

# **CO<sub>2</sub> Kalkulator für das Schlauchlining erweitere Version 2014: Berechnungsvorlage zur Ermittlung systembedingt anfallender CO<sub>2</sub>-Emissionen von Schlauchlining Verfahren**

**Grabenlose Bauweisen | 4. November 2014 | Berlin**

*Prof. Jens Hölterhoff*

*Hochschule Wismar*

*Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin*



## **Information**

**Nr. 27**

**CO<sub>2</sub> Kalkulator für Schlauchrelining  
Version 2.2**

**(Anwenderhandbuch zur Benutzung der  
Tabellenkalkulation)**

Mal 2014

**Grabenlose Bauweisen | 4. November 2014 | Berlin**

*Prof. Jens Hölterhoff*

*Hochschule Wismar*

*Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin*



## Schlauchlining Energy Calculator

Der „Energy Calculator“ ist eine Berechnungsvorlage, welche es ermöglicht, den systembedingt auf der Baustelle anfallenden CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 3 verschiedenen Schlauchlining Verfahren zu ermitteln. Dem Anwender wird unter Eingabe von projektspezifischen Randbedingungen die Möglichkeit verschafft die Einbau-Emissionen für konkrete Projekte vorherzusagen.

Aufgrund von Marktanteilen werden für Synthesefilzliner nur die Warmwasser- und Dampfhärtung und bei GFK-Linern nur die UV-Härtung berücksichtigt.

Entwickelt wurde der Energy Calculator von:



*Prof. Jens Hölterhoff*

*Hochschule Wismar*

*Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin*



## Schlauchlining Energy Calculator

Danken möchte ich vor allem meinen beiden ehemaligen Bachelor Studenten, Herrn Tom Küter und Herrn Christoph Klempert, die im Rahmen ihrer Thesis den „Energy Calculator“ im Wesentlichen geschaffen haben.



Neu bei der erweiterten Version 2.2 ist, dass für jedes Verfahren der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Herstellung der Liner in der Fabrik und beim Transport zur Baustelle, über die CO<sub>2</sub>-Äquivalente, ermittelt wird.

*Prof. Jens Hölterhoff*

*Hochschule Wismar*

*Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin*



## Schlauchlining Energy Calculator

Der „Energy Calculator“ basiert auf einer umfassenden Microsoft Excel-Kalkulation und wird mit Hilfe dieser Plattform ausgeführt. Somit bedarf es keiner Installation weiterer Programme und das Einarbeiten in eine neue Software entfällt. Die sehr geringen Systemvoraussetzungen richten sich dementsprechend nach der Vorgabe für das Datenverarbeitungsprogramm von Microsoft Excel.

Das Programm setzt sich aus verschiedenen Arbeitsblättern zusammen. Dazu gehört zunächst eine für den Benutzer relevante Eingabemaske. Des Weiteren befinden sich in separaten Arbeitsblättern die Berechnungstabellen für jedes Verfahren einzeln. Außerdem enthält der „Energy Calculator“ eine Übersicht sowie Diagramme zur Darstellung von Kalkulationsergebnissen.

*Prof. Jens Hölterhoff*

*Hochschule Wismar*

*Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin*



## Schlauchlining Energy Calculator

Die allgemeinen Projektdaten stellen den ersten Abschnitt dar. Sofern keine vorherigen Berechnungen gespeichert wurden, befindet sich die Maske in einem leeren Zustand. Dieser Abschnitt setzt sich aus folgenden Eingaben zusammen:

- ☐ Innendurchmesser (Altrohr) / Außendurchmesser (Liner)
- ☐ Wahl des Altrohrwerkstoffes („1“ Beton; „2“ Keramik; „3“ PVC; „4“ Mauerwerk)
- ☐ Wandstärke des Altrohres
- ☐ Vorflutmenge (**optional**)
- ☐ Kapazität der Vorflutpumpe (**optional**)
- ☐ **Transportstrecke Neu!**
- ☐ Sektionslänge

*Prof. Jens Hölterhoff*

*Hochschule Wismar*

*Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin*



## Schlauchlining Energy Calculator

	A	B	C	D	E	F	G
					Input Data		resulting calculation data
1							
2	Project details:				imperial (customary units)	metric	
3	ID <sub>host pipe</sub> = OD <sub>liner</sub> (please enter "in" or "mm" only):						False
4	Choose host pipe ( "1" for concrete; "2" for vitrified clay; "3" for PVC; "4" for sewer brick):						False
5							
6	Wall thickness of host pipe (please enter "in" or "mm"):						False
7	optional: Volume bypass water (enter "gal/h" or "m³/h):						0,00 m³/h
8	optional: Bypass pump used (please enter "kW"):						0,0 kW
9	transport by truck <sup>[1]</sup> (enter "mi" and/or "km")						False
10	transport by train (enter "mi" and/or "km")						0,0 km
11	transport by container ship (enter "nautical miles" or "km")						0,0 km
12	Length of section (enter "ft" or "m"):						False

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

	A	B	C	D	E	F	G
					Input Data		resulting calculation data
1							
2	Project details:				imperial (customary units)	metric	
3	ID <sub>host pipe</sub> = OD <sub>liner</sub> (please enter "in" or "mm" only):					250 mm	0,250 m
4	Choose host pipe ( "1" for concrete; "2" for vitrified clay; "3" for PVC; "4" for sewer brick):				1		concrete
5							
6	Wall thickness of host pipe (please enter "in" or "mm"):				2,0 in	50,0 mm	False
7	optional: Volume bypass water (enter "gal/h" or "m³/h):						0,00 m³/h
8	optional: Bypass pump used (please enter "kW"):				12,0 kW		12,0 kW
9	transport by truck <sup>[1]</sup> (enter "mi" and/or "km")					500,0 km	500,0 km
10	transport by train (enter "mi" and/or "km")						0,0 km
11	transport by container ship (enter "nautical miles" or "km")				3000,0 nmi		5556,0 km
12	Length of section (enter "ft" or "m"):					100,0 m	100,00 m

Fehlert!

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

Bei den verfahrensspezifischen Angaben sind Angaben zu allen Einbauverfahren zu machen, die in der Kalkulation berücksichtigt werden sollen.

Für eine Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emission bei Baumaßnahmen mit Synthesefilzlinern werden Daten in (Felt liner details) eingetragen.

- ☐ Wandstärke des Synthesefilzliners
- ☐ Linertemperatur bei Anlieferung
- ☐ Bodentemperatur
- ☐ Prozesswassertemperatur zu Beginn
- ☐ Wahl der Beschichtung („1“ Polyethylen; „2“ Polypropylen; „3“ Polyurethan)
- ☐ Verwendung von Preliner **Neu!**

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

16 Felt liner details:		imperial	metric
17	Wall thickness of felt liner (please see value in Table "Diagram") (enter "in" or "mm")		5,0 mm 0,005 m
18	ID <sub>Liner Felt</sub>		0,490 m
19	Delivery temperature of liner (please enter degF or degC):		5 °C 5 °C
20	Ground temperature (host pipe) (we suggest to leave ground temperature at 18 °C ≈ 65 °F if no measures were taken):		18 °C 18 °C
21	Temperature of process water at the beginning (please enter degF or degC):		20 °C 20 °C
22	Choose coating ("1" for PE; "2" for PP; "3" for PU):	1	PE
23	Fitting with Preliner (enter "yes" or "no")	yes	yes

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator-

### Synthesefilzliner Warmwasserhärtung

- ☐ Temperatur während der Haltephase
- ☐ Mindesttemperatur außen am Liner
- ☐ Dauer der Haltephase
- ☐ Volumenstrom im Liner (**optional**)
- ☐ Umwälzpumpenkapazität
- ☐ Kapazität des Heizgerätes (**optional**)

24	Water curing data:	imperial	metric
25	Holding temperature during curing (please enter degF or degC):		90 °C 90 °C
26	Minimum temperature at liner outside (please enter degF or degC):		60 °C 60 °C
27	Curing time - holding time of temperature (please enter hours and/or minutes):	1,00 h	45 min 1,75000000 h
28	optional: Volume flow of water in liner (enter "gal/h" or "m³/h):		-----
29	Capacity of circulation pumps used (please enter "kW"):	12,0 kW	12,0 kW
30	optional: Heat capacity of equipment used (please enter "kW"):		-----

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator-

### Synthesefilzliner Dampfhärtung

- ☐ Mindesttemperatur außen am Liner
- ☐ Mindesttemperatur am Auslass während der Haltephase
- ☐ Höchsttemperatur während der Haltephase
- ☐ Umgebungstemperatur auf der Baustelle
- ☐ Dauer der Haltephase
- ☐ Dampfdurchflussmenge
- ☐ Dampfgehalt in heißer Luft
- ☐ Kapazität des Heizgerätes (**optional**)

31	Steam curing data:		
32	Minimum Temperature at liner outside (please enter degF or degC):		80 °C 80 °C
33	Minimum temperature during curing at outlet (please enter degF or degC) (Tmin <b>must</b> be higher than minimum Temperature at liner outside):		90 °C 90 °C
34	Maximum temperature during curing - input temperature (please enter degF or degC):		150 °C 150 °C
35	Surrounding air temperature at site (please enter degF or degC):		20 °C 20 °C
36	Curing time - holding time of temperature (please enter hours and/or minutes):	1,00 h	45 min 1,75000000 h
37	Flowrate of steam in liner (enter in/sec or m³/sec only):	20 in/sec	0,51 m³/sec
38	Mass proportion of steam concentration in hot air (enter %):	20%	0,20
39	Heat capacity of equipment used (please enter "kW"):		-----





## Schlauchlining Energy Calculator-

### GFK-Liner mit UV-Härtung (UV-light curing data)

- ☐ Wandstärke des GFK-Liners
- ☐ Generatorkapazität
- ☐ Durchschnittliche Auslastung des Generators
- ☐ Wahl der Beschichtung („1“ Polyethylen; „2“ Polyvinylchlorid)

**Neu!**

43	UV-light curing data:	imperial	metric
44	Wall thickness of UV-liner (please see value in Table"Diagram")		5,0 mm
45	ID <sub>linier UV</sub>		0,490 m
46	Generator used (Max capacity needed for starting lamps), (please enter "KVA"):	24,0 KVA	24,0 KVA
47	Average output over total time (please enter "%"):	60,0%	60,0%
48	Choose coating ("1" for PE; "2" for PVC):	1	PE

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

Die weiteren Eingaben stellen den Abschluss der Eingabe dar und sind mit gleicher Vorgehensweise wie in den Schritten zuvor zu bearbeiten. Sie setzen sich zusammen aus Angaben zu Marktpreisen für Kraftstoffe, Wirkungsgraden und dem Kraftstoffverbrauch des Dieselgenerators. Folgende Eingaben sind zu tätigen:

- ☐ Dieselskosten (Dollar) (**optional**)
- ☐ Dieselskosten (Euro) (**optional**)
- ☐ Heizölkosten (Dollar) (**optional**)
- ☐ Heizölkosten (Euro) (**optional**)
- ☐ Wirkungsgrad des Stromgenerators
- ☐ Wirkungsgrad des Heizbrenners
- ☐ spezifischer Verbrauch des Dieselgenerators

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

52	Market Prices (optional):			
53	USA only: costs of diesel (enter USD per gallon):	3,90	\$/gal	
54	Europe only: costs diesel (enter EUR per liter):	1,40	EUR/ltr	
55	USA only: costs of fuel oil (enter USD per gallon):	3,90	\$/gal	
56	Europe only: costs of fuel oil (enter EUR per liter):	0,83	EUR/ltr	
57				
58	Efficiency of current generators:	0,95 - 0,99	0,95	
59	Efficiency of heating burners:	≈ 0,9 :	0,9	
60				
61	specific consumption of Diesel generators (240-270 g/kWh):	240	g/kWh	

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

Wenn die Eingabe abgeschlossen ist können nun die Ergebnisse der Berechnung abgelesen werden.

Im unteren Bereich dieser Tabelle sind dann die Ergebnisse für den amerikanischen und europäischen Markt abzulesen. Sie werden den verschiedenen Kategorien und Verfahren nach getrennt aufgeführt. Von links nach rechts erfolgen die Angaben für Zeile 70-75:

- zum Gesamtenergieverbrauch (Spalte B-C)
- zum Gesamtkraftstoffverbrauch (Spalte D-E)
- zu den Kosten pro Sektion und Meter beim Einbau (Spalte F-I)

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin





## Schlauchlining Energy Calculator

Darunter in den Zeilen 76-81 befinden sich die Angaben zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen. Auch hier erfolgen die Angaben von links nach rechts wie folgt:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Herstellung der Liner (Spalte B-C)
- CO<sub>2</sub>-Ausstoß beim Transport der Liner von der Produktion zur Baustelle (Spalte D-E) **Neu!**
- CO<sub>2</sub>-Belastung beim Einbau (Spalte F-G)
- Gesamte CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Section (Spalte H-I)

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
63	<b>Results:</b>								
64	Energy capacity of fuel oil (Diesel) per liter:				10.68 kWh/ltr				
65	specific consumption of Diesel generators:				240 g/kWh				
66	specific weight of fuel oil (Diesel):				0.87 kg/ltr				
67	1 ltr =				0.2642 gallon				
68	Carbon (CO <sub>2</sub> ) equivalent when burning fuel oil (Diesel):				2.65 kg/ltr				
69									
70	total heat quantity per section		fuel oil + diesel per section		costs per (only for fitting)				
71					Europe		USA		
72	[ kWh ]		[ liters ] [ gallons ]		[ € per section ]	[ €/m ]	[ \$/ft ]	[ \$ per section ]	
73	Water curing:	75.108,60 kWh	7.823,44 ltr	2.066,95 gal	6.501,79 €	6,50 €/m	\$2,46/ft	\$8.061,11	
74	Steam curing:	13.313,13 kWh	1.385,05 ltr	365,93 gal	1.149,59 €	1,15 €/m	\$0,43/ft	\$1.427,13	
75	UV-light curing:	744,39 kWh	216,16 ltr	57,11 gal	302,62 €	0,30 €/m	\$0,07/ft	\$222,72	
76	carbon emission per section (only manufacturing)		carbon emission per section (only transportation)		carbon emission per section (only fitting)		total: carbon emission per section		
77	Europe USA		Europe USA		Europe USA		Europe USA		
78	[ kg CO <sub>2</sub> equivalent ] [ lbs CO <sub>2</sub> equivalent ]		[ kg CO <sub>2</sub> equivalent ] [ lbs CO <sub>2</sub> equivalent ]		[ kg CO <sub>2</sub> ] [ lbs CO <sub>2</sub> ]		[ kg CO <sub>2</sub> equivalent ] [ lbs CO <sub>2</sub> equivalent ]		
79	Water curing:	74980,1 kg	165302,9 lbs	625,5 kg	1379,0 lbs	20.732,1 kg	45.706,5 lbs	96337,7 kg	212388,3 lbs
80	Steam curing:	74980,1 kg	165302,9 lbs	625,5 kg	1379,0 lbs	3.670,4 kg	8.091,8 lbs	79276,0 kg	174773,7 lbs
81	UV-light curing:	104314,6 kg	229974,4 lbs	753,1 kg	1660,2 lbs	572,8 kg	1.262,8 lbs	105640,5 kg	232897,4 lbs

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	Data Input											
3	ID <sub>last pipe</sub> - OD <sub>liner</sub> (please enter in or mm only):			Wall thickness				ID <sub>liner</sub>		Amount of UV-lamps used for curing	Power of each UV- lamp used for curing	Power- Capacity of light train
4				Felt Liners	UVA-GRP Liners	Felt Liners	UVA-GRP Liners	Felt Liners	UVA-GRP Liners	UVA-GRP Liners		
5	data input		resulting calculation data	data input		resulting calculation data		resulting calculation data		data input	data input	resulting calculation data
6	[inch]	[mm]	[m]	[mm]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[n]	[w]	[w]
7	6	150	0.150 m	3	3	0.0030 m	0.0030 m	0.144 m	0.144 m	8	400	3200
8	8	200	0.200 m	3	3	0.0030 m	0.0030 m	0.194 m	0.194 m	8	400	3200
9	9	225	0.225 m	3,3	3	0.0033 m	0.0030 m	0.218 m	0.218 m	8	400	3200
10	10	250	0.250 m	3,5	3	0.0035 m	0.0030 m	0.243 m	0.244 m	8	400	3200
11	12	300	0.300 m	4,2	3	0.0042 m	0.0030 m	0.292 m	0.294 m	8	400	3200
12	14	350	0.350 m	4,9	4	0.0049 m	0.0040 m	0.340 m	0.342 m	12	400	4800
13	15	375	0.375 m	5,2	4	0.0052 m	0.0040 m	0.365 m	0.367 m	12	400	4800
14	16	400	0.400 m	5,6	4	0.0056 m	0.0040 m	0.389 m	0.392 m	12	400	4800
15	18	450	0.450 m	6,3	5	0.0063 m	0.0050 m	0.437 m	0.440 m	12	400	4800
16	20	500	0.500 m	7	5	0.0070 m	0.0050 m	0.486 m	0.490 m	12	400	4800
17	22	550	0.550 m	7,7	6	0.0077 m	0.0060 m	0.535 m	0.538 m	12	400	4800
18	24	600	0.600 m	8,4	6	0.0084 m	0.0060 m	0.583 m	0.588 m	12	400	4800
19	26	650	0.650 m	9,1	7	0.0091 m	0.0070 m	0.632 m	0.636 m	12	400	4800
20	27	675	0.675 m	9,5	7	0.0095 m	0.0070 m	0.656 m	0.661 m	12	400	4800
21	28	700	0.700 m	10	7	0.0100 m	0.0070 m	0.680 m	0.686 m	12	400	4800
22	30	750	0.750 m	11	8	0.0110 m	0.0080 m	0.728 m	0.734 m	12	400	4800
23	32	800	0.800 m	11,7	8	0.0117 m	0.0080 m	0.777 m	0.784 m	12	400	4800
24	36	900	0.900 m	13,3	9	0.0133 m	0.0090 m	0.873 m	0.882 m	12	400	4800
25	40	1000	1.000 m	14,6	10	0.0146 m	0.0100 m	0.971 m	0.980 m	12	400	4800

Prof. Jens Hölterhoff

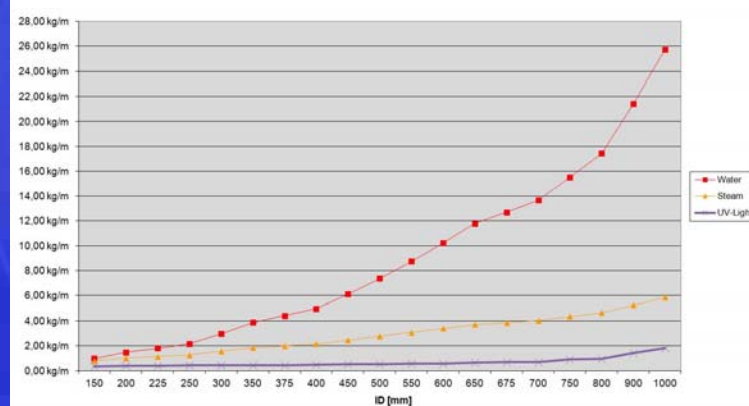
Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator

Carbon Emission on site in kg per 1 m



Kohlendioxid ausstoß beim Einbau der Liner in Kilogramm pro Meter für die verschiedenen Verfahren über die Durchmesser DN 150 – DN 1000

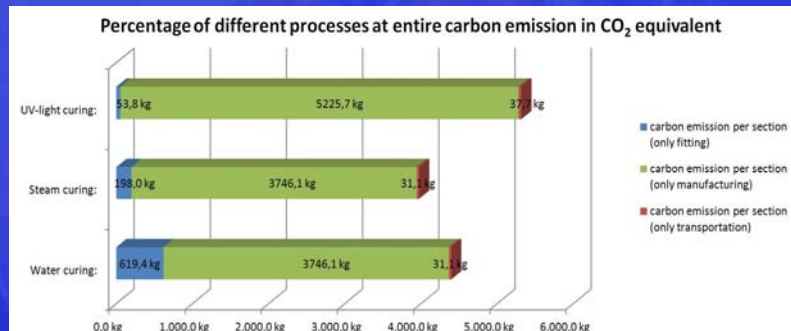
Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



## Schlauchlining Energy Calculator



blauer Anteil

– Emissionen beim Einbau

grüner Anteil

– Emissionen bei der Herstellung

roter Anteil

– Emissionen beim Transport

Die Menge der Emissionen bezieht sich auf die festgelegte Sektionslänge

Anteil der einzelnen Prozesse an den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen

Prof. Jens Hölterhoff

Hochschule Wismar

Vorstandsvorsitzender GSTT, Berlin



Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit.

www.  .de

