



Statik - Stabilität - Dynamik Ingenieurbüro Dr. Knödel

Dr Knoedel Engineering Consultants

Statics – Stability – Dynamics

KIT Stahl- und Leichtbau

Behälterbau Mastermodul

bauiM1S39-BEHBAU / M-BGU-100580

engiM206-BEHBAU / M-BGU-100580

Bauingenieurwesen Fachrichtung

Konstruktiver Ingenieurbau - Schwerpunkt I + II Schwerpunkt

Profil Vertiefung Konstr. Ing.bau; Modellierung und Sim. im Ingenieurbau

Semester Wintersemester 2021/2022



Foto: P. Knödel (2005)



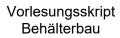
Foto: P. Knödel (2020)

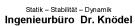


Foto: P. Knödel (2020)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Ummenhofer

Prof. Dr.-Ing. Peter Knödel







Stahl- und Leichtbau

Prof. Knödel

pk

Dr Knoedel Engineering Consultants
Statics - Stability - Dynamics

17.10.2021

2

0	Inhal	t			
0	Inhalt	t en	2		
1	Allgei	meines	6		
2	Begri	9			
	2.1	Formelzeichen, Einheiten, Parameter, Abkürzungen	9		
	2.2	Fachbegriffe, Definitionen	10		
3	Туре	neinteilung	22		
4	Rege	26			
	4.1	Allgemeines	26		
	4.2	Druckgeräterichtlinie DGRL	26		
	4.3	Drucklose Behälter	27		
	4.4	Eurocode 3	28		
	4.5	EN 14015 Flachboden-Stahltanks	28		
	4.6	EN 12285 Werksgefertigte Behälter	28		
	4.7	Umweltschutz	28		
5	Sprac	30			
	5.1	Modale Hilfsverben	30		
	5.2	Falsch übersetzte Fachbegriffe	31		
	5.3	Technische Fehler in Normen	31		
6	Math	33			
	6.1	5.1 Darstellung von Zahlen			
	6.2	Fehlerfortpflanzung	33		
	6.3	Fourierreihen	34		
	6.4	Statistik beim Sicherheitskonzept	36		
	6.5	Gedämpfte Schwingungen	37		
7	Koste	39			
8	Werk	42			
9	Querschnittswerte				
	9.1	Rechnerische Wanddicke	45		
		9.1.1 Blechdickentoleranz	45		
		9.1.2 Korrosion	45		
		9.1.3 Abrasion	45		
	9.2	9.2 Querschnittswerte			
10	Laste	47			
	10.1	EG Eigenlasten	47		
	10.2	F Füllung	47		
		10.2.1 Allgemeines	47		
		10.2.2 Flüssigkeit	48		
Pro	of. Umm	enhofer Bearbeitung: Stand:	Seite:		



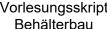
Vorlesungsskript Behälterbau

Statik – Stabilität – Dynamik Ingenieurbüro Dr. Knödel

Dr Knoedel Engineering Consultants Statics – Stability – Dynamics

Stahl- und Leichtbau

Prof.	. Knöde	_	17.10.2021	3		
Prof.	. Umme	nhofer Bearbeitung:	Stand:	Seite:		
	13.4					
	13.3	Tragverhalten – plastisch				
	13.2	•				
	13.1 Allgemeines					
13	Stabilität					
		12.7.2 Beanspruchung in Umfangsrichtung		84		
		12.7.1 Beanspruchung in Meridianrichtung		83		
	12.7	Mittragende Breite		83		
	12.6	Wahl des Bemessungskonzeptes		82		
	12.5	Variable Schnittgrößen entlang des Umfangs		82		
	12.4	Biegestörung		80		
	12.3	Schale		75 77		
	12.2	Membran				
	12.1					
12	Schnit	tgrößen und Ingenieurmodelle		74		
	11.2	Wasserrecht		72		
	11.1	Technisches Versagen		72		
11	Sicherheitskonzept					
	10.13	Lastfallkombinationen		69		
		10.12.3 Schwappen (= konvektiver Anteil)		67		
		10.12.2 Diskussion des Verhaltensbeiwertes q		66		
		10.12.1 Elastischer Schwinger (= impulsiver Anteil)		64		
		EB Erdbeben		64		
	10.11	AP Anprall		64		
		ER Erddruck		63		
	10.9	phi Schiefstellung		63		
	10.8	S Schnee		62		
		10.7.6 Extreme Wetterereignisse		62		
		10.7.5 Wirbelerregte Querschwingungen		61		
		10.7.4 Druckbeiwert		59		
		10.7.3 Kraftbeiwert		58		
		10.7.2 Evakuieren durch Überströmen		58		
	10.7	10.7.1 Modellbildung		57 57		
	10.7	W Windlasten		57		
	10.6	EX Explosion		56		
	10.5	P Verkehrslasten		55		
	10.4	T Temperatur		54		
		BD Betriebsüberdruck bzwunterdruck		53		
	10.3	10.2.4 Vorschlag für Füll-Bemessungssituationen		53		



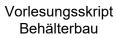
Vorlesungsskript Behälterbau

Statik – Stabilität – Dynamik Ingenieurbüro Dr. Knödel

Dr Knoedel Engineering Consultants Statics – Stability – Dynamics

Stahl- und Leichtbau

14.11	Trichtera	anschluss		120
14.10	Trichter			119
14.9	Tankboden		119	
14.8	Behälterfuß		117	
14.7	Zwischenring		116	
14.6	Kopfring		116	
14.5	Dacheckring		116	
14.4	Kronenring und Domstutzen		116	
14.3	Rippendach		114	
14.2	Kegelschalendach		113	
14.1	Mantel			111
Beme	ssung vo	n Kompone	enten	111
	13.8.11	Zusamme	nfassung	109
	13.8.10	_	n gestützter Beulsicherheitsnachweis nach EC3-1-6	108
	13.8.9		de Eigenwert-Analysen	107
	13.8.8		eometrisch und Materiell Nichtlinear mit Imperfektionen	106
	13.8.7		ometrisch Nichtlinear mit Imperfektionen	105
	13.8.6		eometrisch und Materiell Nichtlineare Berechnung	105
	13.8.5		riell Nichtlineare Berechnung	104
	13.8.3		re Beullast metrisch Nichtlineare Berechnung	104
	13.8.2 13.8.3	Begriffe	are Beullast	104
	12 0 2	Boariffo	3	104
				10
		13.8.1.3	EC3-1-14	
			1	
			- , ,	10
		13.8.1.2	FE-Rechnung (DBA)	
			1	10
		13.8.1.1	Handrechnung (DBF)	10
	13.8.1		lung und Rechenkonzept	101
13.8			101	
13.7		Unzulängliche Regelungen in EC3-1-6		100
13.6			ätsnachweis nach EC3-1-6	97
	13.5.5	Sonstige		97
	13.5.4	•	Jnebenheit	96
	13.5.3	Vorbeulen	1	96
	13.5.2	Exzentrizi	tät	96
	13.5.1	Unrundhe	it	96
13.5	Imperfel	ktionen		96
13.5		Imperfel	Imperfektionen	Imperfektionen





ngsskript Statik – Stabilität – Dynamik terhali Ingenieurbüro Dr. Knödel

Dr Knoedel Engineering Consultants Statics – Stability – Dynamics

Stahl- und Leichtbau

	14.12	Stützen	122	
	14.13	Mantelöffnungen	128	
15	Sonderfragen		130	
	15.1	Liegende Zylinder auf Sätteln	130	
	15.2	Liegende eingeerdete Zylinder	130	
	15.3	Druckbehälter		
	15.4	Behälter aus Aluminium		
	15.5	Kugeltanks		
	15.6	Geschraubte Behälter		
		15.6.1 Wellblechsilos	133	
		15.6.2 Wellblechtanks	133	
		15.6.3 Glattblechsilos	134	
		15.6.4 Glattblechtanks	135	
16	Freest	yle Übungen – die Kür	136	
17	Offene	Fragen	137	
18	Quellen			
	18.1	Allgemeines		
	18.2	Bauordnungsrecht		
	18.3	Umweltrecht		
	18.4	Weitere Gesetze		
	18.5	Ausgewählte technische Normen		
	18.6	Fachliteratur		
	18.7	Internetquellen		
	18.8	Ausgewählte Abschlussarbeiten		
	18.9	Persönlichkeiten im Behälterbau/Schalenstabilität	153	
19	Anhänge		1	
	19.1	Anhang 1: Angaben zum Beispielbehälter	1	
	19.2	Anhang 2: Herleitung der Kesselformel	1	
	19.3	Anhang 3: Randstörung aufgrund eines Krempelmomentes		
	19.4	Anhang 4: Überlagerung von Membranspannungen und Randstörgrößen		
	19.5	Anhang 5: FE-Berechnung am Beispielbehälter		
	19.6	Anhang 6: Historisches Material		
	19.7	Anhang 7: Textbausteine für Statiken		
	19.8	Anhang 8: Beulversuche in der Lehre		
	19.9	Anhang 9: Schadensfälle		
	19.10	O Anhang 10: Konstruktionszeichnungen		
	19.11	1 Anhang 11: FE-Berechnungen – Fehlersammlung		
	19.12	Anhang 12: Kreisringträger Knicknachweis	1	