

1 Allgemeine Daten

1.1 Einstellungen

Benutzername	Konstantin Gerasimow, F2E
Kunde	SL Windenergie GmbH
Projektname	Olpe-Rehringhausen
Referenznummer	2023-G-072-P2-R1
Software	Wake2e 3.11.4.0
	WEA-Bibliothek Version 7.418.0
Koordinatensystem	UTM WGS84/ETRS89, Nord-Hemisphäre
Abstand der relevanten WEA	8.0D

1.2 Filter-Einstellungen

Geplante WEA	Angezeigt
Relevante WEA	Angezeigt
Vorhandene WEA	Eingabedaten angezeigt, Ergebnisse nicht angezeigt
Irrelevante WEA	Eingabedaten angezeigt, Ergebnisse nicht angezeigt
Inaktive WEA	Nicht angezeigt

1.3 Standortbesichtigung

Datum der Besichtigung	10.08.2023
Durchgeführt von	Dietmar Hahm fuer F2E
Ermittelte Geländekategorie	II - III
Orografisch relevante Struktur	Nein




2 Eingabedaten

2.1 Umgebungsturbulenzintensitäten

Methode Rauigkeitsdaten für jeden WEA-Standort aus den Landnutzungsdaten
Datensatz European Environment Agency; CORINE Land Cover (CLC) 2018, Version 20; June 2019; Copenhagen, Denmark.
Höhendaten "USGS EROS Archive - Digital Elevation - Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global" by Earth Resources Observation and Science (EROS) Center - July 30, 2018

2.2 Windparkkonfiguration

Tabelle 2.2.1: Windparkkonfiguration

WEA							Koordinaten		Datensatz-Nr.	
	Nr.	Bezeichnung	WEA-Typ	P _N [MW]	Z _{hub} [m]	D [m]	Ost	Nord	Wind	Turbulen
	1	WEA 1	ENERCON E-175 EP5 Mode OM0s	6	162	175	32424066	5656367	1	—
	2	WEA 2	ENERCON E-175 EP5 Mode OM0s	6	162	175	32423577	5656133	1	—
	3	44668	ENERCON E-40 6.44 600kW	0.6	78	44	32423817	5656292	1	—

2.3 Auslegungswerte

Tabelle 2.3.1: WEA-Auslegung




	Nr.	Richtlinie	WZ	I _{amb}	I _{des}	τ _{design}	v _{ave}	k	α _{min}	α _{max}	φ	ρ	v ₅₀
	1	DIBt 2012	WZ 2 GK II	Repräsentativ	5	25	7.8	2	0.2	0.2	8	1.225	42.5
	2	DIBt 2012	WZ 2 GK II	Repräsentativ	5	25	7.8	2	0.2	0.2	8	1.225	42.5
	3	—	—	Charakteristisch	1	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 2.3.2: Auslegungswerte der Turbulenzintensität I_{des} [%]

WEA		Auslegungswerte für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																											
Id	Turbulenzkategorie	Alle	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	DIBt 1993	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	IEC Ed.3/4 A	—	41.9	34.4	29.9	26.9	24.8	23.2	22.0	21.0	20.1	19.5	18.9	18.4	18.0	17.6	17.3	17.0	16.7	16.5	16.3	16.1	15.9	15.7	15.6	15.4	15.3	15.2	15.1
2	DIBt 2004	—	42.0	34.5	30.0	27.0	24.9	23.3	22.0	21.0	20.2	19.5	18.9	18.4	18.0	17.6	17.3	17.0	16.7	16.5	16.3	16.1	15.9	15.8	15.6	15.5	15.3	15.2	15.1

2.4 Winddaten

Quelle	Externe Datei
Dateiname	info_se_olpe_rehringhausen_rev1_hma.csv

Tabelle 2.4.1: Wind-Datensatz "Wind 1"

	N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Mittelwerte über alle Richtungen			Koordinaten des Referenzpunkts	
A [m/s]	5.53	5.68	5.89	7.23	7.9	8.26	8.26	8.52	8.22	7.76	6.65	5.92	A [m/s]	7.51	Aus der Eingabedatei	Höhe über Grund [m]	160
k [-]	2.47	2.72	2.52	2.18	2.21	2.55	2.67	2.66	2.57	2.49	2.54	2.48	k [-]	2.370	Aus der Eingabedatei	Ost	32423831
Häufigkeit (100%=1)	0.0576	0.0564	0.0418	0.0472	0.0618	0.0906	0.1053	0.1413	0.139	0.1236	0.0769	0.0584	v _{ave} [m/s]	6.66	Aus der Eingabedatei	Nord	5656212

2.5 Berechnungsvarianten

Tabelle 2.5.1: Berechnungsvarianten

Id	Beschriftung	BBS-Gruppe	Wöhlerlinien-Koeffizient	Einfluss der Orografie ignorieren	Ergebnisse im Abschnitt
2	Situation nach dem Zubau	1	Projekt-Vorgabewert	Nein	3.1

2.6 Betriebsbeschränkungen (BBS)

Für die einzelnen definierten BBS zwischen jeweils zwei WEA sind Alternativen möglich: Für einen reduzierten Betrieb kann alternativ auch eine Abschaltung vorgesehen werden. Eine Abschaltung kann alternativ auch auf die andere beteiligte WEA übertragen werden (wenn die Abschaltung für die windaufwärts gelegene WEA definiert wurde, kann alternativ die windabwärts gelegene WEA abgeschaltet werden und umgekehrt). Die entsprechenden Alternativen sind in weiteren Tabellen nachfolgend dargestellt. Es ist dabei nicht erforderlich alle alternativen BBS einer Tabelle zu wählen. Für jede definierte BBS zwischen zwei WEA muss aber eine der aufgeführten Alternativen umgesetzt werden.

Copyright © 2023 F2E Fluid & Energy Engineering. Alle Rechte vorbehalten.

Das vorliegende Dokument wurde automatisch erstellt und nicht durch die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG geprüft. Das Dokument stellt daher keine schriftliche Stellungnahme oder vergleichbare schriftliche Aussage zur Standorteignung von WEA im Sinne der DIBt- oder IEC-Richtlinien für Windenergieanlagen dar. Für Aussagen, die auf Grundlage dieses Dokuments getroffen werden, wird durch die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG daher keine Haftung übernommen.

2.6.1 BBS-Gruppe 1

Tabelle 2.6.1.1: Betriebsbeschränkungen der BBS-Gruppe 1 - Übersicht (A=Abschaltung, R=Eingeschränkter Betrieb)

Windaufwärts gelegene WEA			Zu schützende WEA		Windgeschwindigkeitsbereiche [m/s]																										
Nr.	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Lfd. Nr.	Bezeichnung	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	1	WEA 1	3	44668	A																										
	2	WEA 2			A																										

Tabelle 2.6.1.2: Betriebsbeschränkungen der BBS-Gruppe 1 - Details

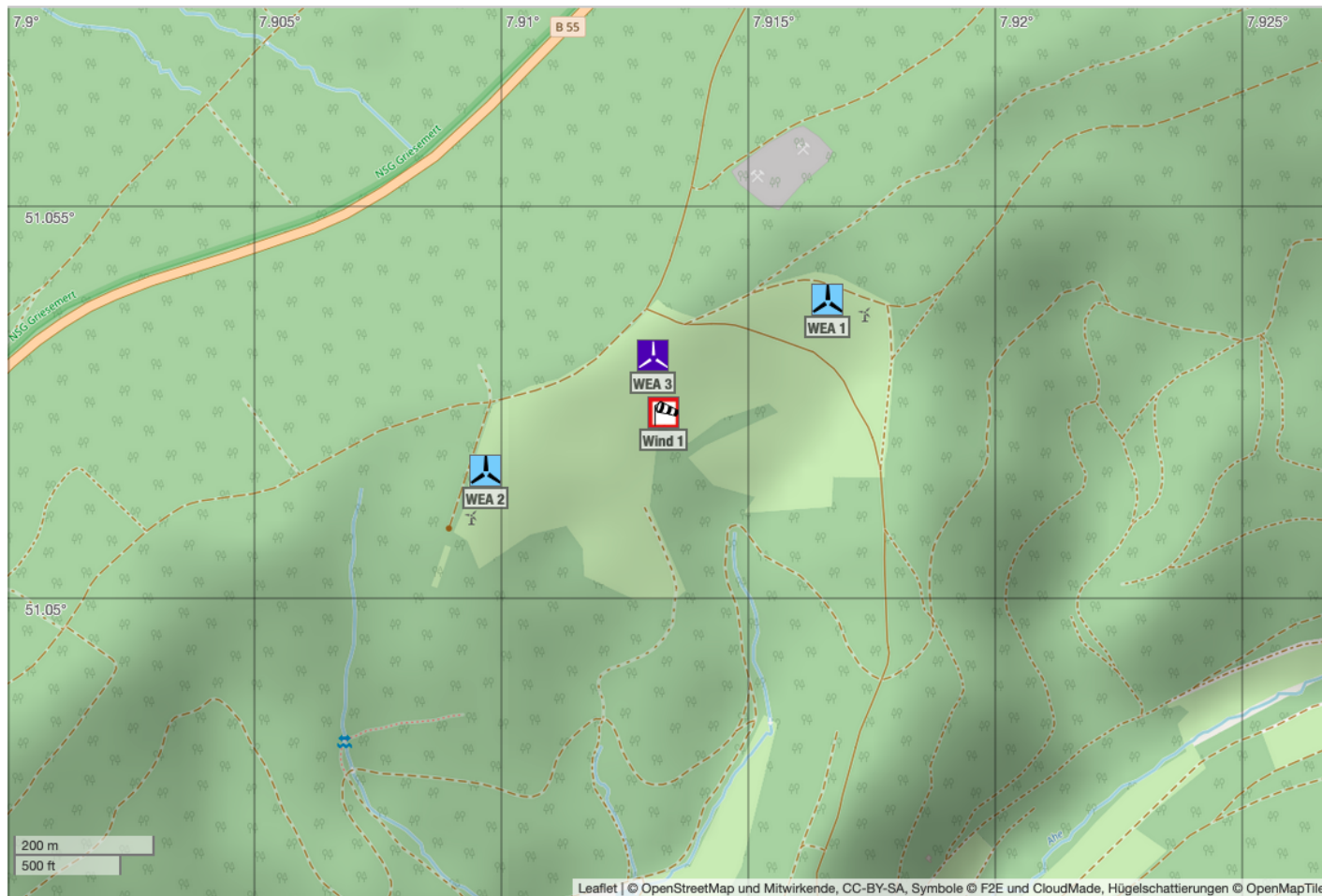
	Beschränkte WEA		Zu schützende WEA		Beschränkungen						
Nr.	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Abschaltung	Betriebsmodus	β [°]	γ_{start} [°]	γ_{stop} [°]	v_{start} [m/s]	v_{stop} [m/s]
1	1	WEA 1	3	44668	X	-	-	41.4	103.4	v-in	v-out
	2	WEA 2			X	-	-	207.9	263.3	v-in	v-out

Tabelle 2.6.1.3: Betriebsbeschränkungen der BBS-Gruppe 1 - Alternative A - Details

Beschränkte WEA			Zu schützende WEA		Beschränkungen						
Nr.	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Lfd. Nr.	Bezeichnung	Abschaltung	Betriebsmodus	β [°]	γ_{start} [°]	γ_{stop} [°]	v_{start} [m/s]	v_{stop} [m/s]
1	3	44668	3	44668	X	-	-	41.4	103.4	v-in	v-out
	3	44668		X	-	-	207.9	263.3	v-in	v-out	



2.7 Karte des Windparks






Copyright © 2023 F2E Fluid & Energy Engineering. Alle Rechte vorbehalten.

Das vorliegende Dokument wurde automatisch erstellt und nicht durch die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG geprüft. Das Dokument stellt daher keine schriftliche Stellungnahme oder vergleichbare schriftliche Aussage zur Standorteignung von WEA im Sinne der DIBt- oder IEC-Richtlinien für Windenergieanlagen dar. Für Aussagen, die auf Grundlage dieses Dokuments getroffen werden, wird durch die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG daher keine Haftung übernommen.




2.8 Abstände zwischen aktiven Windenergieanlagen

Tabelle 2.8.1: Abstände zu den nächsten fünf aktiven WEA in Rotordurchmessern der jeweiligen Nachbar-WEA

	WEA		Nachbar 1		Nachbar 2		Nachbar 3		Nachbar 4		Nachbar 5	
	Nr.	Bezeichnung	Nr.	Entfernung	Nr.	Entfernung	Nr.	Entfernung	Nr.	Entfernung	Nr.	Entfernung
	1	WEA 1	2	3.10	3	5.91						
	2	WEA 2	1	3.10	3	6.54						
	3	44668	1	1.49	2	1.65						

3 Ergebnisse

Tabelle 3.1: Nachweis durch einen Vergleich der Windbedingungen - Ergebnisübersicht

WEA-Eigenschaften					Ermüdungslast					Extremlast			Hinweise	
	Nr.	WEA-Typ	D [m]	z _{hub} [m]	I _{eff}	α	φ	ρ	v	Σ	v ₅₀	Σ	Gesamt- ergebnis	Einfluss durch Neuplanung
	1	ENERCON E-175 EP5 Mode OM0s	175	162	—	—	—	—	✓	—	✓	✓	—	
	2	ENERCON E-175 EP5 Mode OM0s	175	162	✓	—	—	—	✓	✓	✓	✓	✓	
	3	ENERCON E-40 6.44 600kW	44	78	✓	—	—	—	—	—	—	—	✓	

Legende: ✓ - erfüllt, — - nicht erfüllt, ! - Bewertung nicht möglich, — - Bewertung nicht erforderlich

3.1 Situation nach dem Zubau

BBS definiert Ja
 Einfluss der Orografie bewerten Ja
 Ist Vorherfall Nein

Tabelle 3.1.1: Effektive Turbulenzintensitäten auf Nabenhöhe der jeweiligen WEA [%]




WEA				Ergebnisse gemittelt für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																												
	Nr.	Bezeichnung	m	Alle	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	1	WEA 1	14	—	38.4	34.9	31.1	28.6	26.7	24.5	22.8	21.2	19.8	18.3	17.2	16.4	15.9	15.4	15.0	14.7	14.4	14.1	14.0	13.9	13.9	13.8	13.7	—	—	—	—	
	2	WEA 2	14	—	38.7	35.0	30.9	28.0	25.6	23.0	20.8	18.9	17.4	16.4	15.7	15.3	14.9	14.6	14.4	14.1	13.9	13.8	13.8	13.8	13.9	13.9	13.9	—	—	—	—	
	3	44668	10	17.9	37.3	30.6	26.6	24.0	22.1	20.7	19.6	18.7	18.0	17.4	17.0	16.6	16.2	16.0	15.7	15.6	15.4	15.3	15.4	15.5	15.6	15.6	15.6	—	—	—	—	

Tabelle 3.1.2: Extremwerte der Turbulenzintensität auf Nabenhöhe der jeweiligen WEA [%]





















WEA				Ergebnisse gemittelt für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																											
	Nr.	Bezeichnung	m	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	1	WEA 1	14	43.1	39.9	35.4	32.4	30.1	27.4	25.1	23.1	21.2	19.5	18.1	17.1	16.3	15.9	15.6	15.3	15.1	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	—	—	—	—	
	2	WEA 2	14	45.3	41.8	37.1	34.0	31.5	28.8	26.4	24.4	22.3	20.6	19.2	18.1	17.3	16.6	16.0	15.6	15.2	14.8	14.7	14.5	14.4	14.4	14.4	—	—	—	—	
	3	44668	10	40.0	32.9	28.6	25.7	23.7	22.1	21.0	20.0	19.2	18.6	18.0	17.6	17.1	16.8	16.5	16.2	15.9	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	—	—	—	—	

Tabelle 3.1.3: Eigenschaften und Windbedingungen der jeweiligen WEA

WEA-Eigenschaften						Nächste WEA		Ergebnisse													
	Nr.	WEA-Typ	z _{hub} [m]	D [m]	BBS	Abstand in D	Nr.	Geschützt durch BBS	m [-]	Komplex	α _n [-]	φ [°]	ρ [kg/m³]	WZ	v ₅₀ GK2 [m/s]	v ₅₀ GK1 [m/s]	A [m/s]	A ρ _{kor} [m/s]	k [-]	v _{ave} [m/s]	v _{ave} ρ _{kor} [m/s]
	1	ENERCON E-175 EP5 Mode OM0s	162	175	Ja	3.097	2	Nein	14	Nein	0.15	4.3	1.170	1 / I	35.1		7.53	7.36	2.37	6.67	6.52
	2	ENERCON E-175 EP5 Mode OM0s	162	175	Ja	3.097	1	Nein	14	Nein	0.15	3.4	1.171	1 / I	35.1		7.53	7.36	2.37	6.67	6.52
	3	ENERCON E-40 6.44 600kW	78	44	Nein	1.485	1	Ja	10	Nein	0.17	3.7	1.180	1 / I	31.3		6.72	6.53	2.206	5.95	5.78

4 Legende

Erläuterung der Begriffe		
	Geplante WEA	WEA, deren Standorteignung im Rahmen des Gutachtens zu bewerten ist.
	Benachbarte WEA	Alle weiteren WEA, die vom Auftraggeber übermittelt wurden. Es ist dabei unerheblich, ob sich einzelne benachbarte WEA ebenfalls in Planung oder Bau befinden. Entscheidend ist die Windparkkonfiguration, die als Vorbelastung für die geplanten WEA zu unterstellen ist. Alle benachbarten WEA gehen in die Berechnungen ein.
	Inaktive WEA	WEA, die nicht als Vorbelastung zu berücksichtigen sind und daher nicht in die Berechnungen eingehen. Diese WEA werden in der Regel nicht im Gutachten aufgeführt.
	Betrachtete WEA	Für alle betrachteten WEA werden Ergebnisse ausgewiesen und abschließende Aussagen getroffen.
	Windpark	Der Begriff wird im Sinne des Anhangs A der DIBt-Richtlinie von 2004 verwendet und umfasst "geplante" und "benachbarte" WEA.
	Referenzpunkt der Winddaten	Jeweiliger Standort, auf dessen Koordinaten sich die verwendeten Winddaten beziehen.

Farbliche Zuordnung der Symbole	
	Geplante WEA
	Benachbarte WEA, die aufgrund ihres Abstandes zu den geplanten WEA zu betrachten sind.
	Benachbarte WEA, die aufgrund ihres Abstandes zu den geplanten WEA nicht zu betrachten sind, die aber Einfluss auf die zu betrachtenden WEA () ausüben. Diese WEA sind eventuell nur zum Teil in der Kartendarstellung abgebildet.
	Benachbarte WEA, die aufgrund ihres Abstandes zu den geplanten WEA nicht zu betrachten sind und die keinen Einfluss auf die zu betrachtenden WEA () ausüben. Diese WEA sind eventuell nur zum Teil in der Kartendarstellung abgebildet.
	Inaktive WEA.
	Referenzpunkte der Winddaten.
	Referenzpunkt der Winddaten auf den Koordinaten einer (in diesem Fall geplanten) WEA.

Copyright © 2023 F2E Fluid & Energy Engineering. Alle Rechte vorbehalten.

Das vorliegende Dokument wurde automatisch erstellt und nicht durch die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG geprüft. Das Dokument stellt daher keine schriftliche Stellungnahme oder vergleichbare schriftliche Aussage zur Standorteignung von WEA im Sinne der DIBt- oder IEC-Richtlinien für Windenergieanlagen dar. Für Aussagen, die auf Grundlage dieses Dokuments getroffen werden, wird durch die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG daher keine Haftung übernommen.



5 Abkürzungen und Formelzeichen

WEA	Windenergieanlage
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
NTM	Normales Windturbulenzmodell
DLC	Auslegungslastfall
PD	Potsdam-Datum
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
UTM	Universale Transversale Mercator Projektion
WGS84	World Geodetic System 1984
WZ	Windzone
BBS	Betriebsbeschränkung
LR	Lastrechnung
GK	Geländekategorie
üNN	über Normal-Null

D	Rotordurchmesser	[m]
z_{hub}	Nabenhöhe der WEA	[m]
P_N	Nennleistung der WEA	[MW]
c_T	Schubbeiwert des Rotors	[-]
C_{ct}	Turbulenzstrukturparameter	[-]
I_{eff}	Effektive Turbulenzintensität	[-]
A	Skalierungsparameter der Weibull-Verteilung	[m/s]
k	Formparameter der Weibull-Verteilung	[-]
h	Höhe über Grund	[m]
m	Wöhlerlinienkoeffizient	[-]
v	Windgeschwindigkeit	[m/s]
v_{ave}	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe	[m/s]
v_{ref}	Referenz-Windgeschwindigkeit (Auslegungswert für v_{50})	[m/s]
v_{50}	10-min-Mittel der extremen Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit einem Wiederkehrzeitraum von 50 Jahren	[m/s]
v_r	Nennwindgeschwindigkeit der WEA	[m/s]
v_{in}	Einschaltwingschwindigkeit der WEA	[m/s]
v_{out}	Abschaltwingschwindigkeit der WEA	[m/s]
Σ	Summe	[-]
α	Höhenexponent des vertikalen Windgeschwindigkeitsprofils	[-]
α_n	Höhenexponent des vertikalen Windgeschwindigkeitsprofils für neutrale Schichtung	[-]
φ	Neigung der Anströmung	[°]
β	Blattwinkelverstellung	[°]
γ_{start}	Startwinkel der BBS	[°]
γ_{stop}	Endwinkel der BBS	[°]
v_{start}	Startwindgeschwindigkeit der BBS	[m/s]
v_{stop}	Endwindgeschwindigkeit der BBS	[m/s]
ρ	Mittlere Luftdichte	[kg/m ³]
τ_{design}	Entwurfslebensdauer in Jahren	[a]
	Altgrad (Vollkreis = 360°)	[°]

Copyright © 2023 F2E Fluid & Energy Engineering. Alle Rechte vorbehalten.

Das vorliegende Dokument wurde automatisch erstellt und nicht durch die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG geprüft. Das Dokument stellt daher keine schriftliche Stellungnahme oder vergleichbare schriftliche Aussage zur Standorteignung von WEA im Sinne der DIBt- oder IEC-Richtlinien für Windenergieanlagen dar. Für Aussagen, die auf Grundlage dieses Dokuments getroffen werden, wird durch die Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG daher keine Haftung übernommen.