

Gutachterliche Stellungnahme

Projekt **21843_3dekurz**
**Feuerwiderstand des Injektionsmörtels fischer
FIS V unter Brandbeanspruchung nach
DIN EN 1363-1**

Auftraggeber **Fischerwerke GmbH & Co. KG
Otto-Hahn-Straße 15
D – 79211 Denzlingen**

Seiten **15**

Autor

INGENIEURBÜRO THIELE
TRAGWERKSPLANUNG GMBH

UNTERER SOMMERWALDWEG 1
TRAGWERK@INGENIEURBUEROTHIELE.DE

66953 PIRMASENS
TEL. 06331 55470

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Informationen	3
2	Literatur	3
3	Produktbeschreibung	4
4	Basis der Auswertung	4
5	Feuerwiderstände für Gewindestangen	5
5.1	Verzinkter Stahl (gvz.)	5
5.2	Edelstahl (A4)	10

1 Allgemeine Informationen

Fischerwerke GmbH & Co. KG beauftragte die Bewertung des Feuerwiderstands des Injektionssystems FIS V unter axialer Zugbeanspruchung und Querlast. Die Auswertung basiert auf Brandversuchen die an der Technischen Universität Kaiserslautern nach DIN EN 1363-1:2012 [2] durchgeführt wurden, sowie auf dem Technical Report 020 [1]. Die Versuchsergebnisse sind im Versuchsbericht 18049HK15563 [3] zusammengefasst. Die im folgenden genannten Feuerwiderstände berücksichtigen ausschließlich eine einseitige Brandbeanspruchung.

2 Literatur

- [1] Evaluation of Anchorages in Concrete Concerning Resistance to fire, EOTA TR020, Edition May 2004
 - [2] Feuerwiderstandsprüfungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen, DIN EN 1363-1; Edition Oktober 2012
 - [3] Report on fire tests according to TR020 with FIS V 360 S adhesive, Test Report 18049HK15563, TU Kaiserslautern, April 2019
 - [4] Report on fire tests for post installed rebars according to EAD 330087-00-0601 with the fischer FIS V 360 S adhesive, Test Report 18048HK15562_1, TU Kaiserslautern, August 2018
 - [5] Eurocode 2 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 4: Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton; EN 1992-4:2018
 - [6] Europäisch Technische Bewertung ETA-02/0024: “fischer FIS V”, EOTA, DIBt, Februar 2017
 - [7] C. Thiele, M. Reichert: “Qualifikation von Verbunddübeln im Brandfall”, TU Kaiserslautern, DIBt, June 2017
 - [8] P. Nause, J. Wesche: “Untersuchungsbericht NR. 3038/8141-3: Prüfung und Bewertung von in der Zugzone von Stahlbetondeckenabschnitten gesetzten, auf zentrischen Zug belasteten fischer Injektionsankern FIS V der Dimensionen M8 bis M30 auf Brandverhalten bei Brandbeanspruchung nach DIN 4102 – 2 : 1977-09 zur Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer”, MPA Braunschweig Januar 2002
 - [9] Report on fire tests for post installed rebars according to EAD 330087-00-0601 with the fischer FIS V, fischer FIS VS and fischer VW injection system, TU Kaiserslautern, Dezember 2018
-

3 Produktbeschreibung

Das Injektionssystem fischer FIS V ist ein Verbundsystem in einer 2 Komponenten Mörtelkartusche für die Verwendung in gerissenem und ungerissenem Normalbeton. Aufgrund der nahezu identischen Hochtemperatureigenschaften des fischer FIS V, fischer FIS VS und des fischer FIS VW, gilt die gutachterliche Stellungnahme für alle genannten Produkte. [9]

Das Injektionssystem FIS V ist für die Anwendung in Beton nach der Europäischen Technischen Bewertung ETA-02/0024 [6] zugelassen.

4 Basis der Auswertung

Im vorliegenden Gutachten zum Feuerwiderstand des Injektionssystems fischer FIS V in Beton wurde das Ankersystem für die Anwendung als Verankerung in Decken und Wänden bewertet. Die Brandversuche, auf die sich diese Auswertung bezieht, wurden mit vertikal angeordneten Befestigungen unter einer axialen Zugbelastung durchgeführt. Die Befestigungen wurden anschließend durch einen Brand mit dem Verlauf nach der Einheits-Temperatur-Brandkurve (ETK) [2] beansprucht. In den Versuchen wurde ein Anbauteil nach den Anforderungen aus TR020 [1] verwendet, daher gelten die im Folgenden aufgeführten Ergebnisse ausschließlich für Anwendungen mit Anbauteilen, die eine ähnliche Abschirmung des Ankers verursachen, wie das Anbauteil nach TR020.

Die Auswertung der Stahlversagenslast erfolgte nach der "Qualifizierung von Verbunddübeln im Brandfall" [7], die auf dem TR020 [1] basiert. Die Auswertung der Betonausbruchslast erfolgte nach den Vorgaben des TR020 [1]. Zusätzlich wurde die Versagensart Herausziehen ausgewertet.

- a. Stahlversagen:
Stahlversagen wurde nach "Qualifikation von Verbunddübeln im Brandfall" [7] ausgewertet.
- b. Herausziehen:
Herausziehen wurde anhand des aktuellen Stands der Wissenschaft in Anlehnung an den Forschungsbericht "Qualifizierung von Verbunddübeln im Brandfall" [7] bewertet. Dabei kam eine Kombination aus thermischer Simulation und der Auswertung von Versuchsergebnissen zur Anwendung.
- c. Betonausbruch:
Betonausbruch wurde nach TR020 [1] ausgewertet.

Die in Kapitel 5 gegebenen Feuerwiderstandswerte gelten für Zug- und Querlasten.

5 Feuerwiderstände für Gewindestangen

5.1 Verzinkter Stahl (gvz.)

Die Tabellen 5-1 bis 5-4 zeigen die resultierenden Feuerwiderstandswerte für die Anwendung des Verankerungssystems FIS V in **gerissenem und ungerissenem** Beton aus den Versagensarten Herausziehen, Stahl- und Betonversagen. Die gegebenen Feuerwiderstandswerte gelten für Zug- und Querlasten.

Der Geltungsbereich der folgenden Werte umfasst des Weiteren Einzelbefestigungen mit einem minimalen Randabstand von $c_{cr,fi} = 2 h_{ef}$ und einem minimalen Achsabstand zum benachbarten Dübel von $s = 2 c_{cr,fi} = 4 h_{ef}$. Die Rand- und Achsabstände wurden so gewählt, dass Stahlversagen bzw. Mörtelversagen maßgebend wird.

Die nachfolgenden Werte gelten für Ankerstangen aus Kohlenstoffstahl (minimale Festigkeitsklasse 5.8 nach ISO 898-1).

Werte bei denen das Stahlversagen der Ankerstange die maßgebende Versagensart darstellt, sind grau hinterlegt.

Tabelle 5-1: Übersicht der char. Feuerwiderstände für **ungerissenen** Beton, M8-M20

Verankerungstiefe h_{ef}	Ankerdurchmesser	Maximale charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,fi(t)}$ und Quertragfähigkeit $V_{Rk,fi(t)}$ [kN] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer			
		30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]
[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
75	8	0,73	0,55	0,39	0,08
80		0,73	0,55	0,40	0,19
85		0,73	0,55	0,40	0,33
75	10	1,45	1,10	0,28	0,00
80		1,45	1,10	0,47	0,08
85		1,45	1,10	0,72	0,22
90		1,45	1,10	0,81	0,39
95		1,45	1,10	0,81	0,60
100		1,45	1,10	0,81	0,64
85	12	2,53	1,89	0,56	0,08
90		2,53	1,94	0,85	0,25
95		2,53	1,94	1,22	0,45
100		2,53	1,94	1,35	0,70
105		2,53	1,94	1,35	1,01
110		2,53	1,94	1,35	1,10
115	16	2,53	1,94	1,35	1,10
95		4,71	2,53	0,76	0,10
100		4,71	3,38	1,14	0,34
105		4,71	3,61	1,62	0,60
110		4,71	3,61	2,20	0,92
115		4,71	3,61	2,51	1,32
120		4,71	3,61	2,51	1,81
125		4,71	3,61	2,51	2,04
130	20	4,71	3,61	2,51	2,04
105		7,35	3,38	1,06	0,16
110		7,35	4,43	1,54	0,47
115		7,35	5,64	2,13	0,80
120		7,35	5,64	2,86	1,22
125		7,35	5,64	3,71	1,71
130		7,35	5,64	3,92	2,30
135		7,35	5,64	3,92	3,02
140	20	7,35	5,64	3,92	3,19
145		7,35	5,64	3,92	3,19

Tabelle 5-2: Übersicht der char. Feuerwiderstände für **ungerissenen** Beton, M24-M30

Verankerungstiefe h_{ef}	Ankerdurchmesser	Maximale charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,fi(t)}$ und Quertragfähigkeit $V_{Rk,fi(t)}$ [kN] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer			
		30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]
[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
115	24	10,59	4,49	1,45	0,27
120		10,59	5,74	2,04	0,65
125		10,59	7,21	2,77	1,07
130		10,59	8,12	3,63	1,57
135		10,59	8,12	4,65	2,17
140		10,59	8,12	5,65	2,88
145		10,59	8,12	5,65	3,72
150		10,59	8,12	5,65	4,59
155		10,59	8,12	5,65	4,59
160		10,59	8,12	5,65	4,59
120		27	13,77	4,87	1,53
125	13,77		6,20	2,16	0,63
130	13,77		7,73	2,91	1,08
135	13,77		9,49	3,81	1,61
140	13,77		10,56	4,87	2,22
145	13,77		10,56	6,10	2,97
150	13,77		10,56	7,34	3,82
155	13,77		10,56	7,34	4,83
160	13,77		10,56	7,34	5,97
165	13,77		10,56	7,34	5,97
170	13,77	10,56	7,34	5,97	
120	30	16,83	4,13	1,05	0,00
125		16,83	5,34	1,63	0,11
130		16,83	6,75	2,29	0,59
135		16,83	8,38	3,10	1,09
140		16,83	10,24	4,04	1,65
145		16,83	12,37	5,15	2,31
150		16,83	12,90	6,43	3,08
155		16,83	12,90	7,90	3,97
160		16,83	12,90	8,98	5,01
165		16,83	12,90	8,98	6,21
170		16,83	12,90	8,98	7,29
175		16,83	12,90	8,98	7,29
180		16,83	12,90	8,98	7,29

Tabelle 5-3: Übersicht der char. Feuerwiderstände für **gerissenen** Beton, M10-M20

Verankerungstiefe h_{ef}	Ankerdurchmesser	Maximale charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,fi(t)}$ und Quertragfähigkeit $V_{Rk,fi(t)}$ [kN] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer			
		30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]
[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
75	10	1,45	0,85	0,21	0,00
80		1,45	1,10	0,35	0,06
85		1,45	1,10	0,54	0,17
90		1,45	1,10	0,78	0,29
95		1,45	1,10	0,81	0,45
100		1,45	1,10	0,81	0,64
85	12	2,53	1,42	0,42	0,06
90		2,53	1,93	0,64	0,19
95		2,53	1,94	0,92	0,34
100		2,53	1,94	1,27	0,53
105		2,53	1,94	1,35	0,76
110		2,53	1,94	1,35	1,05
115	2,53	1,94	1,35	1,10	
95	16	4,71	1,90	0,57	0,07
100		4,71	2,54	0,86	0,25
105		4,71	3,30	1,21	0,45
110		4,71	3,61	1,65	0,69
115		4,71	3,61	2,19	0,99
120		4,71	3,61	2,51	1,36
125		4,71	3,61	2,51	1,80
130		4,71	3,61	2,51	2,04
105	20	7,35	2,54	0,79	0,12
110		7,35	3,32	1,15	0,35
115		7,35	4,25	1,60	0,60
120		7,35	5,32	2,14	0,91
125		7,35	5,64	2,78	1,28
130		7,35	5,64	3,55	1,73
135		7,35	5,64	3,92	2,26
140		7,35	5,64	3,92	2,89
145		7,35	5,64	3,92	3,19

Tabelle 5-4: Übersicht der char. Feuerwiderstände für **gerissenen** Beton, M24-M30

Verankerungstiefe h_{ef}	Ankerdurchmesser	Maximale charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,fi(t)}$ und Quertragfähigkeit $V_{Rk,fi(t)}$ [kN] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer			
		30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]
[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
115	24	10,59	3,36	1,09	0,21
120		10,59	4,31	1,53	0,49
125		10,59	5,41	2,08	0,81
130		10,59	6,67	2,72	1,18
135		10,59	8,10	3,49	1,63
140		10,59	8,12	4,38	2,16
145		10,59	8,12	5,40	2,79
150		10,59	8,12	5,65	3,51
155		10,59	8,12	5,65	4,36
160		10,59	8,12	5,65	4,59
120		27	13,77	3,65	1,14
125	13,77		4,65	1,62	0,47
130	13,77		5,79	2,18	0,81
135	13,77		7,11	2,86	1,20
140	13,77		8,63	3,65	1,67
145	13,77		10,34	4,58	2,23
150	13,77		10,56	5,64	2,87
155	13,77		10,56	6,86	3,62
160	13,77		10,56	7,34	4,49
165	13,77		10,56	7,34	5,49
170	13,77	10,56	7,34	5,97	
120	30	14,21	3,10	0,79	0,00
125		16,80	4,01	1,22	0,08
130		16,83	5,06	1,72	0,44
135		16,83	6,29	2,32	0,81
140		16,83	7,68	3,03	1,24
145		16,83	9,28	3,86	1,73
150		16,83	11,05	4,82	2,31
155		16,83	12,90	5,93	2,98
160		16,83	12,90	7,19	3,76
165		16,83	12,90	8,61	4,65
170		16,83	12,90	8,98	5,68
175		16,83	12,90	8,98	6,84
180		16,83	12,90	8,98	7,29

5.2 Edelstahl (A4)

Die Tabellen 5-5 bis 5-8 zeigen die resultierenden Feuerwiderstandswerte für die Anwendung des Verankerungssystems FIS V in **gerissenem und ungerissenem** Beton aus den Versagensarten Herausziehen, Stahl- und Betonversagen. Die gegebenen Feuerwiderstandswerte gelten für Zug- und Querlasten.

Der Geltungsbereich der folgenden Werte umfasst des Weiteren Einzelbefestigungen mit einem minimalen Randabstand von $c_{cr,fi} = 2 h_{ef}$ und einem minimalen Achsabstand zum benachbarten Dübel von $s = 2 c_{cr,fi} = 4 h_{ef}$. Die Rand- und Achsabstände wurden so gewählt, dass Stahlversagen bzw. Mörtelversagen maßgebend wird.

Die nachfolgenden Werte gelten für Ankerstangen aus Edelstahl (1.4401, 1.4404, 1.4571, 1.4439, 1.4362, 1.4062, 1.4662, 1.4462 nach EN 10088, minimale Festigkeit 70 nach ISO 3506) oder hochkorrosionsbeständiger Stahl (HCR 1.4529, 1.4565 nach EN 10088, minimale Festigkeit 70 nach ISO 3506).

Werte bei denen das Stahlversagen der Ankerstange die maßgebende Versagensart darstellt, sind grau hinterlegt.

Tabelle 5-5: Übersicht der char. Feuerwiderstände für **ungerissenen** Beton, M8-M20

Verankerungstiefe h_{ef}	Ankerdurchmesser	Maximale charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,fi(t)}$ und Quertragfähigkeit $V_{Rk,fi(t)}$ [kN] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer			
		30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]
[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
75	8	0,73	0,59	0,39	0,08
80		0,73	0,59	0,44	0,19
85		0,73	0,59	0,44	0,33
90		0,73	0,59	0,44	0,37
75	10	1,45	1,14	0,28	0,00
80		1,45	1,16	0,47	0,08
85		1,45	1,16	0,72	0,22
90		1,45	1,16	0,93	0,39
95		1,45	1,16	0,93	0,60
100		1,45	1,16	0,93	0,81
85	12	2,53	1,89	0,56	0,08
90		2,53	2,11	0,85	0,25
95		2,53	2,11	1,22	0,45
100		2,53	2,11	1,69	0,70
105		2,53	2,11	1,69	1,01
110		2,53	2,11	1,69	1,35
115	16	2,53	2,11	1,69	1,35
95		10,21	2,53	0,76	0,10
100		10,21	3,38	1,14	0,34
105		10,21	4,40	1,62	0,60
110		10,21	5,60	2,20	0,92
115		10,21	6,99	2,92	1,32
120		10,21	7,38	3,78	1,81
125		10,21	7,38	4,55	2,40
130	20	10,21	7,38	4,55	3,10
135		10,21	7,38	4,55	3,14
105		13,66	3,38	1,06	0,16
110		15,93	4,43	1,54	0,47
115		15,93	5,66	2,13	0,80
120		15,93	7,09	2,86	1,22
125		15,93	8,74	3,71	1,71
130		15,93	10,59	4,73	2,30
135		15,93	11,52	5,91	3,02
140		15,93	11,52	7,11	3,85
145	15,93	11,52	7,11	4,84	
150	15,93	11,52	7,11	4,90	

Tabelle 5-6: Übersicht der char. Feuerwiderstände für **ungerissenen** Beton, M24-M30

Verankerungstiefe h_{ef}	Ankerdurchmesser	Maximale charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,fi(t)}$ und Quertragfähigkeit $V_{Rk,fi(t)}$ [kN] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer			
		30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]
[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
115	24	17,79	4,49	1,45	0,27
120		20,94	5,74	2,04	0,65
125		22,95	7,21	2,77	1,07
130		22,95	8,89	3,63	1,57
135		22,95	10,80	4,65	2,17
140		22,95	12,94	5,83	2,88
145		22,95	15,33	7,20	3,72
150		22,95	16,59	8,77	4,68
155		22,95	16,59	10,24	5,81
160		22,95	16,59	10,24	7,06
120		27	19,91	4,87	1,53
125	23,30		6,20	2,16	0,63
130	26,92		7,73	2,91	1,08
135	29,84		9,49	3,81	1,61
140	29,84		11,50	4,87	2,22
145	29,84		13,78	6,10	2,97
150	29,84		16,24	7,52	3,82
155	29,84		19,02	9,15	4,83
160	29,84		21,57	10,97	5,99
165	29,84		21,57	13,01	7,32
170	29,84		21,57	13,31	8,83
175	29,84	21,57	13,31	9,18	
120	30	18,94	4,13	1,05	0,00
125		22,40	5,34	1,63	0,11
130		26,01	6,75	2,29	0,59
135		30,00	8,38	3,10	1,09
140		34,30	10,24	4,04	1,65
145		36,47	12,37	5,15	2,31
150		36,47	14,74	6,43	3,08
155		36,47	17,39	7,90	3,97
160		36,47	20,28	9,59	5,01
165		36,47	23,44	11,47	6,21
170		36,47	26,37	13,61	7,57
175		36,47	26,37	15,95	9,13
180		36,47	26,37	16,27	10,87
185		36,47	26,37	16,27	11,22

Tabelle 5-7: Übersicht der char. Feuerwiderstände für **gerissenen** Beton, M10-M20

Verankerungstiefe h_{ef}	Ankerdurchmesser	Maximale charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,fi(t)}$ und Quertragfähigkeit $V_{Rk,fi(t)}$ [kN] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer			
		30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]
[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
75	10	1,45	0,85	0,21	0,00
80		1,45	1,16	0,35	0,06
85		1,45	1,16	0,54	0,17
90		1,45	1,16	0,78	0,29
95		1,45	1,16	0,93	0,45
100		1,45	1,16	0,93	0,65
105		1,45	1,16	0,93	0,81
85	12	2,53	1,42	0,42	0,06
90		2,53	1,93	0,64	0,19
95		2,53	2,11	0,92	0,34
100		2,53	2,11	1,27	0,53
105		2,53	2,11	1,69	0,76
110		2,53	2,11	1,69	1,05
115		2,53	2,11	1,69	1,35
95	16	7,83	1,90	0,57	0,07
100		9,46	2,54	0,86	0,25
105		10,21	3,30	1,21	0,45
110		10,21	4,20	1,65	0,69
115		10,21	5,24	2,19	0,99
120		10,21	6,42	2,83	1,36
125		10,21	7,38	3,58	1,80
130		10,21	7,38	4,45	2,33
135		10,21	7,38	4,55	2,95
140		10,21	7,38	4,55	3,14
105	20	10,24	2,54	0,79	0,12
110		12,26	3,32	1,15	0,35
115		14,42	4,25	1,60	0,60
120		15,93	5,32	2,14	0,91
125		15,93	6,56	2,78	1,28
130		15,93	7,95	3,55	1,73
135		15,93	9,48	4,43	2,26
140		15,93	11,19	5,46	2,89
145		15,93	11,52	6,62	3,63
150		15,93	11,52	7,11	4,48
155		15,93	11,52	7,11	4,90

Tabelle 5-8: Übersicht der char. Feuerwiderstände für *gerissenen* Beton, M24-M30

Verankerungstiefe h_{ef}	Ankerdurchmesser	Maximale charakteristische Zugtragfähigkeit $N_{Rk,fi(t)}$, und Quertragfähigkeit $V_{Rk,fi(t)}$ [kN] in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer			
		30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]
[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
115	24	13,35	3,36	1,09	0,21
120		15,71	4,31	1,53	0,49
125		18,24	5,41	2,08	0,81
130		20,98	6,67	2,72	1,18
135		22,95	8,10	3,49	1,63
140		22,95	9,71	4,38	2,16
145		22,95	11,49	5,40	2,79
150		22,95	13,45	6,58	3,51
155		22,95	15,59	7,90	4,36
160		22,95	16,59	9,38	5,33
165		22,95	16,59	10,24	6,44
170		22,95	16,59	10,24	7,06
120	27	14,93	3,65	1,14	0,15
125		17,48	4,65	1,62	0,47
130		20,19	5,79	2,18	0,81
135		23,15	7,11	2,86	1,20
140		26,33	8,63	3,65	1,67
145		29,83	10,34	4,58	2,23
150		29,84	12,18	5,64	2,87
155		29,84	14,27	6,86	3,62
160		29,84	16,52	8,23	4,49
165		29,84	18,95	9,76	5,49
170	29,84	21,55	11,45	6,62	
175	29,84	21,57	13,31	7,90	
180	29,84	21,57	13,31	9,18	
120	30	14,21	3,10	0,79	0,00
125		16,80	4,01	1,22	0,08
130		19,51	5,06	1,72	0,44
135		22,50	6,29	2,32	0,81
140		25,72	7,68	3,03	1,24
145		29,16	9,28	3,86	1,73
150		32,84	11,05	4,82	2,31
155		36,47	13,04	5,93	2,98
160		36,47	15,21	7,19	3,76
165		36,47	17,58	8,61	4,65
170		36,47	20,15	10,20	5,68
175		36,47	22,90	11,96	6,84
180		36,47	25,86	13,89	8,16
185		36,47	26,37	16,01	9,61
190	36,47	26,37	16,27	11,22	

Pirmasens, 12.08.2019



apl. Prof. Dr.-Ing. Catherina Thiele



Heiner Kruse, M.Sc.
