

# Internationale Kennfarben International Colour Codes

Thermopaarart  
*thermocouple type*



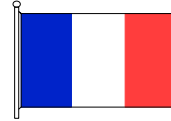
DIN EN 60584



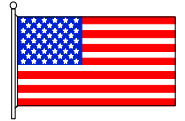
DIN 43710



BS 4937/1843



NF C 42-324



ANSI MC 96.1

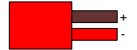
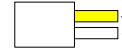
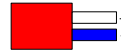
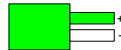
**J**  
+ Eisen  
- Kupfer-Nickel



**L**  
+ Eisen  
- Kupfer-Nickel



**K**  
+ Nickel-Chrom  
- Nickel



**R**  
+ Platin- 13% Rhodium  
- Platin

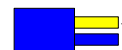
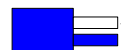


**S**  
+ Platin- 10% Rhodium  
- Platin

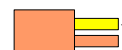


**B**  
+ Platin- 30% Rhodium  
- Platin- 6% Rhodium

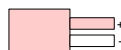
**T**  
+ Kupfer  
- Kupfer-Nickel



**E**  
+ Nickel-Chrom  
- Kupfer-Nickel



**N**  
+ Nickel-Chrom-Silizium  
- Nickel-Silizium



**U**  
+ Kupfer  
- Kupfer-Nickel



## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Eisen/ Kupfer-Nickel nach DIN 43710 Typ L

Iron/ Copper-Nickel acc. to DIN 43710

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius

Temp.	Millivolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47
10	0,52	0,57	0,63	0,68	0,73	0,78	0,84	0,89	0,94	1,00
20	1,05	1,10	1,16	1,21	1,26	1,31	1,37	1,42	1,47	1,53
30	1,58	1,63	1,69	1,74	1,79	1,84	1,90	1,95	2,00	2,06
40	2,11	2,16	2,22	2,27	2,33	2,38	2,43	2,49	2,54	2,60
50	2,65	2,70	2,76	2,81	2,87	2,92	2,97	3,03	3,08	3,14
60	3,19	3,24	3,30	3,35	3,41	3,46	3,51	3,57	3,62	3,68
70	3,73	3,78	3,84	3,89	3,95	4,00	4,05	4,11	4,16	4,22
80	4,27	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77
90	4,82	4,87	4,93	4,98	5,04	5,09	5,15	5,20	5,26	5,32
100	5,37	5,42	5,48	5,53	5,59	5,64	5,70	5,75	5,81	5,87
110	5,92	5,97	6,03	6,08	6,14	6,19	6,25	6,30	6,36	6,42
120	6,47	6,53	6,58	6,64	6,69	6,75	6,81	6,86	6,92	6,97
130	7,03	7,09	7,14	7,20	7,25	7,31	7,37	7,42	7,48	7,53
140	7,59	7,65	7,70	7,76	7,81	7,87	7,93	7,98	8,04	8,09
150	8,15	8,21	8,26	8,32	8,37	8,43	8,49	8,54	8,60	8,65
160	8,71	8,77	8,82	8,88	8,93	8,99	9,05	9,10	9,16	9,21
170	9,27	9,33	9,38	9,44	9,49	9,55	9,61	9,66	9,72	9,77
180	9,83	9,89	9,94	10,00	10,05	10,11	10,17	10,22	10,28	10,33
190	10,39	10,45	10,50	10,56	10,61	10,67	10,73	10,78	10,84	10,89
200	10,95	11,01	11,06	11,12	11,17	11,23	11,29	11,34	11,40	11,45
210	11,51	11,57	11,62	11,68	11,73	11,79	11,85	11,90	11,96	12,01
220	12,07	12,13	12,18	12,24	12,29	12,35	12,41	12,46	12,52	12,57
230	12,63	12,69	12,74	12,80	12,85	12,91	12,97	13,02	13,08	13,13
240	13,19	13,25	13,30	13,36	13,41	13,47	13,53	13,58	13,64	13,69
250	13,75	13,81	13,86	13,92	13,97	14,03	14,09	14,14	14,20	14,25
260	14,31	14,37	14,42	14,48	14,54	14,59	14,65	14,71	14,76	14,82
270	14,88	14,94	14,99	15,05	15,10	15,16	15,22	15,27	15,33	15,38
280	15,44	15,50	15,55	15,61	15,66	15,72	15,78	15,83	15,89	15,94
290	16,00	16,06	16,11	16,17	16,22	16,28	16,34	16,39	16,45	16,50

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Eisen/ Kupfer-Nickel nach DIN 43710 Typ L

Iron/ Copper-Nickel acc. to DIN 43710

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius

Temp.	Millivolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	16,56	16,62	16,67	16,73	16,78	16,84	16,90	16,95	17,01	17,06
310	17,12	17,18	17,23	17,29	17,34	17,40	17,46	17,51	17,57	17,62
320	17,68	17,47	17,79	17,85	17,90	17,06	18,02	18,07	18,13	18,18
330	18,24	18,30	18,35	18,41	18,46	18,52	18,58	18,63	18,69	18,74
340	18,80	18,86	18,91	18,97	19,02	19,08	19,14	19,19	19,25	19,30
350	19,36	19,42	19,47	19,53	19,58	19,64	19,70	19,75	19,81	19,85
360	19,92	19,98	20,03	20,09	20,14	20,20	20,26	20,31	20,37	20,42
370	20,48	20,54	20,59	20,65	20,70	20,76	20,82	20,87	20,93	20,98
380	21,04	21,10	21,15	21,21	21,26	21,32	21,38	21,43	21,49	21,54
390	21,60	21,66	21,71	21,77	21,82	21,88	21,94	21,99	22,05	22,10
400	22,16	22,22	22,27	22,33	22,38	22,44	22,50	22,55	22,61	22,66
410	22,72	22,78	22,83	22,89	22,95	23,00	23,06	23,12	23,18	23,23
420	23,29	23,35	23,40	23,46	23,52	23,57	23,63	23,69	23,74	23,80
430	23,86	23,92	23,97	24,03	24,09	24,14	24,20	24,26	24,32	24,37
440	24,43	24,49	24,54	24,60	24,66	24,71	24,77	24,83	24,89	24,94
450	25,00	25,06	25,11	25,17	25,23	25,28	25,34	25,40	25,46	25,51
460	25,57	25,63	25,68	25,74	25,80	25,85	25,91	25,97	26,03	26,08
470	26,14	26,20	26,25	26,31	26,37	26,42	26,48	26,54	26,60	26,65
480	26,71	26,77	26,82	26,88	26,94	26,99	27,05	27,11	27,17	27,22
490	27,28	27,34	27,39	27,45	27,51	27,56	27,62	27,68	27,74	27,79

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Eisen/ Kupfer-Nickel nach DIN EN 60584 Typ J

Iron/ Copper-Nickel acc. to DIN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.		Mikrovolt								
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	50	101	151	202	253	303	354	405	456
10	507	558	609	660	711	762	814	865	916	968
20	1019	1071	1122	1174	1226	1277	1329	1381	1433	1485
30	1537	1589	1641	1693	1745	1797	1849	1902	1954	2006
40	2059	2111	2164	2216	2269	2322	2374	2427	2480	2532
50	2585	2638	2691	2744	2797	2850	2903	2956	3009	3062
60	3116	3169	3222	3275	3329	3382	3436	3489	3543	3596
70	3650	3703	3757	3810	3864	3918	3971	4025	4079	4133
80	4187	4240	4294	4348	4402	4456	4510	4564	4618	4672
90	4726	4781	4835	4889	4943	4997	5052	5106	5160	5215
100	5269	5323	5378	5432	5487	5541	5595	5650	5705	5759
110	5814	5868	5923	5977	6032	6087	6141	6196	6251	6306
120	6360	6415	6470	6525	6579	6634	6689	6744	6799	6854
130	6909	6964	7019	7074	7129	7184	7239	7294	7349	7404
140	7459	7514	7569	7624	7679	7734	7789	7844	7900	7955
150	8010	8065	8120	8175	8231	8286	8341	8396	8452	8507
160	8562	8618	8673	8728	8783	8839	8894	8949	9005	9060
170	9115	9171	9226	9282	9337	9392	9448	9503	9559	9614
180	9669	9725	9780	9836	9891	9947	10002	10057	10113	10168
190	10224	10279	10335	10390	10446	10501	10557	10612	10668	10723
200	10779	10834	10890	10945	11001	11056	11112	11167	11223	11278
210	11334	11389	11445	11501	11556	11612	11667	11723	11778	11834
220	11889	11945	12000	12056	12111	12167	12222	12278	12334	12389
230	12445	12500	12556	12611	12667	12722	12778	12833	12889	12944
240	13000	13056	13111	13167	13222	13278	13333	13389	13444	13500
250	13555	13611	13666	13722	13777	13833	13888	13944	13999	14055
260	14110	14166	14221	14277	14332	14388	14443	14499	14554	14609
270	14665	14720	14776	14831	14887	14942	14998	15053	15109	15164
280	15219	15275	15330	15386	15441	15496	15552	15607	15663	15718
290	15773	15829	15884	15940	15995	16050	16106	16161	16216	16272

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Eisen/ Kupfer-Nickel nach DIN EN 60584 Typ J

Iron/ Copper-Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	16327	16383	16438	16493	16549	16604	16659	16715	16770	16825
310	16881	16936	16991	17046	17102	17157	17212	17268	17323	17378
320	17434	17489	17544	17599	17655	17710	17765	17820	17876	17931
330	17986	18041	18097	18152	18207	18262	18318	18373	18428	18483
340	18538	18594	18649	18704	18759	18814	18870	18925	18980	19035
350	19090	19146	19201	19256	19311	19366	19422	19477	19532	19587
360	19642	19697	19753	19808	19863	19918	19973	20028	20083	20139
370	20194	20249	20304	20359	20414	20469	20525	20580	20635	20690
380	20745	20800	20855	20911	20966	21021	21076	21131	21186	21241
390	21297	21352	21407	21462	21517	21572	21627	21683	21738	21793
400	21848	21903	21958	22014	22069	22124	22179	22234	22289	22345
410	22400	22455	22510	22565	22620	22676	22731	22786	22841	22896
420	22952	23007	23062	23117	23172	23228	23283	23338	23393	23449
430	23504	23559	23614	23670	23725	23780	23835	23891	23946	24001
440	24057	24112	24167	24223	24278	24333	24389	24444	24499	24555
450	24610	24665	24721	24776	24832	24887	24943	24998	25053	25109
460	25164	25220	25275	25331	25386	25442	25497	25553	25608	25664
470	25720	25775	25831	25886	25942	25998	26053	26109	26165	26220
480	26276	26332	26387	26443	26499	26555	26610	26666	26722	26778
490	26834	26889	26945	27001	27057	27113	27169	27225	27281	27337
500	27393	27449	27505	27561	27617	27673	27729	27785	27841	27897
510	27953	28010	28066	28122	28178	28234	28291	28347	28403	28460
520	28516	28572	28629	28685	28741	28798	28854	28911	28967	29024
530	29080	29137	29194	29250	29307	29363	29420	29477	29534	29590
540	29647	29704	29761	29818	29874	29931	29988	30045	30102	30159
550	30216	30273	30330	30387	30444	30502	30559	30616	30673	30730
560	30788	30845	30902	30960	31017	31074	31132	31189	31247	31304
570	31362	31419	31477	31535	31592	31650	31708	31766	31823	31881
580	31939	31997	32055	32113	32171	32229	32287	32345	32403	32461
590	32519	32577	32636	32694	32752	32810	32869	32927	32985	33044

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp. °C	Mikrovolt									
	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-270	-6458									
-260	-6441	-6444	-6446	-6448	-6450	-6452	-6453	-6455	-6456	-6457
-250	-6404	-6408	-6413	-6417	-6421	-6425	-6429	-6432	-6435	-6438
-240	-6344	-6351	-6358	-6364	-6370	-6377	-6382	-6388	-6393	-6399
-230	-6262	-6271	-6280	-6289	-6297	-6306	-6314	-6322	-6329	-6337
-220	-6158	-6170	-6181	-6192	-6202	-6213	-6223	-6233	-6243	-6252
-210	-6035	-6048	-6061	-6074	-6087	-6099	-6111	-6123	-6135	-6147
-200	-5891	-5907	-5922	-5936	-5951	-5965	-5980	-5994	-6007	-6021
-190	-5730	-5747	-5763	-5780	-5797	-5813	-5829	-5845	-5861	-5876
-180	-5550	-5569	-5588	-5606	-5624	-5642	-5660	-5678	-5695	-5713
-170	-5354	-5374	-5395	-5415	-5435	-5454	-5474	-5493	-5512	-5531
-160	-5141	-5163	-5185	-5207	-5228	-5250	-5271	-5292	-5313	-5333
-150	-4913	-4936	-4960	-4983	-5006	-5029	-5052	-5074	-5097	-5119
-140	-4669	-4694	-4719	-4744	-4768	-4793	-4817	-4841	-4865	-4889
-130	-4411	-4437	-4463	-4490	-4516	-4542	-4567	-4593	-4618	-4644
-120	-4138	-4166	-4194	-4221	-4249	-4276	-4303	-4330	-4357	-4384
-110	-3852	-3882	-3911	-3939	-3968	-3997	-4025	-4054	-4082	-4110
-100	-3554	-3584	-3614	-3645	-3675	-3705	-3734	-3764	-3794	-3823
-90	-3243	-3274	-3306	-3337	-3368	-3400	-3431	-3462	-3492	-3523
-80	-2920	-2953	-2986	-3018	-3050	-3083	-3115	-3147	-3179	-3211
-70	-2587	-2620	-2654	-2688	-2721	-2755	-2788	-2821	-2854	-2887
-60	-2243	-2278	-2312	-2347	-2382	-2416	-2450	-2485	-2519	-2553
-50	-1889	-1925	-1961	-1996	-2032	-2067	-2103	-2138	-2173	-2208
-40	-1527	-1564	-1600	-1637	-1673	-1709	-1745	-1782	-1818	-1854
-30	-1156	-1194	-1231	-1268	-1305	-1343	-1380	-1417	-1453	-1490
-20	-778	-816	-854	-892	-930	-968	-1006	-1043	-1081	-1119
-10	-392	-431	-470	-508	-547	-586	-624	-663	-701	-739
0	0	-39	-79	-118	-157	-197	-236	-275	-314	-353

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	39	79	119	158	198	238	277	317	357
10	397	437	477	517	557	597	637	677	718	758
20	798	838	879	919	960	1000	1041	1081	1122	1163
30	1203	1244	1285	1326	1366	1407	1448	1489	1530	1571
40	1612	1653	1694	1735	1776	1817	1858	1899	1941	1982
50	2023	2064	2106	2147	2188	2230	2271	2312	2354	2395
60	2436	2478	2519	2561	2602	2644	2685	2727	2768	2810
70	2851	2893	2934	2976	3017	3059	3100	3142	3184	3225
80	3267	3308	3350	3391	3433	3474	3516	3557	3599	3640
90	3682	3723	3765	3806	3848	3889	3931	3972	4013	4055
100	4096	4138	4179	4220	4262	4303	4344	4385	4427	4468
110	4509	4550	4591	4633	4674	4715	4756	4797	4838	4879
120	4920	4961	5002	5043	5084	5124	5165	5206	5247	5288
130	5328	5369	5410	5450	5491	5532	5572	5613	5653	5694
140	5735	5775	5815	5856	5896	5937	5977	6017	6058	6098
150	6138	6179	6219	6259	6299	6339	6380	6420	6460	6500
160	6540	6580	6620	6660	6701	6741	6781	6821	6861	6901
170	6941	6981	7021	7060	7100	7140	7180	7220	7260	7300
180	7340	7380	7420	7460	7500	7540	7579	7619	7659	7699
190	7739	7779	7819	7859	7899	7939	7979	8019	8059	8099
200	8138	8178	8218	8258	8298	8338	8378	8418	8458	8499
210	8539	8579	8619	8659	8699	8739	8779	8819	8860	8900
220	8940	8980	9020	9061	9101	9141	9181	9222	9262	9302
230	9343	9383	9423	9464	9504	9545	9585	9626	9666	9707
240	9747	9788	9828	9869	9909	9950	9991	10031	10072	10113
250	10153	10194	10235	10276	10316	10357	10398	10439	10480	10520
260	10561	10602	10643	10684	10725	10766	10807	10848	10889	10930
270	10971	11012	11053	11094	11135	11176	11217	11259	11300	11341
280	11382	11423	11465	11506	11547	11588	11630	11671	11712	11753
290	11795	11836	11877	11919	11960	12001	12043	12084	12126	12167

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	12209	12250	12291	12333	12374	12416	12457	12499	12540	12582
310	12624	12665	12707	12748	12790	12831	12873	12915	12956	12998
320	13040	13081	13123	13165	13206	13248	13290	13331	13373	13415
330	13457	13498	13540	13582	13624	13665	13707	13749	13791	13833
340	13874	13916	13958	14000	14042	14084	14126	14167	14209	14251
350	14293	14335	14377	14419	14461	14503	14545	14587	14629	14671
360	14713	14755	14797	14839	14881	14923	14965	15007	15049	15091
370	15133	15175	15217	15259	15301	15343	15385	15427	15469	15511
380	15554	15596	15638	15680	15722	15764	15806	15849	15891	15933
390	15975	16017	16059	16102	16144	16186	16228	16270	16313	16355
400	16397	16439	16482	16524	16566	16608	16651	16693	16735	16778
410	16820	16862	16904	16947	16989	17031	17074	17116	17158	17201
420	17243	17285	17328	17370	17413	17455	17497	17540	17582	17624
430	17667	17709	17752	17794	17837	17879	17921	17964	18006	18049
440	18091	18134	18176	18218	18261	18303	18346	18388	18431	18473
450	18516	18558	18601	18643	18686	18728	18771	18813	18856	18898
460	18941	18983	19026	19068	19111	19154	19196	19239	19281	19324
470	19366	19409	19451	19494	19537	19579	19622	19664	19707	19750
480	19792	19835	19877	19920	19962	20005	20048	20090	20133	20175
490	20218	20261	20303	20346	20389	20431	20474	20516	20559	20602
500	20644	20687	20730	20772	20815	20857	20900	20943	20985	21028
510	21071	21113	21156	21199	21241	21284	21326	21369	21412	21454
520	21497	21540	21582	21625	21668	21710	21753	21796	21838	21881
530	21924	21966	22009	22052	22094	22137	22179	22222	22265	22307
540	22350	22393	22435	22478	22521	22563	22606	22649	22691	22734
550	22776	22819	22862	22904	22947	22990	23032	23075	23117	23160
560	23203	23245	23288	23331	23373	23416	23458	23501	23544	23586
570	23629	23671	23714	23757	23799	23842	23884	23927	23970	24012
580	24055	24097	24140	24182	24225	24267	24310	24353	24395	24438
590	24480	24523	24565	24608	24650	24693	24735	24778	24820	24863



## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	24905	24948	24990	25033	25075	25118	25160	25203	25245	25288
610	25330	25373	25415	25458	25500	25543	25585	25627	25670	25712
620	25755	25797	25840	25882	25924	25967	26009	26052	26094	26136
630	26179	26221	26263	26306	26348	26390	26433	26475	26517	26560
640	26602	26644	26687	26729	26771	26814	26856	26898	26940	26983
650	27025	27067	27109	27152	27194	27236	27278	27320	27363	27405
660	27447	27489	27531	27574	27616	27658	27700	27742	27784	27826
670	27869	27911	27953	27995	28037	28079	28121	28163	28205	28247
680	28289	28332	28374	28416	28458	28500	28542	28584	28626	28668
690	28710	28752	28794	28835	28877	28919	28961	29003	29045	29087
700	29129	29171	29213	29255	29297	29338	29380	29422	29464	29506
710	29548	29589	29631	29673	29715	29757	29798	29840	29882	29924
720	29965	30007	30049	30090	30132	30174	30216	30257	30299	30341
730	30382	30424	30466	30507	30549	30590	30632	30674	30715	30757
740	30798	30840	30881	30923	30964	31006	31047	31089	31130	31172
750	31213	31255	31296	31338	31379	31421	31462	31504	31545	31586
760	31628	31669	31710	31752	31793	31834	31876	31917	31958	32000
770	32041	32082	32124	32165	32206	32247	32289	32330	32371	32412
780	32453	32495	32536	32577	32618	32659	32700	32742	32783	32824
790	32865	32906	32947	32988	33029	33070	33111	33152	33193	33234
800	33275	33316	33357	33398	33439	33480	33521	33562	33603	33644
810	33685	33726	33767	33808	33848	33889	33930	33971	34012	34053
820	34093	34134	34175	34216	34257	34297	34338	34379	34420	34460
830	34501	34542	34582	34623	34664	34704	34745	34786	34826	34867
840	34908	34948	34989	35029	35070	35110	35151	35192	35232	35273
850	35313	35354	35394	35435	35475	35516	35556	35596	35637	35677
860	35718	35758	35798	35839	35879	35920	35960	36000	36041	36081
870	36121	36162	36202	36242	36282	36323	36363	36403	36443	36484
880	36524	36564	36604	36644	36685	36725	36765	36805	36845	36885
890	36925	36965	37006	37046	37086	37126	37166	37206	37246	37286

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
900	37326	37366	37406	37446	37486	37526	37566	37606	37646	37686
910	37725	37765	37805	37845	37885	37925	37965	38005	38044	38084
920	38124	38164	38204	38243	38283	38323	38363	38402	38442	38482
930	38522	38561	38601	38641	38680	38720	38760	38799	38839	38878
940	38918	38958	38997	39037	39076	39116	39155	39195	39235	39274
950	39314	39353	39393	39432	39471	39511	39550	39590	39629	39669
960	39708	39747	39787	39826	39866	39905	39944	39984	40023	40062
970	40101	40141	40180	40219	40259	40298	40337	40376	40415	40455
980	40494	40533	40572	40611	40651	40690	40729	40768	40807	40846
990	40885	40924	40963	41002	41042	41081	41120	41159	41198	41237
1000	41276	41315	41354	41393	41431	41470	41509	41548	41587	41626
1010	41665	41704	41743	41781	41820	41859	41898	41937	41976	42014
1020	42053	42092	42131	42169	42208	42247	42286	42324	42363	42402
1030	42440	42479	42518	42556	42595	42633	42672	42711	42749	42788
1040	42826	42865	42903	42942	42980	43019	43057	43096	43134	43173
1050	43211	43250	43288	43327	43365	43403	43442	43480	43518	43557
1060	43595	43633	43672	43710	43748	43787	43825	43863	43901	43940
1070	43978	44016	44054	44092	44130	44169	44207	44245	44283	44321
1080	44359	44397	44435	44473	44512	44550	44588	44626	44664	44702
1090	44740	44778	44816	44853	44891	44929	44967	45005	45043	45081
1100	45119	45157	45194	45232	45270	45308	45346	45383	45421	45459
1110	45497	45534	45572	45610	45647	45685	45723	45760	45798	45836
1120	45873	45911	45948	45986	46024	46061	46099	46136	46174	46211
1130	46249	46286	46324	46361	46398	46436	46473	46511	46548	46585
1140	46623	46660	46697	46735	46772	46809	46847	46884	46921	46958
1150	46995	47033	47070	47107	47144	47181	47218	47256	47293	47330
1160	47367	47404	47441	47478	47515	47552	47589	47626	47663	47700
1170	47737	47774	47811	47848	47884	47921	47958	47995	48032	48069
1180	48105	48142	48179	48216	48252	48289	48326	48363	48399	48436
1190	48473	48509	48546	48582	48619	48656	48692	48729	48765	48802

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1200	48838	48875	48911	48948	48984	49021	49057	49093	49130	49166
1210	49202	49239	49275	49311	49348	49384	49420	49456	49493	49529
1220	49565	49601	49637	49674	49710	49746	49782	49818	49854	49890
1230	49926	49962	49998	50034	50070	50106	50142	50178	50214	50250
1240	50286	50322	50358	50393	50429	50465	50501	50537	50572	50608
1250	50644	50680	50715	50751	50787	50822	50858	50894	50929	50965
1260	51000	51036	51071	51107	51142	51178	51213	51249	51284	51320
1270	51355	51391	51426	51461	51497	51532	51567	51603	51638	51673
1280	51708	51744	51779	51814	51849	51885	51920	51955	51990	52025
1290	52060	52095	52130	52165	52200	52235	52270	52305	52340	5375
1300	52410	52445	52480	52515	52550	52585	52620	52654	52689	52724
1310	52759	52794	52828	52863	52898	52932	52967	53002	53037	53071
1320	53106	53140	53175	53210	53244	53279	53313	53348	53382	53417
1330	53451	53486	53520	53555	53589	53623	53658	53692	53727	53761
1340	53795	53830	53864	53898	53932	53967	54001	54035	54069	54104
1350	54138	54172	54206	54240	54274	54308	54343	54377	54411	54445
1360	54479	54513	54547	54581	54615	54649	54683	54717	54751	54785
1370	54819	54852	54886							

## Grundwertreihen in Ohm für Platin-Widerstandfühler Pt 100

Temperatursensor reference tables

### Pt 100 Ohm nach DIN EN 60751

Platinum 100 Ohms acc. to DIN EN 60751

**R(0) = 100,00 Ohm. Temperaturen in °C (ITS-90)**

R(0) = 100,00 Ohm. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Ohm									
°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-200	18,52									
-190	22,83	22,40	21,97	21,54	21,11	20,68	20,25	19,82	19,38	18,95
-180	27,10	26,67	26,24	25,82	25,39	24,97	24,54	24,11	23,68	23,25
-170	31,34	30,91	30,49	30,07	29,64	29,22	28,80	28,37	27,95	27,52
-160	35,34	35,12	34,70	34,28	33,86	33,44	33,02	32,60	32,18	31,76
-150	39,72	39,31	38,89	38,47	38,05	37,64	37,22	36,80	36,38	35,96
-140	43,88	43,46	43,05	42,63	42,22	41,80	41,39	40,97	40,56	40,14
-130	48,00	47,59	47,18	46,77	46,36	45,94	45,53	45,12	44,70	44,29
-120	52,11	51,70	51,29	50,88	50,47	50,06	49,65	49,24	48,83	48,42
-110	56,19	55,79	55,38	54,97	54,56	54,15	53,75	53,34	52,93	52,52
-100	60,26	59,85	59,44	59,04	58,63	58,23	57,82	57,41	57,01	56,60
-90	64,30	63,90	63,49	63,09	62,68	62,28	61,88	61,47	61,07	60,66
-80	68,33	67,92	67,52	67,12	66,72	66,31	65,91	65,51	65,11	64,70
-70	72,33	71,93	71,53	71,13	70,73	70,33	69,93	69,53	69,13	68,73
-60	76,33	75,93	75,53	75,13	74,73	74,33	73,93	73,53	73,13	72,73
-50	80,31	79,91	79,51	79,11	78,72	78,32	77,92	77,52	77,12	76,73
-40	84,27	83,87	83,48	83,08	82,69	82,29	81,89	81,50	81,10	80,70
-30	88,22	87,83	87,43	87,04	86,64	86,25	85,85	85,46	85,06	84,67
-20	92,16	91,77	91,37	90,98	90,59	90,19	89,80	89,40	89,01	88,62
-10	96,09	95,69	95,30	94,91	94,52	94,12	93,73	93,34	92,95	92,55
0	100,00	99,61	99,22	98,83	98,44	98,04	97,65	97,26	96,87	96,48

## Grundwertreihen in Ohm für Platin-Widerstandfühler Pt 100

Temperatursensor reference tables

### Pt 100 Ohm nach DIN EN 60751

Platinum 100 Ohms acc. to DIN EN 60751

R(0) = 100,00 Ohm. Temperaturen in °C (ITS-90)

R(0) = 100,00 Ohm. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Ohm									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100,00	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12	103,51
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,29
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	114,00	114,38	114,77	115,15
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63	119,01
50	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47	122,86
60	123,24	123,63	124,01	124,39	124,78	125,16	125,54	125,93	126,31	126,69
70	127,08	127,46	127,84	128,22	128,61	128,99	129,37	129,75	130,13	130,52
80	130,90	131,28	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,57	133,95	134,33
90	134,71	135,09	135,47	135,85	136,23	136,61	136,99	137,37	137,75	138,13
100	138,51	138,88	139,26	139,64	140,02	140,40	140,78	141,16	141,54	141,91
110	142,29	142,67	143,05	143,43	143,80	144,18	144,56	144,94	145,31	145,69
120	146,07	146,44	146,82	147,20	147,57	147,95	148,33	148,70	149,08	149,83
130	149,83	150,21	150,58	150,96	151,33	151,71	152,08	152,46	152,83	153,21
140	153,58	153,96	154,33	154,71	155,08	155,46	155,83	156,20	156,58	156,95
150	157,33	157,70	158,07	158,45	158,82	159,19	159,56	159,94	160,31	160,68
160	161,05	161,43	161,80	162,17	162,54	162,91	163,29	163,66	164,03	164,40
170	164,77	165,14	165,51	165,89	166,26	166,63	167,00	167,37	167,74	168,11
180	168,48	168,85	169,22	169,59	169,96	170,33	170,70	171,07	171,43	171,80
190	172,17	172,54	172,91	173,28	173,65	174,02	174,38	174,75	175,12	175,49
200	175,86	176,22	176,59	176,96	177,33	177,69	178,06	178,43	178,79	179,16
210	179,53	179,89	180,26	180,63	180,99	181,36	181,72	182,09	182,46	182,82
220	183,19	183,55	183,92	184,28	184,65	185,01	185,38	185,74	186,11	186,47
230	186,84	187,20	187,56	187,93	188,29	188,66	189,02	189,38	189,75	190,11
240	190,47	190,84	191,20	191,56	191,92	192,29	192,65	193,01	193,37	193,74
250	194,10	194,46	194,82	195,18	195,55	195,91	196,27	196,63	196,99	197,35
260	197,71	198,07	198,43	198,79	199,15	199,51	199,87	200,23	200,59	200,95
270	201,31	201,67	202,03	202,39	202,75	203,11	203,47	203,83	204,19	204,55
280	204,90	205,26	205,62	205,98	206,34	206,70	207,05	207,41	207,77	208,13
290	208,48	208,84	209,20	209,56	209,91	210,27	210,63	210,98	211,34	211,70

## Grundwertreihen in Ohm für Platin-Widerstandfühler Pt 100

Temperatursensor reference tables

### Pt 100 Ohm nach DIN EN 60751

Platinum 100 Ohms acc. to DIN EN 60751

**R(0) = 100,00 Ohm. Temperaturen in °C (ITS-90)**

R(0) = 100,00 Ohm. Temperatures in degresse celsius (ITS-90)

Temp.	Ohm									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	212,05	212,41	212,76	213,12	213,48	213,83	214,19	214,54	214,90	215,25
310	215,61	215,96	216,32	216,67	217,03	217,38	217,74	218,09	218,44	218,80
320	219,15	219,51	219,86	220,21	220,57	220,92	221,27	221,63	221,98	222,33
330	222,68	223,04	223,39	223,74	224,09	224,45	224,80	225,15	225,50	225,85
340	226,21	226,56	226,91	227,26	227,61	227,96	228,31	228,66	229,02	229,37
350	229,72	230,07	230,42	230,77	231,12	231,47	231,82	232,17	232,52	232,87
360	233,21	233,56	233,91	234,26	234,61	234,96	235,31	235,66	236,00	236,35
370	236,70	237,05	237,40	237,74	238,09	238,44	238,79	239,13	239,48	239,83
380	240,18	240,52	240,87	241,22	241,56	241,91	242,26	242,60	242,95	243,29
390	243,64	243,99	244,33	244,68	245,02	245,37	245,71	246,06	246,40	246,75
400	247,09	247,44	247,78	248,13	248,47	248,81	249,16	249,50	249,85	250,19
410	250,53	250,88	251,22	251,66	251,91	252,25	252,59	252,93	253,28	253,62
420	253,96	254,30	254,65	254,99	255,33	255,67	256,01	256,35	256,70	257,04
430	257,38	257,72	258,06	258,40	258,74	259,08	259,42	259,76	260,10	260,44
440	260,78	261,12	261,46	261,80	262,14	262,48	262,82	263,16	263,50	263,84
450	264,18	264,52	264,86	265,20	265,53	265,87	266,21	266,55	266,89	267,22
460	267,56	267,90	268,24	268,57	268,91	269,25	269,59	269,92	270,26	270,60
470	270,93	271,27	271,61	271,94	272,28	272,61	272,95	273,29	273,62	273,96
480	274,29	274,63	274,96	275,30	275,63	275,97	276,30	276,64	276,97	277,31
490	277,64	277,98	278,31	278,64	278,98	279,31	279,64	279,98	280,31	280,64
500	280,98	281,31	281,64	281,98	282,31	282,64	282,97	283,31	283,64	283,97
510	284,30	284,63	284,97	285,30	285,63	285,96	286,29	286,62	286,95	287,29
520	287,62	287,95	288,28	288,61	288,94	289,27	289,60	289,93	290,26	290,59
530	290,92	291,25	291,58	291,91	292,24	292,56	292,89	293,22	293,55	293,88
540	294,21	294,54	294,86	295,19	295,52	295,85	296,18	296,50	296,83	297,16
550	297,49	297,81	298,14	298,47	298,80	299,12	299,45	299,78	300,10	300,43
560	300,75	301,08	301,41	301,73	302,06	302,38	302,71	303,03	303,36	303,69
570	304,01	304,34	304,66	304,98	305,31	305,63	305,96	306,28	306,61	306,93
580	307,25	307,58	307,90	308,23	308,55	308,87	309,20	309,52	309,84	310,16
590	310,49	310,81	311,13	311,45	311,78	312,10	312,42	312,74	313,06	313,39

## Grundwertreihen in Ohm für Platin-Widerstandfühler Pt 100

Temperatursensor reference tables

### Pt 100 Ohm nach DIN EN 60751

Platinum 100 Ohms acc. to DIN EN 60751

R(0) = 100,00 Ohm. Temperaturen in °C (ITS-90)

R(0) = 100,00 Ohm. Temperatures in degresse celsius (ITS-90)

Temp.	Ohm									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	313,71	314,03	314,35	314,67	314,99	315,31	315,64	315,96	316,28	316,60
610	316,92	317,24	317,56	317,88	318,20	318,52	318,84	319,16	319,48	319,80
620	320,12	320,43	320,75	321,07	321,39	321,71	322,03	322,35	322,67	322,98
630	323,30	323,62	323,94	324,26	324,57	324,89	325,21	325,53	325,84	326,16
640	326,48	326,79	327,11	327,43	327,74	328,06	328,38	328,69	329,01	329,32
650	329,64	329,96	330,27	330,59	330,90	331,22	331,53	331,85	332,16	332,48
660	332,79	333,11	333,42	333,74	334,05	334,36	334,68	334,99	335,31	335,62
670	335,93	336,25	336,56	336,87	337,18	337,50	337,81	338,12	338,44	338,75
680	339,06	339,37	339,69	340,00	340,31	340,62	340,93	341,24	341,56	341,87
690	342,18	342,49	342,80	343,11	343,42	343,73	344,04	344,35	344,66	344,97
700	345,28	345,59	345,90	346,21	346,52	346,83	347,14	347,45	347,76	348,07
710	348,38	348,69	348,99	349,30	349,61	349,92	350,23	350,54	350,84	351,15
720	351,46	351,77	352,08	352,38	352,69	353,00	353,30	353,61	353,92	354,22
730	354,53	354,84	355,14	355,45	355,76	356,06	356,37	356,67	356,98	357,28
740	357,59	357,90	358,20	358,51	358,81	359,12	359,42	359,72	360,03	360,33
750	360,64	360,94	361,25	361,55	361,85	362,16	362,46	362,76	363,07	363,37
760	363,67	363,98	364,28	364,58	364,89	365,19	365,49	365,79	366,10	366,40
770	366,70	367,00	367,30	367,60	367,91	368,21	368,51	368,81	369,11	369,41
780	369,71	370,01	370,31	370,61	370,91	371,21	371,51	371,81	372,11	372,41
790	372,71	373,01	373,31	373,61	373,91	374,21	374,51	374,81	375,11	375,41
800	375,70	376,00	376,30	376,60	376,90	377,19	377,49	377,79	378,09	378,39
810	378,68	378,98	379,28	379,57	379,87	380,17	380,46	380,76	381,06	381,35
820	381,65	381,95	382,24	382,54	382,83	383,13	383,42	383,72	384,01	384,31
830	384,60	384,90	385,19	385,49	385,78	386,08	386,37	386,67	384,96	387,25
840	387,55	387,84	388,14	388,43	388,72	389,02	389,31	389,60	389,90	390,19
850	390,48									

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Eisen/ Kupfer-Nickel nach DIN 43710 Typ L

Iron/ Copper-Nickel acc. to DIN 43710

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius

Temp.	Millivolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,47
10	0,52	0,57	0,63	0,68	0,73	0,78	0,84	0,89	0,94	1,00
20	1,05	1,10	1,16	1,21	1,26	1,31	1,37	1,42	1,47	1,53
30	1,58	1,63	1,69	1,74	1,79	1,84	1,90	1,95	2,00	2,06
40	2,11	2,16	2,22	2,27	2,33	2,38	2,43	2,49	2,54	2,60
50	2,65	2,70	2,76	2,81	2,87	2,92	2,97	3,03	3,08	3,14
60	3,19	3,24	3,30	3,35	3,41	3,46	3,51	3,57	3,62	3,68
70	3,73	3,78	3,84	3,89	3,95	4,00	4,05	4,11	4,16	4,22
80	4,27	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77
90	4,82	4,87	4,93	4,98	5,04	5,09	5,15	5,20	5,26	5,32
100	5,37	5,42	5,48	5,53	5,59	5,64	5,70	5,75	5,81	5,87
110	5,92	5,97	6,03	6,08	6,14	6,19	6,25	6,30	6,36	6,42
120	6,47	6,53	6,58	6,64	6,69	6,75	6,81	6,86	6,92	6,97
130	7,03	7,09	7,14	7,20	7,25	7,31	7,37	7,42	7,48	7,53
140	7,59	7,65	7,70	7,76	7,81	7,87	7,93	7,98	8,04	8,09
150	8,15	8,21	8,26	8,32	8,37	8,43	8,49	8,54	8,60	8,65
160	8,71	8,77	8,82	8,88	8,93	8,99	9,05	9,10	9,16	9,21
170	9,27	9,33	9,38	9,44	9,49	9,55	9,61	9,66	9,72	9,77
180	9,83	9,89	9,94	10,00	10,05	10,11	10,17	10,22	10,28	10,33
190	10,39	10,45	10,50	10,56	10,61	10,67	10,73	10,78	10,84	10,89
200	10,95	11,01	11,06	11,12	11,17	11,23	11,29	11,34	11,40	11,45
210	11,51	11,57	11,62	11,68	11,73	11,79	11,85	11,90	11,96	12,01
220	12,07	12,13	12,18	12,24	12,29	12,35	12,41	12,46	12,52	12,57
230	12,63	12,69	12,74	12,80	12,85	12,91	12,97	13,02	13,08	13,13
240	13,19	13,25	13,30	13,36	13,41	13,47	13,53	13,58	13,64	13,69
250	13,75	13,81	13,86	13,92	13,97	14,03	14,09	14,14	14,20	14,25
260	14,31	14,37	14,42	14,48	14,54	14,59	14,65	14,71	14,76	14,82
270	14,88	14,94	14,99	15,05	15,10	15,16	15,22	15,27	15,33	15,38
280	15,44	15,50	15,55	15,61	15,66	15,72	15,78	15,83	15,89	15,94
290	16,00	16,06	16,11	16,17	16,22	16,28	16,34	16,39	16,45	16,50



## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Eisen/ Kupfer-Nickel nach DIN 43710 Typ L

Iron/ Copper-Nickel acc. to DIN 43710

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius

Temp.	Millivolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	16,56	16,62	16,67	16,73	16,78	16,84	16,90	16,95	17,01	17,06
310	17,12	17,18	17,23	17,29	17,34	17,40	17,46	17,51	17,57	17,62
320	17,68	17,47	17,79	17,85	17,90	17,06	18,02	18,07	18,13	18,18
330	18,24	18,30	18,35	18,41	18,46	18,52	18,58	18,63	18,69	18,74
340	18,80	18,86	18,91	18,97	19,02	19,08	19,14	19,19	19,25	19,30
350	19,36	19,42	19,47	19,53	19,58	19,64	19,70	19,75	19,81	19,85
360	19,92	19,98	20,03	20,09	20,14	20,20	20,26	20,31	20,37	20,42
370	20,48	20,54	20,59	20,65	20,70	20,76	20,82	20,87	20,93	20,98
380	21,04	21,10	21,15	21,21	21,26	21,32	21,38	21,43	21,49	21,54
390	21,60	21,66	21,71	21,77	21,82	21,88	21,94	21,99	22,05	22,10
400	22,16	22,22	22,27	22,33	22,38	22,44	22,50	22,55	22,61	22,66
410	22,72	22,78	22,83	22,89	22,95	23,00	23,06	23,12	23,18	23,23
420	23,29	23,35	23,40	23,46	23,52	23,57	23,63	23,69	23,74	23,80
430	23,86	23,92	23,97	24,03	24,09	24,14	24,20	24,26	24,32	24,37
440	24,43	24,49	24,54	24,60	24,66	24,71	24,77	24,83	24,89	24,94
450	25,00	25,06	25,11	25,17	25,23	25,28	25,34	25,40	25,46	25,51
460	25,57	25,63	25,68	25,74	25,80	25,85	25,91	25,97	26,03	26,08
470	26,14	26,20	26,25	26,31	26,37	26,42	26,48	26,54	26,60	26,65
480	26,71	26,77	26,82	26,88	26,94	26,99	27,05	27,11	27,17	27,22
490	27,28	27,34	27,39	27,45	27,51	27,56	27,62	27,68	27,74	27,79

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Eisen/ Kupfer-Nickel nach DIN EN 60584 Typ J

Iron/ Copper-Nickel acc. to DIN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	50	101	151	202	253	303	354	405	456
10	507	558	609	660	711	762	814	865	916	968
20	1019	1071	1122	1174	1226	1277	1329	1381	1433	1485
30	1537	1589	1641	1693	1745	1797	1849	1902	1954	2006
40	2059	2111	2164	2216	2269	2322	2374	2427	2480	2532
50	2585	2638	2691	2744	2797	2850	2903	2956	3009	3062
60	3116	3169	3222	3275	3329	3382	3436	3489	3543	3596
70	3650	3703	3757	3810	3864	3918	3971	4025	4079	4133
80	4187	4240	4294	4348	4402	4456	4510	4564	4618	4672
90	4726	4781	4835	4889	4943	4997	5052	5106	5160	5215
100	5269	5323	5378	5432	5487	5541	5595	5650	5705	5759
110	5814	5868	5923	5977	6032	6087	6141	6196	6251	6306
120	6360	6415	6470	6525	6579	6634	6689	6744	6799	6854
130	6909	6964	7019	7074	7129	7184	7239	7294	7349	7404
140	7459	7514	7569	7624	7679	7734	7789	7844	7900	7955
150	8010	8065	8120	8175	8231	8286	8341	8396	8452	8507
160	8562	8618	8673	8728	8783	8839	8894	8949	9005	9060
170	9115	9171	9226	9282	9337	9392	9448	9503	9559	9614
180	9669	9725	9780	9836	9891	9947	10002	10057	10113	10168
190	10224	10279	10335	10390	10446	10501	10557	10612	10668	10723
200	10779	10834	10890	10945	11001	11056	11112	11167	11223	11278
210	11334	11389	11445	11501	11556	11612	11667	11723	11778	11834
220	11889	11945	12000	12056	12111	12167	12222	12278	12334	12389
230	12445	12500	12556	12611	12667	12722	12778	12833	12889	12944
240	13000	13056	13111	13167	13222	13278	13333	13389	13444	13500
250	13555	13611	13666	13722	13777	13833	13888	13944	13999	14055
260	14110	14166	14221	14277	14332	14388	14443	14499	14554	14609
270	14665	14720	14776	14831	14887	14942	14998	15053	15109	15164
280	15219	15275	15330	15386	15441	15496	15552	15607	15663	15718
290	15773	15829	15884	15940	15995	16050	16106	16161	16216	16272

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Eisen/ Kupfer-Nickel nach DIN EN 60584 Typ J

Iron/ Copper-Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	16327	16383	16438	16493	16549	16604	16659	16715	16770	16825
310	16881	16936	16991	17046	17102	17157	17212	17268	17323	17378
320	17434	17489	17544	17599	17655	17710	17765	17820	17876	17931
330	17986	18041	18097	18152	18207	18262	18318	18373	18428	18483
340	18538	18594	18649	18704	18759	18814	18870	18925	18980	19035
350	19090	19146	19201	19256	19311	19366	19422	19477	19532	19587
360	19642	19697	19753	19808	19863	19918	19973	20028	20083	20139
370	20194	20249	20304	20359	20414	20469	20525	20580	20635	20690
380	20745	20800	20855	20911	20966	21021	21076	21131	21186	21241
390	21297	21352	21407	21462	21517	21572	21627	21683	21738	21793
400	21848	21903	21958	22014	22069	22124	22179	22234	22289	22345
410	22400	22455	22510	22565	22620	22676	22731	22786	22841	22896
420	22952	23007	23062	23117	23172	23228	23283	23338	23393	23449
430	23504	23559	23614	23670	23725	23780	23835	23891	23946	24001
440	24057	24112	24167	24223	24278	24333	24389	24444	24499	24555
450	24610	24665	24721	24776	24832	24887	24943	24998	25053	25109
460	25164	25220	25275	25331	25386	25442	25497	25553	25608	25664
470	25720	25775	25831	25886	25942	25998	26053	26109	26165	26220
480	26276	26332	26387	26443	26499	26555	26610	26666	26722	26778
490	26834	26889	26945	27001	27057	27113	27169	27225	27281	27337
500	27393	27449	27505	27561	27617	27673	27729	27785	27841	27897
510	27953	28010	28066	28122	28178	28234	28291	28347	28403	28460
520	28516	28572	28629	28685	28741	28798	28854	28911	28967	29024
530	29080	29137	29194	29250	29307	29363	29420	29477	29534	29590
540	29647	29704	29761	29818	29874	29931	29988	30045	30102	30159
550	30216	30273	30330	30387	30444	30502	30559	30616	30673	30730
560	30788	30845	30902	30960	31017	31074	31132	31189	31247	31304
570	31362	31419	31477	31535	31592	31650	31708	31766	31823	31881
580	31939	31997	32055	32113	32171	32229	32287	32345	32403	32461
590	32519	32577	32636	32694	32752	32810	32869	32927	32985	33044

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-270	-6458									
-260	-6441	-6444	-6446	-6448	-6450	-6452	-6453	-6455	-6456	-6457
-250	-6404	-6408	-6413	-6417	-6421	-6425	-6429	-6432	-6435	-6438
-240	-6344	-6351	-6358	-6364	-6370	-6377	-6382	-6388	-6393	-6399
-230	-6262	-6271	-6280	-6289	-6297	-6306	-6314	-6322	-6329	-6337
-220	-6158	-6170	-6181	-6192	-6202	-6213	-6223	-6233	-6243	-6252
-210	-6035	-6048	-6061	-6074	-6087	-6099	-6111	-6123	-6135	-6147
-200	-5891	-5907	-5922	-5936	-5951	-5965	-5980	-5994	-6007	-6021
-190	-5730	-5747	-5763	-5780	-5797	-5813	-5829	-5845	-5861	-5876
-180	-5550	-5569	-5588	-5606	-5624	-5642	-5660	-5678	-5695	-5713
-170	-5354	-5374	-5395	-5415	-5435	-5454	-5474	-5493	-5512	-5531
-160	-5141	-5163	-5185	-5207	-5228	-5250	-5271	-5292	-5313	-5333
-150	-4913	-4936	-4960	-4983	-5006	-5029	-5052	-5074	-5097	-5119
-140	-4669	-4694	-4719	-4744	-4768	-4793	-4817	-4841	-4865	-4889
-130	-4411	-4437	-4463	-4490	-4516	-4542	-4567	-4593	-4618	-4644
-120	-4138	-4166	-4194	-4221	-4249	-4276	-4303	-4330	-4357	-4384
-110	-3852	-3882	-3911	-3939	-3968	-3997	-4025	-4054	-4082	-4110
-100	-3554	-3584	-3614	-3645	-3675	-3705	-3734	-3764	-3794	-3823
-90	-3243	-3274	-3306	-3337	-3368	-3400	-3431	-3462	-3492	-3523
-80	-2920	-2953	-2986	-3018	-3050	-3083	-3115	-3147	-3179	-3211
-70	-2587	-2620	-2654	-2688	-2721	-2755	-2788	-2821	-2854	-2887
-60	-2243	-2278	-2312	-2347	-2382	-2416	-2450	-2485	-2519	-2553
-50	-1889	-1925	-1961	-1996	-2032	-2067	-2103	-2138	-2173	-2208
-40	-1527	-1564	-1600	-1637	-1673	-1709	-1745	-1782	-1818	-1854
-30	-1156	-1194	-1231	-1268	-1305	-1343	-1380	-1417	-1453	-1490
-20	-778	-816	-854	-892	-930	-968	-1006	-1043	-1081	-1119
-10	-392	-431	-470	-508	-547	-586	-624	-663	-701	-739
0	0	-39	-79	-118	-157	-197	-236	-275	-314	-353

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	39	79	119	158	198	238	277	317	357
10	397	437	477	517	557	597	637	677	718	758
20	798	838	879	919	960	1000	1041	1081	1122	1163
30	1203	1244	1285	1326	1366	1407	1448	1489	1530	1571
40	1612	1653	1694	1735	1776	1817	1858	1899	1941	1982
50	2023	2064	2106	2147	2188	2230	2271	2312	2354	2395
60	2436	2478	2519	2561	2602	2644	2685	2727	2768	2810
70	2851	2893	2934	2976	3017	3059	3100	3142	3184	3225
80	3267	3308	3350	3391	3433	3474	3516	3557	3599	3640
90	3682	3723	3765	3806	3848	3889	3931	3972	4013	4055
100	4096	4138	4179	4220	4262	4303	4344	4385	4427	4468
110	4509	4550	4591	4633	4674	4715	4756	4797	4838	4879
120	4920	4961	5002	5043	5084	5124	5165	5206	5247	5288
130	5328	5369	5410	5450	5491	5532	5572	5613	5653	5694
140	5735	5775	5815	5856	5896	5937	5977	6017	6058	6098
150	6138	6179	6219	6259	6299	6339	6380	6420	6460	6500
160	6540	6580	6620	6660	6701	6741	6781	6821	6861	6901
170	6941	6981	7021	7060	7100	7140	7180	7220	7260	7300
180	7340	7380	7420	7460	7500	7540	7579	7619	7659	7699
190	7739	7779	7819	7859	7899	7939	7979	8019	8059	8099
200	8138	8178	8218	8258	8298	8338	8378	8418	8458	8499
210	8539	8579	8619	8659	8699	8739	8779	8819	8860	8900
220	8940	8980	9020	9061	9101	9141	9181	9222	9262	9302
230	9343	9383	9423	9464	9504	9545	9585	9626	9666	9707
240	9747	9788	9828	9869	9909	9950	9991	10031	10072	10113
250	10153	10194	10235	10276	10316	10357	10398	10439	10480	10520
260	10561	10602	10643	10684	10725	10766	10807	10848	10889	10930
270	10971	11012	11053	11094	11135	11176	11217	11259	11300	11341
280	11382	11423	11465	11506	11547	11588	11630	11671	11712	11753
290	11795	11836	11877	11919	11960	12001	12043	12084	12126	12167

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	12209	12250	12291	12333	12374	12416	12457	12499	12540	12582
310	12624	12665	12707	12748	12790	12831	12873	12915	12956	12998
320	13040	13081	13123	13165	13206	13248	13290	13331	13373	13415
330	13457	13498	13540	13582	13624	13665	13707	13749	13791	13833
340	13874	13916	13958	14000	14042	14084	14126	14167	14209	14251
350	14293	14335	14377	14419	14461	14503	14545	14587	14629	14671
360	14713	14755	14797	14839	14881	14923	14965	15007	15049	15091
370	15133	15175	15217	15259	15301	15343	15385	15427	15469	15511
380	15554	15596	15638	15680	15722	15764	15806	15849	15891	15933
390	15975	16017	16059	16102	16144	16186	16228	16270	16313	16355
400	16397	16439	16482	16524	16566	16608	16651	16693	16735	16778
410	16820	16862	16904	16947	16989	17031	17074	17116	17158	17201
420	17243	17285	17328	17370	17413	17455	17497	17540	17582	17624
430	17667	17709	17752	17794	17837	17879	17921	17964	18006	18049
440	18091	18134	18176	18218	18261	18303	18346	18388	18431	18473
450	18516	18558	18601	18643	18686	18728	18771	18813	18856	18898
460	18941	18983	19026	19068	19111	19154	19196	19239	19281	19324
470	19366	19409	19451	19494	19537	19579	19622	19664	19707	19750
480	19792	19835	19877	19920	19962	20005	20048	20090	20133	20175
490	20218	20261	20303	20346	20389	20431	20474	20516	20559	20602
500	20644	20687	20730	20772	20815	20857	20900	20943	20985	21028
510	21071	21113	21156	21199	21241	21284	21326	21369	21412	21454
520	21497	21540	21582	21625	21668	21710	21753	21796	21838	21881
530	21924	21966	22009	22052	22094	22137	22179	22222	22265	22307
540	22350	22393	22435	22478	22521	22563	22606	22649	22691	22734
550	22776	22819	22862	22904	22947	22990	23032	23075	23117	23160
560	23203	23245	23288	23331	23373	23416	23458	23501	23544	23586
570	23629	23671	23714	23757	23799	23842	23884	23927	23970	24012
580	24055	24097	24140	24182	24225	24267	24310	24353	24395	24438
590	24480	24523	24565	24608	24650	24693	24735	24778	24820	24863

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	24905	24948	24990	25033	25075	25118	25160	25203	25245	25288
610	25330	25373	25415	25458	25500	25543	25585	25627	25670	25712
620	25755	25797	25840	25882	25924	25967	26009	26052	26094	26136
630	26179	26221	26263	26306	26348	26390	26433	26475	26517	26560
640	26602	26644	26687	26729	26771	26814	26856	26898	26940	26983
650	27025	27067	27109	27152	27194	27236	27278	27320	27363	27405
660	27447	27489	27531	27574	27616	27658	27700	27742	27784	27826
670	27869	27911	27953	27995	28037	28079	28121	28163	28205	28247
680	28289	28332	28374	28416	28458	28500	28542	28584	28626	28668
690	28710	28752	28794	28835	28877	28919	28961	29003	29045	29087
700	29129	29171	29213	29255	29297	29338	29380	29422	29464	29506
710	29548	29589	29631	29673	29715	29757	29798	29840	29882	29924
720	29965	30007	30049	30090	30132	30174	30216	30257	30299	30341
730	30382	30424	30466	30507	30549	30590	30632	30674	30715	30757
740	30798	30840	30881	30923	30964	31006	31047	31089	31130	31172
750	31213	31255	31296	31338	31379	31421	31462	31504	31545	31586
760	31628	31669	31710	31752	31793	31834	31876	31917	31958	32000
770	32041	32082	32124	32165	32206	32247	32289	32330	32371	32412
780	32453	32495	32536	32577	32618	32659	32700	32742	32783	32824
790	32865	32906	32947	32988	33029	33070	33111	33152	33193	33234
800	33275	33316	33357	33398	33439	33480	33521	33562	33603	33644
810	33685	33726	33767	33808	33848	33889	33930	33971	34012	34053
820	34093	34134	34175	34216	34257	34297	34338	34379	34420	34460
830	34501	34542	34582	34623	34664	34704	34745	34786	34826	34867
840	34908	34948	34989	35029	35070	35110	35151	35192	35232	35273
850	35313	35354	35394	35435	35475	35516	35556	35596	35637	35677
860	35718	35758	35798	35839	35879	35920	35960	36000	36041	36081
870	36121	36162	36202	36242	36282	36323	36363	36403	36443	36484
880	36524	36564	36604	36644	36685	36725	36765	36805	36845	36885
890	36925	36965	37006	37046	37086	37126	37166	37206	37246	37286

## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
900	37326	37366	37406	37446	37486	37526	37566	37606	37646	37686
910	37725	37765	37805	37845	37885	37925	37965	38005	38044	38084
920	38124	38164	38204	38243	38283	38323	38363	38402	38442	38482
930	38522	38561	38601	38641	38680	38720	38760	38799	38839	38878
940	38918	38958	38997	39037	39076	39116	39155	39195	39235	39274
950	39314	39353	39393	39432	39471	39511	39550	39590	39629	39669
960	39708	39747	39787	39826	39866	39905	39944	39984	40023	40062
970	40101	40141	40180	40219	40259	40298	40337	40376	40415	40455
980	40494	40533	40572	40611	40651	40690	40729	40768	40807	40846
990	40885	40924	40963	41002	41042	41081	41120	41159	41198	41237
1000	41276	41315	41354	41393	41431	41470	41509	41548	41587	41626
1010	41665	41704	41743	41781	41820	41859	41898	41937	41976	42014
1020	42053	42092	42131	42169	42208	42247	42286	42324	42363	42402
1030	42440	42479	42518	42556	42595	42633	42672	42711	42749	42788
1040	42826	42865	42903	42942	42980	43019	43057	43096	43134	43173
1050	43211	43250	43288	43327	43365	43403	43442	43480	43518	43557
1060	43595	43633	43672	43710	43748	43787	43825	43863	43901	43940
1070	43978	44016	44054	44092	44130	44169	44207	44245	44283	44321
1080	44359	44397	44435	44473	44512	44550	44588	44626	44664	44702
1090	44740	44778	44816	44853	44891	44929	44967	45005	45043	45081
1100	45119	45157	45194	45232	45270	45308	45346	45383	45421	45459
1110	45497	45534	45572	45610	45647	45685	45723	45760	45798	45836
1120	45873	45911	45948	45986	46024	46061	46099	46136	46174	46211
1130	46249	46286	46324	46361	46398	46436	46473	46511	46548	46585
1140	46623	46660	46697	46735	46772	46809	46847	46884	46921	46958
1150	46995	47033	47070	47107	47144	47181	47218	47256	47293	47330
1160	47367	47404	47441	47478	47515	47552	47589	47626	47663	47700
1170	47737	47774	47811	47848	47884	47921	47958	47995	48032	48069
1180	48105	48142	48179	48216	48252	48289	48326	48363	48399	48436
1190	48473	48509	48546	48582	48619	48656	48692	48729	48765	48802



## Grundwertreihen für Thermoelemente

Thermocouple reference tables

### Nickel-Chrom/ Nickel nach DIN EN 60584 Typ K

Nickel-Chromium/ Nickel acc. to DIN EN 60584

Bezugstemperatur 0°C. Temperaturen in °C (ITS-90)

Reference temperature 0°C. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Mikrovolt									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1200	48838	48875	48911	48948	48984	49021	49057	49093	49130	49166
1210	49202	49239	49275	49311	49348	49384	49420	49456	49493	49529
1220	49565	49601	49637	49674	49710	49746	49782	49818	49854	49890
1230	49926	49962	49998	50034	50070	50106	50142	50178	50214	50250
1240	50286	50322	50358	50393	50429	50465	50501	50537	50572	50608
1250	50644	50680	50715	50751	50787	50822	50858	50894	50929	50965
1260	51000	51036	51071	51107	51142	51178	51213	51249	51284	51320
1270	51355	51391	51426	51461	51497	51532	51567	51603	51638	51673
1280	51708	51744	51779	51814	51849	51885	51920	51955	51990	52025
1290	52060	52095	52130	52165	52200	52235	52270	52305	52340	52375
1300	52410	52445	52480	52515	52550	52585	52620	52654	52689	52724
1310	52759	52794	52828	52863	52898	52932	52967	53002	53037	53071
1320	53106	53140	53175	53210	53244	53279	53313	53348	53382	53417
1330	53451	53486	53520	53555	53589	53623	53658	53692	53727	53761
1340	53795	53830	53864	53898	53932	53967	54001	54035	54069	54104
1350	54138	54172	54206	54240	54274	54308	54343	54377	54411	54445
1360	54479	54513	54547	54581	54615	54649	54683	54717	54751	54785
1370	54819	54852	54886							

## Grundwertreihen in Ohm für Platin-Widerstandfühler Pt 100

Temperatursensor reference tables

### Pt 100 Ohm nach DIN EN 60751

Platinum 100 Ohms acc. to DIN EN 60751

R(0) = 100,00 Ohm. Temperaturen in °C (ITS-90)

R(0) = 100,00 Ohm. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.		Ohm								
°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-200	18,52									
-190	22,83	22,40	21,97	21,54	21,11	20,68	20,25	19,82	19,38	18,95
-180	27,10	26,67	26,24	25,82	25,39	24,97	24,54	24,11	23,68	23,25
-170	31,34	30,91	30,49	30,07	29,64	29,22	28,80	28,37	27,95	27,52
-160	35,34	35,12	34,70	34,28	33,86	33,44	33,02	32,60	32,18	31,76
-150	39,72	39,31	38,89	38,47	38,05	37,64	37,22	36,80	36,38	35,96
-140	43,88	43,46	43,05	42,63	42,22	41,80	41,39	40,97	40,56	40,14
-130	48,00	47,59	47,18	46,77	46,36	45,94	45,53	45,12	44,70	44,29
-120	52,11	51,70	51,29	50,88	50,47	50,06	49,65	49,24	48,83	48,42
-110	56,19	55,79	55,38	54,97	54,56	54,15	53,75	53,34	52,93	52,52
-100	60,26	59,85	59,44	59,04	58,63	58,23	57,82	57,41	57,01	56,60
-90	64,30	63,90	63,49	63,09	62,68	62,28	61,88	61,47	61,07	60,66
-80	68,33	67,92	67,52	67,12	66,72	66,31	65,91	65,51	65,11	64,70
-70	72,33	71,93	71,53	71,13	70,73	70,33	69,93	69,53	69,13	68,73
-60	76,33	75,93	75,53	75,13	74,73	74,33	73,93	73,53	73,13	72,73
-50	80,31	79,91	79,51	79,11	78,72	78,32	77,92	77,52	77,12	76,73
-40	84,27	83,87	83,48	83,08	82,69	82,29	81,89	81,50	81,10	80,70
-30	88,22	87,83	87,43	87,04	86,64	86,25	85,85	85,46	85,06	84,67
-20	92,16	91,77	91,37	90,98	90,59	90,19	89,80	89,40	89,01	88,62
-10	96,09	95,69	95,30	94,91	94,52	94,12	93,73	93,34	92,95	92,55
0	100,00	99,61	99,22	98,83	98,44	98,04	97,65	97,26	96,87	96,48

## Grundwertreihen in Ohm für Platin-Widerstandfühler Pt 100

Temperaturesensor reference tables

### Pt 100 Ohm nach DIN EN 60751

Platinum 100 Ohms acc. to DIN EN 60751

R(0) = 100,00 Ohm. Temperaturen in °C (ITS-90)

R(0) = 100,00 Ohm. Temperatures in degrees celsius (ITS-90)

Temp.	Ohm									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100,00	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12	103,51
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,29
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	114,00	114,38	114,77	115,15
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,86	118,24	118,63	119,01
50	119,40	119,78	120,17	120,55	120,94	121,32	121,71	122,09	122,47	122,86
60	123,24	123,63	124,01	124,39	124,78	125,16	125,54	125,93	126,31	126,69
70	127,08	127,46	127,84	128,22	128,61	128,99	129,37	129,75	130,13	130,52
80	130,90	131,28	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,57	133,95	134,33
90	134,71	135,09	135,47	135,85	136,23	136,61	136,99	137,37	137,75	138,13
100	138,51	138,88	139,26	139,64	140,02	140,40	140,78	141,16	141,54	141,91
110	142,29	142,67	143,05	143,43	143,80	144,18	144,56	144,94	145,31	145,69
120	146,07	146,44	146,82	147,20	147,57	147,95	148,33	148,70	149,08	149,83
130	149,83	150,21	150,58	150,96	151,33	151,71	152,08	152,46	152,83	153,21
140	153,58	153,96	154,33	154,71	155,08	155,46	155,83	156,20	156,58	156,95
150	157,33	157,70	158,07	158,45	158,82	159,19	159,56	159,94	160,31	160,68
160	161,05	161,43	161,80	162,17	162,54	162,91	163,29	163,66	164,03	164,40
170	164,77	165,14	165,51	165,89	166,26	166,63	167,00	167,37	167,74	168,11
180	168,48	168,85	169,22	169,59	169,96	170,33	170,70	171,07	171,43	171,80
190	172,17	172,54	172,91	173,28	173,65	174,02	174,38	174,75	175,12	175,49
200	175,86	176,22	176,59	176,96	177,33	177,69	178,06	178,43	178,79	179,16
210	179,53	179,89	180,26	180,63	180,99	181,36	181,72	182,09	182,46	182,82
220	183,19	183,55	183,92	184,28	184,65	185,01	185,38	185,74	186,11	186,47
230	186,84	187,20	187,56	187,93	188,29	188,66	189,02	189,38	189,75	190,11
240	190,47	190,84	191,20	191,56	191,92	192,29	192,65	193,01	193,37	193,74
250	194,10	194,46	194,82	195,18	195,55	195,91	196,27	196,63	196,99	197,35
260	197,71	198,07	198,43	198,79	199,15	199,51	199,87	200,23	200,59	200,95
270	201,31	201,67	202,03	202,39	202,75	203,11	203,47	203,83	204,19	204,55
280	204,90	205,26	205,62	205,98	206,34	206,70	207,05	207,41	207,77	208,13
290	208,48	208,84	209,20	209,56	209,91	210,27	210,63	210,98	211,34	211,70

## Grundwertreihen in Ohm für Platin-Widerstandfühler Pt 100

Temperatursensor reference tables

### Pt 100 Ohm nach DIN EN 60751

Platinum 100 Ohms acc. to DIN EN 60751

**R(0) = 100,00 Ohm. Temperaturen in °C (ITS-90)**

**R(0) = 100,00 Ohm. Temperatures in degresse celsius (ITS-90)**

Temp.	Ohm									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	212,05	212,41	212,76	213,12	213,48	213,83	214,19	214,54	214,90	215,25
310	215,61	215,96	216,32	216,67	217,03	217,38	217,74	218,09	218,44	218,80
320	219,15	219,51	219,86	220,21	220,57	220,92	221,27	221,63	221,98	222,33
330	222,68	223,04	223,39	223,74	224,09	224,45	224,80	225,15	225,50	225,85
340	226,21	226,56	226,91	227,26	227,61	227,96	228,31	228,66	229,02	229,37
350	229,72	230,07	230,42	230,77	231,12	231,47	231,82	232,17	232,52	232,87
360	233,21	233,56	233,91	234,26	234,61	234,96	235,31	235,66	236,00	236,35
370	236,70	237,05	237,40	237,74	238,09	238,44	238,79	239,13	239,48	239,83
380	240,18	240,52	240,87	241,22	241,56	241,91	242,26	242,60	242,95	243,29
390	243,64	243,99	244,33	244,68	245,02	245,37	245,71	246,06	246,40	246,75
400	247,09	247,44	247,78	248,13	248,47	248,81	249,16	249,50	249,85	250,19
410	250,53	250,88	251,22	251,66	251,91	252,25	252,59	252,93	253,28	253,62
420	253,96	254,30	254,65	254,99	255,33	255,67	256,01	256,35	256,70	257,04
430	257,38	257,72	258,06	258,40	258,74	259,08	259,42	259,76	260,10	260,44
440	260,78	261,12	261,46	261,80	262,14	262,48	262,82	263,16	263,50	263,84
450	264,18	264,52	264,86	265,20	265,53	265,87	266,21	266,55	266,89	267,22
460	267,56	267,90	268,24	268,57	268,91	269,25	269,59	269,92	270,26	270,60
470	270,93	271,27	271,61	271,94	272,28	272,61	272,95	273,29	273,62	273,96
480	274,29	274,63	274,96	275,30	275,63	275,97	276,30	276,64	276,97	277,31
490	277,64	277,98	278,31	278,64	278,98	279,31	279,64	279,98	280,31	280,64
500	280,98	281,31	281,64	281,98	282,31	282,64	282,97	283,31	283,64	283,97
510	284,30	284,63	284,97	285,30	285,63	285,96	286,29	286,62	286,95	287,29
520	287,62	287,95	288,28	288,61	288,94	289,27	289,60	289,93	290,26	290,59
530	290,92	291,25	291,58	291,91	292,24	292,56	292,89	293,22	293,55	293,88
540	294,21	294,54	294,86	295,19	295,52	295,85	296,18	296,50	296,83	297,16
550	297,49	297,81	298,14	298,47	298,80	299,12	299,45	299,78	300,10	300,43
560	300,75	301,08	301,41	301,73	302,06	302,38	302,71	303,03	303,36	303,69
570	304,01	304,34	304,66	304,98	305,31	305,63	305,96	306,28	306,61	306,93
580	307,25	307,58	307,90	308,23	308,55	308,87	309,20	309,52	309,84	310,16
590	310,49	310,81	311,13	311,45	311,78	312,10	312,42	312,74	313,06	313,39

## Grundwertreihen in Ohm für Platin-Widerstandfühler Pt 100

Temperatursensor reference tables

### Pt 100 Ohm nach DIN EN 60751

Platinum 100 Ohms acc. to DIN EN 60751

R(0) = 100,00 Ohm. Temperaturen in °C (ITS-90)

R(0) = 100,00 Ohm. Temperatures in degresse celsius (ITS-90)

Temp.	Ohm									
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	313,71	314,03	314,35	314,67	314,99	315,31	315,64	315,96	316,28	316,60
610	316,92	317,24	317,56	317,88	318,20	318,52	318,84	319,16	319,48	319,80
620	320,12	320,43	320,75	321,07	321,39	321,71	322,03	322,35	322,67	322,98
630	323,30	323,62	323,94	324,26	324,57	324,89	325,21	325,53	325,84	326,16
640	326,48	326,79	327,11	327,43	327,74	328,06	328,38	328,69	329,01	329,32
650	329,64	329,96	330,27	330,59	330,90	331,22	331,53	331,85	332,16	332,48
660	332,79	333,11	333,42	333,74	334,05	334,36	334,68	334,99	335,31	335,62
670	335,93	336,25	336,56	336,87	337,18	337,50	337,81	338,12	338,44	338,75
680	339,06	339,37	339,69	340,00	340,31	340,62	340,93	341,24	341,56	341,87
690	342,18	342,49	342,80	343,11	343,42	343,73	344,04	344,35	344,66	344,97
700	345,28	345,59	345,90	346,21	346,52	346,83	347,14	347,45	347,76	348,07
710	348,38	348,69	348,99	349,30	349,61	349,92	350,23	350,54	350,84	351,15
720	351,46	351,77	352,08	352,38	352,69	353,00	353,30	353,61	353,92	354,22
730	354,53	354,84	355,14	355,45	355,76	356,06	356,37	356,67	356,98	357,28
740	357,59	357,90	358,20	358,51	358,81	359,12	359,42	359,72	360,03	360,33
750	360,64	360,94	361,25	361,55	361,85	362,16	362,46	362,76	363,07	363,37
760	363,67	363,98	364,28	364,58	364,89	365,19	365,49	365,79	366,10	366,40
770	366,70	367,00	367,30	367,60	367,91	368,21	368,51	368,81	369,11	369,41
780	369,71	370,01	370,31	370,61	370,91	371,21	371,51	371,81	372,11	372,41
790	372,71	373,01	373,31	373,61	373,91	374,21	374,51	374,81	375,11	375,41
800	375,70	376,00	376,30	376,60	376,90	377,19	377,49	377,79	378,09	378,39
810	378,68	378,98	379,28	379,57	379,87	380,17	380,46	380,76	381,06	381,35
820	381,65	381,95	382,24	382,54	382,83	383,13	383,42	383,72	384,01	384,31
830	384,60	384,90	385,19	385,49	385,78	386,08	386,37	386,67	384,96	387,25
840	387,55	387,84	388,14	388,43	388,72	389,02	389,31	389,60	389,90	390,19
850	390,48									

**Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von  
kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie****1. Einleitung**

- 2. Bajonett-Temperatur-Fühler
  - 2.1 Fühlerspitze/ Material
  - 2.2 Fühlerbohrung
    - 2.2.1 Fühlereinbautiefe
  - 2.3 Einschraubnippel
  - 2.4 Bajonettierung
  - 2.5 Federdruck
  - 2.6 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung
  - 2.7 Lebensdauer und die damit evtl. abhängige Genauigkeit
  - 2.8 Kalibrierung
  - 2.9 Fühlerbruch
  - 2.10 Ausfall

**3 Einschraub-Temperatur-Fühler**

- 3.1 Fühlerspitze/ Material
- 3.2 Fühlerbohrung
- 3.3 Eintauchtiefe/ Meßpunkt
- 3.4 Einschraubgewinde
- 3.5 Anschlußkopf
- 3.6 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung
- 3.7 Lebensdauer und die damit evtl. abhängige Genauigkeit
- 3.8 Kalibrierung
- 3.9 Fühlerbruch
- 3.10 Ausfall

**4. Masse-Temperatur-Fühler**

- 4.1 Einschraubgewinde
- 4.2 Fühlerspitze/ Meßpunkt
- 4.3 Eintauchtiefe/ Meßpunkt
- 4.4 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung
- 4.5 Lebensdauer und die damit evtl. abhängige Genauigkeit
- 4.6 Kalibrierung
- 4.7 Fühlerbruch
- 4.8 Ausfall

**Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von  
kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie****5. Klemm-Temperatur-Fühler**

- 5.1 Klemm-Blech
- 5.2 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung
- 5.3 Lebensdauer und die damit evtl. abhängige Genauigkeit
- 5.4 Kalibrierung
- 5.5 Fühlerbruch
- 5.6 Ausfall

**6. Rohrschellen-Temperatur-Fühler**

- 6.1 Rohrschelle
- 6.2 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung
- 6.3 Lebensdauer und die damit evtl. abhängige Genauigkeit
- 6.4 Kalibrierung
- 6.5 Fühlerbruch
- 6.6 Ausfall

**7. Mantel-Temperatur-Fühler**

- 7.1 Eintauchtiefe/ Meßpunkt
- 7.2 Fühlerspitze/ Material
- 7.3 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung
- 7.4 Lebensdauer und die damit evtl. abhängige Genauigkeit
- 7.5 Kalibrierung
- 7.6 Fühlerbruch
- 7.7 Ausfall

**8. Steck-Temperatur-Fühler**

- 8.1 Eintauchtiefe/Meßpunkt
- 8.2 Fühlerspitze/Material
- 8.3 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung
- 8.4 Lebensdauer und die damit evtl. abhängige Genauigkeit
- 8.5 Kalibrierung
- 8.6 Fühlerbruch
- 8.7 Ausfall

**9. Temperaturregelung**

## Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie

### 1. Einleitung

Bei der Vielfalt der Thermoelemente und Widerstandsfühler können wir bei diesen Ein- und Anbauvorschriften nur auf die wichtigsten Merkmale eingehen. In Zweifelsfällen kann Ihnen unsere technische Beratung behilflich sein. Zur allgemeinen Übersicht steht Ihnen unsere "Beschreibung der Einsatzmöglichkeiten (Formular-Nr. 124)" zur Verfügung.

Grundsätzlich ist zu beachten, daß es sich bei dieser Art von Temp.-Fühlern um empfindliche Teile handelt, welche auf Grund des Materials und Aufbaus engen physikalischen bzw. mechanischen Beanspruchungsgrenzen unterworfen sind. Betriebstemperatur, Feuchtigkeit, aggressive Medien etc. sind unbedingt zu berücksichtigen. Außerdem muss die Thermoleitung ordnungsgemäß abgewickelt werden, um Knoten bzw. Beschädigungen der Leitung zu vermeiden. Diese Fühler sind auch dementsprechend nur von Fachkräften oder eingewiesenen Personen zu handhaben.

Außerdem muß noch erwähnt werden, daß das Kürzen von Anschluß- bzw. Thermoleitung mechanische und meßtechnische Probleme hervorrufen kann. Deshalb ist im Bestellfalle eine ganz genaue Längenangabe erforderlich.

### 2. Bajonett-Temperatur-Fühler

#### 2.1 Fühlerspitze/Material

Bei aggressiven Medien ist auf entsprechend beständiges Material zu achten.

#### 2.2 Fühlerbohrung

Die Fühlerbohrung muß um ca. 0,2 mm größer als der Außendurchmesser des Temperaturfühlers sein. Die stirnseitige Fühlerbohrung sollte der Fühlerspitze angepaßt sein (plan, halbkugelförmig oder 118 ° Bohrerwinkel). Fühler mit der 118° Bohrerwinkel-Spitze sind zwecks eines besseren Wärmeübergangs stirnseitig plan abgeflacht. Bei Temperaturen bis 200 °C empfehlen wir, den Fühler mit einer speziellen Paste aus unserem Lieferprogramm zwecks besserer Wärmeaufnahme einzusetzen. Die Fühlerbohrung muß frei sein von Bohrspänen, Staub und Korrosion, um einen guten Wärmekontakt zwischen Fühlerbohrung und Temperaturfühler zu sichern.

##### 2.2.1 Fühlereinbautiefe

Um eine möglichst optimale Temperaturerfassung zu erzielen, sollte die Bohrung und somit der Fühler so nah als möglich an das zu messende Medium reichen. Dabei müssen alle Sicherheitsmerkmale beachtet werden.

#### 2.3 Einschraubnippel

Die Einschraubnippel sind für metrisches Gewinde 6H, bei "G"-Gewinde für Toleranz Klasse A, ausgelegt. Durch Trommelvernickelung und entsprechender Vorbehandlung kann die Sauberkeit der Gewinde leicht beeinträchtigt sein. Seitliche Einschraubnippelstifte dürfen bei der Montage nicht beschädigt und hierdurch gelockert werden, da ein Herausfallen der



**Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie**

Stifte die gleichen negativen Folgen wie unter den Themen "Bajonettierung und Federdruck" beschrieben, hat. Bei dem Einbau des Einschraubnippels ist als Erstes die Einschraubnippel-Transport-Sicherung (falls vorhanden) zu entfernen. Dann ist das Einschraubnippel-Gewinde mit der Gewinde-Bohrung im Werkzeug/Maschine zu vergleichen. Ein Einbau darf nur bei Übereinstimmung erfolgen. Der Nippel ist mit einem Drehmoment gem. nachfolgender Tabelle einzuschrauben.

Gewinde	Drehmoment bis max. Nm
M 4	1,0
M 6	3,0
M 8 x 1	4,0
M 8 x 0,75	4,0
M 10	4,5
M 10 x 1	5,0
M 12	6,5
M 12 x 1	7,0
M 14	15,0
M 14 x 1,5	15,0
M 16	16,0
G 1/4"	14,0
G 3/8"	20,0
G 1/2"	20,0

**2.4 Bajonettierung**

Es muß unbedingt der eingesetzte Einschraubnippel mit der an dem Temperatur-Fühler montierten Bajonettkappe übereinstimmen. Bei Nichtbeachtung kann es zu einer Entriegelung kommen und der erforderliche Fühlerdruck ist dadurch nicht mehr gewährleistet. Meßwertverfälschungen, wie unter Punkt "Federdruck" beschrieben sind die Folge.

**2.5 Federdruck**

Es muß auf genügenden Federdruck geachtet werden. Hierbei ist die Eintauchtiefe und die Länge der frei hängenden Zuleitung zu berücksichtigen. Der günstigste Einbau erfolgt vertikal von oben. Da die Federkonstante bei Temperatur-Einfluß nachlassen kann ist ein fester Anpressdruck der Bajonettkappe des Temperatur-Fühlers ständig zu prüfen.

Bei zu schwachem Federdruck kann sich die Fühlerspitze von der Meßstelle zurückziehen. Hierdurch kann die bereits erwähnte Meßwertverfälschung entstehen.

**2.6 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung**

Die Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen bei Thermoelementen und Anschlußleitungen bei Widerstandsfühlern sind gemäß nachfolgender Tabelle temperaturbeständig:

**Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie**

Isolierwerkstoff	Temperatur bis max.
Teflon (PTFE)	230 °C
Silikon	200 °C
Glasseide	400 °C
Glasseide/Fe Geflecht	400 °C
Glasseide/VA Geflecht	400 °C
Spez.-Glasseide "R"/VA Geflecht	550 °C

Es ist darauf zu achten, daß diese Leitungen nicht direkt neben einer Starkstromleitung verlegt wird, da hierdurch Störimpulse übertragen werden können.

Die Betriebstemperatur des Fühlers ist uns vorab mitzuteilen. Evtl. Feuchtigkeit, aggressive Medien etc. sind bei der Leitungswahl zu berücksichtigen.

**2.7 Lebensdauer und damit evtl. abhängige Genauigkeit**

Thermoleitungen sind den heranzuziehenden Regelwerken entsprechend für die darin aufgeführten maximalen Einsatztemperaturen vorgesehen. Wenn diese obere Temperaturgrenze nicht nachhaltig und auch nicht länger andauernd überschritten wird, sind Alterungserscheinungen, die die physikalischen Eigenschaften der Thermoleitungen- und hier insbesondere die Thermokraft betreffen, praktisch auszuschließen. In jedem Fall kann als sicher gelten, daß Änderungen der Thermokraft durch Alterungserscheinungen auf bis maximal 2  $\mu$ V auch bei der Anwendungstemperatur 200 °C begrenzt bleiben, wenn nicht andere Umstände hinzutreten, wie z.B. mechanische Überbeanspruchung, intensivere radioaktive Bestrahlung oder chemisch korrosiver Angriff. Sollte dies jedoch der Fall sein, so kann man eventuelle eingetretene Veränderungen durch Kalibrierungen feststellen.

**2.8 Kalibrierung**

Eine Kalibrierung der eingesetzten Fühler in regelmäßigen Abständen ist nur sinnvoll, wenn der Neuwert des Fühlers in einem angemessenen Verhältnis zu den Kalibrierkosten steht. Wo Alterungserscheinungen durch höhere Temperaturen (s. 2.7.) eine gewichtige Rolle spielen, ist daher ein Fühlerwechsel in entsprechend ermittelten Zeitabständen oft die preisgünstigere Lösung.

**2.9 Fühlerbruch**

Nach dem heutigen Stand der Meß- und Regelungstechnik geht die Temperaturanzeige bei Fühlerbruch gegen unendlich und das Relais schaltet ab. Bei neuen Gerätetypen wird im Display Fühlerbruch angezeigt.

**2.10 Ausfall**

In der Regel kann es sich nur um einen plötzlichen Ausfall handeln, z.B. durch Unterbrechung eines oder beider Litzenleiter (Thermopapier). Dieser Vorgang kann durch mechanische Beschädigung entstehen.

**Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie****3. Einschraub-Fühler****3.1 Fühlerspitze/Material**

Bei aggressiven Medien ist auf entsprechend beständiges Material zu achten.

**3.2 Fühlerbohrung**

Bei dem Einbau des Temperaturfühlers in eine Bohrung ist darauf zu achten, daß diese nicht mehr als 0,2 mm größer als der Außendurchmesser des Temperatur-Fühlers ist. Bei Temperaturen bis 200 °C empfehlen wir, den Fühler mit einer speziellen Wärmeleitpaste aus unserem Lieferprogramm zwecks besserer Wärmeaufnahme einzusetzen.

**3.3 Eintauchtiefe/Meßpunkt**

Wird der Temperatur-Fühler eingetaucht (flüssiges Medium, Luft etc.), muß die Eintauchtiefe des Fühlers schon bei der Bestellung bekannt sein. Auf richtige Platzierung des Meßpunktes ist zu achten.

**3.4 Einschraubgewinde**

Die Einschraubnippel sind für metrisches Gewinde 6H, bei "G"-Gewinde für Toleranz Klasse A, ausgelegt. Durch Trommelvernickelung und entsprechender Vorbehandlung kann die Sauberkeit der Gewinde leicht beeinträchtigt sein. Seitliche Einschraubnippelstifte dürfen bei der Montage nicht beschädigt werden, da ein Herausfallen der Stifte die gleichen negativen Folgen, wie unter den Themen "Bajonettierung und Federdruck" beschrieben, hat. Bei dem Einbau des Einschraubnippels ist als Erstes die Einschraubnippel - Transport - Sicherung (falls vorhanden) zu entfernen. Dann ist das Einschraubnippel-Gewinde mit der Gewindebohrung im Werkzeug/Maschine zu vergleichen. Ein Einbau darf nur bei Übereinstimmung erfolgen. Der Nippel ist mit einem Drehmoment gem. nachfolgender Tabelle einzuschrauben.

Gewinde	Drehmoment bis max. Nm
M 8 x 1	4,0
M 10 x 1	5,0
M 12	6,5
G 1/4"	14,0
G 3/8"	20,0
G 1/2"	20,0

Bei den Einbau des Temperatur-Fühlers in einem Behälter mit Flüssigkeiten ist evtl. auf eine sachgemäße Abdichtung zu achten.

**3.5 Anschlußkopf**

Bei Anschluß der Zuleitung ist auf die richtige Ausführung der Polung zu achten:

- 1) passende Ausgleichs-/Thermoleitung bei Thermoelementen
- 2) Cu-Anschlußleitung mit höchstmöglichem Querschnitt

## Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie

Die Umgebungstemperatur am Anschlußkopf darf nicht größer als 200 °C sein. Die Umgebungstemperatur am Anschlußkopf mit Transmitter darf nicht größer als 90 °C sein.

Anschlußkopfdeckel fest anschrauben und ggf. bei Feuchtigkeit etc. abdichten.

### 3.6 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung

Die Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen bei Thermoelementen und Anschlußleitungen bei Widerstandsfühlern sind gemäß nachfolgender Tabelle temperaturbeständig:

Isolierwerkstoff	Temperatur bis max.
Teflon (PTFE)	230 °C
Silikon	200 °C
Glasseide	400 °C
Glasseide/Fe Geflecht	400 °C
Glasseide/VA Geflecht	400 °C
Spez.-Glasseide "R"/VA Geflecht	550 °C

Es ist darauf zu achten, daß diese Leitungen nicht direkt neben einer Starkstromleitung verlegt wird, da hierdurch Störimpulse übertragen werden können.

Die Betriebstemperatur des Fühlers ist uns vorab mitzuteilen. Evtl. Feuchtigkeit, aggressive Medien etc. sind bei der Leitungswahl zu berücksichtigen.

### 3.7 Lebensdauer und damit evtl. abhängige Genauigkeit

Thermoleitungen sind den heranzuziehenden Regelwerken entsprechend für die darin aufgeführten maximalen Einsatztemperaturen vorgesehen. Wenn diese obere Temperaturgrenze nicht nachhaltig und auch nicht länger andauernd überschritten wird, sind Alterungserscheinungen, die die physikalischen Eigenschaften der Thermolegierungen - und hier insbesondere die Thermokraft - betreffen praktisch auszuschließen. In jedem Fall kann als sicher gelten, daß Änderungen der Thermokraft durch Alterungserscheinungen auf bis maximal 2 µV auch bei der Anwendungstemperatur 200 °C begrenzt bleiben, wenn nicht andere Umstände hinzutreten, wie z.B. mechanische Überbeanspruchung, intensivere radioaktive Bestrahlung oder chemisch korrosiver Angriff. Sollte dies jedoch der Fall sein, so kann man eventuelle eingetretene Veränderungen durch Kalibrierungen feststellen.

### 3.8 Kalibrierung

Eine Kalibrierung der eingesetzten Fühler in regelmäßigen Abständen ist nur sinnvoll, wenn der Neuwert des Fühlers in einem angemessenen Verhältnis zu den Kalibrierkosten steht. Wo Alterungserscheinungen durch höhere Temperaturen (s. 2.7.) eine gewichtige Rolle spielen, ist daher ein Fühlerwechsel in entsprechend ermittelten Zeitabständen oft die preisgünstigere Lösung.

## Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie

### 3.9 Fühlerbruch

Nach dem heutigen Stand der Meß- und Regelungstechnik geht die Temperaturanzeige bei Fühlerbruch gegen unendlich und das Relais schaltet ab. Bei neuen Gerätetypen wird im Display Fühlerbruch angezeigt.

### 3.10 Ausfall 6.3 Lebensdauer und damit evtl. abhängige Genauigkeit

In der Regel kann es sich nur um einen plötzlichen Ausfall handeln z.B. durch Unterbrechung eines oder beider Litzenleiter (Thermopaare). Dieser Vorgang kann durch mechanische Beschädigung entstehen.

## 4. Masse-Temperatur-Fühler

### 4.1 Einschraubgewinde

Bei dem Einbau des Temperatur-Fühlers ist als Erstes das Einschraubgewinde mit der Gewindebohrung sowie die Dichtflächen der Paßbohrungen zu vergleichen. Ein Einbau darf nur bei exakter Übereinstimmung erfolgen. Das Gewinde ist mit einem Drehmoment gem. nachfolgender Tabelle einzuschrauben:

Gewinde	Drehmoment bis max. Nm
M 18 x 1,5	50,0
1/2" 20 UNF	40,0

### 4.2 Fühlerspitze/Material

Bei aggressiven Medien ist auf entsprechend beständiges Material zu achten.

Bei dem Einbau des Temperaturfühlern in eine Bohrung ist darauf zu achten, daß diese nicht mehr als 0,05 mm größer als der Außendurchmesser des Temperatur-Fühlers ist.

Bei Schwert-Temperatur-Fühler ist die Schwertschneide immer in Flußrichtung einzustellen. Hierzu ist die Kennzeichnung SW 14 zu beachten. Vor dem Einbau prüfen Sie jedoch bitte sicherheitshalber noch einmal, ob der Markierungspfeil SW 14 mit der Schwertschneide übereinstimmt.

Nach Montage ist der Temperatur-Fühler auf Dichtigkeit zu überprüfen.

### 4.3 Eintauchtiefe/Meßpunkt

Die Eintauchtiefe des Fühlers muß schon bei der Bestellung bekannt sein. Auf richtige Platzierung des Meßpunktes ist zu achten.

## Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie

### 4.4 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung

Die Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen bei Thermoelementen und Anschlußleitungen bei Widerstandsfühlern sind gemäß nachfolgender Tabelle temperaturbeständig:

Isolierwerkstoff	Temperatur bis max.
Teflon (PTFE)	230 °C
Silikon	200 °C
Glasseide	400 °C
Glasseide/Fe Geflecht	400 °C
Glasseide/VA Geflecht	400 °C
Spez.-Glasseide "R"/VA Geflecht	550 °C

Es ist darauf zu achten, daß diese Leitungen nicht direkt neben einer Starkstromleitung verlegt wird, da hierdurch Störimpulse übertragen werden können.

Die Betriebstemperatur des Fühlers ist uns vorab mitzuteilen. Evtl. Feuchtigkeit, aggressive Medien etc. sind bei der Leitungswahl zu berücksichtigen.

### 4.5 Lebensdauer und damit evtl. abhängige Genauigkeit

Thermoleitungen sind den heranzuziehenden Regelwerken entsprechend für die darin aufgeführten maximalen Einsatztemperaturen vorgesehen. Wenn diese obere Temperaturgrenze nicht nachhaltig und auch nicht länger andauernd überschritten wird, sind Alterungserscheinungen, die die physikalischen Eigenschaften der Thermoleitungen - und hier insbesondere die Thermokraft - betreffen praktisch auszuschließen. In jedem Fall kann als sicher gelten, daß Änderungen der Thermokraft durch Alterungserscheinungen auf bis maximal 2  $\mu$ V auch bei der Anwendungstemperatur 200 °C begrenzt bleiben, wenn nicht andere Umstände hinzutreten, wie z.B. mechanische Überbeanspruchung, intensivere radioaktive Bestrahlung oder chemisch korrosiver Angriff. Sollte dies jedoch der Fall sein, so kann man eventuelle eingetretene Veränderungen durch Kalibrierungen feststellen.

### 4.6 Kalibrierung

Eine Kalibrierung der eingesetzten Fühler in regelmäßigen Abständen ist nur sinnvoll, wenn der Neuwert des Fühlers in einem angemessenen Verhältnis zu den Kalibrierkosten steht. Wo Alterungserscheinungen durch höhere Temperaturen (s. 2.7.) eine gewichtige Rolle spielen, ist daher ein Fühlerwechsel in entsprechend ermittelten Zeitabständen oft die preisgünstigere Lösung.

### 4.7 Fühlerbruch

Nach dem heutigen Stand der Meß- und Regelungstechnik geht die Temperaturanzeige bei Fühlerbruch gegen unendlich und das Relais schaltet ab. Bei neuen Gerätetypen wird im Display Fühlerbruch angezeigt.

**Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie****4.8 Ausfall**

In der Regel kann es sich nur um einen plötzlichen Ausfall handeln, z.B. durch Unterbrechung eines oder beider Litzleiter (Thermopaare). Dieser Vorgang kann durch mechanische Beschädigung entstehen.

**5. Klemm-Temperatur-Fühler****5.1 Klemm-Blech**

Bei Klemm-Temperatur-Fühlern ist ein Klemm-Blech vorhanden. Dieses Blech muß anschmiegsam unter dem Heizband liegen. Es ist darauf zu achten, daß das Heizband (meist Düsenheizband) immer fest auf dem zu messenden Punkt aufliegt und ein evtl. entstehender Luftspalt so klein wie möglich gehalten wird. Die höchstmögliche Wärmeübertragung muß gesichert sein.

Bei Klemm-Temperatur-Fühlern, die einen Ms-Ring als Klemm-Blech haben, darf der Luftspalt nicht größer als 3 mm sein.

Nach Möglichkeit ist bei diesem Temperatur-Fühlern eine zusätzliche Wärmeisolation anzubringen, da daß Meßergebnis sonst durch äußere Bedingungen beeinflusst werden kann.

**5.2. Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung**

Die Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen bei Thermoelementen und Anschlußleitungen bei Widerstandsfühlern sind gemäß nachfolgender Tabelle temperaturbeständig:

Isolierwerkstoff	Temperatur bis max.
Teflon (PTFE)	230 °C
Silikon	200 °C
Glasseide	400 °C
Glasseide/Fe Geflecht	400 °C
Glasseide/VA Geflecht	400 °C
Spez.-Glasseide "R"/VA Geflecht	550 °C

Es ist darauf zu achten, daß diese Leitungen nicht direkt neben einer Starkstromleitung verlegt wird, da hierdurch Störimpulse übertragen werden können.

Die Betriebstemperatur des Fühlers ist uns vorab mitzuteilen. Evtl. Feuchtigkeit, aggressive Medien etc. sind bei der Leitungswahl zu berücksichtigen.

### 5.3 Lebensdauer und damit evtl. abhängige Genauigkeit

Thermoleitungen sind den heranzuziehenden Regelwerken entsprechend für die darin aufgeführten maximalen Einsatztemperaturen vorgesehen. Wenn diese obere Temperaturgrenze nicht nachhaltig und auch nicht länger andauernd überschritten wird, sind Alterungserscheinungen, die die physikalischen Eigenschaften der Thermoleitungen- und hier insbesondere die Thermokraft - betreffen praktisch auszuschließen. In jedem Fall kann als sicher gelten, daß Änderungen der Thermokraft durch Alterungserscheinungen auf bis maximal 2  $\mu$ V auch bei der Anwendungstemperatur 200 °C begrenzt bleiben, wenn nicht andere Umstände hinzutreten, wie z.B. mechanische Überbeanspruchung, intensivere radioaktive Bestrahlung oder chemisch korrosiver Angriff. Sollte dies jedoch der Fall sein, so kann man eventuelle eingetretene Veränderungen durch Kalibrierungen feststellen.

### 5.4 Kalibrierung

Eine Kalibrierung der eingesetzten Fühler in regelmäßigen Abständen ist nur sinnvoll, wenn der Neuwert des Fühlers in einem angemessenen Verhältnis zu den Kalibrierkosten steht. Wo Alterungserscheinungen durch höhere Temperaturen (s. 2.7.) eine gewichtige Rolle spielen, ist daher ein Fühlerwechsel in entsprechend ermittelten Zeitabständen oft die preisgünstigere Lösung.

### 5.5 Fühlerbruch

Nach dem heutigen Stand der Meß- und Regelungstechnik geht die Temperaturanzeige bei Fühlerbruch gegen unendlich und das Relais schaltet ab. Bei neuen Gerätetypen wird im Display Fühlerbruch angezeigt.

### 5.6 Ausfall

In der Regel kann es sich nur um einen plötzlichen Ausfall handeln, z.B. durch Unterbrechung eines oder beider Litzenleiter (Thermopaare). Dieser Vorgang kann durch mechanische Beschädigung entstehen.

## 6. Rohrschellen-Temperatur-Fühler

### 6.1 Rohrschelle

Die von Dr. Mennicken GmbH gelieferten Rohrschellen-Temperatur-Fühler sind mit einer Rohrschelle ausgestattet, bei der das Spannband in der Regel aus Edelstahl 1.4301 besteht, die Schnecke ist aus Stahl vernickelt.

Die Rohrschellen sind bei der ersten Montage mit max. 1,5 Nm anzuziehen. Da der Andruck durch Temperatur nachlassen ist ein fester Sitz der Rohrschelle ständig zu überprüfen.



## Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie

Nach Möglichkeit ist bei diesen Temperatur-Fühlern eine zusätzliche Wärmeisolation anzubringen, da daß Meßergebnis sonst durch Wärmeableitung oder sonstige äußere Bedingungen beeinflusst werden kann.

### 6.2 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung

Die Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen bei Thermoelementen und Anschlußleitungen bei Widerstandsfühlern sind gemäß nachfolgender Tabelle temperaturbeständig:

Isolierwerkstoff	Temperatur bis max.
Teflon (PTFE)	230 °C
Silikon	200 °C
Glasseide	400 °C
Glasseide/Fe Geflecht	400 °C
Glasseide/VA Geflecht	400 °C
Spez.-Glasseide "R"/VA Geflecht	550 °C

Es ist darauf zu achten, daß diese Leitungen nicht direkt neben einer Starkstromleitung verlegt wird, da hierdurch Störimpulse übertragen werden können.

Die Betriebstemperatur des Fühlers ist uns vorab mitzuteilen. Evtl. Feuchtigkeit, aggressive Medien etc. sind bei der Leitungswahl zu berücksichtigen.

### 6.3 Lebensdauer und damit evtl. abhängige Genauigkeit

Thermoleitungen sind den heranzuziehenden Regelwerken entsprechend für die darin aufgeführten maximalen Einsatztemperaturen vorgesehen. Wenn diese obere Temperaturgrenze nicht nachhaltig und auch nicht länger andauernd überschritten wird, sind Alterungserscheinungen, die die physikalischen Eigenschaften der Thermoleitungen - und hier insbesondere die Thermokraft - betreffen praktisch auszuschließen. In jedem Fall kann als sicher gelten, daß Änderungen der Thermokraft durch Alterungserscheinungen auf bis maximal 2 µV auch bei der Anwendungstemperatur 200 °C begrenzt bleiben, wenn nicht andere Umstände hinzutreten, wie z.B. mechanische Überbeanspruchung, intensivere radioaktive Bestrahlung oder chemisch korrosiver Angriff. Sollte dies jedoch der Fall sein, so kann man eventuelle eingetretene Veränderungen durch Kalibrierungen feststellen.

### 6.4 Kalibrierung

Eine Kalibrierung der eingesetzten Fühler in regelmäßigen Abständen ist nur sinnvoll, wenn der Neuwert des Fühlers in einem angemessenen Verhältnis zu den Kalibrierkosten steht. Wo Alterungserscheinungen durch höhere Temperaturen (s. 2.7.) eine gewichtige Rolle spielen, ist daher ein Fühlerwechsel in entsprechend ermittelten Zeitabständen oft die preisgünstigere Lösung.

## Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie

### 6.5 Fühlerbruch

Nach dem heutigen Stand der Meß- und Regelungstechnik geht die Temperaturanzeige bei Fühlerbruch gegen unendlich und das Relais schaltet ab. Bei neuen Gerätetypen wird im Display Fühlerbruch angezeigt.

### 6.6 Ausfall

In der Regel kann es sich nur um einen plötzlichen Ausfall handeln, z.B. durch Unterbrechung eines oder beider Litzenleiter (Thermopaare). Dieser Vorgang kann durch mechanische Beschädigung entstehen.

## 7. Mantel-Temperatur-Fühler

### 7.1 Eintauchtiefe/Meßpunkt

Die Eintauchtiefe des Fühlers muß schon bei der Bestellung bekannt sein. Der Meßpunkt befindet sich in der Fühlerspitze. Auf richtige Platzierung des Meßpunktes ist zu achten.

### 7.2 Fühlerspitze/Material

Bei aggressiven Medien ist auf ein entsprechend beständiges Material zu achten.

Bei dem Einbau des Temperaturfühlers in eine Bohrung ist darauf zu achten, daß diese nicht mehr als 0,2 mm größer als der Außendurchmesser des Temperatur-Fühlers ist.

Bei Temperaturen bis 200 °C empfehlen wir, den Fühler mit einer speziellen Paste aus unserem Lieferprogramm zwecks besserer Wärmeaufnahme einzusetzen.

Der Mantel-Temperatur-Fühler ist mit Hilfe einer Quetschringverschraubung auch in Luftkanälen problemlos anzubringen.

Für das Mantel-Thermoelement mit Durchmesser 1,5 mm steht die Verschraubung M 8x 1 Sach-Nr. 028.114 mit Alupressring zur Verfügung. Das Einschraubdrehmoment M 8 x 1 bis max. 4 Nm. Drehmoment für Alupressring 1,6 Nm.

Muß das Mantelmaterial gebogen bzw. abgewinkelt werden, so ist der Biegeradius "5 x Mantel-Durchmesser" zu beachten. Bei Mantel-Widerstandsfühlern darf die Fühlerspitze im Bereich des Meßwiderstandes nicht gebogen werden.

Das Mantelmaterial ist für folgende Temperaturen ausgelegt (gem. der geltenden Norm):

Thermopaar	Material Fühlerspitze	Temperatur bis
Fe-CuNi DIN (L) oder EN (J)	1.4541, V4A	800 °C
NiCr-Ni EN (K)	1.4541, V4A	800 °C
NiCr-Ni EN (K)	2.4816, Inconel	1100 °C

**Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie**

Das Übergangsstück ist für Temperaturen bis max. 200 °C ausgelegt.

Die Prüfspannungen entnehmen sie bitte dem Dr. Mennicken GmbH - Typenblatt oder der geltenden Norm.

**7.3 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung**

Die Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen bei Thermoelementen und Anschlußleitungen bei Widerstandsfühlern sind gemäß nachfolgender Tabelle temperaturbeständig:

Isolierwerkstoff	Temperatur bis max.
Teflon (PTFE)	230 °C
Silikon	200 °C
Glasseide	400 °C
Glasseide/Fe Geflecht	400 °C
Glasseide/VA Geflecht	400 °C
Spez.-Glasseide "R"/VA Geflecht	550 °C

Es ist darauf zu achten, daß diese Leitungen nicht direkt neben einer Starkstromleitung verlegt wird, da hierdurch Störimpulse übertragen werden können.

Die Betriebstemperatur des Fühlers ist uns vorab mitzuteilen. Evtl. Feuchtigkeit, aggressive Medien etc. sind bei der Leitungswahl zu berücksichtigen.

**7.4 Lebensdauer und damit evtl. abhängige Genauigkeit**

Thermoleitungen sind den heranzuziehenden Regelwerken entsprechend für die darin aufgeführten maximalen Einsatztemperaturen vorgesehen. Wenn diese obere Temperaturgrenze nicht nachhaltig und auch nicht länger andauernd überschritten wird, sind Alterungserscheinungen, die die physikalischen Eigenschaften der Thermoleitungen und hier insbesondere die Thermokraft - betreffen praktisch auszuschließen. In jedem Fall kann als sicher gelten, daß Änderungen der Thermokraft durch Alterungserscheinungen auf bis maximal 2 uV auch bei der Anwendungstemperatur 200 °C begrenzt bleiben, wenn nicht andere Umstände hinzutreten, wie z.B. mechanische Überbeanspruchung, intensivere radioaktive Bestrahlung oder chemisch korrosiver Angriff. Sollte dies jedoch der Fall sein, so kann man eventuelle eingetretene Veränderungen durch Kalibrierungen feststellen.

**7.5 Kalibrierung**

Eine Kalibrierung der eingesetzten Fühler in regelmäßigen Abständen ist nur sinnvoll, wenn der Neuwert des Fühlers in einem angemessenen Verhältnis zu den Kalibrierkosten steht. Wo Alterungserscheinungen durch höhere Temperaturen (s. 2.7.) eine gewichtige Rolle spielen, ist daher ein Fühlerwechsel in entsprechend ermittelten Zeitabständen oft die preisgünstigere Lösung.

**7.6 Fühlerbruch**

Nach dem heutigen Stand der Meß- und Regelungstechnik geht die Temperaturanzeige bei Fühlerbruch gegen unendlich und das Relais schaltet ab. Bei neuen Gerätetypen wird im Display Fühlerbruch angezeigt.

**7.7 Ausfall**

In der Regel kann es sich nur um einen plötzlichen Ausfall handeln, z.B. durch Unterbrechung eines oder beider Litzleiter (Thermopaare). Dieser Vorgang kann durch mechanische Beschädigung entstehen.

**8. Steck-Temperatur-Fühler****8.1 Eintauchtiefe/Meßpunkt**

Die Eintauchtiefe des Fühlers muß schon bei der Bestellung bekannt sein. Der Meßpunkt befindet sich in der Fühlerspitze. Auf richtige Platzierung des Meßpunktes ist zu achten.

**8.2 Fühlerspitze/Material**

Bei aggressiven Medien ist auf ein entsprechend beständiges Material zu achten.

Bei dem Einbau des Temperaturfühlers in eine Bohrung ist darauf zu achten, daß diese nicht mehr als 0,2 mm größer als der Außendurchmesser des Temperatur-Fühlers ist. Bei Temperaturen bis 200 °C empfehlen wir, den Fühler mit einer speziellen Paste aus unserem Lieferprogramm zwecks besserer Wärmeaufnahme einzusetzen.

Der Steck-Temperatur-Fühler ist mit Hilfe einer Quetschringverschraubung auch in Luftkanälen problemlos anzubringen.

**8.3 Thermoleitung/ Ausgleichsleitung/ Anschlußleitung**

Die Thermo- bzw. Ausgleichsleitungen bei Thermoelementen und Anschlußleitungen bei Widerstandsfühlern sind gemäß nachfolgender Tabelle temperaturbeständig:

Isolierwerkstoff	Temperatur bis max.
Teflon (PTFE)	230 °C
Silikon	200 °C
Glasseide	400 °C
Glasseide/Fe Geflecht	400 °C
Glasseide/VA Geflecht	400 °C
Spez.-Glasseide "R"/VA Geflecht	550 °C

Es ist darauf zu achten, daß diese Leitungen nicht direkt neben einer Starkstromleitung verlegt wird, da hierdurch Störimpulse übertragen werden können.

## Methoden und Vorschriften für Ein-, Anbau und Inbetriebnahmen von kleinen Temperaturfühlern für die Kunststoffindustrie

Die Betriebstemperatur des Fühlers ist uns vorab mitzuteilen. Evtl. Feuchtigkeit, aggressive Medien etc. sind bei der Leitungswahl zu berücksichtigen.

### 8.4 Lebensdauer und damit evtl. abhängige Genauigkeit

Thermoleitungen sind den heranzuziehenden Regelwerken entsprechend für die darin aufgeführten maximalen Einsatztemperaturen vorgesehen. Wenn diese obere Temperaturgrenze nicht nachhaltig und auch nicht länger andauernd überschritten wird, sind Alterungserscheinungen, die die physikalischen Eigenschaften der Thermoleitungen- und hier insbesondere die Thermokraft - betreffen praktisch auszuschließen. In jedem Fall kann als sicher gelten, daß Änderungen der Thermokraft durch Alterungserscheinungen auf bis maximal 2 uV auch bei der Anwendungstemperatur 200 °C begrenzt bleiben, wenn nicht andere Umstände hinzutreten, wie z.B. mechanische Überbeanspruchung, intensivere radioaktive Bestrahlung oder chemisch korrosiver Angriff. Sollte dies jedoch der Fall sein, so kann man eventuelle eingetretene Veränderungen durch Kalibrierungen feststellen.

### 8.5 Kalibrierung

Eine Kalibrierung der eingesetzten Fühler in regelmäßigen Abständen ist nur sinnvoll, wenn der Neuwert des Fühlers in einem angemessenen Verhältnis zu den Kalibrierkosten steht. Wo Alterungserscheinungen durch höhere Temperaturen (s. 2.7.) eine gewichtige Rolle spielen, ist daher ein Fühlerwechsel in entsprechend ermittelten Zeitabständen oft die preisgünstigere Lösung.

### 8.6 Fühlerbruch

Nach dem heutigen Stand der Meß- und Regelungstechnik geht die Temperaturanzeige bei Fühlerbruch gegen unendlich und das Relais schaltet ab. Bei neuen Gerätetypen wird im Display Fühlerbruch angezeigt.

### 8.7 Ausfall

In der Regel kann es sich nur um einen plötzlichen Ausfall handeln, z.B. durch Unterbrechung eines oder beider Litzenleiter (Thermopaare). Dieser Vorgang kann durch mechanische Beschädigung entstehen.

Die aufgeführten technischen Daten sind anhand unserer Möglichkeiten und Verfahren festgelegt worden. Eigenschaften können deshalb nur hierauf bezogen zugesichert werden.

Einsatzbedingungen können von uns nicht überprüft werden und sind deshalb vom Auftraggeber bzw. Anwender abzuklären. Hierauf evtl. ausgerichtete Gewährleistungsansprüche müssen wir daher ablehnen.

## 9. Temperaturregelung

Um eine optimale Temperaturregelung zu erreichen, sind die heutigen Temperaturregler mit der Funktion „Selbstoptimierung“ (automatische Adaption der Regelparameter) ausgestattet.

Das Verfahren wird auf Knopfdruck (oder bei einigen Geräten automatisch) in der Aufheizphase aktiviert (siehe Regler-Bedienungs-Anleitung). Die Selbstoptimierung errechnet den XP Bereich, sowie den I- u. D-Anteil.

Der Bediener kann die Selbstoptimierung jederzeit abbrechen, nach Betätigung der vorgeschriebenen Taste. Der Regler arbeitet dann mit den alten eingestellten Parameterwerten weiter.

Der Temperaturregler bricht eine Selbstoptimierung ab, wenn

1. keine Heizleistung anliegt
2. die Heizleistung weit überdimensioniert ist.

## Heizpatronen (allgemeine Montageanweisung)

**Montageanweisung**

Hochleistungs-Heizpatronen entsprechen den Güte- und Schutzvorschriften der VDE 0721 Teil 1. Um störungsfreie Funktion und Gebrauchssicherheit zu gewährleisten, sind folgende Hinweise zu beachten:

- 1) Vor dem Einbau ist eine Messung des Isolationswiderstandes erforderlich. Der Isolationswiderstand muß wenigstens 2 M $\Omega$  betragen. Wenn dieser Widerstandswert unterschritten wird, müssen die Heizpatronen ausgetrocknet werden.
- 2) Um einen guten Wärmeübergang zu erreichen, müssen die Heizpatronen spielfrei an der glatten Bohrungswand (Tol. H7) anliegen. Wichtig ist die gute Beschaffenheit der Bohrung mit geringer Rauhtiefe. Rillen und Riefen ergeben durch Lufteinschlüsse eine höhere Heizpatronentemperatur und somit schlechte Wärmeleitung. Dadurch wird die Lebensdauer der Heizpatronen herabgesetzt. Für den Einsatz hochverdichteter Heizpatronen empfehlen wir Reibahlen, um eine einwandfreie Bohrung anzufertigen.
- 3) Für Oberflächenbelastung ab 25 W/cm<sup>2</sup> empfehlen wir eine Preßpassung durch zweiteilige Gestaltung der Bohrung.
- 4) Die richtige Temperaturregelung ist wichtige Voraussetzung für Betriebsverhalten und Lebensdauer der Heizpatronen. Es sollten Regelgeräte mit Anfahrerschaltung gewählt werden, um eventuelle Feuchtigkeit in den Heizpatronen langsam auszutrocknen.
- 5) Beim Einbau ist sicherzustellen, daß ausreichender Schutz gegen zufällige Berührung unter Spannung stehender Teile gewährleistet ist. Berührbare Metallteile von Geräten der Schutzklasse I, in welche die Hochleistungsheizpatronen eingebaut werden, müssen in die Schutzmaßnahmen einbezogen werden.
- 6) Die Verlegung der Anschlußlitze muß so erfolgen, daß Scheuer- oder Druckstellen vermieden werden, um die Isolation nicht zu beschädigen. Bewegte Zuleitungen, z.B. durch Hubbewegungen einer Presse, müssen so verlegt sein, daß die Verbindungsstellen nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.
- 7) Der Anschlußbereich einer Heizpatrone muß so gestaltet werden, daß flüssige Materialien (Kunststoffe, Öle, Montagepaste oder -spray) nicht in die Heizpatrone eindringen oder zwischen die Zuleitungsenden gelangen können. Kurzschlußgefahr!
- 8) Montagespray und/oder -paste verhindern auch nach längerem Einsatz das Festbacken der Heizpatrone in der Bohrung. Beim Ausbau der Heizpatrone wird die Bohrung geschont und bietet für die neu einzubauende Heizpatronen gute Voraussetzungen (Toleranz und gute Bohrungsbeschaffenheit).
- 9) Der Ausbau einer Heizpatrone wird durch die Anfertigung einer Durchgangsbohrung wesentlich erleichtert.
- 10) Der Abstand zwischen den einzelnen Heizpatronen im Werkzeug sollten 1,5  $\varnothing$  nicht unterschreiten. Der Abstand zur Außenwand sollte mindestens 1  $\varnothing$  betragen.

Hochleistungs-Heizpatronen, Typ HLP

Durchmesser-Toleranz der Heizpatrone:..... -0,01...-0,05 mm

Durchmesser-Toleranz der Bohrung:..... entspr. ISA H7

Zunderfestigkeit des Mantelwerkstoffes 1.4541..... 750°C

Anfrage     Bestellung

# Dr. Mennicken GmbH

Für kleine Temperatur-Fühler

Industrie-Elektronik

Firma: \_\_\_\_\_

Sachbearbeiter : \_\_\_\_\_

Abteilung : \_\_\_\_\_

Telefon/ Telefax : \_\_\_\_\_

**Menge** : \_\_\_\_\_ Stück

**Einsatzort/ Platzierung** : \_\_\_\_\_

**Kommt der Temperaturfühler bzw. die Leitung mit aggressiven Medien in Berührung?**

*Wenn ja, welche?* \_\_\_\_\_

**Thermoelemente:**     1 x Fe-CuNi DIN EN (J)                       2 x Fe-CuNi DIN EN (J)  
                                   1 x Fe-CuNi DIN (L)                               2 x Fe-CuNi DIN (L)  
                                   1 x NiCr-Ni DIN EN (K)                               2 x NiCr-Ni DIN EN (K)

nicht gegen Masse isoliert (potentialgebunden)  
 gegen Masse isoliert (potentialfrei)

**Widerstandsfühler:**     1 x Pt 100 Ohm DIN IEC                       2 x Pt 100 Ohm DIN IEC  
                                   1 x Pt 50 Ohm DIN IEC                               2 x Pt 50 Ohm DIN IEC  
  
 2-     3-     4-Leiterschaltung

*(Wenn diese Angaben nicht vorhanden, bitte auf dem Regler ablesen, oder zumindest Farbe des Kennfadens bzw. Leitung und die Farbe der Anschlußenden angeben):*

**Fühlerspitze:**             gerade Ausführung                       winkelige Ausführung

*Skizze siehe Rückseite, Fühlertyp:* \_\_\_\_\_

*Maße: D=\_\_\_\_\_mm, Länge der Eintauchtiefe (ET):\_\_\_\_\_mm*

plan     118° Bohrerwinkel  
 spitz-plan                                       halbkugelförmig

**Material:**                       Ms 58 (Messing)                               V4A (1.4541, 1.4571)  
                                   V2A (1.4301, 1.4305)                               sonstiges: \_\_\_\_\_



**Bajonettverschluß:**  ja  Bajonettkappe „m“ ID=10,5 mm  
 nein  Bajonettkappe „k“ ID=12,8 mm  
 Bajonettkappe „n“ ID=14,8 mm  
 Bajonettkappe „g“ ID=16,8 mm  
 Bajonettkappe „gs“ ID=15,5 mm,  
(mit Stiften, Stiftabstand 13,2 mm)

**Einschraubnippel:** Gewinde: \_\_\_\_\_, Gesamtlänge: \_\_\_\_\_ mm

geschlitzt  mit Schlüsselweite, SW \_\_\_\_\_  
 mit Querbohrung

**Knickschutzfeder:**  ja  Zugfeder  Druckfeder  
 nein

Maße: AD= \_\_\_\_\_ mm x \_\_\_\_\_ mm lang

**Thermo- bzw. Anschlußleitung:** Länge: \_\_\_\_\_ m

*Isolation der Litzenleiter:*

Glasseide  
 R-Glasseide (max. 550°C)  
 Teflon  
 Silikon  
 PVC

*Außenmantel:*

Fe-Mantel verzinkt  
 VA-Mantel  
 Teflon  
 Silikon  
 PVC  
 Glasseide

Querschnitt: \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ qmm AD: \_\_\_\_\_ mm

*Umgebungstemperatur bei der Thermo- bzw. Anschluß-  
leitung:* \_\_\_\_\_ °C

*Anschlußseite der Thermo- bzw. Anschlußleitung mit:*

freie Enden (verzinkt)  Stiftkabelschuhen (SK)  
 Kabelschuhen (K)  Stecker (Ausführung  
und Kontaktbelegung  
bitte angeben)

**Arbeitstemperatur:** \_\_\_\_\_ °C

---

Skizze:

Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

# FAX-Antwort an

Formular-Nr. 121/3 Stand 09/00

Dr. Mennicken GmbH  
Industrie-Elektronik  
Duisbergstraße 2

D-58339 Breckerfeld

**Fax-Nr. 02338/ 9186-40**

**Tel.-Nr. 02338/ 9186-0**

**Internet:<http://www.mennicken.de>**

**eMail: [domeg@mennicken.de](mailto:domeg@mennicken.de)**

Wir interessieren uns für folgende Produkte:

- VMS-Referenz-Messsystem
- Thermoelemente und Widerstandsfühler
- Heizelemente
- Temperatur-Regler, Schreiber, Zeitrelais und Meßgeräte
- Reparatur-Service

und erbitten Kontaktaufnahme mit unserer/ unserem  
Frau/ Herrn \_\_\_\_\_

und erbitten Ihr kostenloses und unverbindliches Angebot über:

---

---

---

---

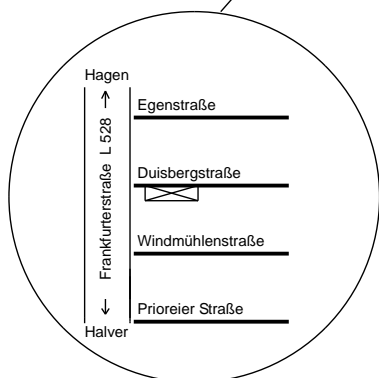
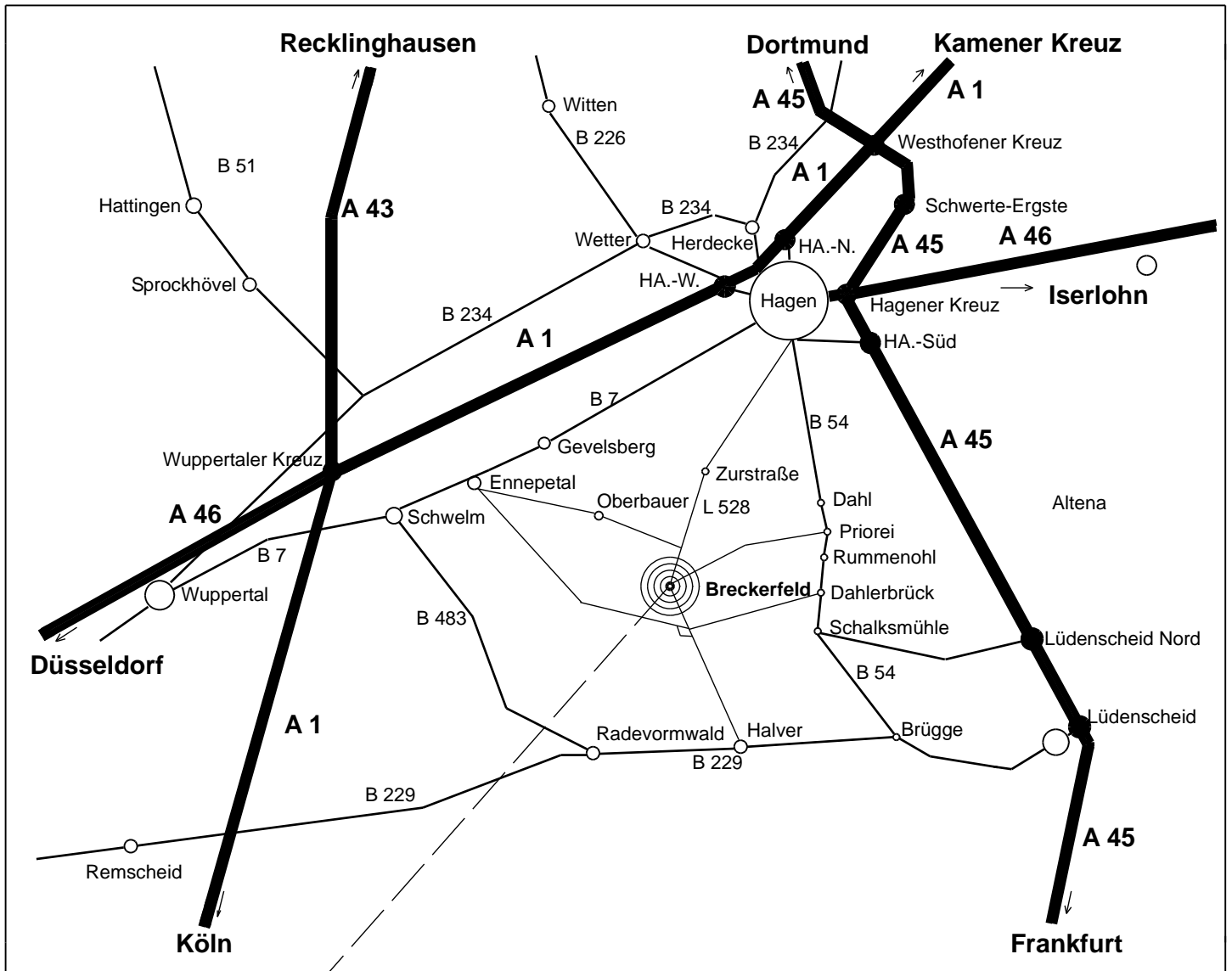
---

Firma:	Frau/ Herr	Abteilung
--------	------------	-----------

# Es führen viele Wege nach Breckerfeld, an uns führt kein Weg vorbei!

## So finden Sie uns:

F.Nr. 120/2



**Dr. Mennicken GmbH**  
**58339 Breckerfeld**  
**Duisbergstraße 2**  
**Tel.: 02338/9186 - 0**  
**Fax: 02338/9186 - 40**  
**email: domeg@mennicken.de**  
**Internet: <http://www.mennicken.de>**

**Inhalt**

1. Einleitung
2. Temperatur-Erfassung mit Thermoelementen
  - 2.1 Normen für Thermoelemente
  - 2.3 Zulässige Abweichungen für Thermoelemente
  - 2.4 Farbkennzeichnung für Thermoelemente
  - 2.5 Verlängerung von Thermoelementen
    - 2.5.1 Kürzen von Thermoelementen
  - 2.6 potentialfreie und potentialgebundene Thermoelemente
  - 2.7 weitere Thermoelementpaarungen
3. Temperatur-Erfassung mit Widerstandsfühler
  - 3.1 Normen für Widerstandsfühler
  - 3.2 Farbkennzeichnung für Widerstandsfühler
  - 3.3 Verlängerung von Widerstandsfühlern
  - 3.4 3- bzw. 4-Leiterschaltung
  - 3.5 weitere Widerstandsfühler-Arten

## Temperatur-Fühler (allgemeine Beschreibung der Einsatzmöglichkeiten)

### 1. Einleitung

Messen und Regeln von Temperaturen

Meßwerte zu erfassen und zu regeln ist in allen Bereichen sehr wichtig. Die zu messenden Werte werden mit den entsprechenden Meßwertaufnehmern sprich Temperaturfühlern erfaßt und in den Regel u. Meßgeräten weiterverarbeitet. Für den hier anzusprechenden Bereich wollen wir uns auf die Erfassung und Regelung von Temperaturen beschränken. Da aber selbst dieses Thema insgesamt hier nicht erfaßt werden kann, wollen wir nur die Temperatur-Erfassung und Regelung in der Kunststoff-Industrie (Maschinenbau und Verarbeiter) ansprechen.

Temperaturen werden mit den unterschiedlichsten Meßmethoden erfaßt. Unterscheiden wollen wir hier jedoch lediglich die für uns 2 wichtigsten Bereiche.

- Thermoelemente
- Widerstandsfühler

### 2. Temperatur-Erfassung mit Thermoelementen

Die Thermoelemente erzeugen durch eine feste leitende Verbindung von zwei unterschiedlichen leitenden Metallen eine Millivoltspannung, auch Thermospannung genannt. Dieser Effekt wurde zum ersten mal von Seebeck 1821 entdeckt. Um eine im Normbereich festgelegte Spannung zu erreichen, werden immer die gleichen Materialien in Verbindung gebracht.

Für die Kunststoffindustrie sind hauptsächlich die Verbindungen Fe-CuNi (Eisen-Kupfer Nickel) früher Fe-Konst oder Fe-Ko (Eisen-Konstantan) und NiCr-Ni (Nickel Chrom-Nickel) zu nennen. Fe-CuNi wird etwa bis 600 °C, NiCr-Ni bis etwa 900 °C eingesetzt.

Die Temperatureaufnahme bei Thermoelementen erfolgt punktförmig in der Fühlerspitze. Da eine Bohrung von 118° im Boden nie spitz zuläuft, wird der Fühler stirnseitig – dem Bohrungsdurchmesser angepasst – abgeplant, um eine größtmögliche Kontaktfläche des Kegelmantels zur Bohrung zu gewährleisten.

#### 2.1 Normen für Thermoelemente

Die durch Temperatur entstehenden Millivolt-Spannungen mit Angabe der Toleranzen wurden in Deutschland in der zurückgezogenen DIN 43710 (Die DIN 43710 wurde zurückgezogen und durch keine neue Norm ersetzt) festgelegt. Mit einem Ausblick auf ein einiges Europa 92 hat die DIN EN 60 584 für diesen Markt Zukunft. Bei der Thermoelement-Kombination NiCr-Ni sind die Spannungswerte bei beiden Normen gleich festgelegt. Bei dem Thermoelement Fe-CuNi weichen die Werte gering voneinander ab. So ist z.B. bei einer Temperatur von 400 °C und einer Umgebungstemperatur von 20 °C nach der zurückgezogenen DIN 43710 ( Die DIN 43710 wurde zurückgezogen und durch keine neue Norm ersetzt) ein Wert von 21,11 mV festgelegt, nach der DIN EN Norm ein Wert von 20,827 mV. Es ergibt sich somit bei dieser Temperatur eine Abweichung von ca. 6 °C.

Das Fe-CuNi-Thermoelement nach der zurückgezogenen DIN 43710 (DIN 43710 wurde zurückgezogen und durch keine neue Norm ersetzt.) wird als Typ "L" bezeichnet, nach der neuen DIN EN 60584-1 (alte DIN IEC 584 wurde im Oktober ' 96 zurückgezogen) spricht man von dem Typ "J", bei der Kombination NiCr-Ni nach der zurückgezogenen DIN 43710 ( Die DIN 43710 wurde zurückgezogen und durch keine

## Temperatur-Fühler (allgemeine Beschreibung der Einsatzmöglichkeiten)

neue Norm ersetzt) und nach der neuen Norm DIN EN 60584-1 (alte Norm IEC 584 wurde im Oktober '96 zurückgezogen) wird das Element mit dem Kennbuchstaben "K" versehen.

### 2.3 Zulässige Abweichungen für Thermoelemente

Die zulässigen Abweichungen nach der Norm sind wie folgt festgelegt:

Thermopaar	Kennbuchstaben	Temperatur	Grenzabweichungen
Fe-CuNi	(L)	bis 400° C	± 3° C
Fe-CuNi	(J)	-40° C bis 333° C	± 2,5° C
NiCr-Ni	(K)	-40° C bis 333° C	± 2,5° C
Fe-CuNi	(L)	400° C bis 600° C	± 0,75 %
Fe-CuNi	(J)	333° C bis 600° C	± 0,0075 x (t) / (t=°C)
NiCr-Ni	(K)	333° C bis 900° C	± 0,0075 x (t) / (t=°C)

### 2.4 Farbkennzeichnung für Thermoelemente

Unterscheiden lassen sich die Thermoelemente-Kombinationen durch die Farbkennzeichnung des Mantels der Ausgleichs- oder Thermoleitung bzw. der Aderisolation:

Thermopaar	Farbkennzeichnungen		
	Mantel	Aderisolation	
		+ plus	- minuns
Fe-CuNi DIN (L)	blau	rot	blau
Fe-CuNi IEC (J)	schwarz	schwarz	weiß
NiCr-Ni IEC (K)	grün	grün	weiß
NiCr-Ni DIN (K)	grün	rot	grün

#### 2.5.1 Verlängerung von Thermoelementen

Die Verbindung der Thermoelemente mit dem vorgesehenen Temperatur-Regler muß auf jeden Fall mit einer dem jeweiligen Element entsprechenden Ausgleichs- oder Thermoleitung vorgenommen werden. Der Querschnitt der Leitung kann bei elektronischen Regelgeräten dann klein gewählt werden. Durch den hochohmigen Eingang dieser Regelgeräte ist auch mit diesen Leitungen eine Verlängerung von mehreren Metern möglich. Ist der Innenwiderstand  $\leq 1000$  x dem Widerstand des Meßkreises einschließlich der Zuleitung, dann sollte ein Leitungsabgleich vorgenommen werden. Wird die Verlängerung mit einer normalen Kupferleitung vorgenommen, entstehen an den leitenden festen Verbindungen erneute Thermoelemente, die bei höheren Umgebungstemperaturen in das Gesamt-Meßergebnis einfließen und dieses verfälschen.

- 2.5.2** Außerdem muß noch erwähnt werden, daß das Kürzen von Anschluß-bzw. Thermoleitung mechanische und meßtechnische Probleme hervorrufen kann. Deshalb ist im Bestellfalle eine ganz genaue Längenangabe erforderlich.

## **2.6 potentialfreie und potentialgebundene Thermoelemente**

Entscheidend ist hier, ob die Thermodrähte mit der Meßspitze verbunden sind oder nicht. Sind die Drähte mit der Fühlerspitze (Masse) verbunden, bezeichnet man das Thermoelement als potentialgebunden. Der Vorteil dieses Aufbaus ist in der Regel die schnellere Reaktion auf Temperatur. Dieser Effekt wird noch gesteigert, indem man bei Temperaturen bis ca. 400° C hochsilberhaltiges Lot (bessere Wärmeleitfähigkeit) an der Spitze verwendet.

Sind die Thermodrähte mit dem Meßboden nicht verbunden, so spricht man von einem potentialfreien Thermoelement. Diese Fühler werden teilweise bei Einsatz moderner CNC-Steuerungen erforderlich, da sonst Störungen über die Masse in die Steuerung übertragen werden können.

Vorteile liegen insbesondere beim potentialgebundenen Klein-Thermoelement in der punktförmigen und schnellen Aufnahme der Temperatur an der Fühlerspitze. Auch höhere Erschütterungsfestigkeiten spielen hier eine große Rolle. Bei diesen potentialgebundenen Fühlern ist außerdem noch eine zusätzliche Zugfestigkeit (Zugentlastung) der Thermoleitung gegeben. Bei potentialfreien Thermoelementen ist aufgrund des isolierten Innenaufbaus in der Fühlerspitze nur eine trägere Meßwerterfassung möglich.

## **2.7 weitere Thermoelementpaarungen**

Außer den hier genannten Thermoelementen sind noch weitere Kombinationen zu nennen (siehe folgende Aufstellung). Diese Kombinationen finden in der Kunststoff-Industrie allerdings keine Anwendung.

Neben der DIN- und der IEC-Norm gibt es auch noch die amerikanische ANSI-Norm und die französische NF-Norm, die hier aber nicht weiter erläutert werden sollen.

Überblick über die weiteren Ausführungen mit den jeweiligen Farbkennzeichnungen:

## Temperatur-Fühler (allgemeine Beschreibung der Einsatzmöglichkeiten)

Farbkennzeichnung	Mantel	Aderisolation	
		+ plus	- minus
Cu-CuNi DIN (U)	braun	rot	braun
Cu-CuNi IEC (T)	braun	braun	weiß
NiCr-CuNi DIN IEC 584	violett	violett	weiß
Pt13/10Rh-Pt IEC 584 R/S	orange	orange	weiß
Cu-CuNi ANSI (T)	blau	blau	rot
Fe-CuNi ANSI (J) = BS	schwarz	weiß	rot
NiCr-CuNi ANSI (E)	gelb	gelb	rot
Pt 13/10 Rh-Pt ANSI (R/S)	grün	schwarz	rot
Pt30Rh-Pt ANSI (B)	grau	grau	rot
Cu-CuNi NF (T)	blau	gelb	blau
NiCr-CuNi NF (E)	orange	gelb	orange
Fe-CuNi NF (J)	schwarz	gelb	schwarz
NiCr-Ni NF (K)	violett	gelb	violett
oder bei anderer Agl.	braun	gelb	braun
oder bei anderer Agl.	weiß	gelb	weiß
Pt13/10 Rh-Pt NF (R/S)	grün	gelb	grün
Pt30Rh-Pt NF (B)	grau	gelb	grau

### 3. Temperatur-Erfassung mit Widerstandsfühler

Die Widerstandsfühler bedienen sich eines ganz anderen Meßsystems. Durch Temperatur verändert sich der Widerstandswert von Metallen. Unterschieden werden hier NTC bzw. PTC Widerstände. In der Kunststoff-Industrie werden hauptsächlich PTC-Widerstände eingesetzt. Diese Widerstände werden auch als Kaltleiter bezeichnet. Der Widerstandswert steigt bei zunehmender Temperatur. Der Widerstand-Temperaturbeiwert ist also positiv. Der Begriff PTC-Widerstand ist aus dem Begriff positiver Temperatur Coefficient abzuleiten.

In der Kunststoffindustrie wird als Metall auf Platin (Pt) zurückgegriffen. In den meisten Fällen wird ein Meßwiderstand eingesetzt, der bei 0 °C einen Widerstand von 100 Ohm aufweist (Pt 100).

Die Temperaturerfassung bei Widerstandsfühlern erfolgt über die komplette Wirklänge des Messensors. Da eine Bohrung von 118° im Boden nie spitz zuläuft, wird der Fühler stirnseitig – dem Bohrungsdurchmesser angepasst – abgeplant, um eine größtmögliche Kontaktfläche des Kegelmantels zur Bohrung zu gewährleisten. Bei Temperaturen bis 200° C wird empfohlen, den Widerstandsfühler mit einer entsprechenden Wärmeleitpaste in die Bohrung einzusetzen.

#### 3.1 Normen für Widerstandsfühler

Die sich dann in Verbindung mit der Temperatur ändernden Ohm-Werte werden mit den zugelassenen Toleranzen in der DIN 43760 für Platin-Meßwiderstände festgelegt. Heute tritt die DIN EN 60751 an diese Stelle, welche mit der alten DIN 43760 übereinstimmt. Es werden Meßwiderstände der Güteklasse A (+ - 1,5 °C bis 200 °C) und der Güteklasse B (+ - 3 °C bis 200 °C) unterschieden.

Eingesetzt werden Glasmaßwiderstände, wo ein Platin-Draht auf einem Glaskörper gewickelt und noch einmal in Glas eingegossen werden. Durch Kostendruck wird heute weitgehend der qualitativ gleichwertige Dünschichtmeßwiderstand eingesetzt. Bei diesen Temperatur-Sensoren wird auf einem



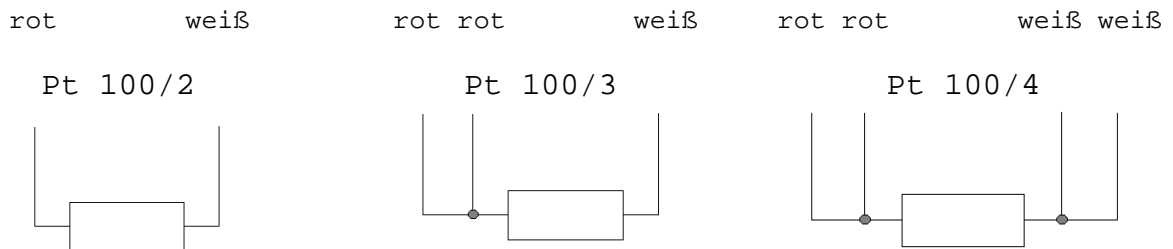
## Temperatur-Fühler (allgemeine Beschreibung der Einsatzmöglichkeiten)

eine Platin-Schicht aufgedampft. Durch dieses Verfahren können heute wesentlich kleinere und schneller ansprechende Meßwiderstände hergestellt werden.

Platin-Meßwiderstände werden von - 200 °C bis zu 850 °C eingesetzt.

### 3.2 Farbkennzeichnung von Widerstandsfühler

Die Leitungsenden werden bei einem Widerstandsfühler mit rot und weiß gekennzeichnet, die Leitung ist nicht speziell farblich gekennzeichnet. Bei der Drei-Leiterschaltung werden zwei Leitungsenden rot gekennzeichnet, ein Leitungsende weiß bei der Vier-Leiterschaltung werden je 2 Leitungsenden rot und weiß gekennzeichnet.



### 3.3 Verlängerung von Widerstandsfühlern

Bei den Widerstandsfühlern ist keine spezielle Leitung zur Verlängerung der Temperatur-Fühler erforderlich. Die Verlängerung kann mit einer handelsüblichen Kupfer-Leitung vorgenommen werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß der Leitungsquerschnitt nicht zu klein gewählt wird, damit nicht der Leitungswiderstand eine starke Meßdifferenz zur Folge hat (Behebung dieser Meßdifferenz siehe unter 3.4).

### 3.4 3- bzw. 4-Leiterschaltung

Um Meßfehler auszuschalten, werden die Temperatur-Fühler teilweise mit 3- bzw. 4-Leiterschaltung ausgerüstet. Hierbei werden ein bzw. beide Anschlußenden des Meßwiderstandes doppelt bis zu dem jeweiligen dafür vorgesehenen Meßgerät geführt, die Kompensation erfolgt dann in dem jeweiligen Gerät.

### 3.5 weitere Widerstandsfühler-Arten

Es gibt auch andere Ausführungen der Meßwiderstände. Zu nennen sind hier z.B. Widerstände mit einem Widerstand von 50 Ohm bei 0 °C (Pt 50) oder Meßwiderstände, die keine Platinwicklung bzw. Beschichtung haben, sondern mit Nickel, Kupfer, Aluminium, Silber oder Wolfram die Temperatur-Abhängigkeit erfassen.

Der zweite große Bereich, wie bereits erwähnt, sind die NTC-Widerstände. Diese Meßwiderstände verringern ihren Widerstand mit zunehmender Temperatur. Der Widerstands-Temperaturbeiwert ist also negativ. Die Bezeichnung NTC-Widerstand ist auch hierbei aus dem Begriff negativer Temperatur Coeffizient abzuleiten. Die Kennlinie dieser Widerstände ist allerdings nicht in einer spezifischen Norm festgelegt. Die Kennlinien werden von Fall zu Fall den entsprechenden Umständen angepaßt. Durch die genaue Anpassung der Meßwiderstände an die Gegebenheiten kann hier eine äußerst genaue Temperatur-Erfassung durchgeführt werden, diese Fühlerart wird häufig in der Zentral-Heizungs-Regelung eingesetzt (Messung der Vorlauftemperatur, Außentemperatur etc.).

