

# HeatTex – Entwicklung eines hautfreundlichen textilintegrierten Indikatorsystems

*Dr. Lajos Szabó*  
*Jena, 19.05.2026*

# Vorstellung der TITK Group



TITK e.V.

- 1991 gegründet
- Forschungsbereiche:
  - Native Polymere und Chemische Forschung
  - Textil- und Werkstoff-Forschung
  - Kunststoff-Forschung
  - Funktionspolymersysteme



OMPG mbH

- 1992 gegründet
- Akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO / IEC 17025
- Prüfdienstleistungen für Textilien, Faserverbundwerkstoffe, Kunststoffe usw.



smartpolymer GmbH

- 2014 gegründet
- Vermarktung und Produktion der Entwicklungen des TITK
  - Cell Solution® Funktionsfasern
  - smartFlock® Flockapplikatoren
  - smartPCM Latentwärmespeicher



# Products of TITK (Smart Polymer)



*Cell Solution®  
CLIMA*

Cools and heats in its unique way throughout the entire product life



*Cell Solution®  
SKIN CARE –  
Vitamin E*

Textile skin care.



*Cell Solution®  
PROTECTION*

Active protection against biting insects



*SmartZINC hot  
melt*

Highly active zinc formulation for fibers, films and surfaces



*smartFLOCK®*

For applications in the fields of cosmetics, medicine, dental and more.



*smartMELAMINE®*

A NEW nonwoven made of pure Melamine.



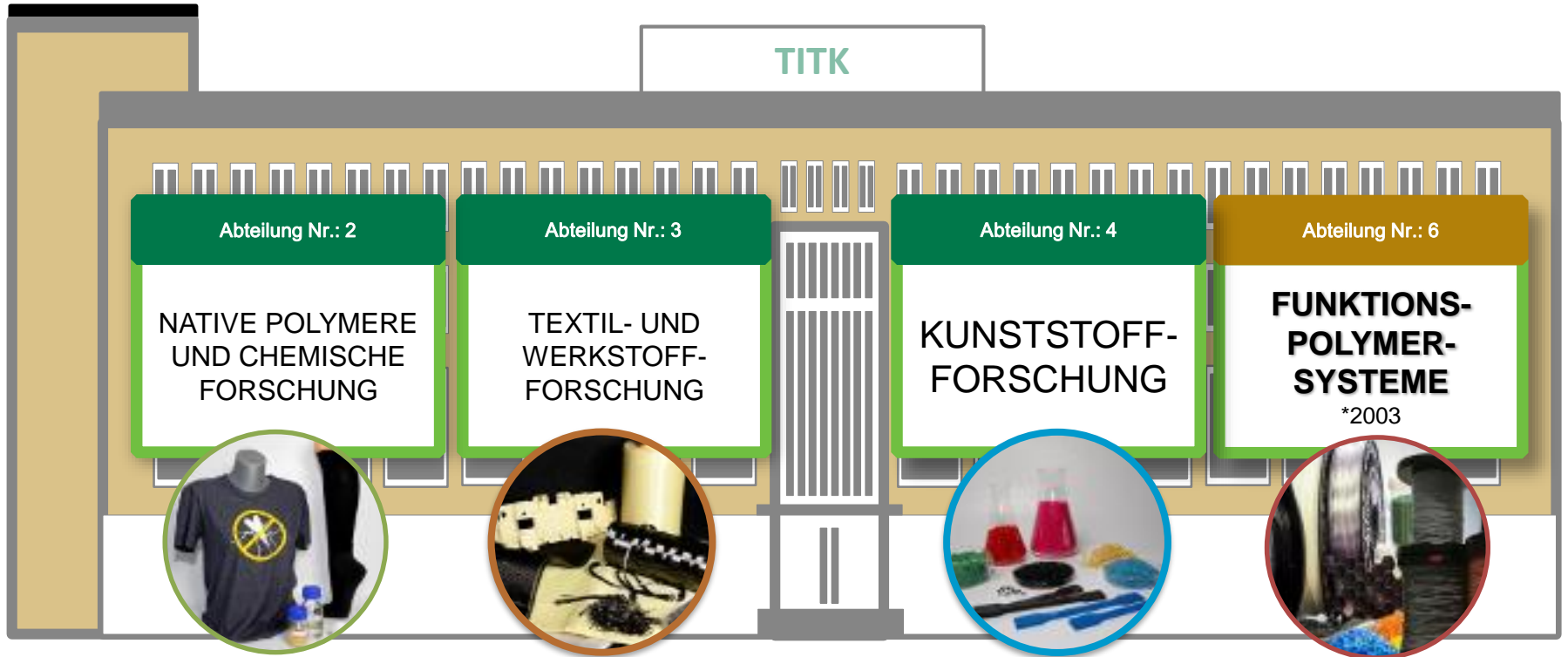
*smartPCM  
PCM-heat and cold  
storage polymer  
materials*

Phase Change Materials

[www.smartpolymer.de](http://www.smartpolymer.de)

- Team von ung. **150** Wissenschaftlern, Laboranten, technischen und kaufmännischen Assistenten.
- Forschungskompetenz **von Fasern** (im Textil) **bis** zu hochmodernen **Polymermaterialien**.
- TITK ist ein **industrienahe**s Forschungsinstitut
- TITK spielt auch eine wichtige Rolle in der beruflichen **Ausbildung** junger Männer und Frauen





# NATIVE POLYMERE UND CHEMISCHE FORSCHUNG



Faserentwicklungen



Funktions- und Naturpolymere



Klebstoffe



Andere Verformungsverfahren



Polymer- und Lösungscharakterisierung



Schäume



Faserverbundwerkstoffe



Prüfmethodenentwicklung



Textile Halbzeuge



Gummi/Elastomere

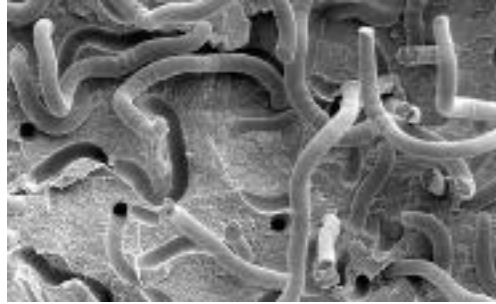


Textile Laminate





**Synthese**



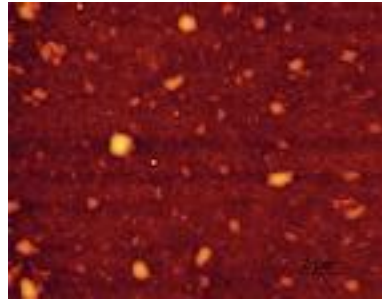
**Faserverstärkte  
Kunststoffe**



**Funktionalisierte Kunststoffe**



**Herstellung von  
Guss-Polyamid**



**Nanocomposites**



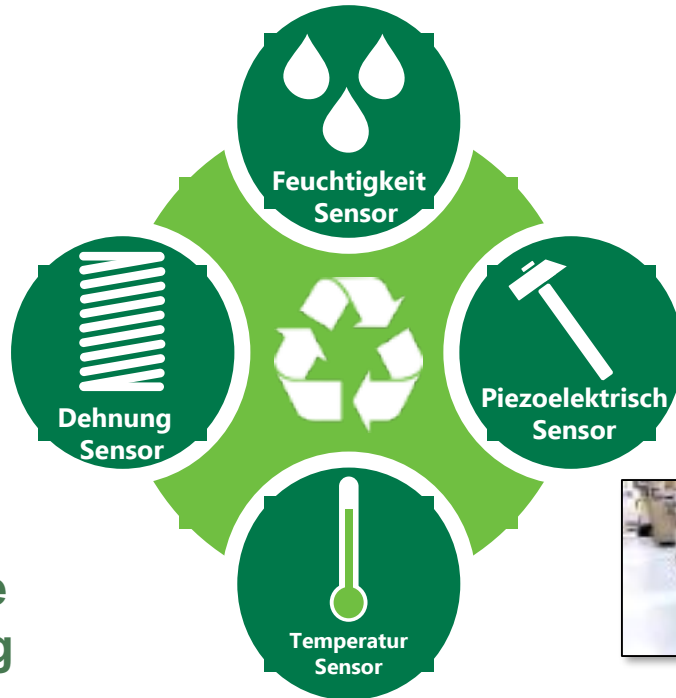
**Bildgebung medizinischer  
Instrumente**



**ANTIBACTERIAL  
Antimikrobielle  
Kunststoffe**



Additive und subtraktive  
Manufacturing, Messung



Polymerelektronik



Bi-Komponenten-  
Schmelzspinntechnologie

- **Projekttitle: Entwicklung eines intelligenten textilintegrierten, hautfreundlichen Sensorsystems mit guter Haptik.**
- **Kurztitel: *HeatTex***
- **Forschung Stelle: Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung Rudolstadt e.V.**
- **Antragsvolumen: 265.000,00 EURO**
- **Projektzeit: 24 Monaten**

# Ungeklärte Todesfälle in Karlsruhe



**SPIEGEL Wissenschaft**

Statistik-Studie

## Hitze-Sommer 2003 hat 70.000 Europäer getötet

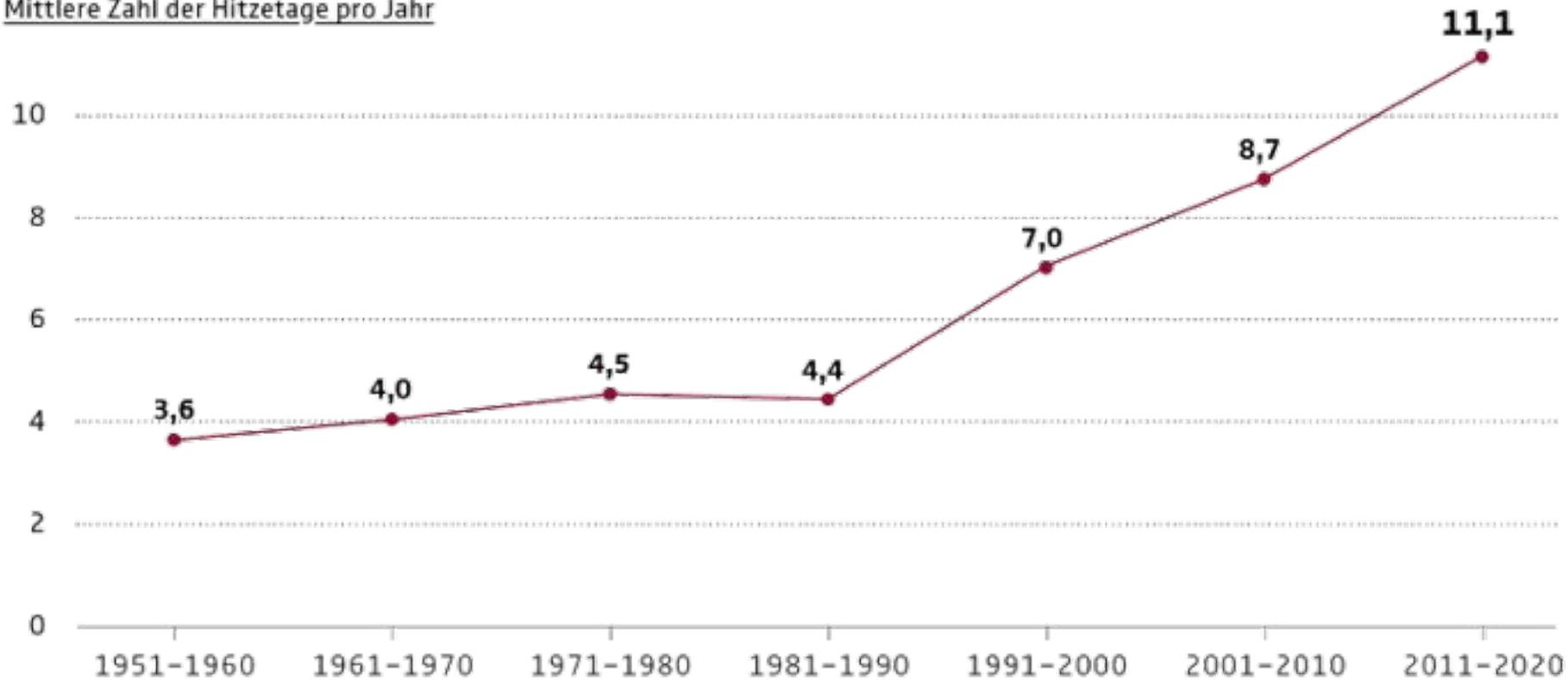
Der Rekordsommer 2003 hat bei weitem mehr Todesopfer gefordert als bislang angenommen. Einer neuen Studie zufolge sind der sengenden Hitze rund 70.000 Menschen zum Opfer gefallen.

23.03.2007, 17:43 Uhr

# Hitzetage - mit Temperaturen über 30 Grad

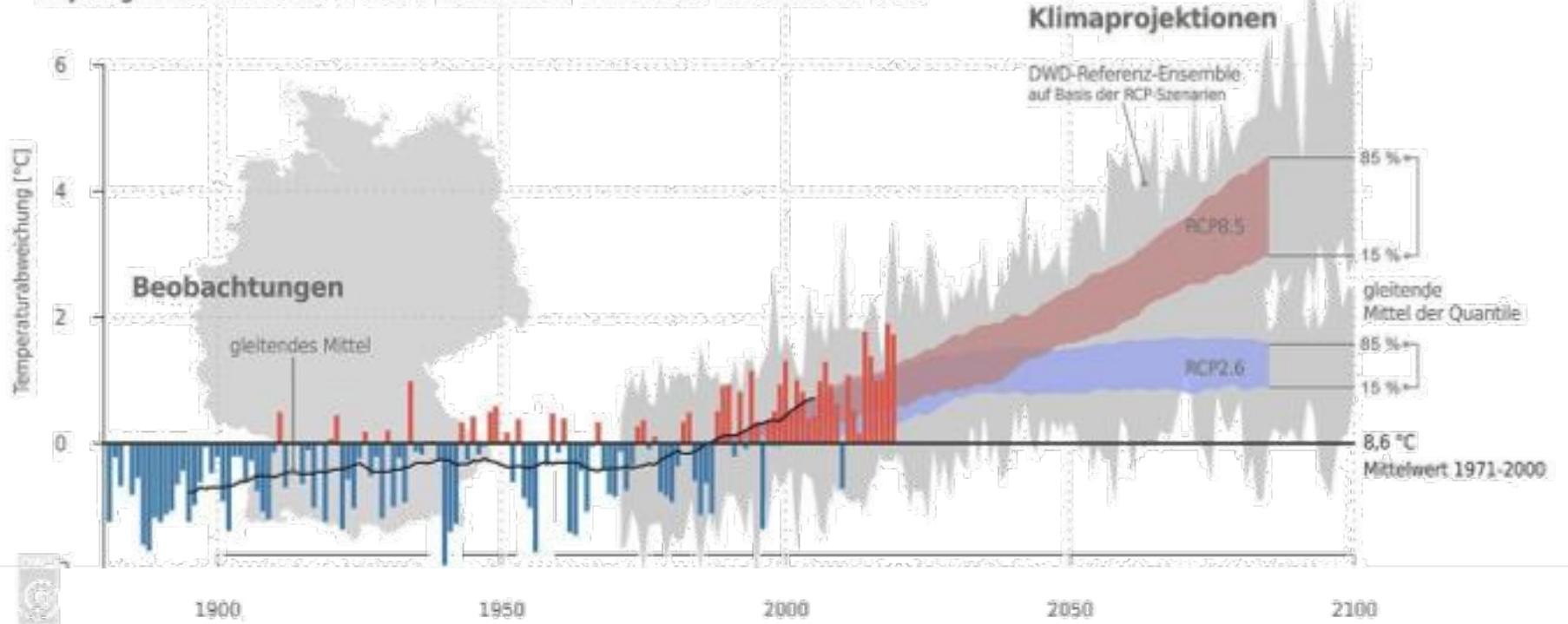


Mittlere Zahl der Hitzetage pro Jahr



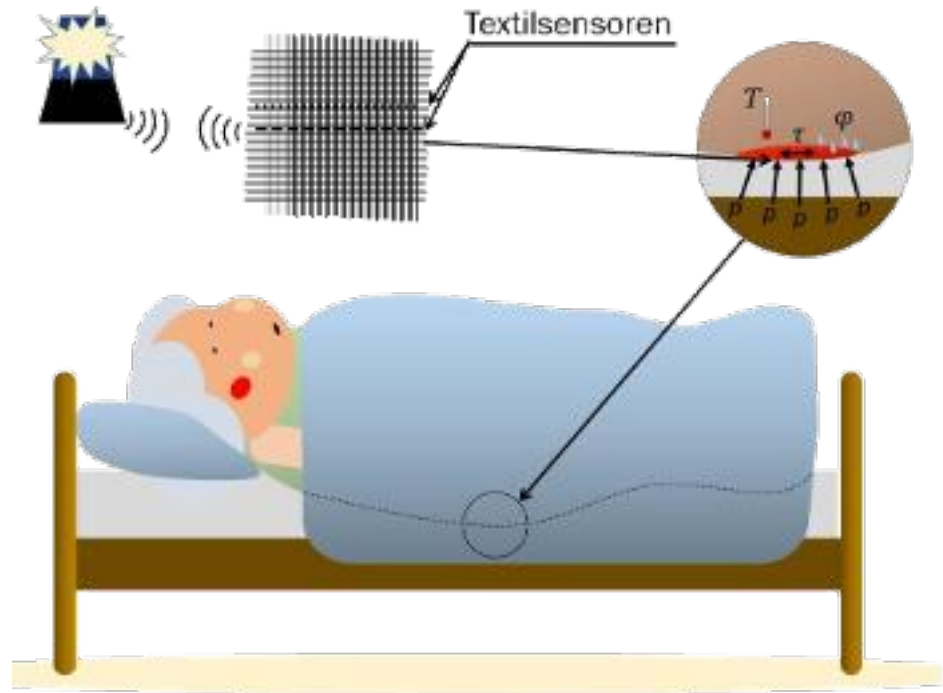
# Hitzetage - mit Temperaturen über 30 Grad

Abgebildet sind die **positiven** und **negativen** Abweichungen der Lufttemperatur vom vieljährigen Mittelwert 1971 - 2000 sowie die zu erwartende Zunahme bis 2100



## Ziel des Forschungsvorhabens

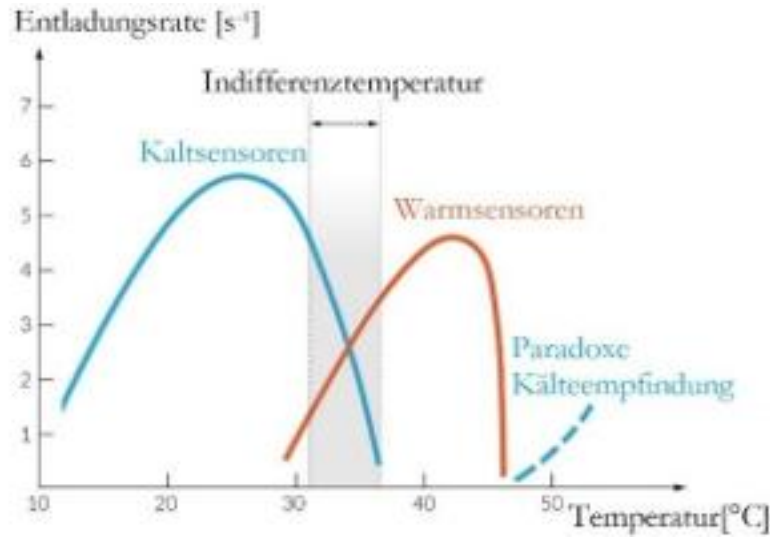
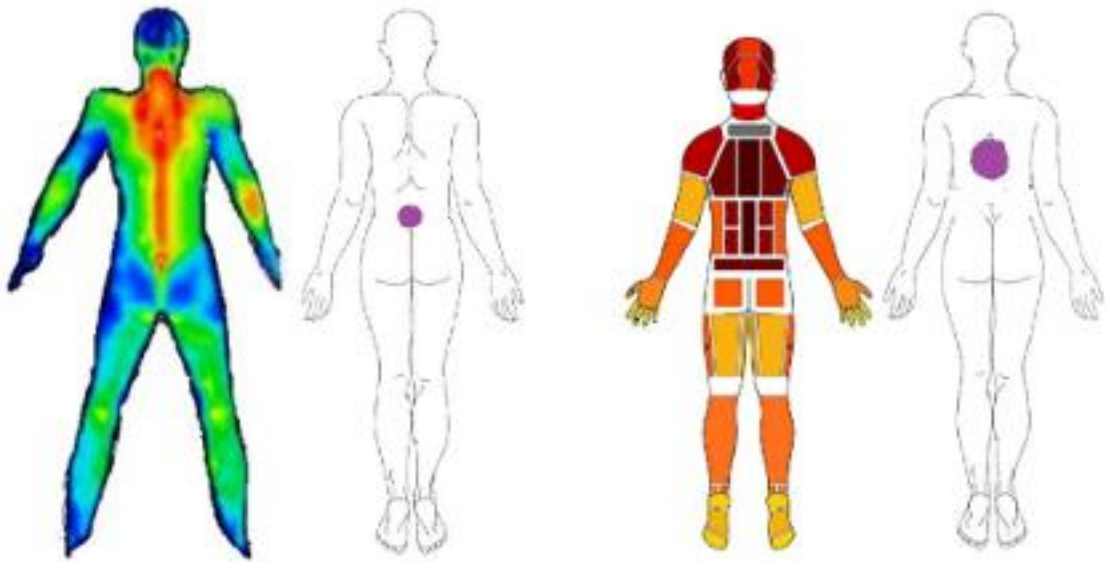
Mit den textile-integrierten, hautfreundlichen Sensoren das Umfeld beobachten, und bei erhöhtem Risikofaktor ein **Vorwarnungssystem** initiieren, um die Entstehung oder **Eskalation von Hitzestau** zu vermeiden.



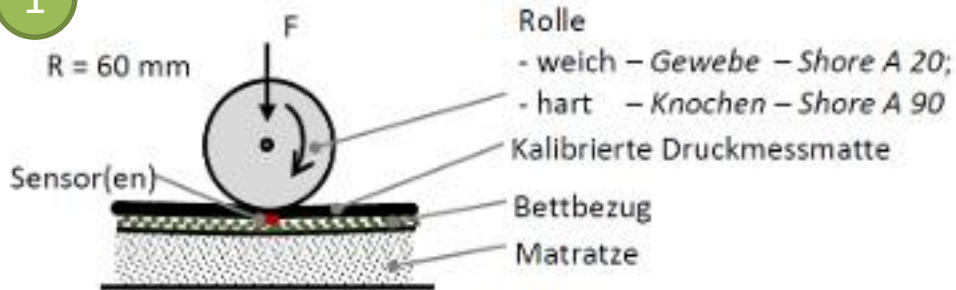
Das Sensorsystem soll mithin die folgenden Anforderungen erfüllen:

- chemisch beständig und hautfreundlich (Zytotoxizitätsbewertung gemäß EN ISO 10993-5)
- waschbar und chemisch desinfizierbar (mindesten 30 Wäschen bei 30 °C)
- Messgenauigkeit: Temp: erkennbar Tendenzen / Nässesensor: Ja/Nein
- Stückpreis < 2,50 Euro
- Flexibilität ohne Einfluss auf die Messwerte
- Bügeln bei geringer Temperatur (max. 110 °C)
- Größe max. 25 mm x 25 mm

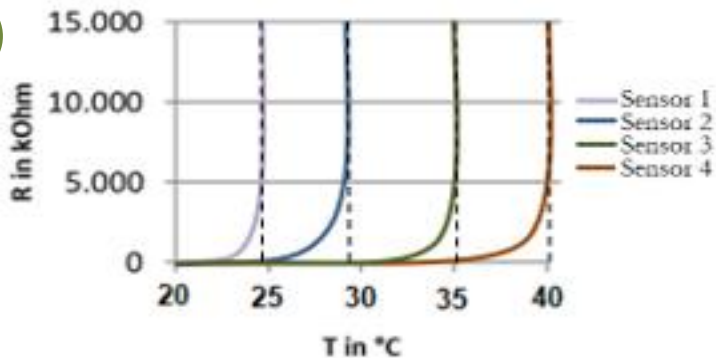
# Temperatur- und Schweißentwicklung und ideale Sensorpositionen



1



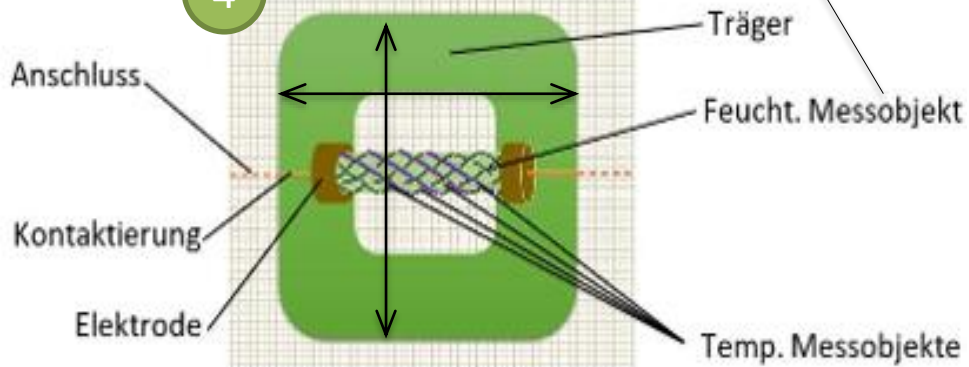
2



3



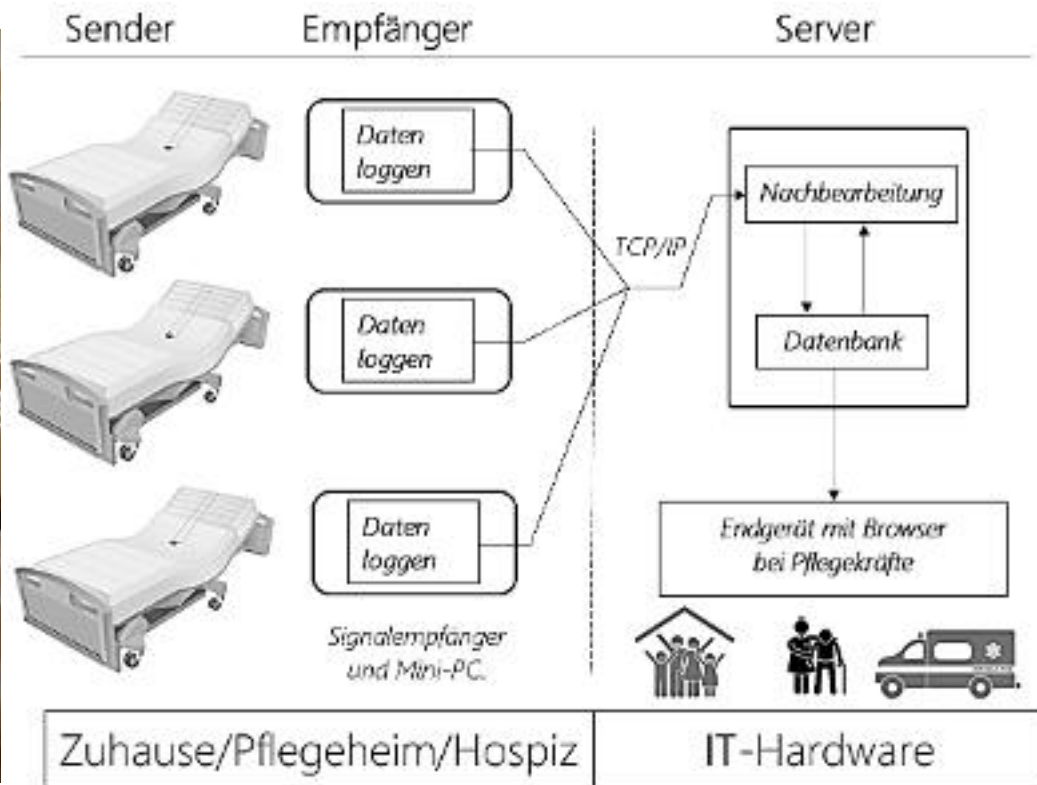
4



# Unsere Vision



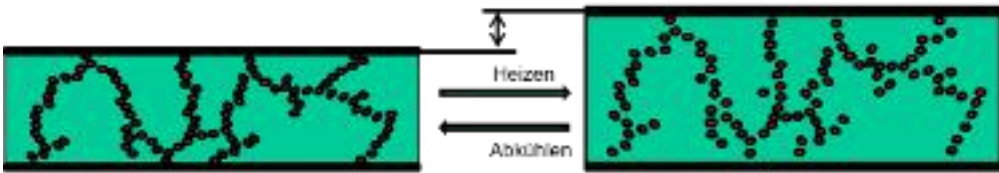
# Unsere Vision, eingebettet in das System



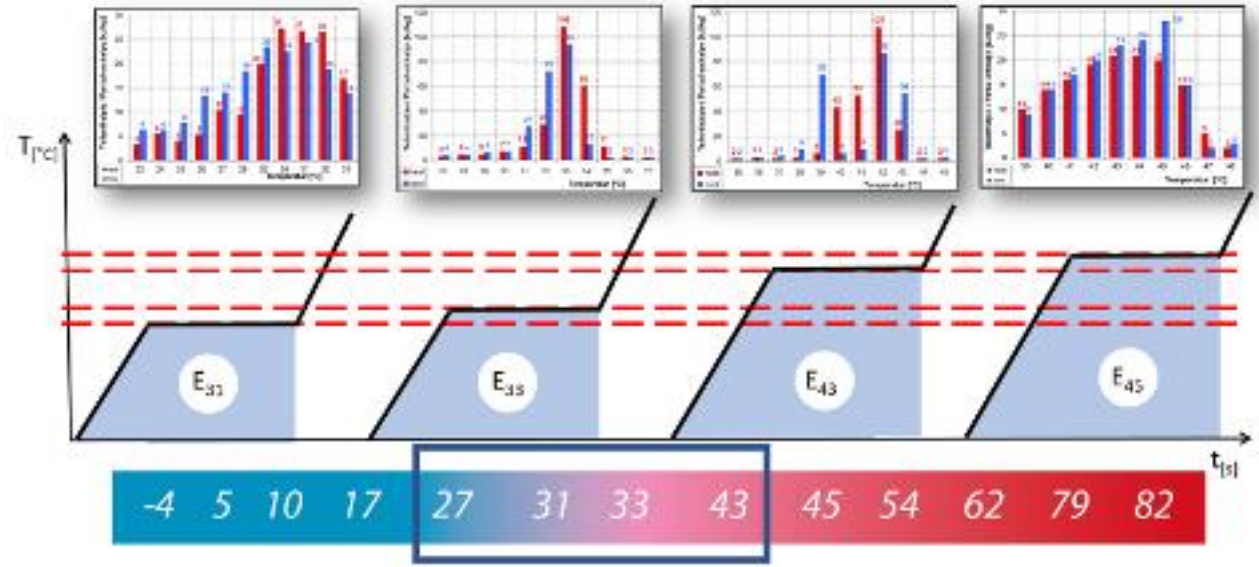
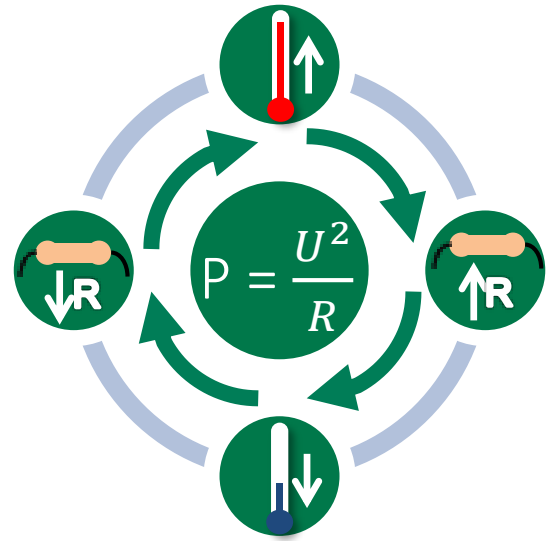
# Bestimmung der kleinstmöglichen Sensorfläche



# Bestimmung der kleinstmöglichen Sensorfläche

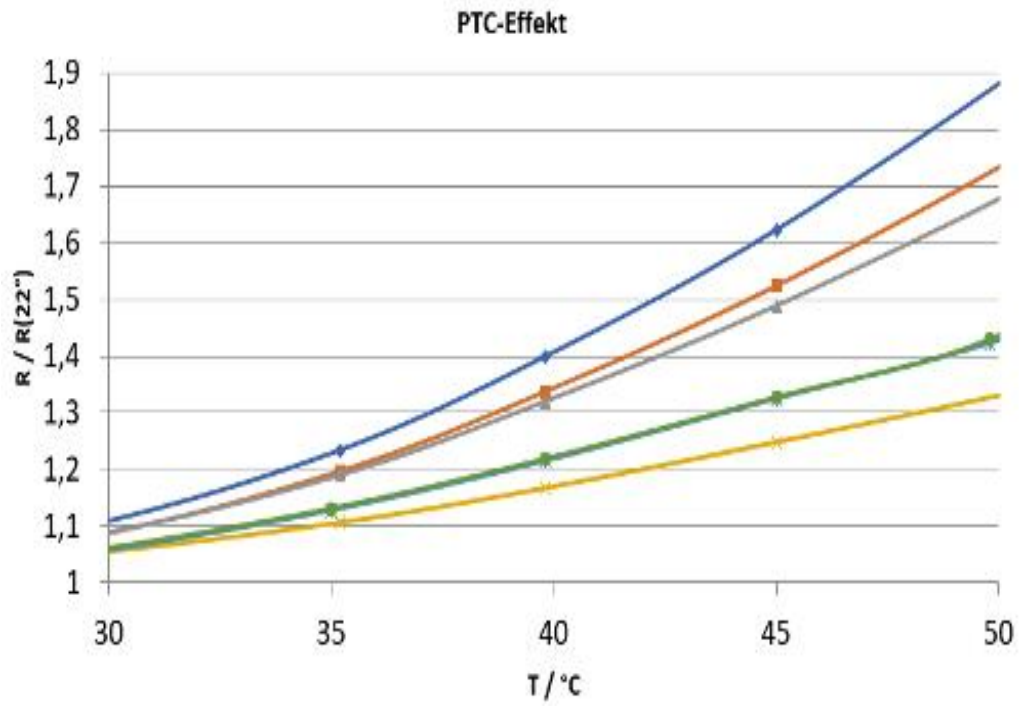


## PCM-Phasenwechselmaterial



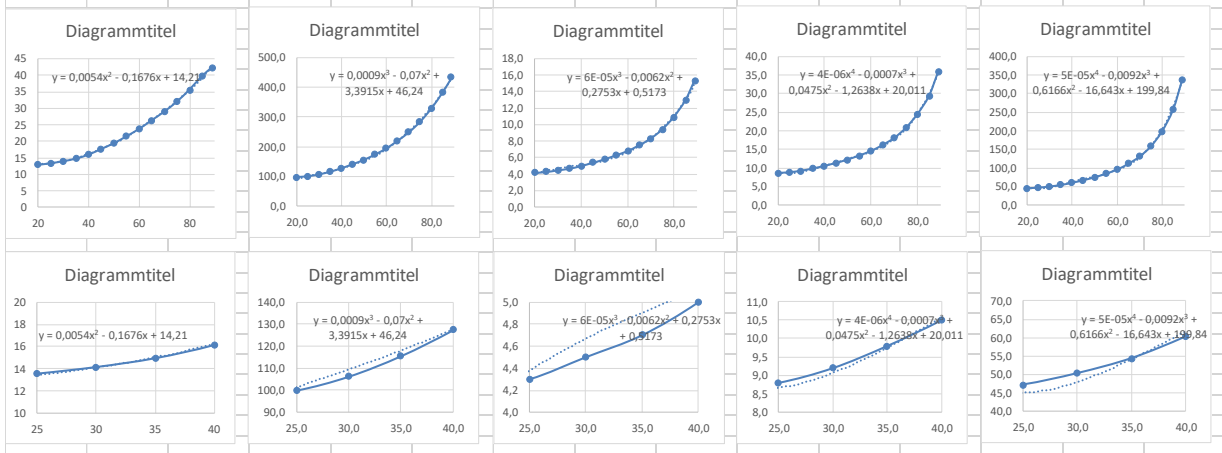
# Test für Bestimmung PTC-Effekt des Compounds I.

Nr.	Widerstand (1 m länge)		%	
	ursprünglich @ 21°C(Ω)	aufheizen @ 80°C (Ω)		
1	111,25 K	105,7 K	5	↓
2	13,15 M	10,06 M	30	↓
3	(mehr als 40M)	1,506 M		
4	3,06 M	2,734 M	12	↓
5	1,065 M	1,206 M	11	↑
6	480,1 K	535 K	10	↑
7	102,2 K	110,5 K	7	↑
8	87,2 K	92,7 K	6	↑
9	(mehr als 40M)	(mehr als 40M)		



# Test für Bestimmung PTC-Effekt des Compounds II.

PP 1		PP 2		PP 3		PP 4		PP 5	
20	13	20,0	96,8	20,0	4,2	20,0	8,6	20,0	45,7
25	13,5	25,0	99,9	25,0	4,3	25,0	8,8	25,0	47,3
30	14,1	30,0	106,2	30,0	4,5	30,0	9,2	30,0	50,4
35	14,9	35,0	115,5	35,0	4,7	35,0	9,8	35,0	54,5
40	16,1	40,0	127,3	40,0	5,0	40,0	10,5	40,0	60,4
45	17,8	45,0	141,0	45,0	5,4	45,0	11,3	45,0	67,4
50	19,5	50,0	155,9	50,0	5,8	50,0	12,2	50,0	75,2
55	21,6	55,0	174,2	55,0	6,3	55,0	13,3	55,0	84,8
60	23,8	60,0	195,0	60,0	6,8	60,0	14,5	60,0	96,1
65	26,4	65,0	220,8	65,0	7,5	65,0	16,1	65,0	111,6
70	29	70,0	249,4	70,0	8,3	70,0	18,0	70,0	130,9
75	32	75,0	285,2	75,0	9,4	75,0	20,7	75,0	158,2
80	35,6	80,0	330,4	80,0	10,9	80,0	24,4	80,0	198,7
85	39,7	85,0	384,5	85,0	12,9	85,0	29,3	85,0	257,7
89	42,3	89,0	434,2	89,0	15,3	89,0	35,9	89,0	336,7



# Analyse Feuchtesensoren



Versuchsaufbau und beschreibung				
Wartenzzeit:	20 Min	pro Behälter		
Datum und Zeit auf der LCD:				
33%	53%	75%	97%	ZEIT
				Bitte ausfüllen! START at Z.B.: 10:12
06:00				
06:20				
06:40				
07:00				
07:20				
07:40				
08:00				
08:20				
08:40				
09:00				
09:20				
09:40				
10:00				
10:20				
10:40				
11:00				
11:20				
11:40				
12:00				
12:20				
12:40				
13:00				
13:20				
13:40				
14:00				



06.10.2025	08:15:40	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	46.63	R1	14255,95	R2	14587,54	R3	13933,19	R4	15429,02	R5	15007,19	R6	15566,12
07.10.2025	08:15:41	HTU21[*]C:	22.56	HTU21[*]%:	46.53	R1	14258,21	R2	14589,86	R3	13935,39	R4	15429,02	R5	15007,19	R6	15566,12
08.10.2025	08:15:42	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	46.41	R1	14260,47	R2	14594,54	R3	13937,59	R4	15433,98	R5	15011,99	R6	15568,63
09.10.2025	08:15:43	HTU21[*]C:	22.57	HTU21[*]%:	46.31	R1	14262,72	R2	14596,81	R3	13941,98	R4	15438,94	R5	15014,39	R6	15573,64
10.10.2025	08:15:45	HTU21[*]C:	22.61	HTU21[*]%:	46.22	R1	14264,98	R2	14599,13	R3	13944,98	R4	15441,92	R5	15016,79	R6	15573,64
11.10.2025	08:15:46	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	46.15	R1	14267,24	R2	14601,45	R3	13944,18	R4	15446,39	R5	15019,19	R6	15576,15
12.10.2025	08:15:47	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	46.08	R1	14267,24	R2	14601,45	R3	13946,38	R4	15448,87	R5	15021,59	R6	15576,15
13.10.2025	08:15:49	HTU21[*]C:	22.61	HTU21[*]%:	45.96	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13946,38	R4	15448,87	R5	15021,59	R6	15578,66
14.10.2025	08:15:50	HTU21[*]C:	22.61	HTU21[*]%:	45.89	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13948,58	R4	15453,84	R5	15021,59	R6	15578,66
15.10.2025	08:15:51	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	45.78	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13948,58	R4	15453,84	R5	15023,99	R6	15581,17
16.10.2025	08:15:53	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	45.71	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13948,58	R4	15453,84	R5	15023,99	R6	15581,17
17.10.2025	08:15:54	HTU21[*]C:	22.61	HTU21[*]%:	45.63	R1	14271,76	R2	14606,1	R3	13948,58	R4	15453,84	R5	15023,99	R6	15581,17
18.10.2025	08:15:55	HTU21[*]C:	22.61	HTU21[*]%:	45.57	R1	14271,76	R2	14603,77	R3	13950,78	R4	15453,84	R5	15023,99	R6	15583,68
19.10.2025	08:15:56	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	45.48	R1	14271,76	R2	14606,1	R3	13948,58	R4	15453,84	R5	15023,99	R6	15581,17
20.10.2025	08:15:58	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	45.42	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13948,58	R4	15451,35	R5	15023,99	R6	15581,17
21.10.2025	08:15:59	HTU21[*]C:	22.57	HTU21[*]%:	45.34	R1	14271,76	R2	14606,1	R3	13950,78	R4	15453,84	R5	15026,39	R6	15581,17
22.10.2025	08:16:00	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	45.28	R1	14269,5	R2	14606,1	R3	13948,58	R4	15451,35	R5	15023,99	R6	15583,68
23.10.2025	08:16:02	HTU21[*]C:	22.57	HTU21[*]%:	45.21	R1	14271,76	R2	14606,1	R3	13948,58	R4	15451,35	R5	15023,99	R6	15583,68
24.10.2025	08:16:03	HTU21[*]C:	22.56	HTU21[*]%:	45.16	R1	14271,76	R2	14606,1	R3	13948,58	R4	15451,35	R5	15023,99	R6	15581,17
25.10.2025	08:16:04	HTU21[*]C:	22.61	HTU21[*]%:	45.07	R1	14271,76	R2	14606,1	R3	13948,58	R4	15451,35	R5	15023,99	R6	15581,17
26.10.2025	08:16:05	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	45.03	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13950,78	R4	15451,35	R5	15023,99	R6	15581,17
27.10.2025	08:16:07	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.97	R1	14269,5	R2	14606,1	R3	13948,58	R4	15451,35	R5	15026,39	R6	15581,17
28.10.2025	08:16:08	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	44.91	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13948,58	R4	15451,35	R5	15023,99	R6	15581,17
29.10.2025	08:16:09	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	44.86	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13948,58	R4	15448,87	R5	15023,99	R6	15578,66
30.10.2025	08:16:11	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.80	R1	14269,5	R2	14603,77	R3	13948,58	R4	15451,35	R5	15023,99	R6	15578,66
31.10.2025	08:16:12	HTU21[*]C:	22.57	HTU21[*]%:	44.75	R1	14267,24	R2	14603,77	R3	13948,58	R4	15448,87	R5	15023,99	R6	15578,66
01.11.2025	08:16:13	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.72	R1	14267,24	R2	14603,77	R3	13946,38	R4	15448,87	R5	15023,99	R6	15578,66
02.11.2025	08:16:15	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.65	R1	14267,24	R2	14603,77	R3	13946,38	R4	15448,87	R5	15023,99	R6	15578,66
03.11.2025	08:16:16	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	44.61	R1	14267,24	R2	14601,45	R3	13946,38	R4	15448,87	R5	15021,59	R6	15578,66
04.11.2025	08:16:17	HTU21[*]C:	22.61	HTU21[*]%:	44.57	R1	14267,24	R2	14601,45	R3	13946,38	R4	15448,87	R5	15021,59	R6	15576,15
05.11.2025	08:16:18	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.52	R1	14267,24	R2	14601,45	R3	13946,38	R4	15448,87	R5	15021,59	R6	15576,15
06.11.2025	08:16:20	HTU21[*]C:	22.57	HTU21[*]%:	44.50	R1	14264,98	R2	14601,45	R3	13944,18	R4	15448,87	R5	15021,59	R6	15576,15
07.11.2025	08:16:21	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.45	R1	14264,98	R2	14599,13	R3	13944,18	R4	15448,87	R5	15019,19	R6	15576,15
08.11.2025	08:16:22	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.40	R1	14264,98	R2	14599,13	R3	13944,18	R4	15446,39	R5	15019,19	R6	15576,15
09.11.2025	08:16:24	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.36	R1	14262,72	R2	14599,13	R3	13944,18	R4	15446,39	R5	15019,19	R6	15573,64
10.11.2025	08:16:25	HTU21[*]C:	22.61	HTU21[*]%:	44.32	R1	14262,72	R2	14596,81	R3	13944,18	R4	15446,39	R5	15019,19	R6	15571,14
11.11.2025	08:16:26	HTU21[*]C:	22.60	HTU21[*]%:	44.28	R1	14262,72	R2	14596,81	R3	13941,98	R4	15443,9	R5	15019,19	R6	15573,64
12.11.2025	08:16:28	HTU21[*]C:	22.57	HTU21[*]%:	44.25	R1	14262,72	R2	14596,81	R3	13944,18	R4	15443,9	R5	15016,79	R6	15571,14
13.11.2025	08:16:29	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.22	R1	14262,72	R2	14596,81	R3	13941,98	R4	15443,9	R5	15016,79	R6	15571,14
14.11.2025	08:16:30	HTU21[*]C:	22.58	HTU21[*]%:	44.18	R1	14260,47	R2	14594,5	R3	13939,19	R4	15443,9	R5	15016,79	R6	15571,14

# Test für Bestimmung PTC-Effekt des Compounds III.

			20,00%	24,00%	17,00%	19,00%	18,00%				
			40-32	90-67	299-248	458-367	897-734				
Temperatur	Nässe OFF	Nässe ON	Sensor 2	Sensor 5	Sensor 1	Sensor 4	Sensor 3	Patch			
[°c]	R <sub>N</sub> [kOhm]	R <sub>N</sub> [kOhm]	R <sub>S1</sub> [kOhm]	R <sub>S2</sub> [kOhm]	R <sub>S3</sub> [kOhm]	R <sub>S4</sub> [kOhm]	R <sub>S4</sub> [kOhm]	R <sub>SUMM</sub> [kOhm]		Nässe OFF	Nässe ON
25	10	5000	100,34	44,92125	13,395	8,7285	4,4623	0,545548918		0,54554892	0,44574892
26	10	5000	101,9174	45,0932	13,5028	8,786904	4,53846	0,540191659		0,54019166	0,44039166
27	10	5000	103,4952	45,46885	13,6214	8,863564	4,61158	0,534736109		0,53473611	0,43493611
28	10	5000	105,0788	46,0248	13,7508	8,956824	4,68202	0,529196869		0,52919687	0,42939687
29	10	5000	106,6736	46,73885	13,891	9,065124	4,75014	0,523591924		0,52359192	0,42379192
30	10	5000	108,285	47,59	14,042	9,187	4,8163	0,517940357		0,51794036	0,41814036
31	10	5000	109,9184	48,55845	14,2038	9,321084	4,88086	0,512260677		0,51226068	0,41246068
32	10	5000	111,5792	49,6256	14,3764	9,466104	4,94418	0,506569667		0,50656967	0,40676967
33	10	5000	113,2728	50,77405	14,5598	9,620884	5,00662	0,50088171		0,50088171	0,40108171
34	10	5000	115,0046	51,9876	14,754	9,784344	5,06854	0,495208456		0,49520846	0,39540846
35	10	5000	116,78	53,25125	14,959	9,9555	5,1303	0,489558764		0,48955876	0,38975876
36	10	5000	118,6044	54,5512	15,1748	10,133464	5,19226	0,483938819		0,48393882	0,38413882
37	10	5000	120,4832	55,87485	15,4014	10,317444	5,25478	0,478352369		0,47835237	0,37855237
38	10	5000	122,4218	57,2108	15,6388	10,506744	5,31822	0,472801025		0,47280102	0,37300102
39	10	5000	124,4256	58,54885	15,887	10,700764	5,38294	0,467284591		0,46728459	0,36748459
40	10	5000	126,5	59,88	16,146	10,899	5,4493	0,461801395	15,35%	0,4618014	0,3620014

# Konfigurationsraum für das Sorseil

S wie Seele \_\_\_\_\_ -weniger = dünnere Sensor\_\_\_\_\_

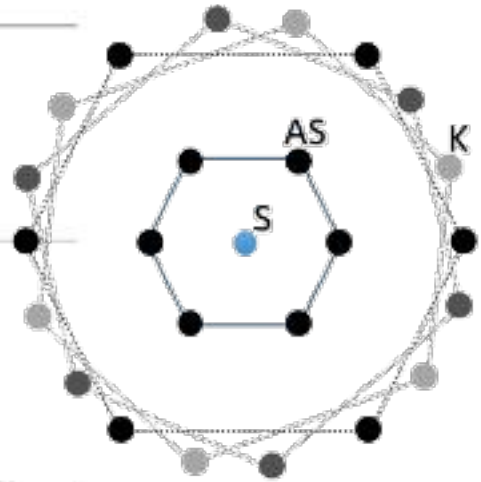
- S<sub>1</sub> - **keine Seele** TOP2
- S<sub>2</sub> - **Träger Seele**
- S<sub>3</sub> - **PTZ Seele** TOP3
- S<sub>4</sub> - **Feuchte Seele** TOP1

AS wie Äußerenseele \_\_\_\_\_ -symmetrisches Aufbau gewünscht\_\_\_\_\_

- AS<sub>1</sub> - **2 PIC + 4 Träger**
- AS<sub>2</sub> - **8 PIC + 8 Träger**
- AS<sub>3</sub> - **4 PIC + 2 Träger**
- AS<sub>4</sub> - **2 PIC + 2 Träger + 2 Knechte**
- AS<sub>5</sub> - **4 PIC + 2 Knechte**

K wie Köppl \_\_\_\_\_ -weniger = dünnere Sensor\_\_\_\_\_

- K - **6 Filament**
- K - **12 Filament**
- K - **18 Filament**
- K - **6 Wärmeleitfähige Filament**
- K - **12 Wärmeleitfähige Filament**
- K - **18 Wärmeleitfähige Filament**



Der Rundflechtprozess wurde auf der HERZOG RU 1/12 80



Fünf Sorseile mit einer Länge von jeweils ca. 5 m wurde hergestellt

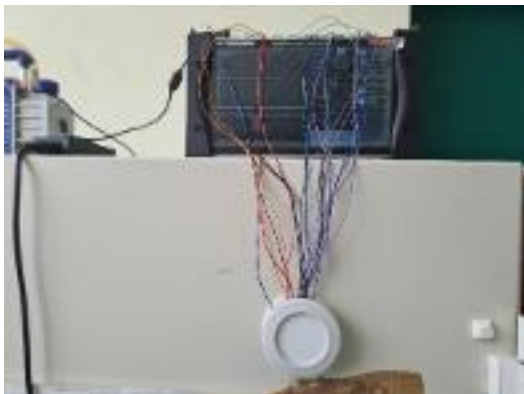
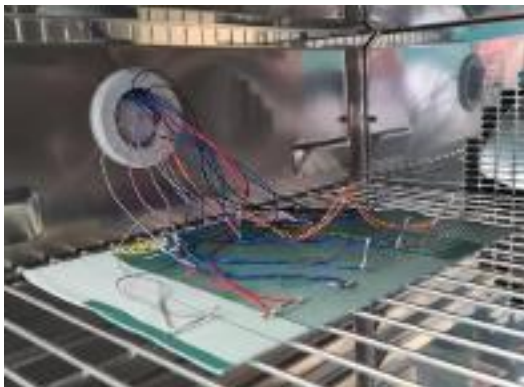
# Testkonfiguration für das Sensorseil



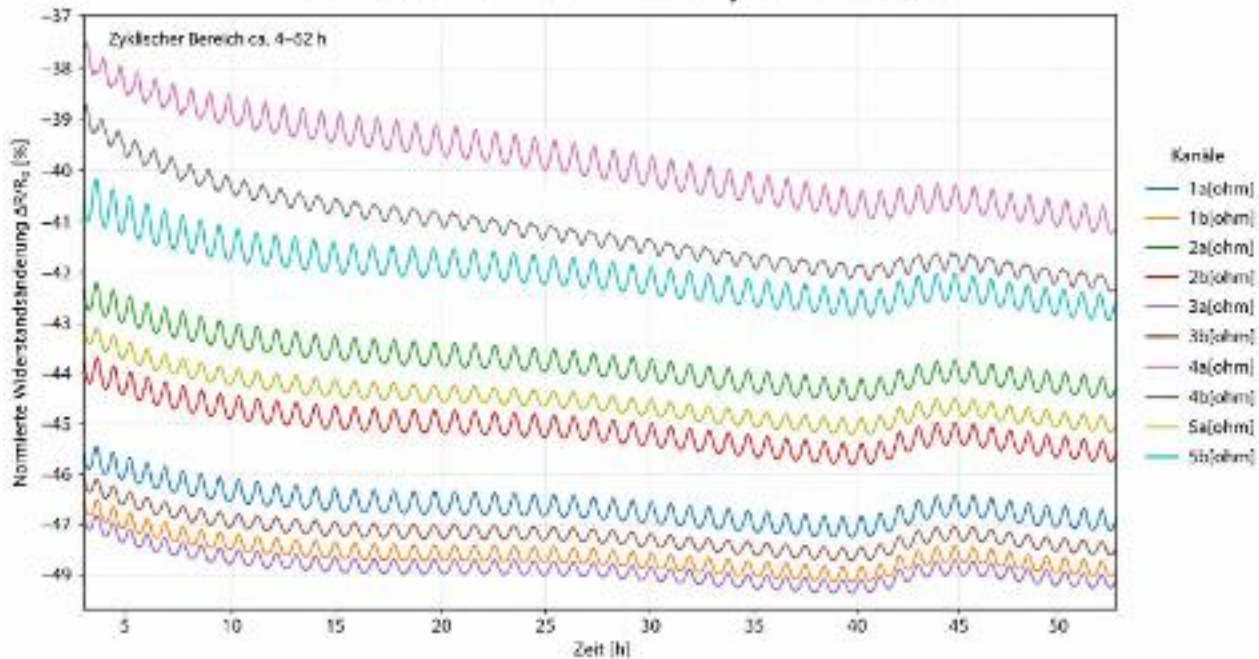
*Es wurde vier temperatursensitive Filamente und ein Cellulose basierter Feuchtesensor kombiniert*



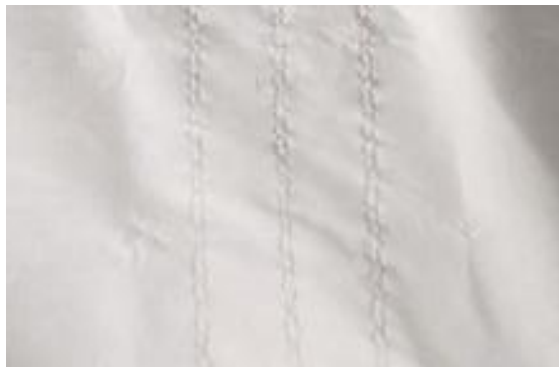
# Klimatest für das Sensorseil



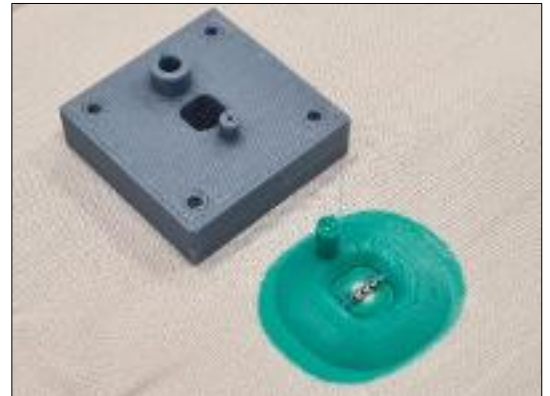
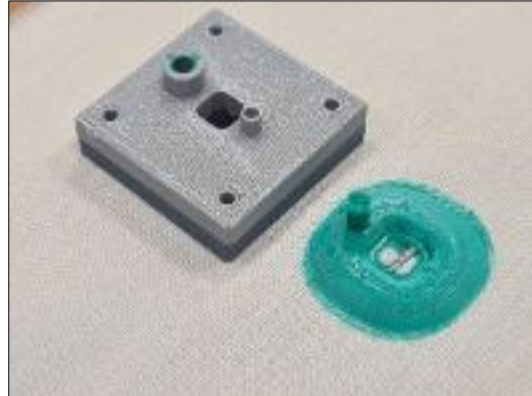
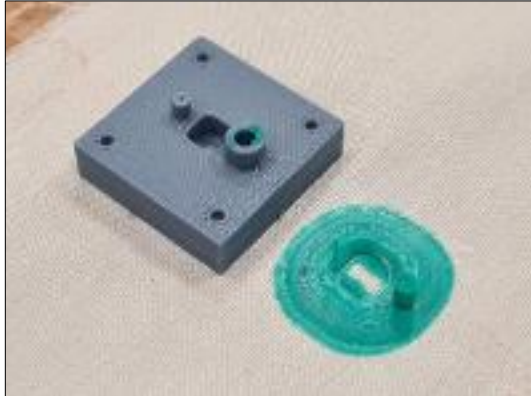
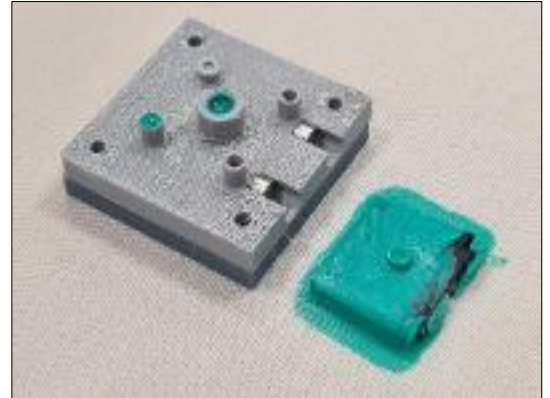
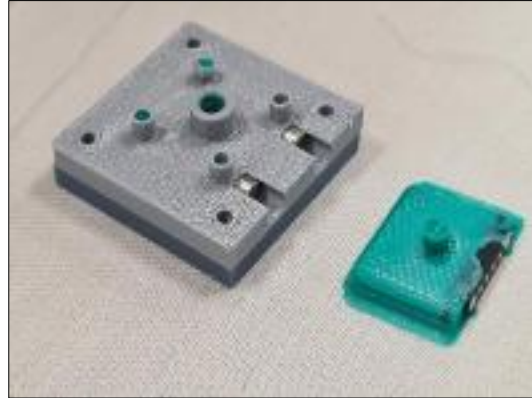
### Klimatest PTC – Einzelkanäle im zyklischen Bereich



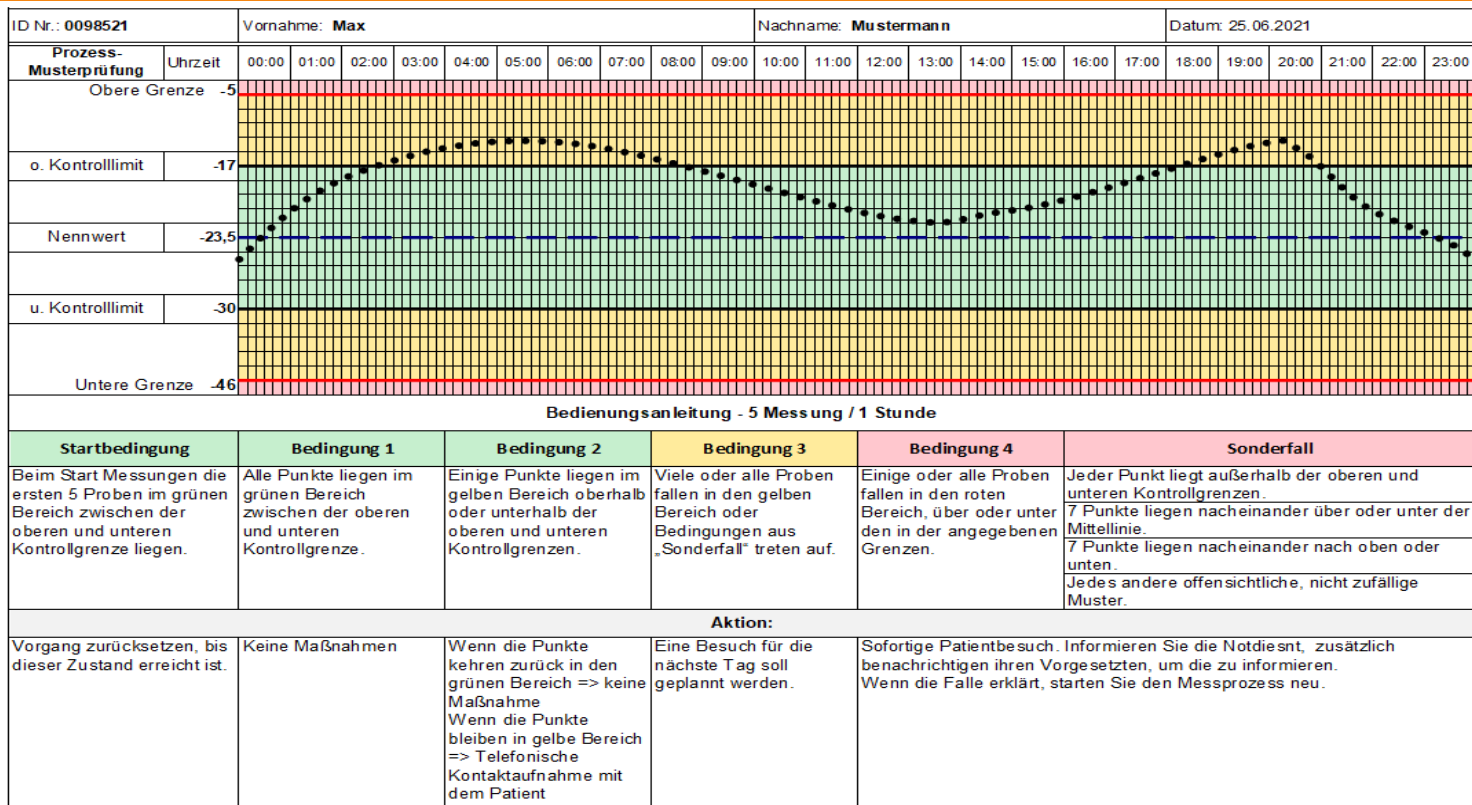
# Entwicklung von Datenauskupplung



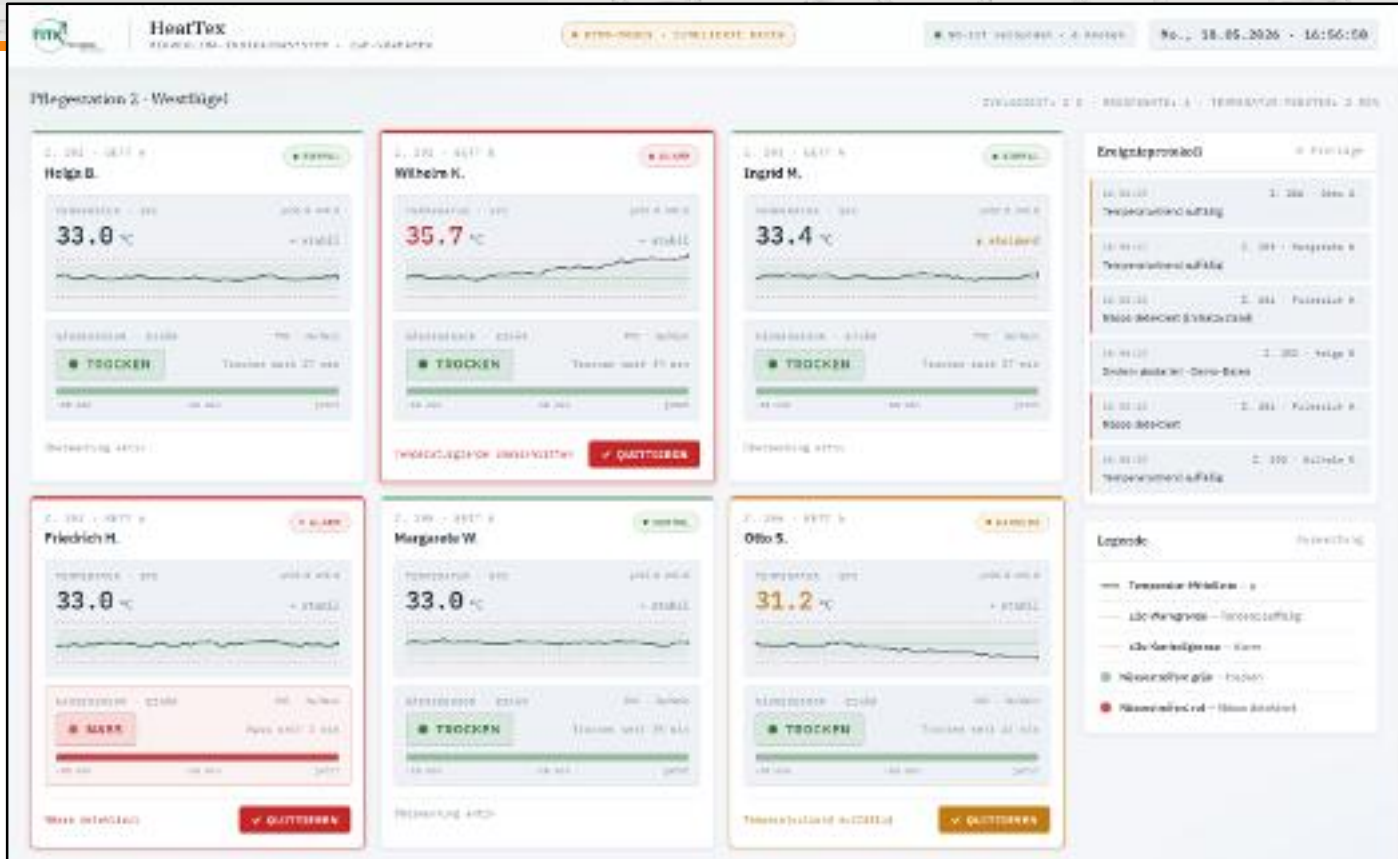
# Erste Test des Vergussmaterial (Potting):



# Körpersnähe-Mikroklima-Index SPC Karte (Beispiel)



# Grafische Benutzeroberfläche





# Es ist die richtige Zeit für Fragen.

Wir danken für die Förderung des Vorhabens „HeatTex“ im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung sowie für die fachliche Begleitung durch die Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**„Wir sind nicht Herren der Natur,  
sondern nur ihr Teil.“**

(Richard von Weizsäcker)