

© Implenia Construction GmbH, Project Excellence & Services - Baustofftechnik

Alle Rechte vorbehalten. Die Dokumentation ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich und darf auszugsweise nicht ohne schriftliche Zustimmung der Autoren veröffentlicht werden.

Essity Operations Mannheim

Projekt Columbus

Vorplanung AwSV relevanter Bauteile

Planungsstand 06.04.2020

Dokumentation Nr. MA-2020-118-1

Datum, Version	7. April 2020
Kunde	Essity Operations Mannheim GmbH Project Engineer Construction - Civil Projects Herr Niklas
Verfasser	Jürgen Krams
Verteiler	1 x Kunde
Klassifizierung	

1.	Vorgang	3
2.	Technische Regelungen.....	3
3.	Planungs- und Konstruktionsvorgaben.....	4
3.1.	Anlagenteile.....	4
3.2.	Allgemeine Konstruktionsvorgaben.....	14
3.3.	Objektspezifische Randbedingungen.....	14
3.3.1.	Wassergefährdende Flüssigkeiten	14
3.3.2.	Festlegung der Bauart.....	20
3.3.3.	Gefährdungsbewertung	21
3.4.	Konstruktive und baustofftechnische Randbedingungen.....	21
3.4.1.	Rissbreitenbeschränkung der Bauteile.....	22
3.4.2.	Betontechnologische Aspekte	24
3.4.3.	Riss- bzw. Fugenabdichtung	24
3.5.	Betriebliche Randbedingungen	25
3.5.1.	Gefährdungseinstufung der Flüssigkeiten	25
3.5.2.	Sicherungssysteme der Anlage	25
3.5.3.	Entwässerung im Gebäude A7	25
3.5.4.	Entwässerung der Außenanlagen.....	28
3.5.5.	Beanspruchungsdauer der einzelnen Anlagenteile.....	29
3.5.6.	Rutschsicherheit.....	30
4.	Planungsansätze für Baustoffe.....	31
4.1.	Stahlkonstruktionsteile und Bewehrungsstahl.....	31
4.2.	Lieferbeton.....	31
4.3.	Materialien zur Riss-/Fugenbehandlung	32
4.4.	Materialien für Betonersatz /-ergänzung.....	32
4.5.	Auskleidungen	32
4.6.	Beschichtungen.....	32
5.	Planungsansätze für die Konstruktionsbauteile	35
5.1.	Betonbauweise mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis	35
5.2.	Betonbauweise mit rechnerischem Dichtheitsnachweis.....	37
5.3.	Erstprüfung FDE Betone	37
5.4.	Behandlung von Rissen.....	40
6.	Entwässerung der Auffangwannen	42
6.1.	Entwässerungsführung.....	42
6.2.	Berechnung des Rückstauvolumens	42
6.2.1.	Niederschlagsmengen	42
6.2.2.	Löschwassermengen	42
6.2.3.	Austretende Prozesswässer im Havariefall.....	43
6.3.	Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen.....	43

1. Vorgang

Auf dem Werksgelände der Essity Mannheim soll eine neue Produktionsanlage mit der Bezeichnung Columbus entstehen. Die Anlage unterliegt wasserrechtlichen Randbedingungen und ist unter den diesbezüglich geltenden Rahmenbedingungen zu planen. Neben der reinen Tragwerksplanung müssen dementsprechend eine baustofftechnische Rahmenplanung sowie eine Detailplanung unter Berücksichtigung der erforderlichen Dichtigkeitsnachweise durchgeführt werden.

Zur Unterstützung dieser Planungsschritte im Rahmen der Entwurfsplanung wurde das Planungsbüro der Implenia Construction GmbH mit einem Teil der dafür notwendigen Planungsleistungen beauftragt.

Wasserrechtliche Vorgaben liegen zum jetzigen Zeitpunkt der Planung noch nicht vor. Die Entwurfsplanung soll Grundlage einer mit dem Sachverständigen Gewässerschutz abgestimmten Planung sein, die durch die Wasserbehörde zu genehmigen ist. Die tragwerkplanerischen Aspekte werden durch das Ingenieurbüro Weber Engineering Service GmbH erbracht und sind mit dem Prüfingenieur abzustimmen.

Die Planung der Primärschutzsysteme (Tanks, Rohrleitungen, etc.) erfolgt durch den Anlagenbauer. Vorrangiges Ziel des nachfolgenden Planungsentwurfs ist eine Charakterisierung der erforderlichen Sekundärsicherungssysteme aus Ableitflächen und temporär wirksamen Auffangkonstruktionen.

2. Technische Regelungen

- [1] EC 2
- [2] DIN EN 206 Beton
- [3] AwSV Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- [4] DAfStb Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen BUMwS
- [5] DWA-A 779 Technische Regel wassergefährdender Stoffe TRwS – Allgemeine Technische Regelungen
- [6] DWA-A 786 Technische Regel wassergefährdender Stoffe TRwS – Ausführung von Dichtflächen
- [7] DWA-A 785 Technische Regel wassergefährdender Stoffe TRwS – Bestimmung des Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen R₁
- [8] VwV TB Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen des Umweltministeriums und des Wirtschaftsministeriums; Dez. 2017
- [9] Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteinrichtungen beim Lagern wassergefährdender Stoffe Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie – LÖRüRL
- [10] DGUV Regel 108-003 Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr; BG Bau, 2003
- [11] ASR A1.5/1,2 Fußböden – Technische Regeln für Arbeitsstätten, 2013
- [12] BGI/GUV-I 8687 Bewertung der Rutschgefahr unter Betriebsbedingungen; DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
- [13] DBV Merkblatt Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau
- [14] DAfStb Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton
- [15] TRGS 509 Lagerung von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern ...
- [16] Zulassungsgrundsätze „Beschichtungssysteme für Auffangwannen, Auffangräume und Flächen aus Beton in Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Flüssigkeiten“; DIBt

3. Planungs- und Konstruktionsvorgaben

3.1. Anlagenteile

Das Projekt Columbus besteht aus zahlreichen Einzelbauwerken mit unterschiedlichen, wasserrechtlich relevanten Einwirkungen.

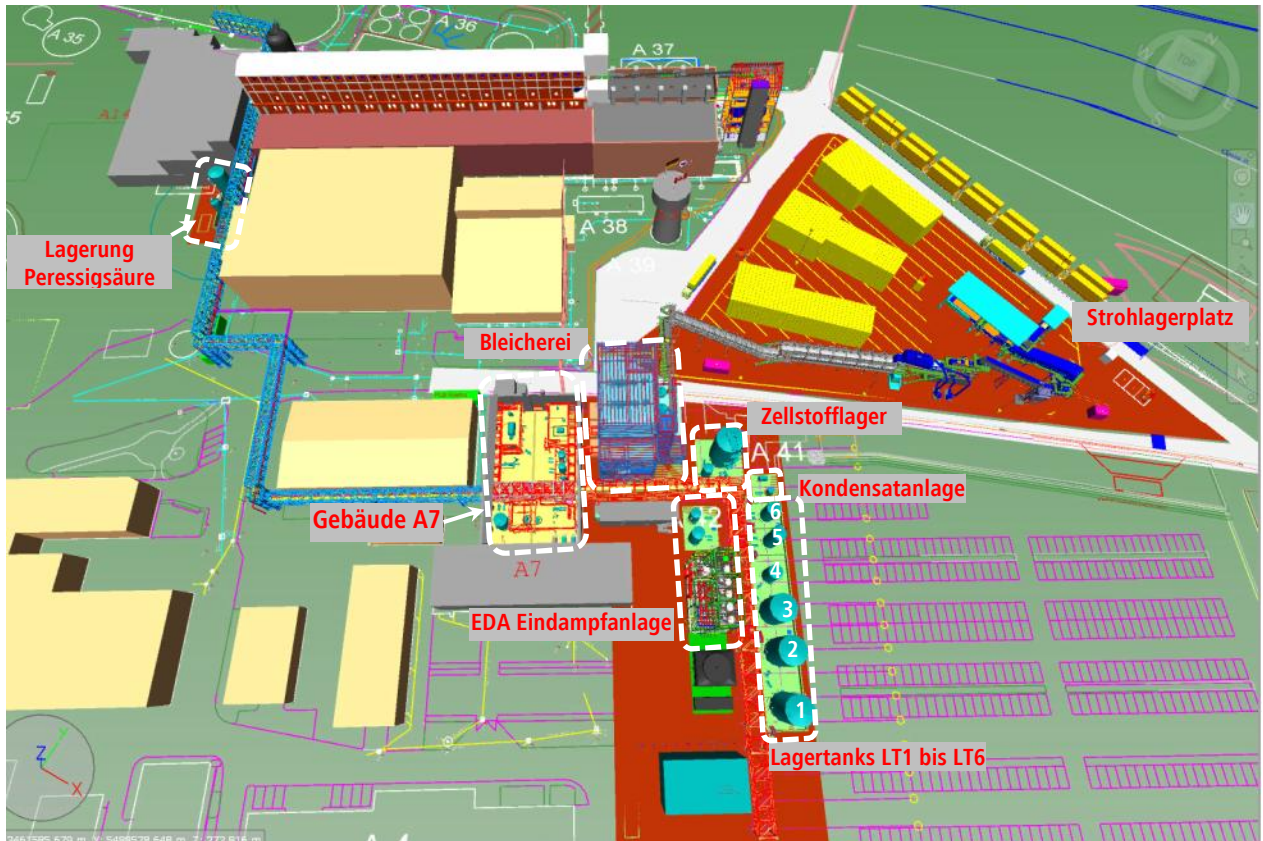


Bild 1: Übersicht über die einzelnen Konstruktionsbereiche der Columbus Anlage mit unterschiedlichen Lagermedien

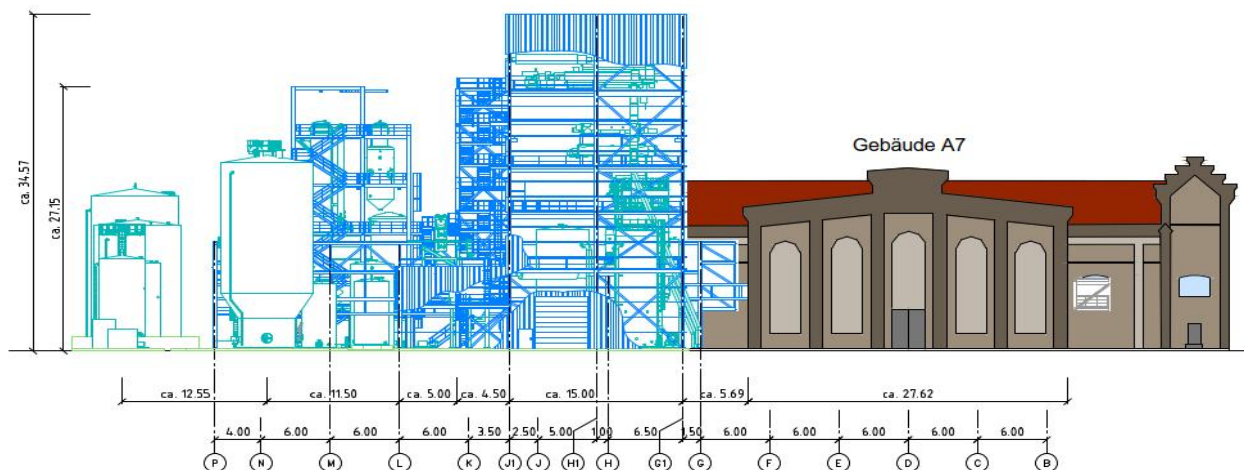


Bild 2: Ansichten Lagertanks (links), Bleicherei (Mitte), Gebäude A7 (rechts) gem. Plan MA-255-B 025 vom 30.03.2020

Tab. 1: Zusammenstellung der Anlagenteile mit Abmessungen und Chemikalieneinwirkungen

Bezeichnung			Abmessungen		Einwirkungen		
			Max. Lagervolumen m ³	Ableitfläche	Chemikalien	Wassergefährdungsklasse	
Bereich	Kurz-Bez.	Tank Nr.					
Gebäude A7	A7-1	B14001	33	25 m x 45 m	Wässrige Suspensionen mit Fasern	WGK 1	
	A7-2	B71004	2,7				
	A7-3	B71002	2,4				
	A7-4	B23005	22				
	A7-5	B32008	18				
	A7-6	B33008	8				
	A7-7	B43001	24				
	A7-8	B42002	79				
	A7-9	B46013	69				
Bleicherei	BL1	B22101	44	25 m x 30 m	Wässrige Suspensionen mit Fasern	WGK 1	
	BL2	B22101	44				
	BL3	B22201	44				
	BL4	B34002	183				
	BL5	B23001	111				
	BL6	B32002	108				
	BL7	B33002	133				
	BL8	B46010	132				
Zellstofflager	ZL1	B47001	795	14 m x 14 m	Wässrige Suspensionen mit Fasern	WGK 1	
	ZL2	B47005	42				
EDA	Lager-tanks	EDA-LT1	B86004	42	10 m x 13 m	Wasser	-
		EDA-LT2	B78001	88			
	Ein-dampf-ungs-anlage	EDA1		n.b.	13 m x 31 m	Wässrige Suspensionen mit Fasern	WGK 1
		EDA2		n.b.			
		EDA3		n.b.			
		EDA4		n.b.			
		EDA5		n.b.			
EDA6		n.b.					
Lagertanks	LT1	B74001	663	10 m x 30 m	Stroh-Lignin, konzentriert	WGK 1	
	LT2	B74101	663		Stroh-Lignin verdünnt	WGK 1	
	LT3	B72001	530	10 m x 10 m	Kondensat NaOH haltig	WGK 1	
	LT4	B72003	101	10 m x 10 m	Wasserstoff-Peroxid	WGK 1	
	LT5	B81003	138	10 m x 10 m	Natronlauge	WGK 1	
	LT6	B82003	107	10 m x 10 m			
Kondensat-behälter und Wäscher	K1	B94002	12		Wässrige Suspensionen mit Fasern	WGK 1	
Lager Peressigsäure	PE1	B86001	n.b.		Wasser	-	
	PE2	B83003	39		Peressigsäure	WGK 2	

Tab. 2: Zusammenstellung der Anlagenteile mit Ermittlung der Gefährdungsstufe; Betreiberangaben Stand 02.2020

Nr.	Bezeichnung	Tank-Kennzeichnung					WGK	Gefährdungsstufe
		Bezeichnung	Außendurchmesser [m]	Höhe [m]	Inhalt	Volumen [m³]		
01	Standrohr Stufe 1 Filtrat	B-13505	1,50	TBD	saures Filtrat	<5	1	A
02	Standrohr Spülfiltrat	B-13506	1,50	TBD	Natronlaugehaltiges Spülfiltrat	<5	1	A
03	Filtrattank Stufe 1	B-14001	3,75	3,50	saures Filtrat	33	1	A
04	Misch-, Aufschlussbehälter A	B-22001	3,50	4,60	Stroh und Chemikalien Mischung	44	1	A
05	Misch-, Aufschlussbehälter B	B-22101	3,50	4,60	Stroh und Chemikalien Mischung	44	1	A
06	Misch-, Aufschlussbehälter C	B-22201	3,50	4,60	Stroh und Chemikalien Mischung	44	1	A
07	Stufe 2 Behälter	B-23001	3,50	12,00	Stroh und Chemikalien Mischung	111	1	B
08	Filtrattank Stufe 2	B-23005	2,25	6,00	Natronlaugehaltiges Filtrat	22	1	A
09	Bleichturm Stufe 3	B-32002	4,00	9,10	Stroh / Zellstoff Mischung - hohe Konsistenz	108	1	B
10	Filtrattank Stufe 3	B-32008	2,25	5,00	Natronlaugehaltiges Filtrat	18	1	A
11	Bleichturm Stufe 4	B-33002	4,00	11,10	Stroh / Zellstoff Mischung - hoher Konsistenz	133	1	B
12	Filtrattank Stufe 4	B-33008	1,75	4,00	Stroh / Zellstoff Mischung - mittlerer Konsistenz	8	1	A
13	Bleichturm Stufe 5	B-34002	4,50	12,00	Stroh / Zellstoff Mischung - mittlerer Konsistenz	183	1	B
14	Bypass Tank Refiner	B-42002	5,00	4,50	Zellstoff - geringer Konsistenz	79	1	A
15	Vorlagetank Refiner	B-43001	2,75	4,50	Stroh / Zellstoff Mischung - geringe Konsistenz	24	1	A
16	Filtrattank	B-46010	4,00	11,00	Filtrat	132	1	B
17	Filtrattank Sortierung	B-46013	4,00	6,00	Filtrat	69	1	A
18	Zellstoff Lagertank	B-47001	5.0 x 8.0	19,00	Zellstoff - mittlerer Konsistenz	795	1	B
19	Siebwassertank	B-47005	3,00	6,50	Siebwasser	42	1	A
20	Zellstoff Mischtank	B-52001	4,50	11,00	Zellstoff - geringe Konsistenz	By Essity	1	A
21	Standrohr Reinigungsfiltrat	B-71002	1,00	3,50	Natronlaugehaltiges Filtrat	2,4	1	A
22	Reject-Behälter	B-71004	1,50	2,00	Stroh / ätzendes Filtrat - geringer Konsistenz	2,7	1	A
23	Dünnlauge ZFC	B-72001	7,50	12,50	Natronlaugehaltiges Filtrat	530	1	B
24	Kondensat schmutzig ZFC	B-72003	4,00	8,50	Natronlaugehaltiges Filtrat	101	1	A
25	Co-Produkt Tank A	B-74001	7,50	15,50	CO-PRODUCT	663	1	B
26	Co-Produkt Tank B	B-74101	7,50	15,50	CO-PRODUCT	663	1	B
27	Wassertank	B-78001	3,75	8,50	Wasser	88	0	-
28	Peroxidtank ZFC	B-81003	4,00	11,50	49.5% Wasserstoffperoxid	138	1	B
29	Natronlaugetank ZFC	B-82003	4,00	9,00	50 % Natronlauge	107	1	B
30	PAA-Tank ZFC	B-83003	3,00	6,00	Peressigsäure	39	2	C
31	Frischwasser ZFC	B-86001	5,50	13,00	Wasser	297	0	-
32	Warmwasser ZFC	B-86004	3,00	6,50	Wasser	42	0	-
33	Kondensatsammelbehälter	B-94002	TBD	TBD	Kondensat	12	0	-

Tab. 3: Zusammenstellung der Anlagenteile mit Abmessungen sowie Umwelteinwirkungen

Bezeichnung		Einwirkungen									Beschichtung			
		Chemikalien	Wassergefährdungsklasse	Expositions- und Feuchteklassen Betonkonstruktion										
					XC	XD	XS	XF	XM	XA		W		
Gebäude A7		Nicht brennbare wässrige Suspensionen mit Fasern	WGK 1	Innenraum	•		•		•		•	-		
Bleicherei			WGK 1	Außenanlage	•	•	•	•	•		•	-		
Zellstofflager			WGK 1		•	•	•	•	•		•	-		
EDA	Lagertanks		-		•	•	•	•	•		•	-		
	Eindampfungsanlage		WGK 1		•	•	•	•	•		•	-		
Lagertanks	LT1		Stroh-Lignin, konzentriert		WGK 1	•	•	•	•	•	•	•	•	-
	LT2				WGK 1									
	LT3		Stroh-Lignin verdünnt		WGK 1									
	LT4		Kondensat NaOH haltig		WGK 1									
	LT5		Wasserstoff-Peroxid		WGK 1									
	LT6	Natronlauge	WGK 1		-									
Kondensatbehälter und Wäscher		Nicht brennbare wässrige Suspensionen mit Fasern	WGK 1	•	•	•	•	•		•	-			
Lager Peressigsäure	PE1	Wasser	-	•			•		•	•	ja			
	PE2	Peressigsäure	WGK 2	•			•		•	•				

Erläuterung Expositions- und Feuchteklassen der Betone:

XC – Karbonatisierung

XD – Tausalzeinsatz

XS – Chloride in Flüssigkeit

XF – Frost-/ Frosttau-Beanspruchung

XM – mechanische Beanspruchung

XA – chemischer Angriff

W – Feuchtekategorie Beton

Nachfolgend sind die einzelnen AWSV relevanten Anlagenkomponenten mit Bezeichnung der Tanks dargestellt.

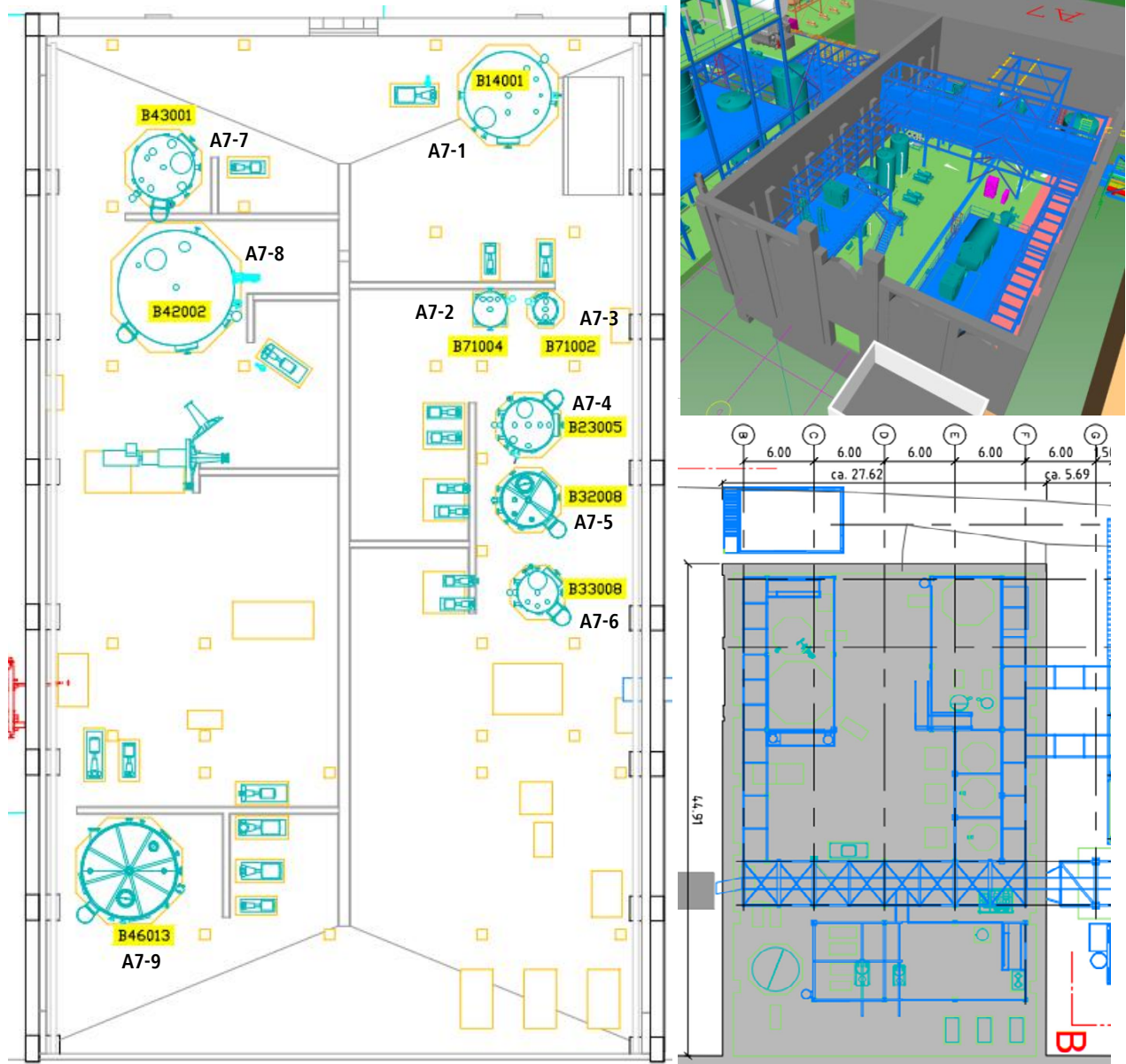


Bild 3: Gebäude A7

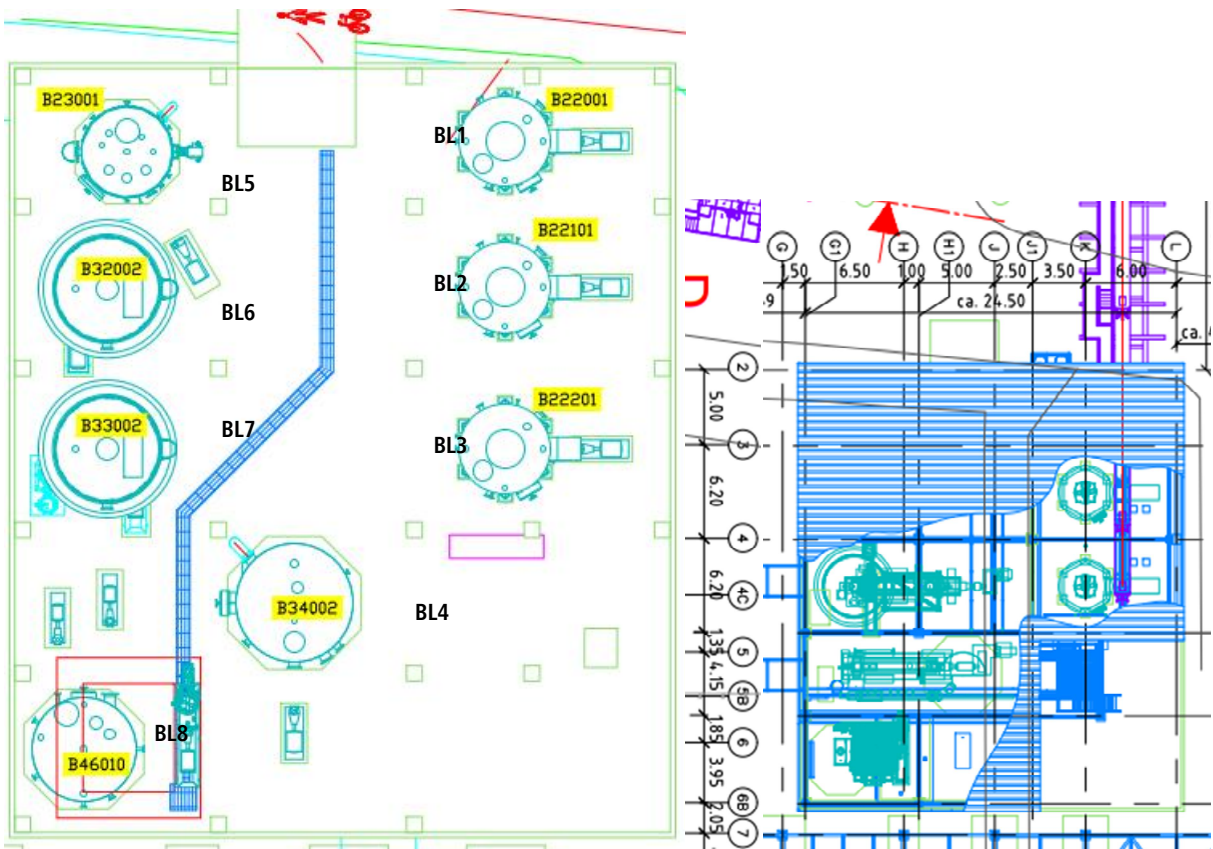
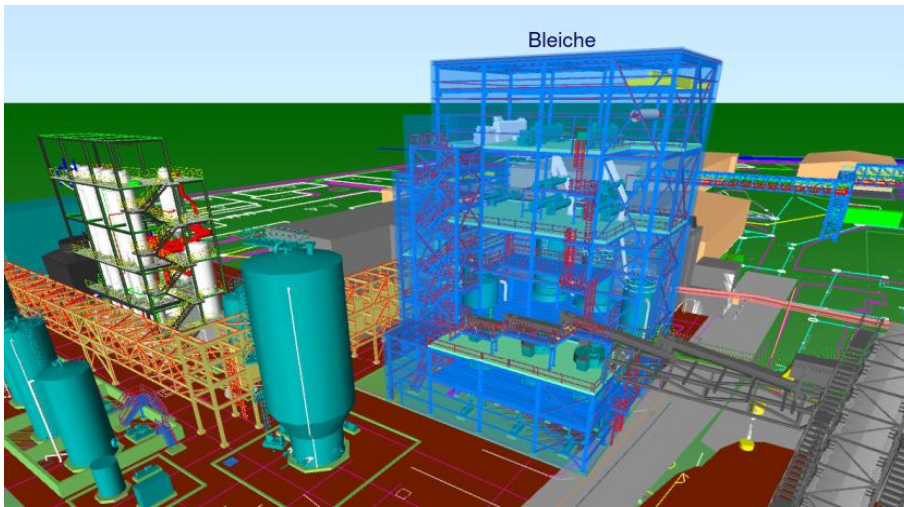


Bild 4: **Bleicherei**; Geometrische Angaben gem. Plan MA-255-B 022 vom 30.03.2020

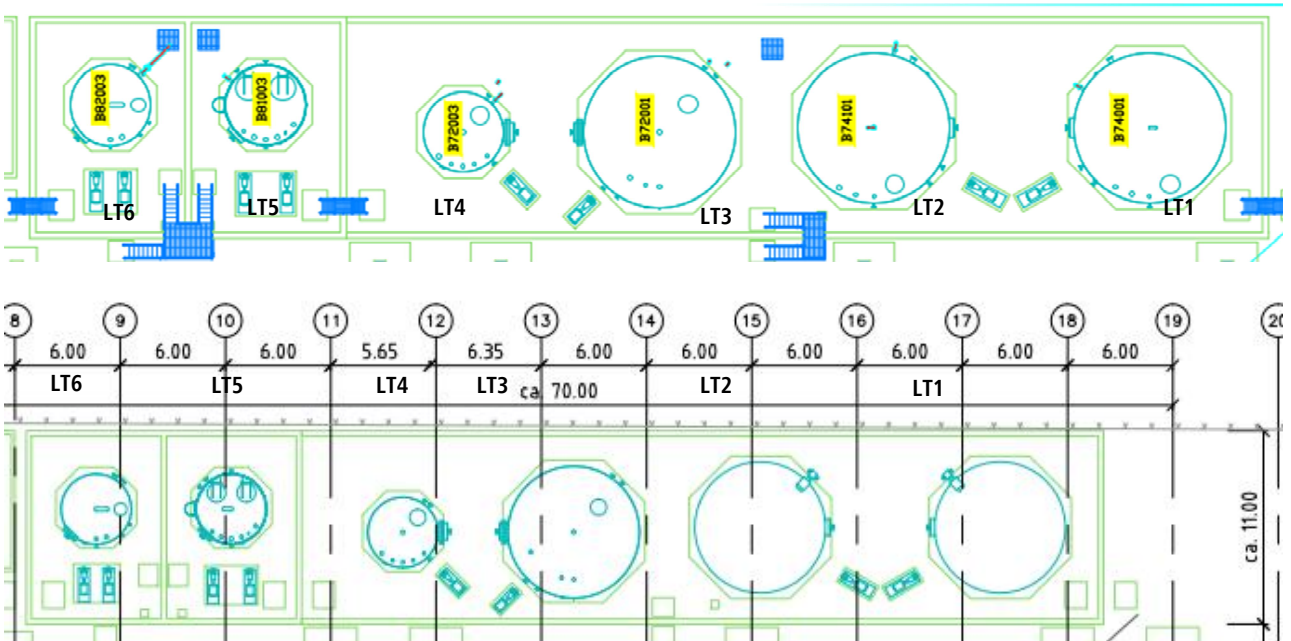
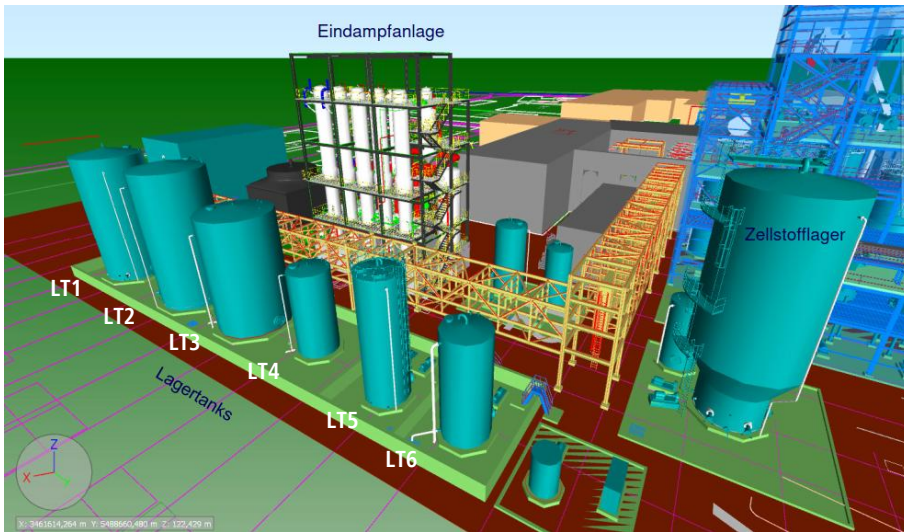


Bild 5: **Lagertanks** mit folgenden Lagermedien in den Tanks:

LT1 und LT2: Stroh-Lignin, konzentriert

LT3: Stroh-Lignin, verdünnt

LT4: Kondensat NaOH haltig

LT5: Wasserstoffperoxid

LT6: Natronlauge

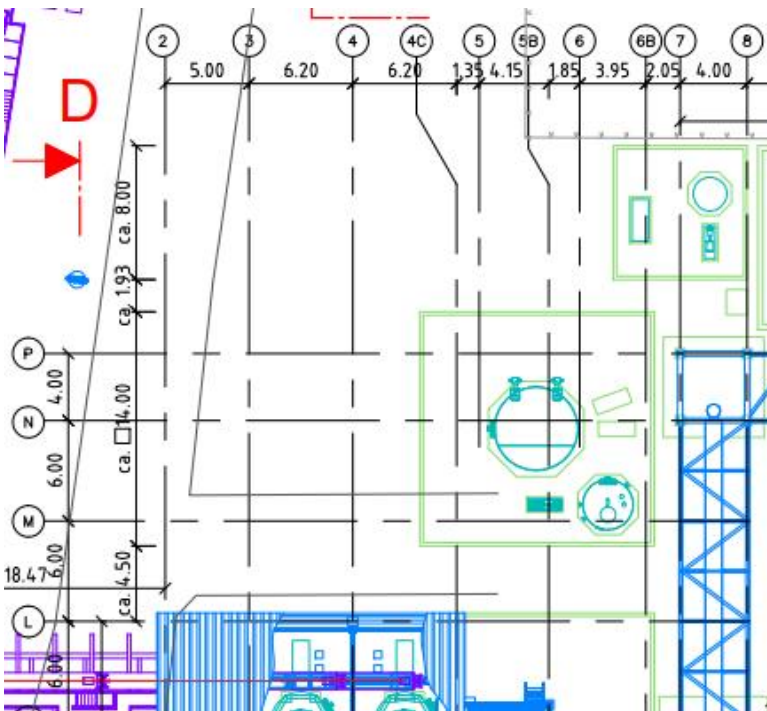
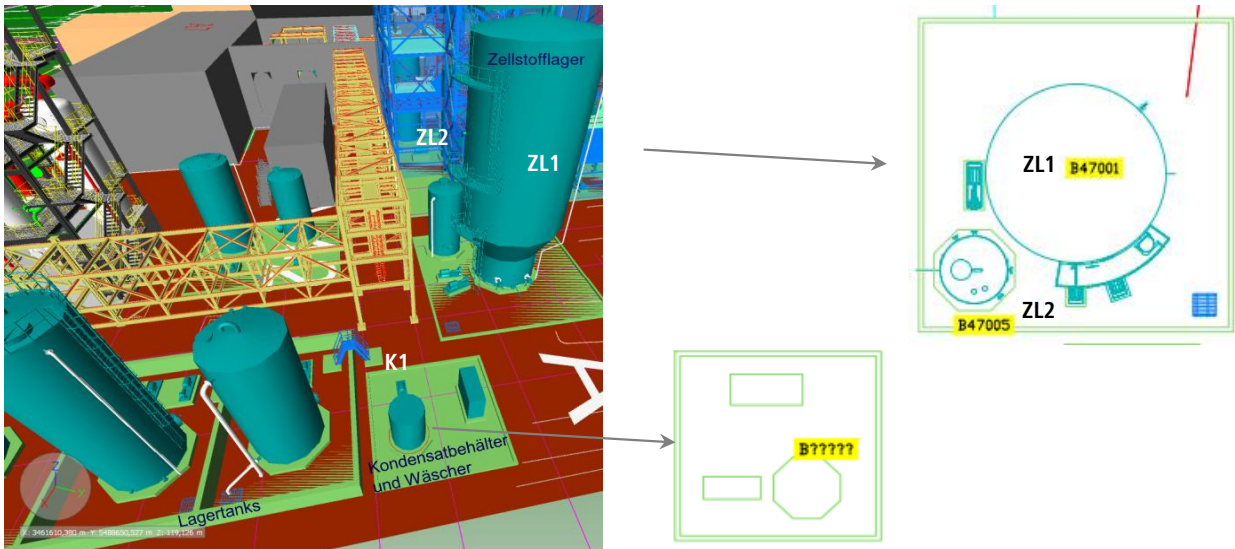


Bild 6: Kondensatbehälter und Wäscher sowie Zellstofflager

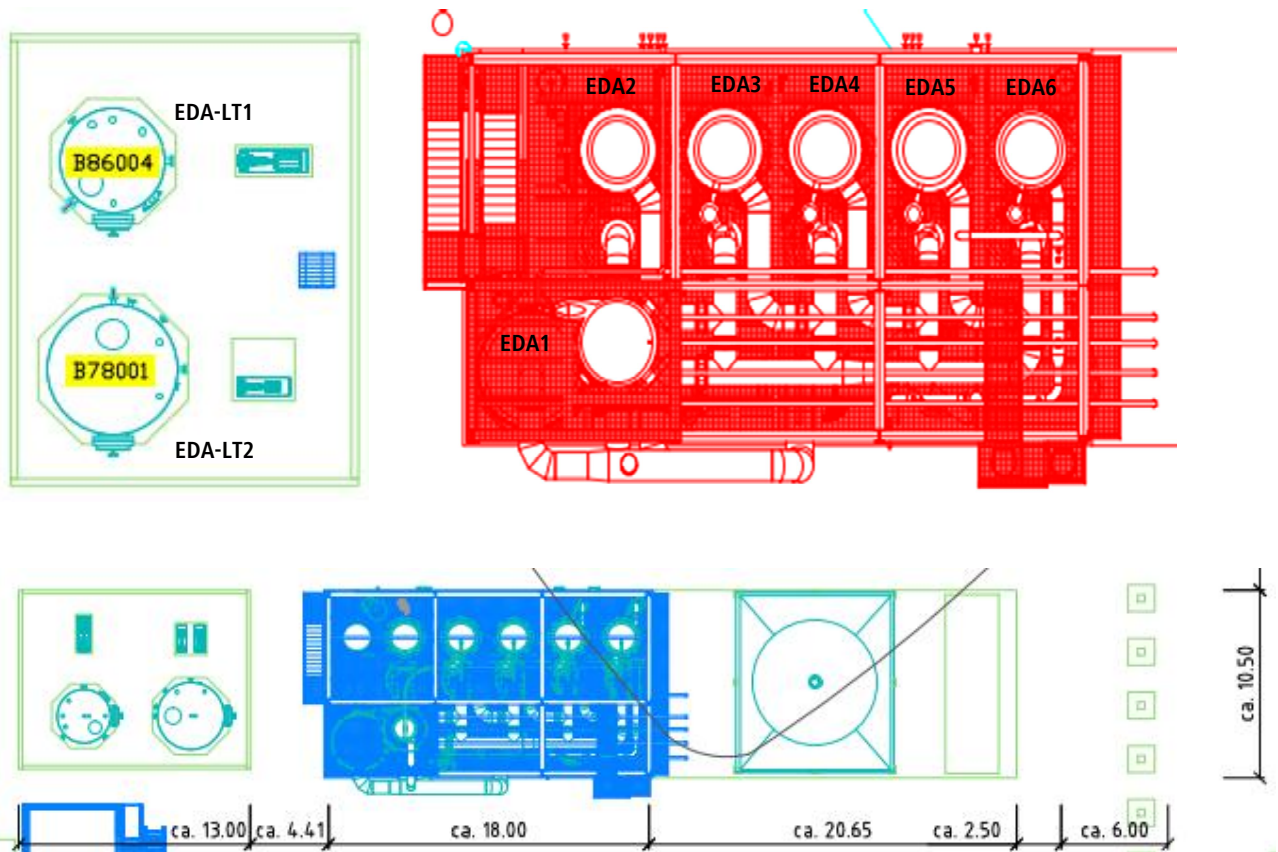
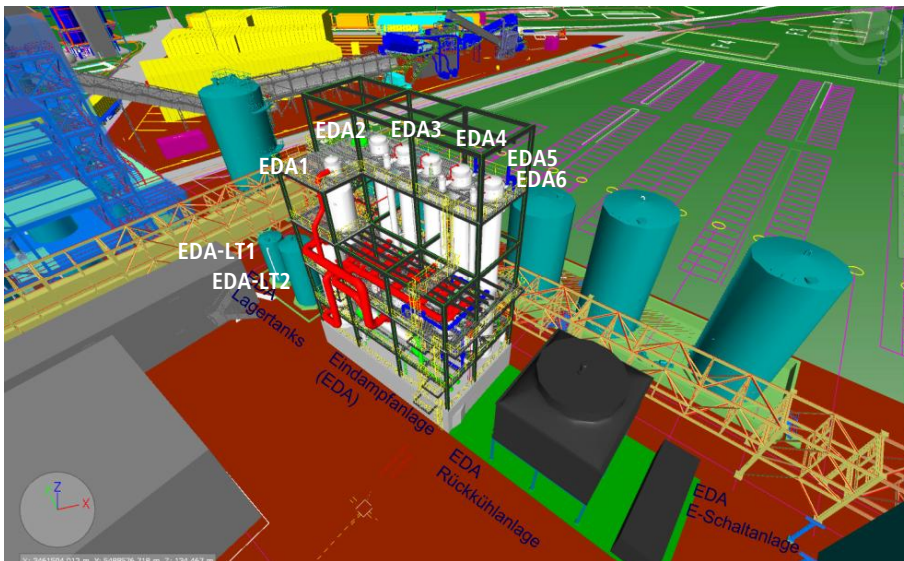


Bild 7: Eindampfanlage EDA

mit den Lagertanks EDA-LT1 und EDA-LT2 sowie Eindampfanlage mit Tanks EDA1 bis EDA6

Geometrische Angaben gem. Plan MA-255-B 025 vom 30.03.2020

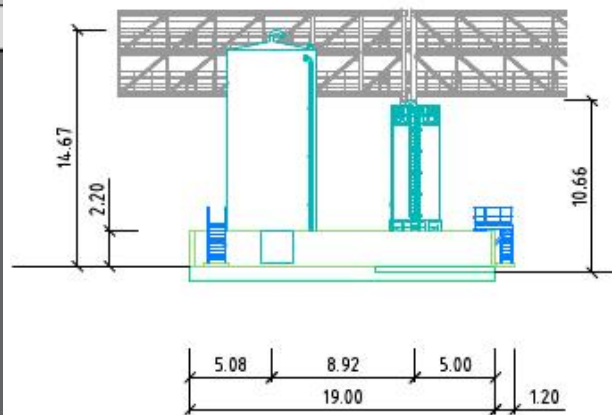
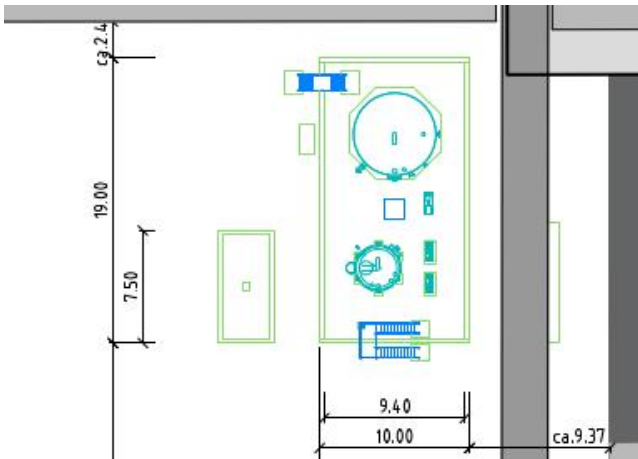
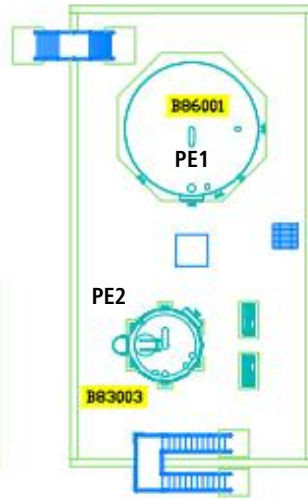
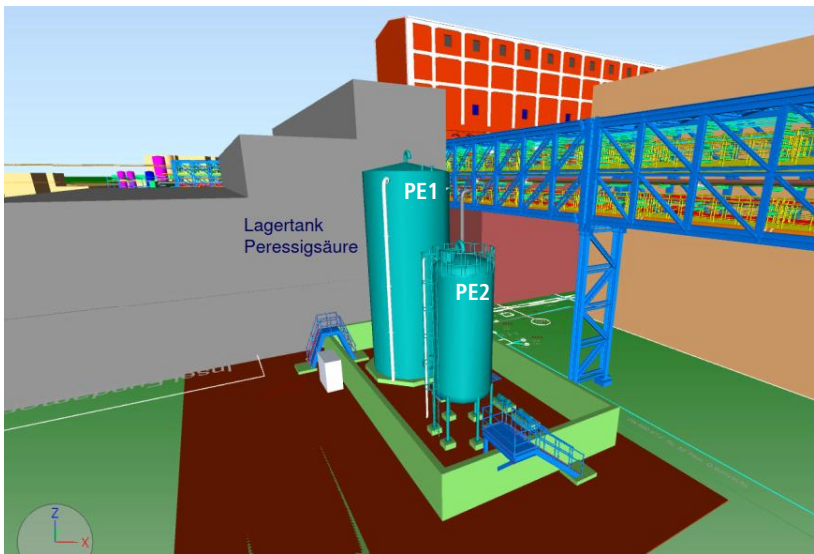


Bild 8: **Lager Peressigsäure** mit den Tanks PE1 mit Wasser und PE2 mit Peressigsäure
Geometrische Angaben gem. Plan MA-255-B 024 vom 30.03.2020

3.2. Allgemeine Konstruktionsvorgaben

Entsprechend den Vorgaben der Technische Baubestimmungen des Landes Baden-Württemberg [8], Teil B müssen bei Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen (LAU-Anlagen) von wassergefährdenden Flüssigkeiten die darin verwendeten Bauprodukte und Bauarten gegenüber diesen Flüssigkeiten beständig und die Anlage flüssigkeitsundurchlässig ausgebildet sein.

LAU-Anlagen, die mit Fahrzeugen befahren werden können, dürfen unter Berücksichtigung der jeweiligen Nutzungsbedingungen (Häufigkeit der Befahrung, Radmaterialien) während der Zeitdauer der Beanspruchung mit wassergefährdenden Stoffen ihre Dicht- und Tragfunktion nicht verlieren.

Für die Standsicherheitsnachweise sind u.a. folgende Einwirkungen zu berücksichtigen:

- Temperatureinwirkungen auf die Konstruktionsbauteile
- Füllhöhen in den Auffangkonstruktionen
- Eigen- und Fülllasten
- Verkehrslasten, ggf. Anpralllasten
- Wind-/ Schnee- / ggf. Erdbebenlasten
- Einwirkungen aus Überflutungen
- Chemische Einwirkungen auf Konstruktionsbauteile durch Umwelteinflüsse bzw. die wassergefährdenden Flüssigkeiten

3.3. Objektspezifische Randbedingungen

3.3.1. Wassergefährdende Flüssigkeiten

In der Gesamtanlage werden nach jetzigem Planungsstand die nachfolgend genannten und beschriebenen wassergefährdenden Flüssigkeiten gelagert, abgefüllt und umgeschlagen. Die jeweiligen Sicherheitsdatenblätter sind der Anlage beigelegt. Die Wassergefährdungsklassen sind nach [3] wie folgt klassifiziert.

Tab. 4: Wassergefährdungsklassen WGK nach [3]

WGK 0	WGK 1	WGK 2	WGK 3
Nicht wassergefährdend	schwach wassergefährdend	deutlich wassergefährdend	stark wassergefährdend

Die wassergefährdenden Flüssigkeiten werden zusätzlich noch zu ihrem Verhalten gegenüber Beton sowie ihrem Korrosionsverhalten gegenüber Konstruktions- und Bewehrungsstahl und anderen Metallen bewertet.

Die Beurteilung der Betonaggressivität der Flüssigkeiten erfolgt nach DIN 4030, wobei folgende Angriffsgrade unter Berücksichtigung ihres pH-Werts unterschieden werden.

Tab. 5: Betonaggressivität von Flüssigkeiten auf Basis des pH-Werts

Expositionsklassen		pH-Wert
-	Nicht angreifend	> 6,5
XA1	schwach angreifend	6,5 – 5,5
XA2	stark angreifend	5,5 – 4,5
XA3	Sehr stark angreifend	4,5 – 4,0
-	Schutzschichten erforderlich	< 4,0

Bei einem pH-Wert < 4 sind grundsätzlich Schutzschichten erforderlich, soll die Dauerhaftigkeit des beaufschlagten Konstruktionsbauteils sichergestellt werden. Da es sich überwiegend um Bodenflächen handelt, sind diese so herzustellen, dass die Vorgaben der Arbeitssicherheit beim Begehen einerseits sichergestellt werden und andererseits die Reinigungsfähigkeit der Oberflächen gewährleistet ist.

▪ **Flüssigkeitsgemisch Phoenix Co-Product;** Fa. Phoenix Pulp & Polymer, Renton WA / USA

Das Produkt besteht überwiegend aus Wasser mit Beimengungen aus 5 bis 10% Lignin-Carbohydrat Biopolymer und 3 bis 7% Mineralien. Die exakte Zusammensetzung ist urheberrechtlich geschützt.



Gefährdungspiktogramm:

Tab. 6: Zusammenstellung Technischer Eigenschaften des Produkts; Herstellerangabe aus dem Sicherheitsdatenblatt

Technische Eigenschaft	Charakterisierung
Aggregatzustand	wässrig
Farbe	Gelblich, bräunlich
Flammpunkt	nicht anwendbar
Siedebeginn	100°C
Dynamische Viskosität 20°C	< 50 mPa s

Technische Eigenschaft	Charakterisierung
Löslichkeit	100 % wasserlöslich
pH-Wert	7 bis 10
Gefrierpunkt	-2,2°C
Dichte	1,00 bis 1,05 g/cm³C

Entsprechend der Selbsteinstufung durch den Betreiber ist das in den jeweiligen Bereichen zu lagernde bzw. zu handhabende Flüssigkeitsgemisch als schwach wassergefährdend eingestuft:

Wassergefährdungsklasse **WGK 1** schwach wassergefährdend

Aufgrund eines pH-Werts oberhalb des neutralen Bereichs $pH > 7,0$ ist die Flüssigkeit als nicht betonangreifend einzustufen.

Zu den Mineralien gibt es keine genaueren Angaben des Herstellers. Im Sicherheitsdatenblatt ist jedoch der Hinweis enthalten, dass durch die Flüssigkeit Korrosion an Stahlteilen ausgelöst werden kann. Demzufolge wird für die weitere Planung davon ausgegangen, dass in der Flüssigkeit Chloridverbindungen enthalten sein könnten.

- **Hydrogen Peroxid 49,5%**; Fa. Kemira Oyj, Helsinki / Finnland

Das Produkt besteht aus Wasserstoffperoxid mit einer Konzentration < 50%. CAS Nr.: 7722-84-1.



Gefährdungspiktogramme:

Das Produkt selbst brennt nicht, aber es unterstützt die Verbrennung von brennbarem Material. Es besteht Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen sowie Explosionsgefahr bei Mischen mit brennbaren Stoffen.

Tab. 7: Zusammenstellung Technischer Eigenschaften des Produkts; Herstellerangabe aus dem Sicherheitsdatenblatt

Technische Eigenschaft	Charakterisierung
Aggregatzustand	flüssig
Farbe	farblos
Flammpunkt	nicht anwendbar
Verdampfungsgeschwindigkeit	> 1

Technische Eigenschaft	Charakterisierung
Dynamische Viskosität 20°C	~ 1,2 mPa s
Löslichkeit	100 % wasserlöslich
pH-Wert	1,5 bis 4
Dichte	1,95 g/cm ³

Das Produkt ist aufgrund seines sehr niedrigen pH-Werts extrem betonangreifend, insbesondere wenn größere Flüssigkeitsmengen – wie z.B. im Havariefall – schlagartig auftreten. In diesem Fall löst sich der Zementstein an der Betonoberfläche und es entsteht eine waschbetonartige Oberfläche.

Im Sicherheitsdatenblatt ist der Hinweis enthalten, dass durch die Flüssigkeit Korrosion an Stahlteilen ausgelöst werden kann.

Entsprechend der Selbsteinstufung durch den Hersteller ist das in den jeweiligen Bereichen zu lagernde bzw. zu handhabende Flüssigkeitsgemisch als schwach wassergefährdend eingestuft:

Wassergefährdungsklasse **WGK 1** schwach wassergefährdend

Gefahrenhinweise gem. Sicherheitsdatenblatt:

H271 Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.

H332 Gesundheitsschädlich bei Einatmen.

H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

H335 Kann die Atemwege reizen.

▪ **Natronlauge 50%**, Fa. Brenntag GmbH, Essen

Das Produkt besteht aus einer wässrigen Lösung aus Natriumhydroxid mit einer Konzentration von 50%.



Gefährdungspiktogramm:

Tab. 8: Zusammenstellung Technischer Eigenschaften des Produkts; Herstellerangabe aus dem Sicherheitsdatenblatt

Technische Eigenschaft	Charakterisierung	Technische Eigenschaft	Charakterisierung
Aggregatzustand	flüssig	Dynamische Viskosität 20°C	79 mPa s
Farbe	farblos	Löslichkeit	100 % wasserlöslich
Flammpunkt	nicht anwendbar	pH-Wert	14
Verdampfungsgeschwindigkeit	nicht anwendbar	Dichte	1,5 g/cm ³

Das Produkt ist aufgrund seines sehr hohen pH-Werts als nicht betonangreifend einzustufen.

Entsprechend den Hinweisen des Sicherheitsdatenblattes kann das Produkt Korrosion an ungeschützten Stahlteilen verursachen.

Entsprechend der Selbsteinstufung durch den Hersteller ist das in den jeweiligen Bereichen zu lagernde bzw. zu handhabende Flüssigkeitsgemisch als schwach wassergefährdend eingestuft:

Wassergefährdungsklasse **WGK 1** schwach wassergefährdend

Gefahrenhinweise gem. Sicherheitsdatenblatt:

H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

- **Solbrite**, Fa. Solvay Chemicals International SA, Brüssel / Belgien

Bei dem Stoffgemisch handelt es sich um ein Bleichmittel, bestehend aus:

Tab. 9: Zusammensetzung des Produkts und Gefährdungscharakterisierung

Zusammensetzung Solbrite		Gefährdungspiktogramme
=21% bis = 24%	Wasserstoff Peroxid	
=16% bis = 18%	Essigsäure	
=14,5% bis = 15,5%	Peressigsäure	

Tab. 10: Zusammenstellung Technischer Eigenschaften des Produkts; Herstellerangabe aus dem Sicherheitsdatenblatt

Technische Eigenschaft	Charakterisierung	Technische Eigenschaft	Charakterisierung
Aggregatzustand	flüssig	Dynamische Viskosität 20°C	~ 1,8 mPa s
Farbe	farblos	Löslichkeit	1.000 g/l wasserlöslich
Flammpunkt	~ 90°C	pH-Wert	1
Verdampfungsgeschwindigkeit	nicht anwendbar	Dichte	1,14 g/cm ³

Hinweis: Dynamische Viskosität = kinematische Viskosität x Dichte

Das Produkt ist aufgrund seines sehr niedrigen pH-Werts extrem betonangreifend, insbesondere wenn größere Flüssigkeitsmengen – wie z.B. im Havariefall – schlagartig auftreten. In diesem Fall löst sich der Zementstein an der Betonoberfläche und es entsteht eine waschbetonartige Oberfläche. Der Auftrag eines geeigneten Schutzsystems ist erforderlich.

Im Sicherheitsdatenblatt ist auch der Hinweis enthalten, dass durch die Flüssigkeit Korrosion an Stahlteilen ausgelöst werden kann.

Entsprechend der Selbsteinstufung durch den Hersteller ist das in den jeweiligen Bereichen zu lagernde bzw. zu handhabende Flüssigkeitsgemisch als deutlich wassergefährdend eingestuft:

Wassergefährdungsklasse **WGK 2** deutlich wassergefährdend.

Gefahrenhinweise gem. Sicherheitsdatenblatt:

H242 Erwärmung kann Brand verursachen.

H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.

H302 + H312 + H332 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

H335 Kann die Atemwege reizen.

H410 Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

Besonderheiten bei der Lagerung:

Da das Stoffgemisch bei Kontakt mit brennbaren Materialien Feuer fangen kann und bei Kontakt mit entzündlichen Produkten plötzliche Brände oder Explosionen bewirken kann, ist dies bei der Wahl des Standorts zu berücksichtigen.

Das Stoffgemisch ist entsprechend Herstellervorgabe der Lagerklasse LGK 5.2 nach [15] zugeordnet. Dies bedeutet einen separaten Standort von der sonstigen Anlage. Materialien, die ihrer Art und Menge nach geeignet sind, zur Entstehung oder schnellen Ausbreitung von Bränden beizutragen, wie z. B. Papier, Holz, Holzwolle, Heu, Stroh dürfen im Bereich des Standorts der LAU Anlage nicht gelagert werden.

Die Lagerfläche muss von angrenzenden Räumen feuerhemmend mit der Feuerwiderstandsdauer F90 abgetrennt sein.

Die Auffangwanne und deren Ausstattung müssen für das Stoffgemisch undurchlässig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Eine Beschichtung aus Produkten auf organischer Basis scheidet deshalb aus. Der Hersteller empfiehlt hierfür speziell zugelassene Kunststoffauskleidungen in PE HD Qualität oder Auskleidungen aus passiviertem Edelstahl. Die Umsetzbarkeit dieser Empfehlungen muss in der Detailplanung gelärt werden.

Der Auffangraum darf keine Bodenabläufe haben, wenn dies zu einer Gefährdung von Personen oder der Umwelt führen kann. Dies kann z.B. bei direkter Verbindung zur Kanalisation oder zum Vorfluter gegeben sein.

Zusammenfassung

Tab. 11: Zusammenfassende Bewertung der wassergefährdenden Flüssigkeiten

Produkt und Zusammensetzung	Wassergefährdungsklasse	Beton-aggressivität	Korrosionsauslösende Wirkung	Ausführungsart
Flüssigkeitsgemisch Phoenix Co-Product; Wasser mit Lignin-Carbohydrat Biopolymer	WGK 1 Schwach wassergefährdend	XA 0 nicht angreifend	Vermutlich ja wegen Chloridgehalt	Unbeschichtete Betonbauteile möglich
Natronlauge 50%	WGK 1 Schwach wassergefährdend	XA 0 nicht angreifend	ja	Unbeschichtete Betonbauteile möglich
Hydrogen Peroxide 49,5%	WGK 1 Schwach wassergefährdend	extrem angreifend	ja	Schutzschicht erforderlich
Solbrite Wasserstoffperoxid und Peressigsäure	WGK 2 Deutlich wassergefährdend	extrem angreifend	ja	Schutzschicht erforderlich

3.3.2. Festlegung der Bauart

Die einzelnen Konstruktionen zum Ableiten und Auffangen der wassergefährdenden Flüssigkeiten sollen in Stahlbetonbauweise hergestellt werden. Über eine geplante Gefällegebung sollen anfallende Flüssigkeiten in Auffangschächte abgeleitet werden.

Die Art der Warnmeldung ist seitens des Betriebs noch nicht abschließend geklärt. Zum jetzigen Planungsstand sollen in den Auffangschächten automatische Schwimmer mit einer Verbindung zur zuständigen Messwarte installiert werden. Alternativ oder in Ergänzung sollen seitens des Betriebs tägliche Kontrollgänge durchgeführt werden, um ggf. auftretende Leckagen orten zu können.

Dementsprechend liegt für die einzelnen Ableitflächen nur eine geringe Beanspruchung durch die wassergefährdende Flüssigkeit vor. Dies kann aus der Beschreibung der nachfolgenden Zusammenstellung abgeleitet werden.

Ausgenommen hiervon sind die in den Auffangwannen vorzusehenden Auffangschächte. Nach jetzigem Planungsstand ist dort von einer langen Verweildauer >72 h bis zum Abpumpen von Flüssigkeiten auszugehen, wodurch für diese Bauteilbereiche von einer hohen Beanspruchung auszugehen ist. Aus diesem Grund wird für diese Stellen in der weiteren Planung die Anordnung einer Auskleidung vorgesehen.

Tab. 12: Beanspruchungsklassen nach [6]

Beanspruchungsklasse	Beanspruchungsdauer	Beschreibung
gering	= 8 Stunden	Überwachung durch selbsttätige Störmeldeinrichtungen in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte oder ständige Überwachung durch Betriebspersonal (z. B. entsprechende Kontrollgänge) und jeweils Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb und Veranlassung notwendiger Maßnahmen.
Mittel	8 bis = 72 Stunden	Überwachung durch selbsttätige Störmeldeinrichtungen in Verbindung mit ständig besetzter Betriebsstätte oder Überwachung z. B. mittels arbeitstäglicher Kontrollgänge und jeweils Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb und Veranlassung notwendiger Maßnahmen.
hoch	8 Stunden bis = 3 Monate	Überwachung z. B. mittels monatlicher Kontrollgänge und Aufzeichnung der Abweichung vom bestimmungsgemäßen Betrieb und Veranlassung notwendiger Maßnahmen.

Bei der überwiegenden Anzahl der Konstruktionsbauteile, bei denen wässrige Suspensionen mit Fasern in verschiedenen Stoffdichten bzw. Konzentrationen anfallen und die im unverdünnten Zustand nur als schwach wassergefährdend einzustufen sind, ist grundsätzlich eine Ausführung der Auffangwannen bzw. Ableitflächen in Form von nicht beschichteten Stahlbetonkonstruktionen nach [4] möglich.

Bei einzelnen Auffangwannen liegt jedoch auch ein hohes chemisches Angriffsrisiko aufgrund der dort gelagerten Flüssigkeiten wie Peressigsäure oder Hydrogen Peroxide vor, sodass diese speziellen LAU Anlagen mit einer geeigneten Schutzschicht auszustatten sind. Hierbei kann es sich um eine geeignete Beschichtung oder um eine Auskleidung handeln. Die Eignung muss im Einzelfall noch geprüft werden.

3.3.3. Gefährdungsbewertung

Die Gefährdungsbewertung der einzelnen oberirdischen Anlagen erfolgt auf Basis der vom Betreiber zur Verfügung gestellten Daten, die nachfolgend dokumentiert sind.

Die Klassifizierung erfolgt unter Berücksichtigung der Wassergefährdungsklasse der jeweils vorhandenen Flüssigkeit und der jeweiligen Tankfüllmenge entsprechend den Regelungen des §39 der AwSV [3].

Tab. 13: Ermittlung der Gefährdungsstufen der jeweiligen Anlagenteile unter Berücksichtigung der Klassifizierung der wassergefährdenden Flüssigkeiten

Lagervolumen	Wassergefährdungsklassen der Flüssigkeiten		
	WGK 1	WGK 2	WGK 3
= 0,22 m ³	Stufe A	Stufe A	Stufe A
> 0,22 m ³ bis = 1,0 m ³	Stufe A	Stufe A	Stufe B
> 1,0 m ³ bis = 10 m ³	Stufe A	Stufe B	Stufe C
> 10 m ³ bis = 100 m ³	Stufe A	Stufe C	Stufe D
> 100 m ³ bis = 1000 m ³	Stufe B	Stufe D	Stufe D
> 1000 m ³	Stufe C	Stufe D	Stufe D

3.4. Konstruktive und baustofftechnische Randbedingungen

LAU-Anlagen sowie darin verwendete Bauprodukte und Bauarten müssen zusätzlich zur Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit aufgrund der wasserrechtlichen Anforderungen gegenüber wassergefährdenden Stoffen (Chemikalien und deren Gemische) über die jeweilige Dauer der Chemikalienbeanspruchung beständig, flüssigkeitsundurchlässig bzw. dicht sein. Das gilt in gleichem Maße auch für Dichtkonstruktionen in LAU Anlagen, deren Flüssigkeitsundurchlässigkeit bzw. Dichtheit wiederhergestellt wurde. Im Besonderen gelten die Anforderungen auch für Schweiß- und Klebenähte von Abdichtungen und Bauteilen mit dichtender Funktion sowie für Verbindungen von Rohrleitungen.

Die Standsicherheit der Konstruktionsbauteile aus Stahlbeton wird durch den Tragwerksplaner nachgewiesen. Hierbei werden alle maßgebenden Einwirkungen zugrunde gelegt.

Für den Standsicherheitsnachweis sind u.a. folgende Einwirkungen zu berücksichtigen:

- Temperatureinwirkungen
- Eigen- und Fülllasten, Verkehrslasten, Anprall
- Wind, Schnee, Erdbeben (außergewöhnliche Last), Überflutung
- chemische Beanspruchung durch Umwelteinflüsse sowie durch die wassergefährdenden Flüssigkeiten.

Es gelten mindestens die Schadensfolgeklasse CC2 und die Zuverlässigkeitsklasse RC2 gemäß Anhang B von EN 1990.

Aus den statischen Vorgaben an die Stahlbetonbauteile ergeben sich Anforderungen an die Mindestdruckfestigkeitsklasse des Betons. In der Regel sind diese jedoch nicht ausreichend, die Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit und hier insbesondere die Dichtigkeit gegen Permeation der wassergefährdenden Flüssigkeiten sicherzustellen. Dies gilt sowohl im Hinblick auf die Gefügedichtigkeit des zu verwendenden Betons als auch im Hinblick auf Schwachstellen im Gefüge der Bauteile in Form von Rissen oder Fugen.

Die statischen Nachweise zur Festlegung der Betondruckfestigkeitsklasse und der erforderlichen Stahlmengen müssen noch erstellt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt gehen wir davon aus, dass die daraus resultierenden Anforderungen geringer sind, als die Anforderungen an die Baustoffe und die Konstruktion, die aus Dauerhaftigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsanforderungen stammen.

Falls einige der LAU-Anlagen mit Fahrzeugen befahren werden müssen, dürfen sie unter Berücksichtigung der jeweiligen Nutzungsbedingungen (Häufigkeit der Befahrung, Radmaterialien) während der Zeitdauer der Beanspruchung mit wassergefährdenden Stoffen ihre Dicht- und Tragfunktion nicht verlieren.

3.4.1. Rissbreitenbeschränkung der Bauteile

Die Ableitflächen und die dazugehörigen Umfassungswände sowie die Sammelschächte sind mit einer festgelegten Rissbreitenbeschränkung zu konzipieren. Die anzusetzende Rissbreite ist abhängig von

- der Wassergefährdungsklasse und Viskosität der möglicherweise anfallenden Flüssigkeiten
- der Aufstauhöhe in den Auffangwannen bzw. dem Sammelschacht
- Vorgaben aus dem erforderlichen Beschichtungs- bzw. Fugenabdichtsystem
- Vorgaben aus den Rinnen- bzw. Sammelschachtauskleidungen

Grundsätzlich ist gemäß [8], Teil B4.1.1 festgelegt, dass Risse in nicht beschichteten Betonbauteilen eine Rissbreite = 0,1 mm aufweisen müssen, um als flüssigkeitsdicht angesehen werden zu können.

Die Rissbreitenbeschränkung von Stahlbetonbauteilen ist keine Festlegung auf eine fixe Obergrenze einer maximalen Rissbreite, sondern eine Abschätzung einer zu erwartenden Rissbreite mit entsprechenden Toleranzen einer statistischen Verteilung. Die der Bemessung zugrunde zu legenden Berechnungsformeln zur in Abhängigkeit der zu o.g. berücksichtigenden Einwirkungen der zu dimensionierenden Rissbreite kann wegen der Vereinfachungen des Rechenmodells und der Vielzahl der Einflussparameter stets nur ein Anhalt für eine Aussage über die Rissbildung im Bauteil sein.

Die Rissformeln und somit auch die daraus entstandenen Konstruktionsregeln basieren auf statistischen Auswertungen von Versuchen und treffen vereinfachende Annahmen. Daher lassen sich im Bauwerk auch bei Einhaltung der ... beschriebenen Bemessungs- und Konstruktionsregeln einzelne Risse, die etwa bis zu 0,20 mm breiter sind als die Rechenwerte, nicht vermeiden [Zitat aus 13].

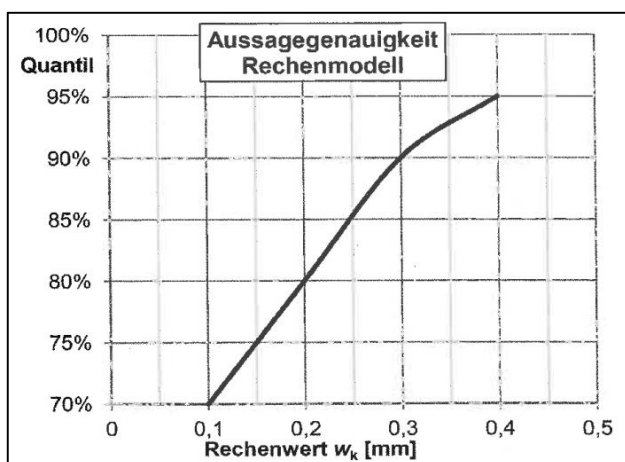


Bild 9:

Vorhersagegenauigkeit des Modells für die Rissbreitenberechnung nach DIN EN 1992-1-1/NA

Quelle [13]

Die Festlegung einer rechnerischen Rissbreitenbegrenzung auf $w_{cal} = 0,10$ mm führt letztendlich dazu, dass etwa 30% der tatsächlich auftretenden Risse eine größere Rissbreite aufweisen werden, da dem Rechenmodell eine

Aussagewahrscheinlich von 70% zugrunde gelegt ist. Gleichzeitig besteht bei einem derart hoch bewehrten Bauteil die Gefahr, dass es kaum mehr ordnungsgemäß betoniert werden kann.

Aus diesem Grund wird in Abstimmung mit dem Bauherrn festgelegt, dass der Bemessung der Konstruktionsbauteile eine Rissbreitenbeschränkung auf $w_{cal} = 0,20$ mm zugrunde gelegt wird. Bei dieser Rissbreitenbegrenzung liegt die Aussagewahrscheinlichkeit bei zumindest 80%. Dieser Bemessungswert entspricht auch den Bemessungsvorgaben aus [4] zur Dimensionierung nicht zu beschichtender Bauteile beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Falls sich bei den nicht zu beschichtenden Stahlbetonbauteilen Risse mit einer Rissbreite $w_{is} > 0,10$ mm einstellen und die Bauteile nur mit maximal schwach wassergefährdenden Flüssigkeiten beaufschlagt werden könnten, werden diese Risse abdichtend mit geeigneten Rissfüllstoffen injiziert.

Letztendlich muss im Zuge der weiteren Planung in Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner und in Abstimmung mit dem Bauherrn der zu wählende Entwurfsgrundsatz zur Bemessung der Anlagenteile festgelegt werden.

Entwurfsgrundsatz a: Rissvermeidung: [14]

Dieser Grundsatz kann nur sehr eingeschränkt zugrunde gelegt werden, da er i.d.R. auf der Ausführung kleinformatiger Bauteile mit günstigen geometrischen Verhältnissen basiert. Er wird dahingehend bei der weiteren Planung berücksichtigt, indem schwindarme Betone verwendet werden und eine entsprechend lange Nachbehandlung der frisch betonierten Oberflächen umgesetzt werden soll. Auch das Betonieren bei moderaten Außen- und Frischbetontemperaturen $< 20^{\circ}\text{C}$ begünstigt diese Planungsweise.

Entwurfsgrundsatz b: Rissverteilung[14]

Überwiegend wird dieser Entwurfsgrundsatz berücksichtigt. Die rechnerisch anzusetzende Rissbreite beträgt planmäßig $w_{cal} = 0,20$ mm entsprechend den Anforderungen aus [4].

Falls an den AwSV relevanten Bauteilen Risse mit Rissbreite $w_{is} > 0,10$ mm auftreten, werden diese entsprechend dem Entwurfsgrundsatz c abdichtend injiziert, um so den gestellten Dichtheitskriterien zu genügen.

Entwurfsgrundsatz c: Rissbildung mit planmäßiger nachträglicher Behandlung[14]

Bei diesem Entwurfsgrundsatz wäre in vorher definierten Bereichen mit wenigen breiten Rissen zu rechnen, die dann gezielt abzudichten wären. Da sich bei der späteren Nutzung an diesen Stellen aber temperaturbedingte Verformungen konzentrieren würden, wären die Abdichtungsmaßnahmen im Wesentlichen regelmäßigen Wartungsintervallen unterworfen, ähnlich wie bei einer Wartungsfuge.

Letztendlich wird der weiteren Planung der Entwurfsgrundsatz b wie oben beschrieben zugrunde gelegt. Dies ist mit dem AwSV Sachverständigen und der zuständigen Wasserbehörde abzustimmen.

Auch bei den zu beschichtenden oder auszukleidenden LAU Konstruktionen und den speziell auszukleidenden Entwässerungsrinnen und Sammelschächten kommt der Entwurfsgrundsatz b zum Tragen. Die der Bemessung zugrunde zu legende Rissbreitenbeschränkung muss dann auf das Beschichtungssystem abgestimmt werden. Diese Vorgehensweise wird auch bei den Auskleidungen sowie den Schnittstellen zu den nicht zu beschichtenden Betonoberflächen berücksichtigt.

3.4.2. Betontechnologische Aspekte

Zum jetzigen Zeitpunkt der Entwurfsplanung wird davon ausgegangen, dass die überwiegende Anzahl an LAU Anlagen nicht beschichtet werden sollen.

Folgende Annahmen zu Expositionsklassen (Einwirkungen) nach DIN EN 206 wurden den Betonflächen zugrunde gelegt:

- XC1 Bauteil in Innenräumen mit normaler Luftfeuchte
- XC4 Außenbauteil mit direkter Beregnung oder Innenbauteile mit häufiger Bewässerung durch Produktion
- XD3 Tausalzstreuung im Winter bei Außenanlagen mit erhöhter Grundfeuchte des Betons
- XM1 geringe Verschleißbeanspruchung durch gelegentliche Befahrung mit luft- oder vollgummibereiftem Gabelstapler u. ä.; nur horizontale, befahrene Oberflächen; vermutlich bei Außenanlagen
- XM2 mittlere Verschleißbeanspruchung durch Befahrung mit luft- oder vollgummibereiftem Gabelstapler u. ä.; nur horizontale, befahrene Oberflächen; vermutlich bei Innenanlage
- XA chemische Beanspruchung der zementgebundenen Oberflächen der Betonbauteile aus den anfallenden Flüssigkeiten, z.T. sind Schutzschichten erforderlich
- WA Feuchtekategorie Beton unter Zuführung von Alkalien, z. B: Tausalzstreuung oder Chloride im Prozesswasser
- FD/FDE LAU Anlagen mit nicht zu beschichtenden Betonoberflächen im Einwirkungsbereich der wassergefährdenden Flüssigkeiten müssen flüssigkeitsdicht hergestellt werden.
- WU Bauteile, die nicht direkt den wassergefährdenden Flüssigkeiten ausgesetzt sind, die aber mit Wasser beaufschlagt werden und entsprechend wasserundurchlässig ausgebildet werden müssen, z. B. zu beschichtende LAU Anlagen oder spezielle Bereiche mit Auskleidung

3.4.3. Riss- bzw. Fugenabdichtung

Die einzelnen Stahlbetonkonstruktionsbauteile werden zahlreiche planmäßige Fugen aufweisen, die abzudichten sind. Auch Rissbildungen sind zu erwarten. Beispiele hierfür sind:

- Arbeitsfugen zwischen Ableitflächen und aufgehenden, umfassenden Wänden, ggf. auch zu Fundamenten des Anlagenbaus
- Arbeitsfugen / Sollbruchstellen zwischen einzelnen Wänden oder Wandabschnitten
- Bauteildurchdringungen wie Rohranschlüsse zur Weiterleitung von Flüssigkeiten in den Sammler
- Wanddurchdringungen wie Mauerstärken beim Betonieren
- Rissbildungen aufgrund der Ausführungsart in Stahlbeton, d. h. eine Ausführung in planmäßig gerissener Bauweise

3.5. Betriebliche Randbedingungen

3.5.1. Gefährdungseinstufung der Flüssigkeiten

Die wasserrechtlichen Gefährdungseinstufungen der einzelnen Anlagenteile sind beigefügt. Sie muss ggf. im Zuge der weiteren Planung bei Änderungen bzw. Ergänzungen angepasst werden.

3.5.2. Sicherungssysteme der Anlage

Die Primärsicherungssysteme der Anlage bestehen aus Tankbehältern und Rohrleitungen mit entsprechenden Zapf- oder Abfüllanschlüssen. Die Tanks gründen auf Einzel- oder Flächenfundamenten oberhalb der Dichtungsebene. Weitere Informationen hierzu liegen dzt. noch nicht vor.

Die Sekundärsicherungssysteme unterhalb der Tanks bestehen aus Auffangwannen mit Ableitflächen, Rinnenkonstruktionen und Sammelgruben sowie Rohrleitungen. Von der Auffanggrube werden die anfallenden Flüssigkeiten über Rohrleitungen in die betriebseigene Kläranlage weitergeleitet und dort weiterbehandelt.

Bei unplanmäßig hohen Schadstoffkonzentrationen erfolgt eine fachgerechte Entsorgung unter Hinzuziehung der Betriebsfeuerwehr.

3.5.3. Entwässerung im Gebäude A7

Die Bodenflächen werden von den Seitenwänden ausgehend mit einem Gefälle zur Längsrinne mit mindestens 2% hergestellt. Innerhalb dieser Ableitflächen werden zusätzliche kleinere Rinnen angeordnet, die in die Hauptrinne münden. Von den Stirnseiten aufgehend ist dzt. ein Gefälle von ca. 5% in Richtung der Längsrinne geplant.

Von der Hauptrinne ausgehend soll eine Rohrleitung zum Auffangschacht geführt werden.

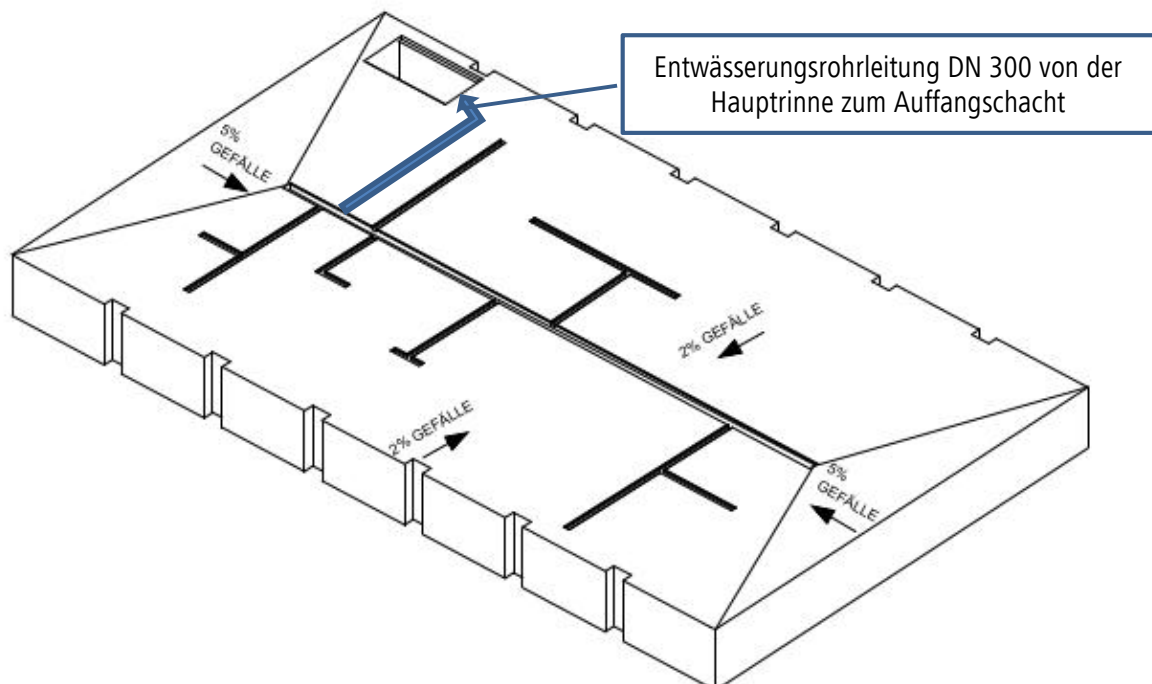
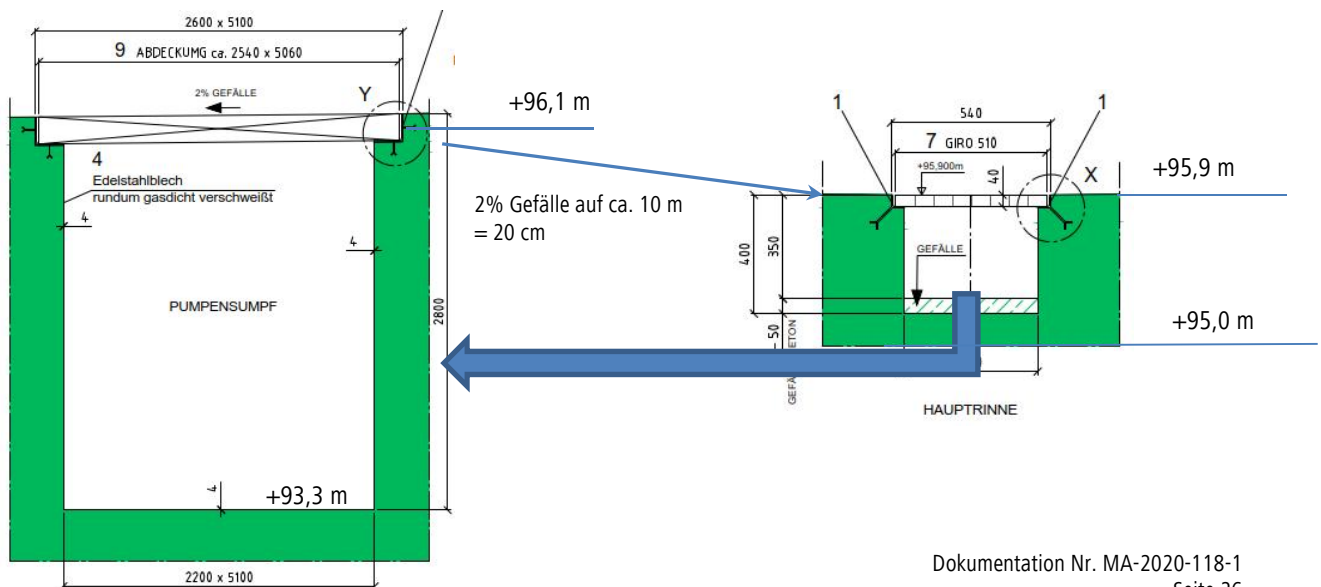


Bild 10: Grundsätzliche Gefälleplanung innerhalb Gebäude 7



Bild 11 bis 14:
Vormontage der Rohrleitung DN 300 zur Entwässerung der Hauptrinne zum Auffangschacht



Die parallel zur Hauptlängsrinne angeordneten Rinnen werden ohne Gefälle ausgebildet. Die senkrecht zur Längsrinne verlaufenden Querrinnen erhalten ein Gefälle von ebenfalls ca. 2% wie die Ableitflächen.

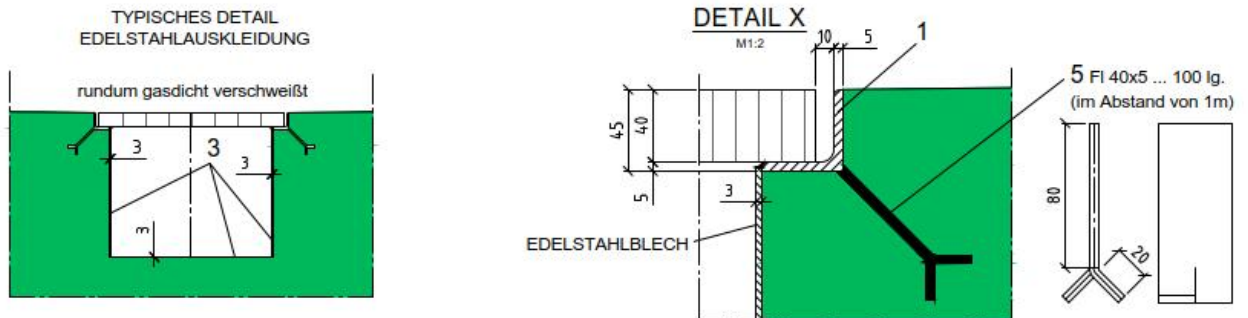


Bild 15 und 16: Edelstahlauskleidung der Rinnen mit Blechdicke 3 mm

Die Rinnen werden mit Edelstahlblech ausgekleidet und erhalten eine Gitterrostabdeckung.

Die Hauptrinne ist eine in Längsrichtung mit Gefälle ausgebildete Rinne mit einer Rinnentiefe zwischen 100 und 350 mm. Die Nebenrinnen sind in sich gefällelose Flachrinnen mit einer Rinnentiefe von 100 mm. Die Entwässerung erfolgt über eine Verlegung mit dem 2%igen Gefälle der Ableitfläche.

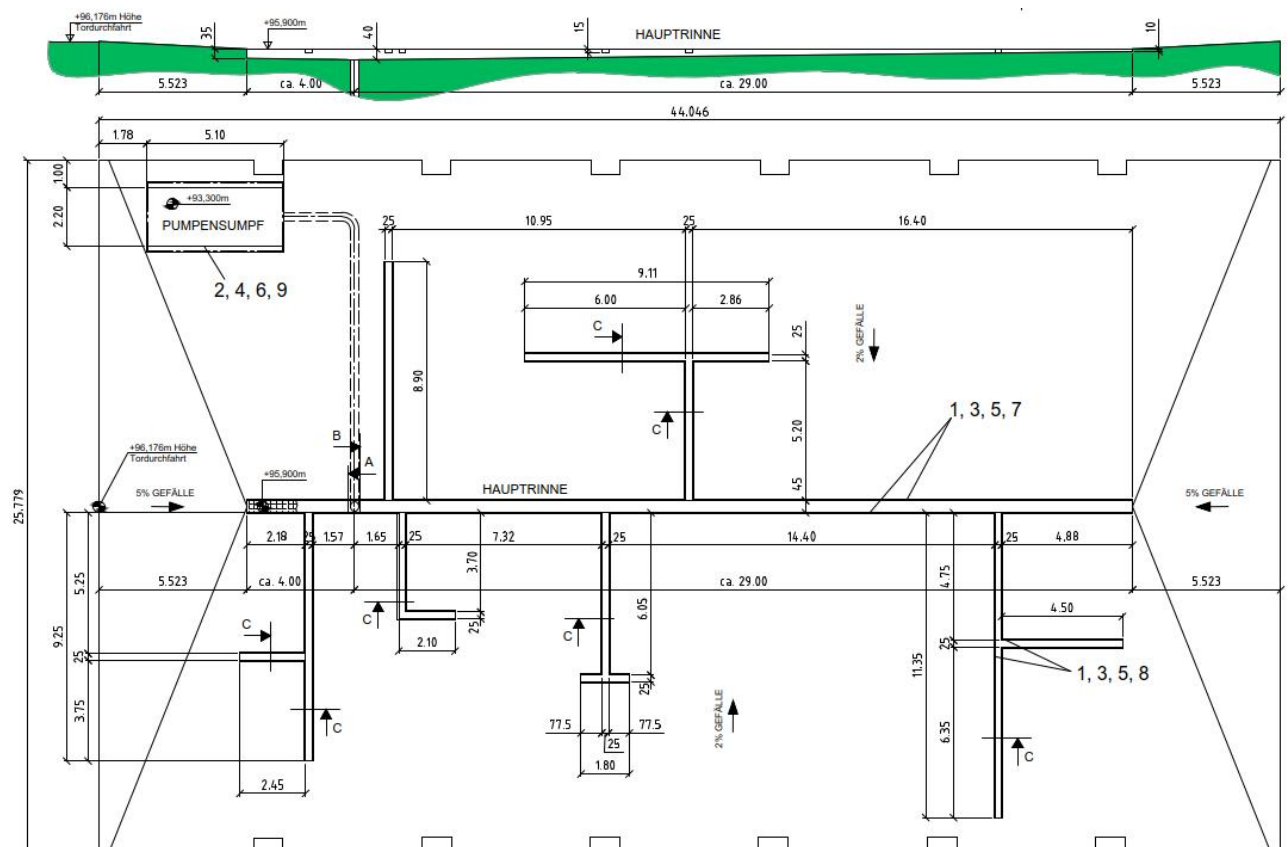


Bild 17: Grundriss Gebäude 7 Entwässerungs- und Gefälleplan Ing.-Büro WES MA-255-B-025 vom 06.03.2020

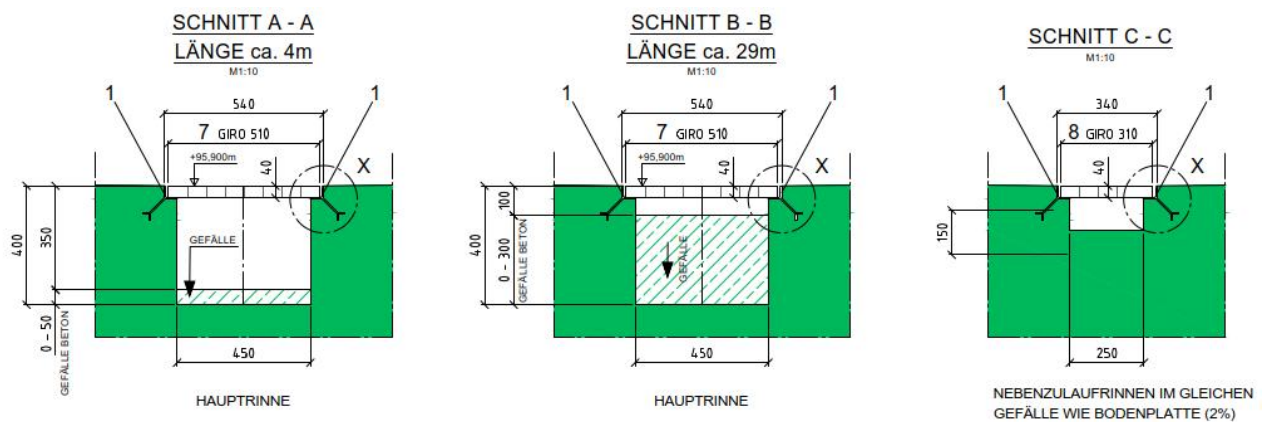


Bild 18 bis 20: Querschnitte durch Hauptrinne und Nebenzulauffinnen

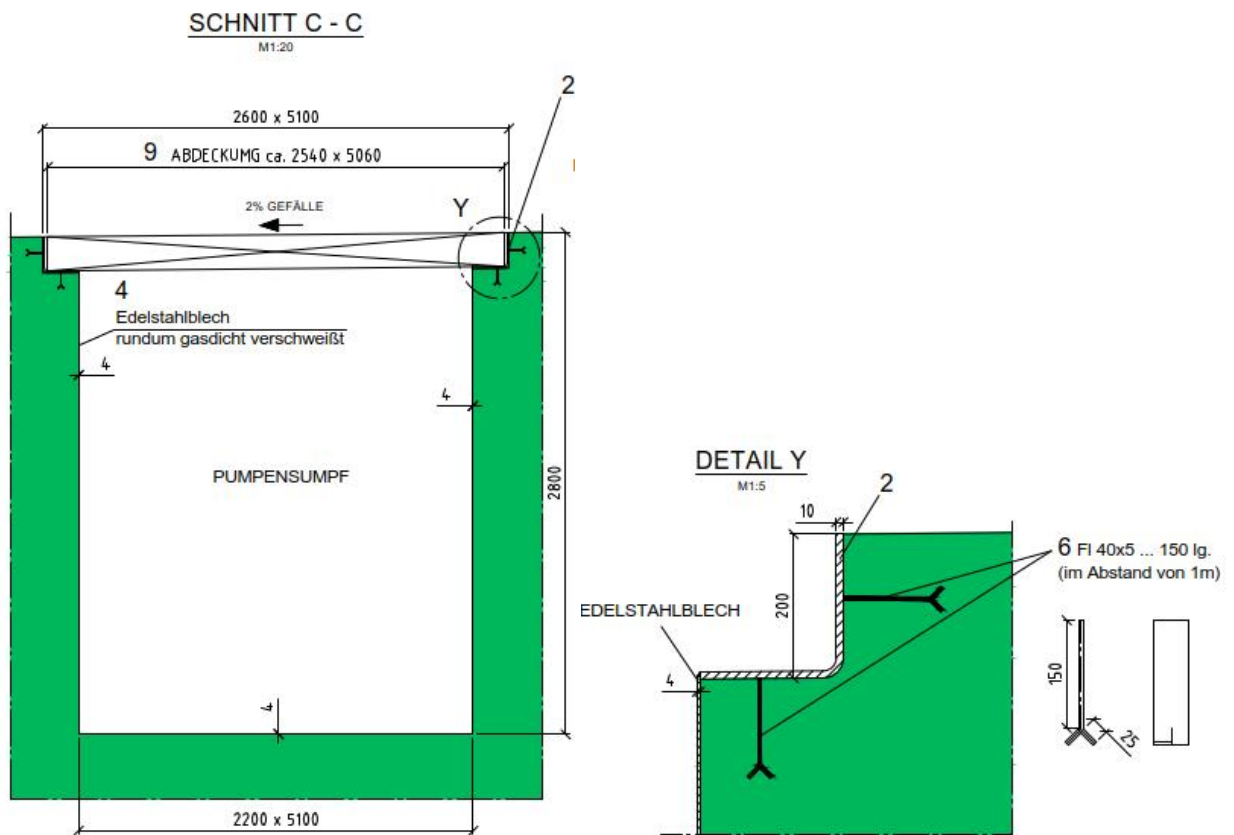


Bild 21: Detail zum Auffangschacht mit Edelstahlauskleidung; Blechdicke 4 mm

3.5.4. Entwässerung der Außenanlagen

Die Ableitflächen der einzelnen Auffangkonstruktionen werden mit einer Gefällegebung ausgestattet. Das planmäßige Gefälle der Ableitflächen wird nach jetzigem Planungsstand gem. den Anforderungen aus [6] mit mindestens 2 % angenommen.

Bei größeren Anlagenabmessungen sind zusätzliche Rinnensysteme vorgesehen. In Längsrichtung ist in der Rinne ein planmäßiges Gefälle von mindestens 0,5% vorzusehen.

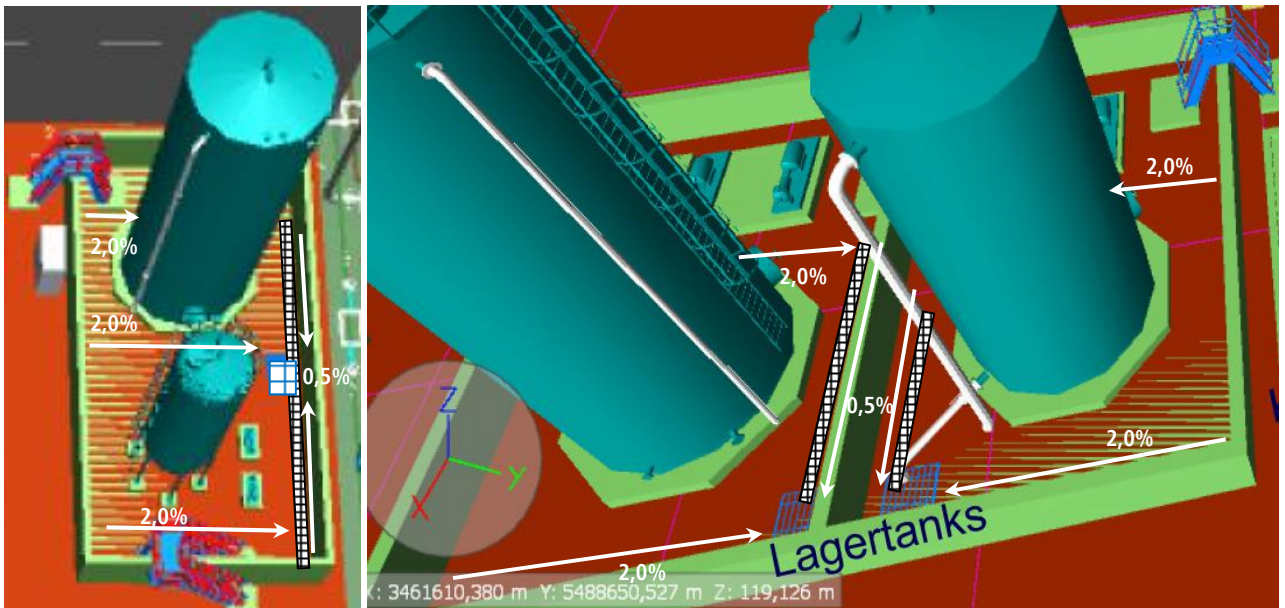


Bild 22 und 23: Beispiele Gefällegebung der Ableitflächen und Rinnen; links Lager Peressigsäure, rechts Lagertanks

Am Ende der Rinne wird am Tiefpunkt eine Auffanggrube angeordnet. Von dort gelangen anfallende Flüssigkeiten über Pumpen und Rohrverbindungen in einen Sammler, der wiederum an die betriebseigene Kläranlage angeschlossen ist.

Die notwendige Pumpen- und Sicherungstechnik muss im Nachgang der Vorplanung festgelegt werden. Grundsätzlich ist seitens des Betreibers vorgesehen, dass die Pumpen erst im Bedarfsfall händisch betätigt werden müssen, bevor Flüssigkeiten abgepumpt werden.

Nach §19 AwSV dürfen bei unvermeidlichem Zutritt von Niederschlagswasser die Füllmengen der Auffangwannen direkt in Kanalisation abgepumpt werden, sofern im Vorfeld überprüft wurde, dass keine der dort gelagerten wassergefährdenden Stoffe im Niederschlagswasser enthalten sind. Mit wassergefährdenden Stoffen verunreinigtes Niederschlagswasser ist ordnungsgemäß als Abwasser zu beseitigen.

Das Retentionsvermögen der Grube am Ende der Entwässerungsrinne der jeweiligen Auffangwanne ergibt sich aus den jeweils anfallenden Flüssigkeitsmengen aus Niederschlägen, dem ggf. einzuplanenden Löschwasser und austretenden Flüssigkeitsmengen der Prozesswässer. Das Gleiche gilt für den Sammler zwischen den einzelnen Anlagenteilen und der Kläranlage. Die zu berücksichtigenden Flüssigkeitsmengen werden nachfolgend berechnet.

Bei der Berechnung wurde zugrunde gelegt, dass im Störfall nur ein Tank versagt. Sofern mehrere Tankbehälter je LAU Anlage aufgestellt sind, wird der Tank mit dem größten Lagervolumen zugrunde gelegt.

3.5.5. Beanspruchungsdauer der einzelnen Anlagenteile

Im Falle einer Havarie in Form eines auslaufenden Tanks oder einer geplatzten Rohrleitung werden die anfallenden, wassergefährdenden Flüssigkeiten über eine Gefällegebung über die jeweilige Ableitfläche in eine Rinne geführt. Von dort gelangt die Flüssigkeit in eine Auffanggrube. Von dort kann es je nach Gefährdungsstufe entweder in die betriebseigene Kläranlage geleitet werden oder es wird bei erhöhter Schadstoffkonzentration fachgerecht entsorgt.

Die Art der Weiterleitung bzw. Entsorgung ist abhängig von der Art und Zusammensetzung der jeweils gelagerten wassergefährdenden Flüssigkeit.

Die Reaktionszeit innerhalb des Betriebs liegt aufgrund der betriebseigenen Feuerwehr unterhalb von 72 h. Bei auftretenden größeren Tropfleckagen können diese ebenfalls kurzfristig aufgenommen werden.

Aus vorgenannten Gründen ist somit nicht von einer lange anhaltenden Verweildauer der wassergefährdenden Flüssigkeiten auf den Ableitflächen der Konstruktionsbauteile zu rechnen.

Zum jetzigen Zeitpunkt der Planung wird von nachfolgenden Beanspruchungsklassen der einzelnen dichtigkeitsrelevanten Bauteile ausgegangen.

Tab. 14: Chemische und dichtheitsrelevante Beanspruchung der jeweiligen Bauteile

Lagermedium	Bauteil	Beanspruchung		Begründung
		Chemisch	dichtheitsrelevant	
Stroh-Lignin aus Stroh- zellstoff- herstellung	Umfassungswände	gering		Beanspruchungsdauer = 8 h da nur temporär aufstauend
	Ableitflächen, außen			
	Ableitflächen, innen			
	Entwässerungsrinnen			
	Auffanggrube	hoch		Große Verweildauer > 72 h
Natronlauge	Umfassungswände	gering		Beanspruchungsdauer = 8 h, da nur temporär aufstauend
	Ableitflächen			
	Entwässerungsrinnen	Je nach Werkstoff	mittel	Beanspruchungsdauer = 8 h bzw. in verdünnter Form
	Auffanggrube	Je nach Werkstoff	hoch	Große Verweildauer > 72 h
Wasserstoff- peroxid beschichtete Flächen	Umfassungswände	Je nach Werkstoff der Beschichtung	gering	Beanspruchungsdauer = 8 h da nur temporär aufstauend
	Ableitflächen		mittel	Beanspruchungsdauer = 72 h; Ausnahme Tropfleckagen: hoch
	Entwässerungsrinnen	Je nach Werkstoff	hoch	Große Verweildauer > 72 h
	Auffanggrube	Je nach Werkstoff	hoch	Große Verweildauer > 72 h
Per- essigsäure beschichtete Flächen	Umfassungswände	Je nach Werkstoff der Beschichtung	mittel	Beanspruchungsdauer = 8 h
	Ableitflächen		mittel	Beanspruchungsdauer = 72 h; Ausnahme Tropfleckagen: hoch
	Entwässerungsrinnen	Je nach Werkstoff	mittel	Beanspruchungsdauer = 72 h
	Auffanggrube	Je nach Werkstoff	hoch	Große Verweildauer > 72 h

3.5.6. Rutschsicherheit

Die betrieblichen Anforderungen an die Rutschsicherheit der begehbaren Flächen, insbesondere im Nassbereich müssen planungstechnisch berücksichtigt werden.

Entsprechend den betrieblichen Vorgaben soll zur Sicherstellung einer ausreichenden rutschhemmenden Ausbildung der begeh- und befahrbaren Bauteiloberflächen eine rutschhemmungsklasse R11 in Verbindung mit einer Verdrängungsraumklasse V4 entsprechend [10], [11] bzw. [12] hergestellt werden.

Bei nicht beschichteten Betonoberflächen als Nutzfläche wird diese oberseitig planmäßig z. B. durch Kugelstrahlen der Oberfläche im Bereich der Laufwege aufgeraut. Die Rutschhemmung wird dann nach [12] und/oder mit dem SRT Pendelverfahren nachgewiesen.

Sofern in einzelnen Anlagenteilen eine Beschichtung aufgetragen wird, wird die erforderliche Rutschhemmung durch die eingestreute Quarzsandschicht der oberen Lage der Beschichtung hergestellt. Die

Verdrängungsraumklasse V4 entspricht dann einer mittleren Rautiefe der Beschichtung unterhalb der herausragenden Quarzsandkörnchen von 0,4 mm. Der Nachweis erfolgt am Objekt im Zuge der Ausführung durch Prüfung der mittleren Rautiefe nach DIN EN 1766.

4. Planungsansätze für Baustoffe

4.1. Stahlkonstruktionsteile und Bewehrungsstahl

Da alle gelisteten wassergefährdenden Flüssigkeiten Korrosion an Stahlteilen in mehr oder minder starker Form auslösen, sind entsprechend dichte Schutzschichten vorzusehen. Bei den begehbaren Flächen ist darüber hinaus von einem Einsatz von Tausalzen im Winterdienst auszugehen.

- Stahlkonstruktionsteile sind mit einem entsprechenden Korrosionsschutz auszustatten, der auf die Einwirkungen auszulegen ist.
- Bei Rohrleitungen und Anschlüssen sind insbesondere chemische Einwirkungen aus den wassergefährdenden Flüssigkeiten zu berücksichtigen.
- Bewehrungsstahl muss durch eine ausreichend dichte Betondeckung geschützt werden, um dauerhaft wirksam zu sein. Zusätzlich sind besondere Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Behandlung von Rissen vorzusehen.

4.2. Lieferbeton

Für die Vorplanung werden folgende notwendigen Anforderungen an die Lieferbetone zugrunde gelegt. Ggf. müssen diese im Zuge der Werkplanung noch verfeinert werden. Vorausgesetzt ist, dass die Betonbauteile nicht beschichtet werden sollen. Diese Betone können aber auch zur Herstellung der zu beschichtenden LAU Anlagenteile herangezogen werden.

Tab. 15: Betontechnische Anforderungen an die Konstruktionsbauteile der Auffangwannen sowie Einwirkungen

Bauteil	Druckfestigkeitsklasse	Dichtigkeitsanforderung	Expositions-/ Feuchteklassen
Umfassungswände	C30/37 ⁴⁾	FD oder FDE	XC4, XF1, XA ³⁾ , WA
Ableitflächen, außen			XC4, XD1 ¹⁾ , XF4 ²⁾ , XA ³⁾ , WA
Ableitfläche, innen			XC3, XD1 ¹⁾ , XA ³⁾ , WA
Rinnen			XC4, XD1, XA ³⁾ , WA
Auffanggruben			XC4, XD1, XA ³⁾ , WA
Sammler			XC4, XD1, XA ³⁾ , WA

¹⁾ Abweichend von DIN EN 206 und in Verbindung mit den erhöhten Dichtigkeitsanforderungen, die an einen FD bzw. FDE Beton gestellt werden, erachten wir eine Klassifizierung in XD1 mit einer Festigkeitsklasse C30/37, jedoch mit einem w/z-Wert = 0,50 anstatt in XD3 mit einer Festigkeitsklasse C35/45 für ausreichend und gerechtfertigt.

²⁾ LP-Beton

³⁾ Chemischer Angriffsgrad der wassergefährdenden Flüssigkeiten dzt. noch nicht bekannt.

⁴⁾ Zur Abschätzung der Dichtigkeitsanforderungen gegenüber den wassergefährdenden Flüssigkeiten wurde für die Entwurfsplanung einheitlich eine Mindest-Festigkeitsklasse C30/37 zugrunde gelegt. Ggf. ergeben sich aus statischen Anforderungen erhöhte Forderungen.

4.3. Materialien zur Riss-/Fugenbehandlung

Die zu verwendenden Produkte zur Behandlung möglicherweise auftretender Risse müssen einerseits auf die chemisch-physikalischen Einwirkungen aus den wassergefährdenden Flüssigkeiten und andererseits auf objektspezifische Randbedingungen wie Rissbreiten oder Rissbreitenänderungen abgestimmt sein.

Die entsprechend notwendigen Angaben können erst zu einem späteren Zeitpunkt getätigt werden.

Bei den Materialien kann es sich um Rissfüllstoffe oder Produkte zur Herstellung von Riss-/Fugenbandagen handeln.

4.4. Materialien für Betonersatz /-ergänzung

Materialien zur Beseitigung kleinerer Betonabplatzungen mit geringer Tiefe, die sich im Laufe der Nutzungsdauer einstellen können, müssen auf die Anforderungen zur Dichtigkeit abgestimmt werden. Die entsprechend notwendigen Angaben können erst zu einem späteren Zeitpunkt getätigt werden.

Im Anschlussbereich von horizontalen an vertikale Bauteile sind Dreieckskehlen herzustellen. An die hierfür zu verwendenden Materialien sind ebenfalls hohe Anforderungen an die Dichtigkeit und an den Verbund zum Untergrund zu stellen. Üblicherweise werden hierzu polymergebundene Produkte verwendet. Die entsprechend notwendigen Angaben können erst zu einem späteren Zeitpunkt getätigt werden.

4.5. Auskleidungen

In Teilflächen können Auskleidungen der unbeschichteten Konstruktionsbauteile erforderlich werden, um den Dichtigkeitsanforderungen zu genügen. Zum jetzigen Zeitpunkt könnte es sich hierbei um die Entwässerungsrinnen und die Auffanggruben in den einzelnen Auffangwannen handeln.

4.6. Beschichtungen

In den chemisch stark beanspruchten Auffangwannen aus Beton zum Lagern der Produkte

- Solbrite als Stoffmischung aus Wasserstoff Peroxid, Essigsäure und Peressigsäure
- Hydrogen Peroxid der Fa. Kemira

müssen Schutzschichten aufgebracht werden. Derzeit findet eine Klärung statt, um ein geeignetes Beschichtungssystem auszuwählen.

Gemäß den Zulassungsgrundsätzen für Beschichtungssysteme für den Gewässerschutz [16] müssen diese mindestens folgende Eigenschaften aufweisen:

- Rissüberbrückung = 0,1 mm
- Alterungsbeständigkeit und ggf. Witterungsbeständigkeit
- Chemische Beständigkeit gegen das Einwirken der wassergefährdenden Flüssigkeiten
- Begeh. und ggf. Befahrbarkeit und die dafür notwendige Rutschhemmung der Oberfläche
- Falls erforderlich Ableitfähigkeit

Zum jetzigen Planungsstand werden die folgenden Gewässerschutzsysteme näher betrachtet

- das Beschichtungssystem **Sikafloor Gewässerschutzsystem 390 N Plus** der Fa. Sika Deutschland GmbH mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-59.12-457 und Geltungsdauer vom 29.03.2019 bis 29.03.2022
- das Beschichtungssystem **Mastertop 1278 in LAU Anlagen** der Fa. BASF Coatings GmbH mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-59.12-194 und Geltungsdauer vom 02.12.2019 bis 02.12.2024.

Eine Detailprüfung zum Nachweis der bestimmungsgemäßen Verwendung steht noch aus. Im Zuge dieser Überprüfung müssen in erster Linie die o. g. Mindesteigenschaften überprüft werden.

Da beide Systeme grundsätzlich begrenzt rissüberbrückende Eigenschaften aufweisen, sind die Voraussetzungen für eine Verwendung günstig.

Da die System gem. Zulassung auch grundsätzlich begeh- und befahrbar sind, ist auch in diesem Fall nur eine Detailklärung erforderlich.

Für den Nachweis einer ausreichenden chemischen Beständigkeit sind die Regelungen der jeweiligen Zulassung zu beachten. Je nach Beanspruchungsstufe gering / mittel / hoch und Beanspruchungsdauer sowie Anlagenbetriebsart sind die Beschichtungen verschiedenen Anwendungsklassen zugeordnet. Diese sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tab. 16: Maximal zulässige Beanspruchungsdauer und Häufigkeit der Beaufschlagung mit wassergefährdenden Flüssigkeiten; *Quelle: allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen*

Beanspruchungsstufe	Beanspruchungsdauer * bzw. Häufigkeit	Anlagenbetriebsart	Klasse	Stufe ***
gemäß TRwS DWA-A 786 ¹		gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung		
1	2	3	4	5
gering	max. 8 Stunden Abfüllen bis zu 4 mal/Jahr **	Lagern	LAU1	1
	Umladen (1)	Abfüllen		
		Umladen (1)		
mittel	max. 72 Stunden Abfüllen bis zu 200 mal/ Jahr **	Lagern	L2/ AU1	2
	Umladen (2)	Abfüllen	LAU2	3
		Umladen (2)		
hoch	max. 3 Monate unbegrenzte Anzahl Abfüllvorgänge **	Lagern	L3/ AU2	4
		Abfüllen	LAU3	5

* Zeitraum innerhalb dessen eine Leckage erkannt und beseitigt worden sein muss bzw. vorgesehene Häufigkeit von Abfüllvorgängen

** unter Beachtung besonderer Vorkehrungen beim Abfüllen gemäß TRwS DWA-A 7861

*** Die jeweils höhere Stufe schließt die darunter liegende Stufe ein.

Unter Berücksichtigung der in den jeweiligen Zulassungen gelisteten Chemikalien ist dann eine Zuordnung möglich.

Tab. 17: Zugelassene Flüssigkeiten für die Anlagenbetriebsarten Lagern (L), Abfüllen (A) und Umladen (U) nach Beanspruchungsstufe gering (1), mittel (2) und hoch (3)

Zulassungsinhaber	Zugelassene Flüssigkeiten		Betriebsart und Stufe
Sika Deutschland Z-59.12-457	- Schwefelsäure = 85 % - Chromsäure = 50 % - Ammoniaklösung = 32 %	- Salzsäure = 37 % - Natriumhypochloritlösung (Aktivchlorgehalt = 13 %)	LA 3 / U 2
	- Phosphorsäure = 85 %	- Wasserstoffperoxid = 30 %	L 3 / AU 2
	- Milchsäure = 50 % - Schwefelsäure = 96 %	- Salpetersäure = 40 % - Flusssäure = 50 %	LAU 2
BASF Coatings Z-59.12-194	- Schwefelsäure = 90 % - Phosphorsäure = 85 % - Milchsäure = 50 % - Chromsäure = 50 % - Essigsäure = 30 %	- Ammoniaklösung = 32 % - Wasserstoffperoxid = 30 % - Flusssäure = 10 % - wässrige Ameisensäure = 5 % - Flusssäure = 10%	L 3 / AU 2
	- Salpetersäure = 30 %	- Flusssäure = 50 %	L 2 / AU 1
	- Schwefelsäure = 96 %		LAU 1
	- Salzsäure = 37 %	- Natriumhypochlorit (13 % Chlor)	LA 3 / U 2

Tab. 18: Einwirkungen auf die Beschichtung aus den gelagerten Gefahrstoffen im Vergleich zu den gem. Zulassung geprüften Einwirkungen

Produkt	Zusammensetzung	Systemfreigabe gem. Zulassung	
		System Sika	System BASF
Solbrite	21 bis 24% Wasserstoff Peroxid	= 30%	= 30%
	16 bis 18% Essigsäure	-	= 30%
	~ 15% Peressigsäure	-	-
Fa. Kemira	49,5% Hydrogen Peroxide	= 30%	= 30%

Leider konnte bei keinem der Beschichtungssysteme eine vollständige Übereinstimmung mit den zugelassenen Flüssigkeiten im Vergleich mit den zu lagernden Flüssigkeiten festgestellt werden.

In Abstimmung und auf Vorschlag des Systemanbieters Sika wären Ergänzungsprüfungen mit den nicht zugelassenen Flüssigkeiten erforderlich, um im Rahmen einer Werksbescheinigung eine Freigabe seitens des Systemanbieters zu erhalten. Hierzu würde der Systemanbieter Prüfplatten liefern, die dann im Werk nach entsprechender Vorgabe des Prüfprocedere mit den jeweiligen Flüssigkeiten zu beaufschlagen wären. Letztendlich geht es bei den Nachweisen um die chemische Beständigkeit der Beschichtung bei Exposition gegen die einwirkenden Chemikalien bzw. das Stoffgemisch.

Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei dem einen Produkt Solbrite um ein Mischprodukt handelt wäre dies eine sinnvolle Vorgehensweise.

Die BASF als zweiter Systemanbieter würde sich dieser Vorgehensweise vermutlich anschließen.

Diese Vorgehensweise wäre mit dem AwSV Sachverständigen im Vorfeld abzustimmen.

Sofern sich aus der Wahl des bauaufsichtlich zugelassenen Schutzsystems gesonderte Anforderungen an die darunter befindliche Stahlbetonkonstruktion ergeben, werden diese im Zuge der weiteren Planung noch berücksichtigt. Wesentliche Vorgaben sind nachfolgend aufgelistet.

Tab. 19: Vergleich der Gewässerschutzsysteme

Gewässerschutzsystem	AbZ-59.12-457 Sikafloor 390 N Plus Fa. Sika Deutschland GmbH	AbZ-59.12-194 Mastertop 1278 Fa. BASF Coatings GmbH
Systemaufbau	Grundierung (EP-Harz) + Zwischenschicht (PUR-Harz) + Deckschicht (EP-Harz)	Grundierung (EP-Harz) + Deckschicht (EP-Harz)
Systemspezifische Mindestschichtdicke	= 2,8 mm	= 2,0 mm
Rissbreitenbeschränkung für statische Nachweise	= 0,20 mm	
Max. Rissbreite vor Auftrag der Beschichtung	= 0,30 mm	
Überbrückung von Rissen mit veränderlichen Rissbreiten	Nachweise liegen noch nicht vor; maßgebend für Anwendung im Außenbereich	
Anwendungseinschränkung	System nicht für LAU Anlagen für entzündliche Flüssigkeiten geeignet	
Befahrbarkeit	Fahrzeuge mit Luftbereifung	
Rutschhemmende Ausführung R11/V4	nur mit Sonderaufbau in Abstimmung abweichend von Zulassung	Ausführung nach Zulassung möglich
Chemische Beständigkeit	Zusätzliche Nachweise / Prüfungen zur chemischen Beständigkeit erforderlich	

5. Planungsansätze für die Konstruktionsbauteile

5.1. Betonbauweise mit vorweggenommenem / vereinfachtem Dichtheitsnachweis

Bei dieser Bauweise wird ein

- FD Beton, d.h. ein flüssigkeitsdichter Beton mit Vorgaben an die Betonzusammensetzung und festgelegten Eindringtiefen der wassergefährdenden Flüssigkeit oder
- ein FDE Beton, d.h. ein flüssigkeitsdichter Beton mit gesonderter Eignungsprüfung hinsichtlich seiner Dichtigkeit sowie Randbedingungen an die Zusammensetzung und versuchstechnisch ermittelten Eindringtiefen

verwendet. Die Betone müssen mindestens der Druckfestigkeitsklasse C30/37 entsprechen und einen W/Z-Wert = 0,50 aufweisen. Sie müssen zudem so zusammengesetzt sein, dass sie der Klasse „schwindarm“ zugeordnet werden können. Dies setzt einen Zementleimgehalt von 290 ltr./m³ Beton voraus.

Da bei FDE Betonen i.d.R. geringere Eindringtiefen auf Grundlage durchgeführter Prüfungen festgelegt werden können, wurde bei dem Projekt Columbus diese Vorgehensweise gewählt.

Beim Nachweis der Dichtigkeit über den vereinfachten Nachweis nach [3] müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:

- Länge / Breite der Auffangwanne = 50 m; d.h. die Planung der Auffangwanne der Lagertanks kann aufgrund ihrer Länge von 60 m **nicht** nach dem vereinfachten Nachweisverfahren erfolgen. Demzufolge wurde in der Planungsbesprechung vom 11.11.2019 festgelegt, die Anlage in mehrere Teilbereiche zu untergliedern.
- Keine Verzahnung der Bodenplattenkonstruktion mit dem Untergrund. Falls eine Pfahlgründung oder Streifen-/Einzelfundamente aufgrund der hohen Lastbeanspruchungen ausgeführt werden sollen, darf das vereinfachte Nachweisverfahren nicht angewendet werden.
- Keine erhöhten Punktlasten bzw. keine erhöhten Flächenlasten $q > 5 \text{ kN/m}^2$ auf die Bodenplatte.
- Reibungsarme Lagerung der Bodenplatte auf dem Untergrund, z.B. durch eine geglättete Sauberkeitsschicht mit 2lagiger PE-Folienbelegung oder alternative Gleitschichten.

Da die vorgenannten Anforderungen bzgl. einer erhöhten punktuellen Beanspruchung vermutlich kaum einzuhalten sein werden, ist das vereinfachte Nachweisverfahren nicht anwendbar, wenn die Tragkonstruktion und die Dichtebene monolithisch hergestellt werden.

Die Bodenplatten der Auffangwannen sind möglichst ohne spätere Zwangspunkte und reibungsarm zu lagern.

Der erforderliche Bewehrungsgehalt richtet sich nach der vorgesehenen Rissbreite und der anzusetzenden Eindringtiefe der wassergefährdenden Flüssigkeit in den Beton.

Bei einem FD-Beton darf – stark auf der sicheren Seite liegend – eine mittlere Eindringtiefe nach 72 h Beaufschlagung von 40 mm angenommen werden. Nach [4] ergibt sich damit eine Mindest-Plattendicke von 300 mm, die unterhalb der Entwässerungsrinne herzustellen wäre. Der daraus resultierende Mindestbewehrungsgehalt ist in folgender Tabelle aufgelistet.

Die angegebenen Bewehrungsgehalte nach [4] beruhen auf einer Rissbreitenbeschränkung von 0,20 mm.

Tab. 20: Mindestbewehrungsgehalt in cm^2/m je Lage und Richtung mit vereinfachtem Nachweisverfahren nach [4] und vereinfacht angenommener Eindringtiefe $e_{\text{tm}} = 40 \text{ mm}$

Betondeckung		Bauteildicke						
		300 mm	350 mm	400 mm	450 mm	500 mm	550 mm	600 mm
$c_{\text{nom}} = 35 \text{ mm}$	$c_{\text{min}} = 20 \text{ mm}$	22,6	19,2	17,2	15,9	15,0	14,4	14,0
$c_{\text{nom}} = 50 \text{ mm}$	$c_{\text{min}} = 35 \text{ mm}$	24,2	20,2	17,8	16,3	15,3	14,7	14,3

Überträgt man diese Vorgaben auf das Objekt, wird sich unter realistischer Betrachtung mit diesem Nachweisverfahren unter der Rinne eine Plattendicke von 40 bis 50 cm ergeben, um die Betonierfähigkeit der Bodenplatte durch die enge Bewehrungsführung sicherzustellen.

Aus den sehr vereinfachten Ansätzen ergeben sich somit große Mindestbauteildicken und extreme Bewehrungsgehalte.

Bei den Außenwänden der Auffangwannen sind entweder im maximalen Abstand von 3 m oder $= 1,5 \times$ der Wandhöhe Dehnfugen anzuordnen und flüssigkeitsundurchlässig auszubilden oder die Wände müssen mit der angegebenen Mindestbewehrung zur Rissbreitenbegrenzung ausgestattet und einer Wandstärke von 300 bis 400 mm hergestellt werden.

Im Fazit bleibt festzuhalten, dass empfohlen wird, die genaueren Nachweisverfahren sowohl bei der Ermittlung von Eindringtiefen als auch der Dichtigkeitsnachweise anzuwenden.

5.2. Betonbauweise mit rechnerischem Dichtheitsnachweis

Bei dieser Bauweise werden ebenfalls ein FD Beton oder ein FDE Beton verwendet. Die Betone müssen mindestens der Druckfestigkeitsklasse C30/37 entsprechen und einen W/Z-Wert = 0,50 aufweisen.

Allerdings ist es bei diesem Nachweisverfahren möglich,

- mit tatsächlichen Eindringtiefen, die experimentell zu ermitteln sind, zu operieren.
- Bei Biegerissen über die verbleibende Druckzonenhöhe die Dichtigkeit nachzuweisen
- Der Nachweis zur Begrenzung von Rissbreiten – losgelöst vom Mindestbewehrungsgehalt des vereinfachten Nachweisverfahrens - den baulichen und baustofftechnischen Erfordernissen anzupassen.

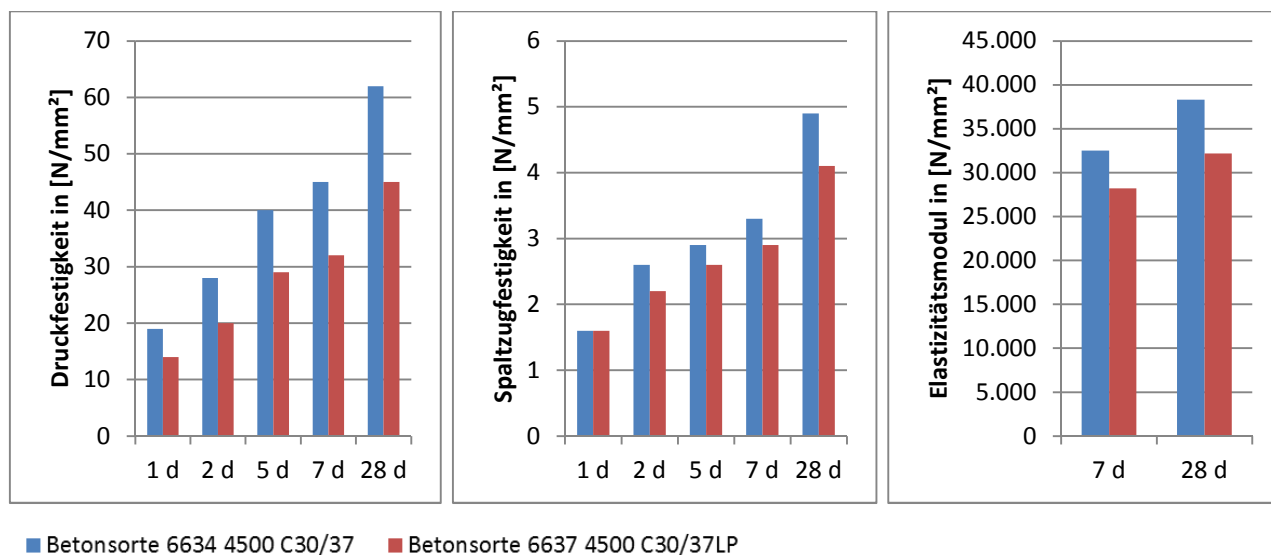
Im Fazit bleibt festzuhalten, dass empfohlen wird, die genaueren Nachweisverfahren anzuwenden.

5.3. Erstprüfung FDE Betone

Im Vorfeld der Planung wurden Erstprüfungen an einem für den Innenbereich ohne Tausalzstreuung im Winterbetrieb und einem für den Außenbereich mit Tausalzstreuung geeigneten Beton durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind in der Dokumentation MA-2019-190 näher beschrieben.

Im Zuge dieser Erstprüfungen wurden neben den üblichen Verarbeitungsversuchen zur Konsistenz und dem Aushärteverhalten mit der Druck- und Zugfestigkeitsentwicklung zur statischen Dimensionierung der Bauteile auch Eindringversuche durchgeführt.

Tab. 21: Zeitliche Entwicklung der mechanischen Eigenschaften der beiden Betonsorten



Da zu diesem Zeitpunkt nur Angaben zum Flüssigkeitsgemisch **Phoenix Co-Product**; Fa. Phoenix Pulp & Polymer vorlagen, beschränkten sich die Eindringversuche auf diese Flüssigkeit. Die Eindringversuche wurden sowohl an ungerissenen Probekörpern durchgeführt als auch an gerissenen Probekörpern mit unterschiedlichen Rissweiten.

Das Flüssigkeitsgemisch **Phoenix Co-Product** weist eine dynamische Viskosität von 50 mPa s auf. Dementsprechend können die nachfolgenden Prüfergebnisse auch auf die im Gesamtanlagenbereich in Tanks gelagerte Natronlauge mit einer dynamischen Viskosität von 79 mPa s übertragen werden, da diese Flüssigkeit eine höhere Viskosität (dickflüssiger) aufweist.

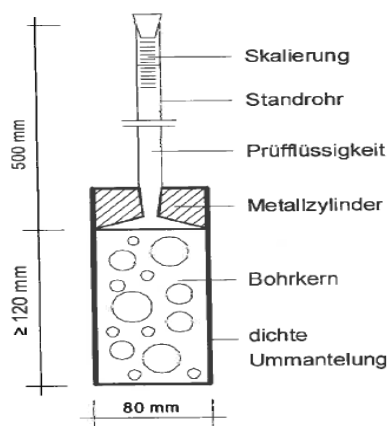


Bild 24 bis 26: Prüfvorrichtung zur Ermittlung der Eindringtiefe der Prüfflüssigkeit sowie vorbereitete ungerissene Prüfkörper; Einwirkhöhe 500 mm über 72 h

Tab. 22: Eindringtiefen der ungerissenen FDE Betone

Betonsorte		6634 4500			6637 4500		
Anwendung		Innenraum			Außenbereich mit Salzstreuung		
Angestrebte Festigkeitsklasse		C30/37			C30/37 LP		
Eindringtiefen	Prüfkörper	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
	e_{72i} je Prüfkörper	5 mm	7 mm	7 mm	15 mm	18 mm	8 mm
	e_{72m} je Prüfserie	6 mm			14 mm		
	e_{72k} je Prüfserie	8 mm			18 mm		

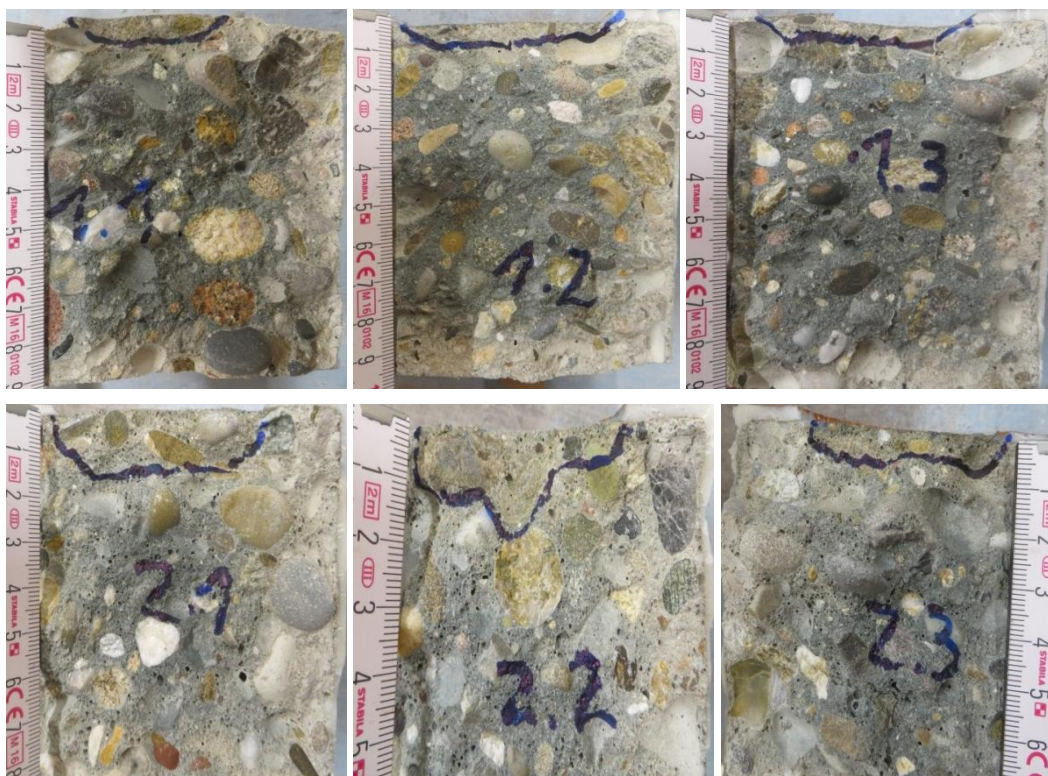


Bild 27 bis 32: Eindringtiefen der Flüssigkeit nach 72 h Einwirkzeit

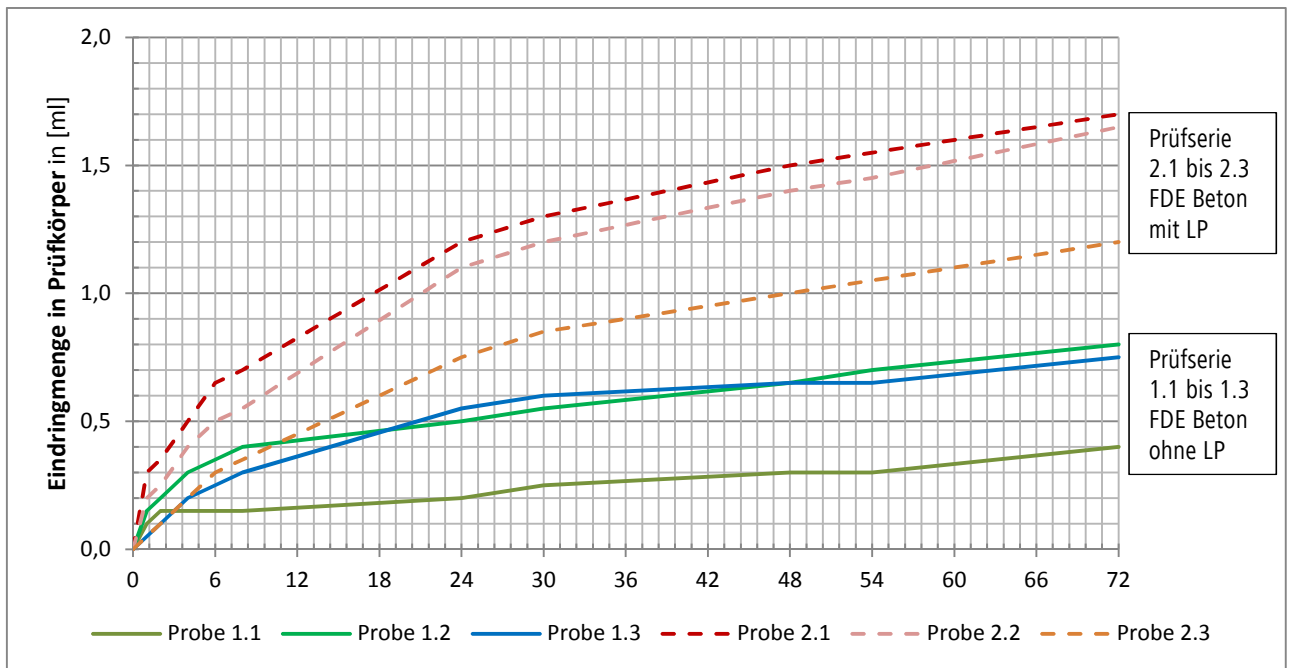


Bild 33: Eindringkurven der ungerissenen Prüfkörper



Bild 34 bis 36: Eindringtiefern in die Risse nach Aufspalten der Prüfkörper; Einwirkhöhe 1400 mm über 72 h

Tab. 23: Eindringtiefern gerissener Betonprüfkörper

Prüfkörper	Bezeichnung	R1		R2		R3
	Rissbreite	0,05 mm	0,10 mm	0,05 mm	0,30 bis 0,40 mm	
Eindring- tiefen	e_{w72i} je Prüfkörper	40 mm	55 mm	45 mm	> 250 mm über Gesamthöhe durchströmt	
	e_{w72m} je Prüfserie	47 mm				
	e_{w72k} je Prüfserie	63 mm				

Bei einer Rissbreite = 0,30 mm wurden die Prüfkörper vollständig durchströmt. Die Eindringprüfungen an gerissenen Prüfkörpern belegen die Forderung aus [6], dass die Notwendigkeit besteht, alle entstehenden Risse mit einer Rissbreite von mehr als 0,10 mm abdichtend zu injizieren.

Es ist davon auszugehen, dass breitere Trennrisse vollständig durchströmt werden. Im Zuge der statischen Nachweise müssen auch Rissbreitenänderungen insbesondere bei Bauteilen im Außenbereich berücksichtigt werden.

5.4. Behandlung von Rissen

Trennrisse sind bei Dichtkonstruktionen nicht zulässig und müssen abgedichtet werden, wenn die Dichtfunktion beeinträchtigt ist.

Bei Dichtkonstruktionen **nach dem vereinfachten Nachweisverfahren** sind grundsätzlich keine Trennrisse zulässig.

Bei Dichtkonstruktionen **mit rechnerischem Nachweis der Dichtheit** sind ebenfalls keine Trennrisse zulässig. Wenn sie entstehen, müssen sie dauerhaft abgedichtet werden. Bei Biegerissen hingegen kann über den Nachweis der Druckzonenhöhe der entsprechende Nachweis geführt werden.

Grundsätzlich sind Risse nicht vermeidbar, da es sich bei Stahlbeton um eine gerissene Bauweise handelt. Risse mit Rissbreiten = 0,10 mm sind zu schließen, um die Dauerhaftigkeit der Konstruktionsbauteile sicherzustellen und um eine flüssigkeitsdichte Konstruktion zu erlangen.

Risse entstehen bereits in jungem Betonalter durch das Abfließen der Hydratationswärme und der damit verbundenen Verkürzung der Betonplatte. Diese Rissbildungen kann man minimieren durch eine Begrenzung der Frischbetontemperatur und die Festigkeitsentwicklung des Betons (reduzierte Hydratationswärme), eine gute Nachbehandlung des Bauteils nach dem Betonieren sowie eine reibungsfreie Verformbarkeit der Dichtplatte. Je nach Geometrie ist es vermutlich erforderlich, zusätzliche Sollbruchstellen zu erzeugen, um ein gerichtetes Rissbild zu erhalten, das gezielt behandelt werden kann. Rissfrei kann nur bei Plattenabmessungen = 2,5 m gebaut werden.

Durch Schwindverformungen, die sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren erstrecken können, entstehen i.d.R. Trennrisse. Auch hier haben die geometrischen Verhältnisse der einzelnen Platten sowie die Betonzusammensetzung und Nachbehandlung entscheidenden Einfluss. Sollbruchstellen mit gesonderter Abdichtung können zur Schadensfreiheit beitragen.

Biegerisse entstehen überwiegend durch temperaturbedingte Verformungen im Außenbereich, insbesondere bei dünnen Platten. Der maßgebende Lastfall ist hierbei der warme Sommertag mit direkter Sonneneinstrahlung und der kurzfristig einsetzende Gewitterregen.

Die wesentlichen Temperaturänderungen erstrecken sich dabei auf die oberen 20 cm einer Betonplatte. Entsprechende Temperaturansätze können [4] entnommen werden. Die Dichtheit bei Biegerissen kann durch Nachweis der Druckzonenhöhe i.d.R. rechnerisch nachgewiesen werden.

Die entsprechenden statischen Nachweise müssen allerdings noch erstellt werden.

Bodenplatten

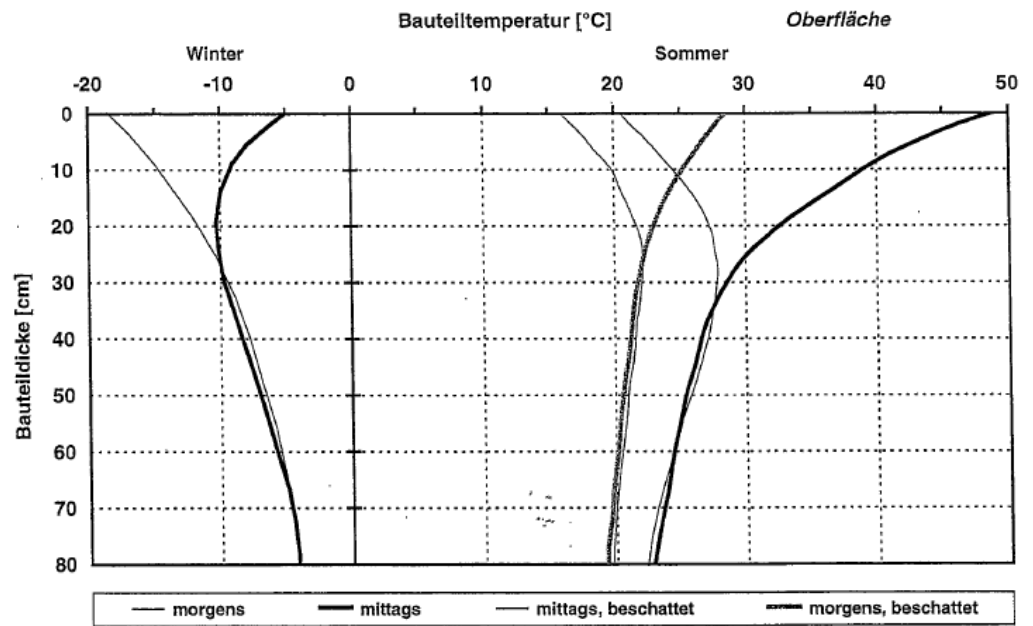


Bild 1-2 – Temperaturverläufe in erdberührten Wänden und Bodenplatten in Abhängigkeit von der Bauteildicke

Wände

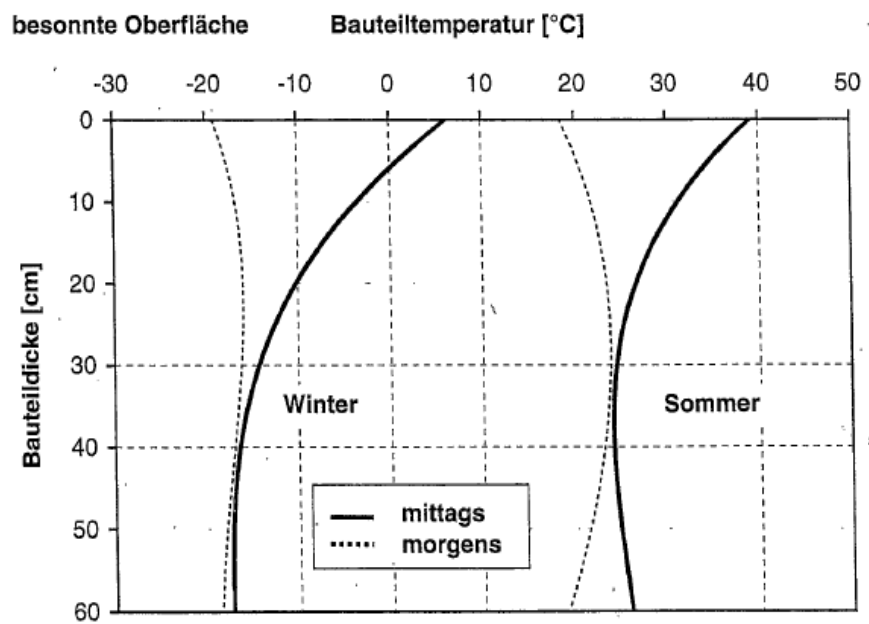


Bild 1-3 – Temperaturverläufe in besonnten Wänden in Abhängigkeit von der Bauteildicke

Bild 37 und 38: Temperaturverläufe in Bauteilen; Auszüge aus [4]

6. Entwässerung der Auffangwannen

6.1. Entwässerungsführung

Die Ableitflächen werden gem. [4] planmäßig mit einem Mindestgefälle von 2,0% zu den Entwässerungsrinnen ausgebildet. Das Längsgefälle in den Rinnen zu den Auffangschächten soll mindestens 0,5% betragen.

6.2. Berechnung des Rückstauvolumens

Das potentielle Rückstauvolumen ergibt sich aus

- Niederschlagsmengen aus Starkregenereignissen
- Löschwasser, das ggf. zum Löschen von Bränden in der Anlage anfällt
- Havarieschäden an Tanks und Rohrleitungen

Entsprechend den betrieblichen Vorgaben wird am jeweiligen Tiefpunkt einer Auffangwanne eine Pumpe installiert. Diese wird nur von einem Eingewiesenen manuell betätigt, sobald das Abpumpen der angesammelten Flüssigkeiten wasserrechtlich möglich ist.

6.2.1. Niederschlagsmengen

Die früher üblicherweise anzusetzende Niederschlagsmenge von pauschal 50 mm/m² bei einem Regenereignis über 72 Stunden entspricht aufgrund geänderter Klimadaten nicht mehr den aktuellen Regelungen.

Die tatsächlichen Niederschlagsmengen werden zwischenzeitlich aus Angaben des Deutschen Wetterdienstes abgeleitet, dokumentiert für Deutschland in Kostra-DWD-2010R für einen 72 stündigen Dauerregen als 100 jähriges Regenereignis. Für den Projektstandort Mannheim sind 100 bis 120 mm/m² Starkregenhöhen festgelegt.

6.2.2. Löschwassermengen

Im Falle eines Brandes in einem Anlagenteil ist mit zusätzlichen Flüssigkeitsmengen zu rechnen, sofern keine anderen Löschmittel als Wasser verwendet werden. Die dabei anfallende Löschwassermenge ist bei der Berechnung des Retentionsvermögens der bzw. des Sammlers zu berücksichtigen.

Das erforderliche Brandschutzkonzept für die einzelnen Anlagenteile befindet sich dzt. in Bearbeitung durch die Ingenieurgesellschaft Brandschutz Hoffmann mbH, Wiesbaden. Die dzt. vorliegende Vorabzugsfassung erlaubt noch keine Festlegung der zu berücksichtigenden Löschwassermengen.

Die Berechnung der potentiell anfallenden Löschwassermengen erfolgt nach [9]. Da der Betreiber über eine eigene Werksfeuerwehr verfügt (Anforderung: Erreichbarkeit des Brandereignisses nach spätestens 5 Minuten nach Alarmierung) und nicht vorgesehen ist, eine automatische Feuerlöschanlage einschließlich automatischer Brandmeldeanlage zu installieren, sind die Anlagenteile der Sicherheitskategorie K3 nach [9] zuzuordnen.

Da es sich bei den wassergefährdenden Flüssigkeiten um nichtbrennbare Flüssigkeiten handelt, ist bei den zugeordneten Anlagenteilen nach [9] kein zusätzliches Volumen für die Löschwasserrückhaltung erforderlich.

Zudem besteht über das Volumen zur Regenrückhaltung ein ausreichendes Rückstauvolumen zur Verfügung.

Anders verhält es sich bei der LAU Anlage Peroxid Lager in das Flüssigkeitsgemisch Solbrite im gelagert wird. Gemäß vorläufiger Brandschutzbewertung durch die IG Brandschutz Hoffmann mbH ist bei einer angenommenen Grundfläche dieser LAU Anlage von 42 m² eine Löschwassermenge von 47 m³ zu berücksichtigen. Falls sich diese

Werte in der weiteren Planung noch ändern, sind diese Änderungen auch in der nachfolgenden Bemessung zu berücksichtigen.

6.2.3. Austretende Prozesswässer im Havariefall

Das Rückstauvolumen möglicherweise austretender Prozesswässer kann erst angegeben werden, wenn die Tankvolumina etc. bekannt sind.

6.3. Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen

Die Bestimmung des Rückhaltevermögens bis zum Wirksamwerden geeigneter Sicherheitsvorkehrungen erfolgt nach [6].

Da die Gefällegebung noch nicht abschließend festgelegt ist und auch die Fundamente der Behälter sowie sonstige Einbauteile noch nicht bekannt sind, wurden die Stauräume der Gefällegebung, der Entwässerungsrinnen und der Auffangschächte noch nicht berücksichtigt. Werden diese Berücksichtigt, würden sich die Rückstauhöhen reduzieren.

Tab. 23: Rückstauhöhen der Außenanlagenbereiche bei einem Gefälle von 2% zur Entwässerungsrinne

Anlagenteil	Flüssigkeit	Tank					Auffangwanne						Havarie		Regen ¹⁾		Löschen		?	
		Kurz-Bez.	Tank Nr.	Ø	Grundfläche	Lager-volumen	Breite	Länge	Wand-stärke	Grundfläche			Lager-volum.	Aufstau-höhe ²⁾	Wasser-menge	Aufstau-höhe ²⁾	Wasser-menge	Aufstau-höhe ²⁾	Aufstau-höhe ²⁾	
				[m]	[m ²]	[m ³]				[m ²] brutto	[m ²] ohne Wände	[m ²] ohne Tank								
Gebäude A7	3)	A7-1	B14001	3,8	11,0	33	27,6	44,9	0,3	1239,2	1196,1	1132,5	79,0	0,07	-	-	-	-	-	0,07 ⁴⁾
		A7-2	B71004	1,5	1,8	2,7														
		A7-3	B71002	1,0	0,8	2,4														
		A7-4	B23005	2,3	4,0	22														
		A7-5	B32008	2,3	4,0	18														
		A7-6	B33008	2,3	4,0	8														
		A7-7	B43001	2,8	5,9	24														
		A7-8	B42002	5,0	19,6	79														
		A7-9	B46013	4,0	12,6	69														
Bleicherei	3)	BL1	B22101	3,5	9,6	44	24,5	30,9	0,3	755,8	723,0	630,9	183,0	0,29	90,70	0,14	-	-	-	0,43
		BL2	B22101	3,5	9,6	44														
		BL3	B22201	3,5	9,6	44														
		BL4	B34002	4,5	15,9	183														
		BL5	B23001	3,5	9,6	111														
		BL6	B32002	4,0	12,6	108														
		BL7	B33002	4,0	12,6	133														
		BL8	B46010	4,0	12,6	132														

Anlagenteil	Flüssigkeit	Tank					Auffangwanne						Havarie		Regen ¹⁾		Löschen		?	
		Kurz-Bez.	Tank Nr.	Ø	Grundfläche	Lager-volumen	Breite	Länge	Wand-stärke	Grundfläche			Lager-volum.	Aufstau-höhe ²⁾	Wasser-menge	Aufstau-höhe ²⁾	Wasser-menge	Aufstau-höhe ²⁾	Aufstau-höhe ²⁾	
				[m]	[m ²]	[m ³]				[m ²] brutto	[m ²] ohne Wände	[m ²] ohne Tank								
Zellstoff-lager	3)	ZL1	B47001	recht-eckig	40,0	795	12,0	15,0	0,3	180,0	164,2	117,1	79,5	0,68	21,60	0,18	-	-	0,86	
		ZL2	B47005	3,0	7,1	42														
EDA	Lager-tanks	Wasser	EDA-LT1	B86004	3,0	7,1	n.b.	10,0	13,0	0,3	130,0	116,6	98,5	nicht relevant, da Wasser		15,60	0,16	-	-	0,16
			EDA-LT2	B78001	3,8	11,0	n.b.													
	Ein-dampf-anlage	3)	EDA1			0,0	n.b.	10,0	18,0	0,3	180,0	163,6	n.b.	n.b.	n.b.	21,60	n.b.	-	-	n.b.
			EDA2			0,0	n.b.													
			EDA3			0,0	n.b.													
			EDA4			0,0	n.b.													
			EDA5			0,0	n.b.													
			EDA6			0,0	n.b.													
Lagertanks	Stroh-Lignin, konzentriert	LT1	B74001	7,5	44,2	663	11,0	42,4	0,3	466,4	434,7	289,7	663,0	2,29	55,97	0,19	-	-	2,48	
		LT2	B74101	7,5	44,2	663														
	Stroh-Lignin verdünnt	LT3	B72001	7,5	44,2	530														
	Kondensat NaOH haltig	LT4	B72003	4,0	12,6	101														
	Wasserstoff-Peroxid	LT5	B81003	4,0	12,6	138														
	Natronlauge	LT6	B82003	4,0	12,6	107														

Anlagenteil	Flüssigkeit	Tank					Auffangwanne						Havarie		Regen ¹⁾		Löschen		?
		Kurz-Bez.	Tank Nr.	Ø	Grundfläche	Lager-volumen	Breite	Länge	Wand-stärke	Grundfläche			Lager-volum.	Aufstau-höhe ²⁾	Wasser-menge	Aufstau-höhe ²⁾	Wasser-menge	Aufstau-höhe ²⁾	Aufstau-höhe ²⁾
				[m]	[m ²]	[m ³]				[m ²] brutto	[m ²] ohne Wände	[m ²] ohne Tank							
Kondensat-behälter und Wäscher	³⁾	K1	B...	0,0	12	8,0	8,0	0,3	64,0	54,8		12,0	n.b.	7,68	n.b.	-	-	n.b.	
Lager Peressig-säure	Wasser	PE1	B86001	5,5	23,7	n.b.	10,0	19,0	0,3	190,0	173,0	149,2	39,0	0,26	22,80	0,15	47	0,31	0,73
	Peressig-säure	PE2	B83003	3,0	7,1	39													

Anmerkungen

¹⁾ bei Niederschlagsmenge von 120 mm/m² auf Gesamtfläche

²⁾ bei effektiver Grundfläche

³⁾ Wässrige Suspensionen in unterschiedlichen Konzentrationen mit Fasern

⁴⁾ Bei Gebäude A7 gibt es keine Rückstauhöhe, da austretende Flüssigkeiten im Gefälleprofil, in den Rinnen und dem Auffangschacht aufgenommen werden können.

Bei den überdachten Anlagenteilen wird davon ausgegangen, dass die Regenwassermengen direkt in die Kanalisation abgeleitet werden und nicht mit wassergefährdenden Stoffen durchmischt werden.

Bei den Lagertanks liegen z.T. sehr große Aufstauhöhen vor, die in erster Linie auf die großen Lagermengen der wassergefährdenden Flüssigkeiten zurückzuführen sind. Die Grundflächen der Auffangwannen müssen ggf. noch angepasst werden. Zusätzlich ist nach erfolgter Gefälleplanung die jeweilige Rückstaumenge zu überprüfen.

Freundliche Grüße
Implenia Construction GmbH



i. V. J. J. Krams
Qualifizierter Planer nach § 17 AwSV / TRwS 779
Technischer Sachverständiger SL Bau



i. A. Andreas Kleist
Zert. Sachkundiger Planer Instandhaltung