

TECHNISCHER LEITFADEN FUNKTIONSPRINZIP

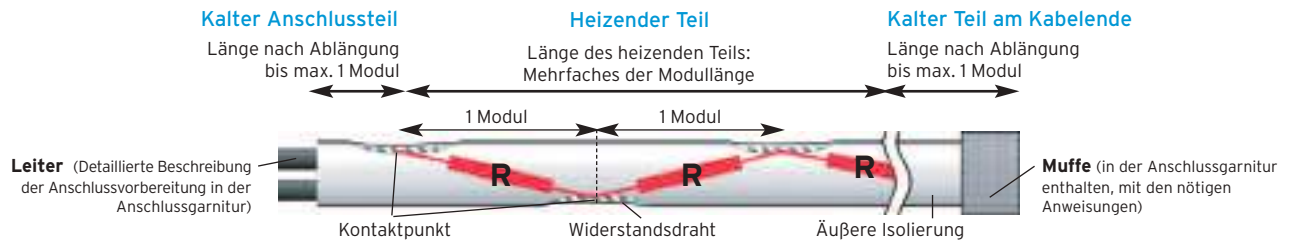


PARALLEL-HEIZKABEL

Ein Parallel-Heizkabel ist eine Aneinanderreihung von identischen Widerständen R, die parallel geschaltet sind und somit die gleiche Leistung über jeden einzelnen Leitungsabschnitt abgeben.

Diese Widerstände bestehen aus einem Widerstandsdraht, der um isolierte Leiter gewandelt ist und mit denen er an jedem Kontaktpunkt Kontakt hat. Der Leitungsabschnitt zwischen 2 aufeinander folgenden Kontaktpunkten wird Modul genannt.

Deshalb kann das Kabel nur zwischen zwei 2 Kontaktpunkten heizen, wie es die folgende Abbildung zeigt:

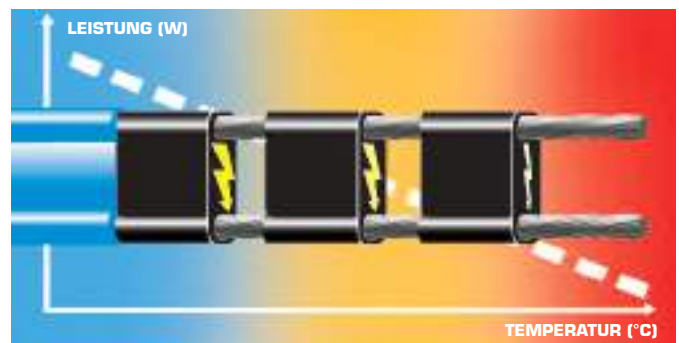


SELBSTBEGRENZENDE HEIZBÄNDER

Das Heizelement bildet der schwarze Kunststoff zwischen den Leitern, der aus einem mit leitfähigem Kohlenstoff angereicherten Polymer besteht. Dessen Widerstand ändert sich abhängig von der Temperatur, da eine Ausdehnung des internen Gefüges die Kohlenstoffpartikel trennt und den möglichen Stromfluss verringert.

Wenn die Temperatur steigt, verringert sich also die vom Heizband abgegebene Leistung. Dieses Phänomen wird **Selbstbegrenzung** genannt. Sie verhindert jegliche Überhitzung, die das Heizband zerstören könnte, und ermöglicht, dass das Heizband in Teilbereichen mit einer kälteren Umgebung gezielt mehr Leistung abgibt, als in anderen Bereichen.

Im eingeschalteten Zustand erreicht das Heizband also immer ein Gleichgewicht zwischen der Leistung, die es abgibt, und den Verlusten an die äußere Umgebung. Aufgrund der Komplexität und der Veränderlichkeit der Umgebung ist es jedoch unmöglich, genau voraussehen zu können, bei welcher Oberflächentemperatur sich das Kabel stabilisiert. Um die Anlage richtig steuern zu können und Energie einzusparen, ist es daher immer sinnvoll, die Heizbänder über einen Thermostat zu regeln.



Anm.: Anders als bei den anderen Widerstandselementen ist es unmöglich, das einwandfreie Funktionieren eines selbstbegrenzenden Heizbands durch eine Widerstandsmessung mithilfe eines Ohmmeters zu prüfen. Dies ist aber möglich durch die Messung von Spannung und Stromaufnahme.

REIHENWIDERSTÄNDE

Ein Reihenwiderstand ist ein Element, das zwischen seinen beiden Enden von einem elektrischen Strom durchflossen wird, und der eine Leistung gemäß dem Ohmschen Gesetz abgibt. (siehe Technische Formelsammlung). Daher stellt jede Änderung der Länge, der Spannung oder der Stromstärke eine große Gefahr dar und erfordert ein Neuberechnung durch Flexelec.

Bei Reihenwiderständen, die mit bestimmten Widerstandswerten in Ohm/m vertrieben werden (als Halbfertigprodukte, die pro Meter oder Kilometer geordert werden), muss zunächst unbedingt eine Berechnung aufgestellt werden, um mindestens sicherzustellen, dass die endgültig abgelängte Länge die maximale Leistung laut den Empfehlungen aus unseren Technischen Datenblättern nicht überschreitet.

Bei Fertigprodukten, die mit bestimmten Wattleistungen vertrieben werden (Bestellung nach Stückzahl), muss die Versorgungsspannung unbedingt eingehalten werden und die Länge darf niemals geändert werden.

TECHNISCHE FORMELSAMMLUNG

OHMSCHES GESETZ:

Die Formeln, die die elektrischen Größen eines Widerstandselements ins Verhältnis setzen, sind folgende:

$$U = R \times I = P/I = \sqrt{P \times R}$$

$$I = U/R = \sqrt{P/R} = P/U$$

$$R = U/I = P/I^2 = U^2/P$$

$$P = U \times I = I^2 \times R = U^2/R$$

Wobei:
 U: Spannung in Volt (V)
 I: Stromstärke in Ampère (A)
 R: Widerstand in Ohm (Ω)
 P: Leistung in Watt (W)

WINDUNGSABSTAND SPIRALFÖRMIGE VERLEGUNG:

Der Windungsabstand einer Spirale ist der Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Windungen eines Kabels, das um einen zylindrischen Gegenstand gewickelt ist. Diese Verlegung ist erforderlich, wenn die lineare Leistung einer gerade verlaufenden Begleitheizung unzureichend ist oder eine sehr uniforme Beheizung gewünscht ist.

$$P = \frac{\pi \times D \times L}{\sqrt{T^2 - L^2}}$$

$$T = \sqrt{\frac{(\pi \times D \times L)^2}{P^2} + L^2}$$

Wobei:
 P: Windungsabstand in mm
 D: Außendurchmesser des Trägers
 L: Gesamtlänge der Rohrleitung
 T: Gesamtlänge des Kabels

ÜBLICHE DURCHMESSER VON METALLLEITUNGEN

Nenndurchmesser DN (Zoll)	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	3	3 ^{1/2}	4	5	6	8	10	12
Außendurchmesser D (mm)	13.71	17.14	21.34	26.67	33.4	42.16	48.26	60.32	73.02	88.9	101.6	114.3	141.3	168.27	219.07	273.05	323.85

VERLUSTE PRO m ROHRLEITUNG: ZU KOMPENSIERENDE WÄRMEVERLUSTE, UM DIE TEMPERATUR ZU ERHALTEN

$$Q = \frac{\pi \times (T_m - T_a)}{\frac{1 \times L_n}{2 \times \lambda} \left(\frac{D + 2 \times e}{D} \right)}$$

Wobei:

Umgebungstemperatur	T _a	°C
Halftemperatur	T _m	°C
Außendurchmesser Rohr	D	mm
Dicke der Wärmedämmung	e	mm
Lambda der Dämmung	λ	W/m.K
Theoretische Verluste	Q	W/m

WICHTIG: Die Berechnung ist rein theoretisch und muss mit einem Sicherheitsfaktor beaufschlagt werden, der von den Installationsbedingungen abhängt. Bitte wenden Sie sich an Flexelec, wenn Sie eine Berechnung wünschen.

■ VERLUSTE in W/m BEI EINER WÄRMEGEDÄMMTEN ROHRLEITUNG

Dämmstärke (mm)	dT in °C	Abmessungen des Rohrs																			
		DN (mm)	8	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
		A-Ø (mm)	14	21	27	34	42	48	60	76	89	114	168	219	273	324	356	406	457	508	610
10	20	6.2	7.2	8.5	10	12	14	16	19	23	28.8	41.1	52.6	64.7	76.1	83.3	94.6	106	117	140	
	30	9.4	11	13	15	19	21	25	29	35	43.8	62.5	80	98.5	116	127	144	161	178	213	
	40	13	15	18	21	25	28	34	40	47.3	59.2	84.5	108	133	157	171	195	218	241	287	
20	20	4	4.6	5.3	6.2	7.3	8	9.5	11	13	16	22.5	28.5	34.9	40.9	44.7	50.7	56.7	62.6	74.6	
	30	6.2	7	8.1	9.4	11	12	15	17	19.8	24.4	34.2	43.4	53.2	62.3	68	77.1	86.2	95.3	113	
	40	8.3	9.5	11	13	15	17	20	23	26.7	33	46.3	58.7	71.9	84.2	92	104	117	129	153	
	60	13	15	17	20	23	26	30	35	41.2	50.9	71.4	90.5	111	130	142	161	180	199	237	
25	20	3.6	4.1	4.6	5.3	6.2	6.9	8.1	9.3	10.9	13.4	18.6	23.5	28.7	33.5	36.5	41.4	46.2	51.1	60.7	
	30	5.4	6.2	7.1	8.1	9.5	10	12	14	16.6	20.3	28.3	35.7	43.6	51	55.6	63	70.3	77.7	92.4	
	40	7.4	8.4	9.5	11	13	14	17	19	22.4	27.5	38.2	48.3	59	69	75.2	85.2	95.1	105	125	
	60	11	13	15	17	20	22	26	30	34.5	42.4	59	74.5	90.9	106	116	131	147	162	193	
	80	16	18	20	23	27	30	35	41	47.4	58.2	81	102	125	146	159	180	201	222	265	
	100	20	23	26	32	39	45	53	61.2	75.2	105	132	161	189	206	233	260	287	342		
30	20	3.3	3.7	4.2	4.8	5.5	6.1	7.1	8.1	9.5	11.6	15.9	20.1	24.4	28.5	31	35.1	39.2	43.2	51.3	
	30	5	5.6	6.3	7.3	8.4	9.2	11	12	14.4	17.6	24.3	30.5	37.1	43.3	47.2	53.4	59.6	65.8	78.1	
	40	6.7	7.6	8.6	9.8	11	13	15	17	19.5	23.8	32.8	41.3	50.2	58.6	63.8	72.2	80.6	88.9	106	
	60	10	12	13	15	18	19	23	26	30	36.6	50.6	63.6	77.4	90.4	98.4	111	124	137	163	
	80	14	16	18	21	24	26	31	36	41.2	50.3	69.4	87.3	106	124	135	153	171	188	224	
	100	18	21	23	27	31	34	40	46	61.2	75.2	7	113	137	160	175	197	220	243	289	
	120	23	26	29	33	39	42	49	57	65.9	80.4	111	140	170	198	216	244	273	301	358	
	140	27	31	35	40	46	51	59	68	61.2	75.2	134	168	204	239	260	294	328	362	430	
	160	32	36	41	47	55	60	70	80	93.3	114	157	198	241	281	306	346	386	426	506	
180	37	42	48	55	63	69	81	93	108	132	182	229	279	325	354	401	447	494	586		
40	20	2.8	3.2	3.6	4	4.6	5	5.8	6.6	7.6	9.2	12.6	15.7	19	22.1	24	27.1	30.2	33.3	39.4	
	30	4.3	4.8	5.4	6.1	7	7.7	8.9	10	11.6	14.1	19.1	23.9	28.9	33.6	36.6	41.3	45.9	50.6	60	
	40	5.8	6.5	7.3	8.3	9.5	10	12	14	15.7	19	25.9	32.3	39.1	45.5	49.4	55.8	62.1	68.5	81.1	
	60	9	10	11	13	15	16	19	21	24.3	29.3	39.9	49.8	60.3	70.1	76.2	86	95.8	106	125	
	80	12	14	16	18	20	22	25	29	33.3	40.2	54.8	68.4	82.7	96.2	105	118	132	145	172	
	100	16	18	20	23	26	28	33	37	43	52	70.8	88.3	107	124	135	152	170	187	222	
	120	20	22	25	28	32	35	41	46	53.3	64.4	87.6	109	132	154	167	189	210	232	275	
	140	24	27	30	34	39	42	49	56	64.1	77.4	105	132	159	185	201	227	253	279	330	
	160	28	31	35	40	46	50	57	66	75.4	91.1	124	155	187	218	237	267	298	328	339	
180	32	36	41	46	53	58	67	76	87.3	106	144	179	217	252	274	310	345	380	450		
50	20	2.6	2.8	3.2	3.6	4.1	4.4	5	5.7	6.5	7.8	10.5	13.1	15.7	18.2	19.8	22.3	24.7	27.2	32.2	
	30	3.9	4.3	4.8	5.4	6.2	6.7	7.7	8.7	9.9	11.9	16	19.9	23.9	27.7	30.1	33.9	37.6	41.4	48.9	
	40	5.3	5.9	6.5	7.3	8.4	9.1	10	12	13.4	16.1	21.7	26.9	32.3	37.5	40.7	45.8	50.9	56	66.2	
	60	8.1	9	10	11	13	14	16	18	20.7	24.8	33.4	41.4	49.9	57.8	62.7	70.6	78.5	86.3	102	
	80	11	12	14	16	18	19	22	25	28.5	34.1	45.9	56.8	68.4	79.3	86.1	96.9	108	119	140	
	100	14	16	18	20	23	25	28	32	36.7	44	59.2	73.4	88.3	102	111	125	139	153	181	
	120	18	20	22	25	28	31	35	40	45.5	54.5	73.3	90.9	109	127	138	155	172	190	224	
	140	22	24	27	30	34	37	42	48	54.7	65.6	88.2	109	132	153	166	186	207	228	269	
	160	25	28	31	35	40	43	50	56	64.4	77.2	104	129	155	180	195	220	244	268	317	
180	29	33	36	41	46	50	58	65	74.6	89.4	120	149	179	208	226	254	282	311	367		
80	20	2.1	2.3	2.6	2.8	3.2	3.4	3.8	4.3	4.8	5.7	7.4	9	10.7	12.3	13.3	14.9	16.4	18	21.1	
	30	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8	5.2	5.8	6.5	7.3	8.6	11.3	13.7	16.3	18.7	20.2	22.6	25	27.4	32.1	
	40	4.4	4.8	5.2	5.8	6.5	7	7.9	8.8	9.9	11.6	15.2	18.5	22	25.3	27.3	30.6	33.8	37	43.5	
	60	6.7	7.4	8.1	9	10	11	12	14	15.3	17.9	23.5	28.6	34	39	42.1	47.1	52.1	57.1	67	
	80	9.2	10	11	12	14	15	17	19	20.9	24.6	32.2	39.2	46.6	53.5	57.8	64.7	71.5	78.3	92	
	100	12	13	14	16	18	19	22	24	27	31.8	41.6	50.6	60.2	69.1	74.6	83.5	92.3	101	119	
	120	15	16	18	20	22	24	27	30	33.5	39.3	51.5	62.7	74.5	85.5	92.4	103	114	125	147	
	140	18	19	21	24	27	28	32	36	40.3	47.3	61.9	75.4	89.6	103	111	124	138	151	177	
	160	21	23	25	28	31	33	38	42	47.4	55.7	72.9	88.8	106	121	131	146	162	177	208	
180	24	27	29	32	36	39	44	49	54.9	64.5	84.4	103	122	140	152	170	188	205	241		

■ UMRECHNUNGSFAKTOREN METRISCHES SYSTEM / ANGLO-AMERIKANISCHES MASS-SYSTEM

Multiplizieren	mit	ergibt	Multiplizieren	mit	ergibt
Einheit	x	Faktor	=	Einheit	Einheit
Millimeter	x	0.03937	=	Zoll	Ω / 1000 Fuß
Millimeter	x	39.37	=	Milli-Inch (Mil)	Ω / km
Meter	x	39.37	=	Zoll	Livre / 1000 Fuß
Meter	x	3.28	=	Fuß	Quadratzoll
Zoll	x	25.4	=	Millimeter	Quadratmillimeter
Fuß	x	0.3048	=	Meter	Quadratmillimeter
Milli-Inch (Mil)	x	0.0254	=	Millimeter	Quadrat-Mil
Kilogramm	x	2.205	=	Livre (Pfund)	Millimeter rund
Livre (Pfund)	x	0.4536	=	Kilogramm	Mil rund
					0.7854