen im Trinkwasserbereich grundsätzlich zwischen ***Schwebstofffiltern*** und ***Feinstaubfiltern***.

- 1. Stufe: Feinstaubfilter: z. B. Klasse F9, mittlerer Wirkungsgrad 80-90 %, als Vorfilter für Schwebstofffilter
- 2. Stufe: Schwebstofffilter: z. B. Klasse H13, Abscheidegrad 99,95 %, scheidet Keine, Bakterien, Viren, Tabakrauch, Metalloxide, Öldunst und Ruß sowie radioaktive Schwebstoffe ab, aber nicht: Aerosole!



- Allen Filtern sollte eine Vorreinigung vorausgehen: z. B. Insektenschutz!

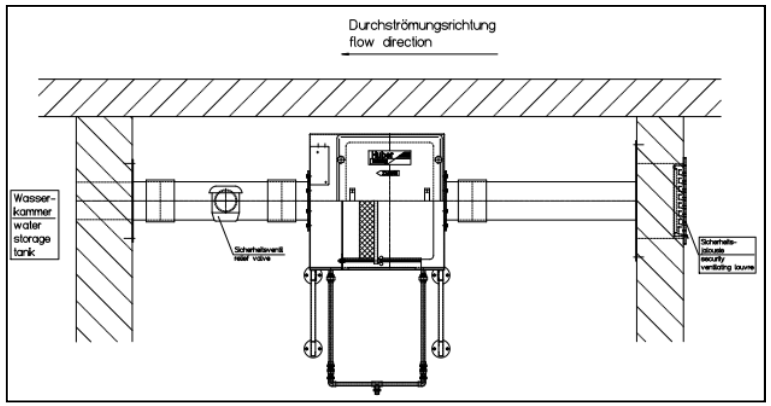
3.11 Luftfilteranlagen für Wasserkammern

3.11 Luftfilteranlagen für Wasserkammern

Anlagenbeispiele:

Fragen und Probleme:

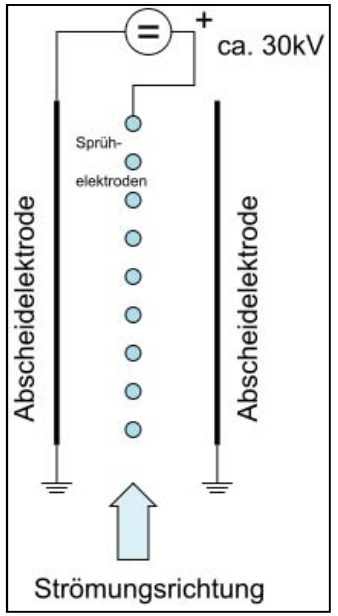
- Erreichbarkeit/Wartung?
- Erfassung des Strömungswiderstandes?
- Folgende Unter- Überdruckprobleme?
- Erfassung der Filterbeladung?
- Bidirektionale Überströmung des Filters?



3.11 Luftfilteranlagen für Wasserkammern

Alternative: Elektrostatfilter

- Freisetzung von elektrischen Ladungsträgern
- Aufladung der Staubpartikel im elektrischen Feld oder Ionisator
- Transport der geladenen Staubteilchen zur Niederschlagselektrode (NE)
- Anhaftung der Staubpartikel an der Niederschlagselektrode
- Entfernung der Staubschicht von der Niederschlagselektrode.

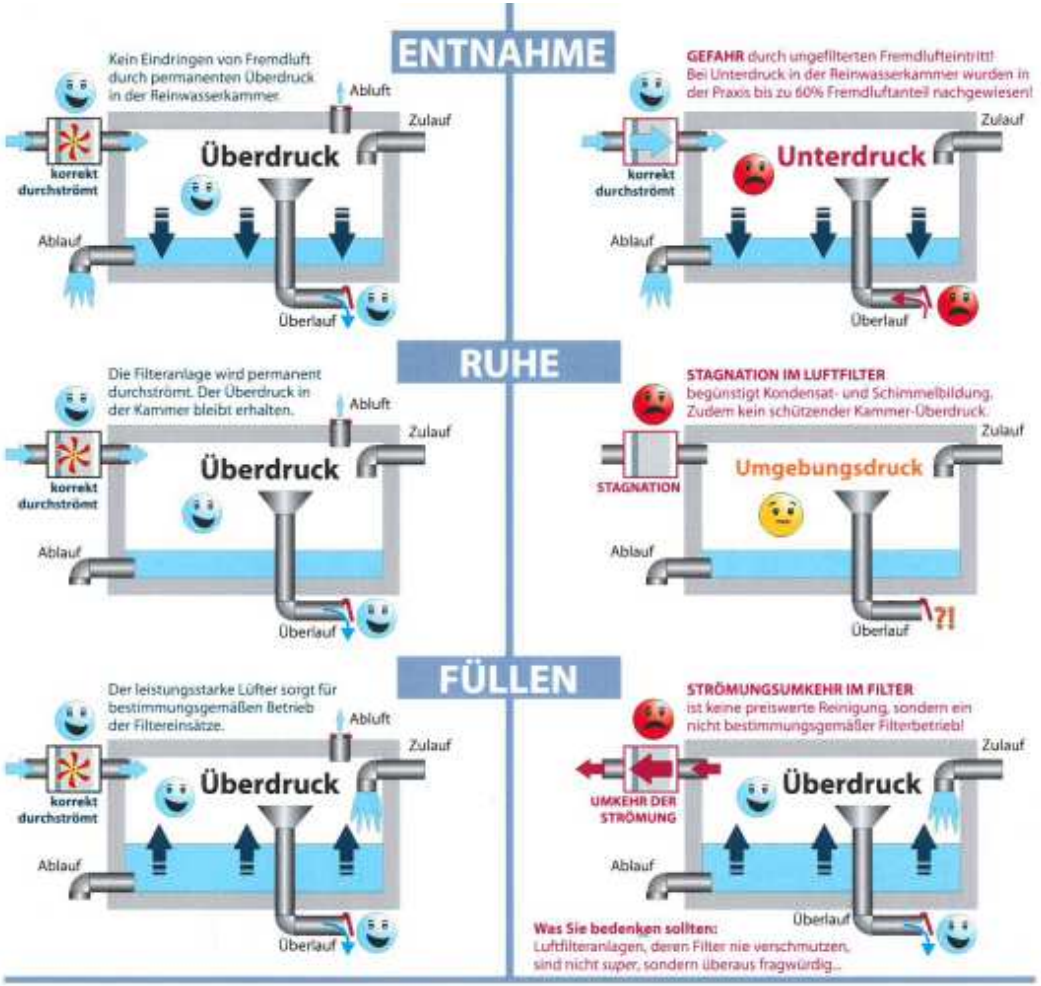


Fragen und Probleme:

- Leistungsfähigkeit?
- Gefahrenpotential?
- Wartung und Service?
- Stromverbrauch?
- Verfügbarkeit elektrischer Strom?

3.11 Luftfilteranlagen für Wasserkammern

Alternative: Ganzheitlich wirkende Systeme in der Luftkonditionierung



Bilder aus der Praxis

Filterwechsel

handelsübliche Filter | kinderleichter Wechsel

Partikelmessung

eindeutiger Qualitätsnachweis

Referenzobjekt

thermisch isolierte Doppel-Anlage

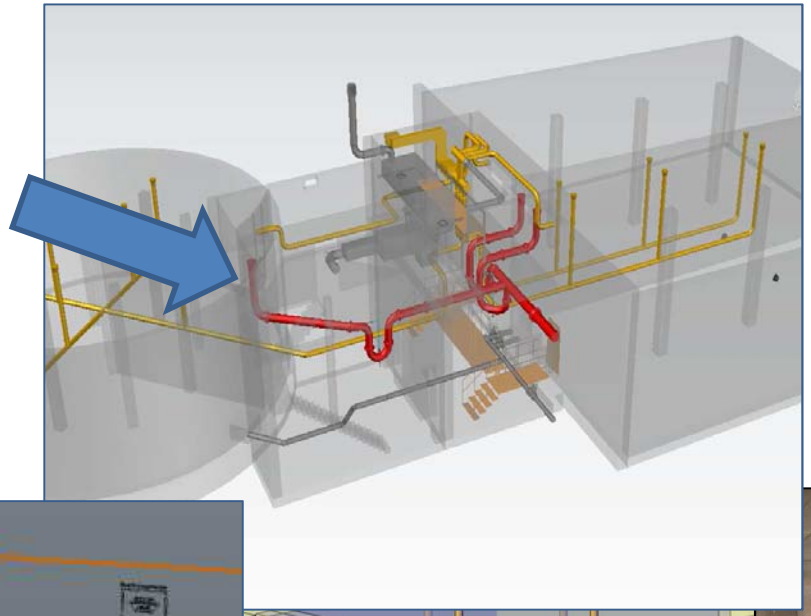
Herstellerangaben:

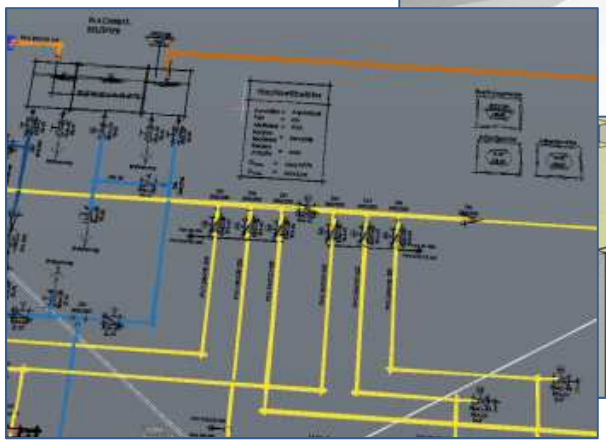
- *Permanenter Überdruck*
- *Definierte Strömungsrichtung*
- *Permanente Filterdurchströmung*
- *Minimaler Stromverbrauch*
- *Handelsübliche Filtereinsätze*
- *Optimierte Revisionsintervalle*
- *Scada-kompatibel*

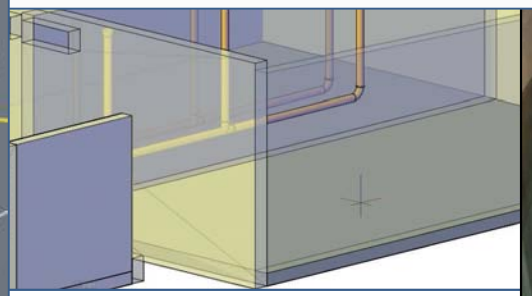
PfK Akademie

3.11 Luftfilteranlagen für Wasserkammern

Natürliche Belüftung vs. erzwungener Luftaustausch







3.12 Abschließende Prüfungen – Blower-Door-Test

Prüfbericht zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit gem. EN 13829

Objekt	: Trinkwassertank	Auftraggeber	: Vielberth & Fritz GmbH & Co.KG
PLZ / Ort	: 91183 Wassermungenau	Straße	: Kellerweg 2

Datum / Zeit : 10.06.2010 / 15:38 und 10.06.2010 / 15:44
Messgerät : blowtest 3000

Angaben zum Objekt

Meßort / Raum	: Zugang Trinwassertan	Gebäudehöhe	: 7 m
Einbauort	: Trinkwassertank	Art der Heizung	:
Netto-Grundfläche A_F	: 201,4 m²	und Lüftungsanlage	:
Raumvolumen V	: 893,07 m³	Meßverfahren	: A
Hüllflächen A_E	: m²		

Messwerte (Unterdruck)

Druckdifferenz	59	50	40	30	20	10	0	0	0	0	Pa
Volumenstrom	28	28	18	19	14	10	0	0	0	0	m³/h

Strömungskoeffizient C_{env}	= 2.30 m³/(h Pa^n)	VB_{env}	= 1,0 bis 5,2
Strömungsexponent n	= 0.60	VB_n	= 0,4 bis 0,8
Leckagekoeffizient C_L	= 2.20 m³/(h Pa^n)	VB_L	= 1,0 bis 5,2
Leckagestrom V_{50}	= 24 m³/h		
Luftdurchlässigkeit q_{50}	= - m³/(h m²)		
nettogrundflächenbezogener Leckagestrom W_{50}	= 0.1 m³/(h m²)		
Luftwechselrate n_{50}	**= 0.03 h^{-1}**		

Messbedingungen (Unterdruck)

Windstärke	= 0 Beaufort	natürliche Druckdifferenz:			
Außentemperatur	= 15.3 °C	$\Delta p_{0,1}$	= 0.38 Pa	$\Delta p_{0,2}$	= 0.91 Pa
Innentemperatur	= 16.0 °C	$\Delta p_{0,1+}$	= 0.49 Pa	$\Delta p_{0,2+}$	= 0.91 Pa
Luftdruck	= 959.00 mbar	$\Delta p_{0,1-}$	= -0.40 Pa	$\Delta p_{0,2-}$	= 0.00 Pa

Messwerte (Überdruck)

Druckdifferenz	60	50	39	30	20	10	0	0	0	0	Pa
Volumenstrom	36	34	34	28	26	29	0	0	0	0	m³/h

Strömungskoeffizient C_{env}	= 19.30 m³/(h Pa^n)	VB_{env}	= 10,3 bis 36,3
Strömungsexponent n	= 0.14	VB_n	= -0,04 bis 0,32
Leckagekoeffizient C_L	= 19.60 m³/(h Pa^n)	VB_L	= 10,4 bis 36,8
Leckagestrom V_{50}	= 33 m³/h		
Luftdurchlässigkeit q_{50}	= - m³/(h m²)		
nettogrundflächenbezogener Leckagestrom W_{50}	= 0.2 m³/(h m²)		
Luftwechselrate n_{50}	**= 0.04 h^{-1}**		

Messbedingungen (Überdruck)

Windstärke	= 0 Beaufort	natürliche Druckdifferenz:			
Außentemperatur	= 15.3 °C	$\Delta p_{0,1}$	= 0.38 Pa	$\Delta p_{0,2}$	= 0.91 Pa
Innentemperatur	= 16.0 °C	$\Delta p_{0,1+}$	= 0.49 Pa	$\Delta p_{0,2+}$	= 0.91 Pa
Luftdruck	= 959.00 mbar	$\Delta p_{0,1-}$	= -0.40 Pa	$\Delta p_{0,2-}$	= 0.00 Pa

arithmetischer Mittelwert der Unter- und Überdruckmessung

Leckagestrom V_{50}	= 28.5 m³/h
Luftwechselrate n_{50}	**= 0.04 h^{-1}**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

PFK AKADEMIE
SEMINAR JUNI 2017

AUSKLEIDUNG VON TRINKWASSERBEHÄLTERN

PfK Akademie