

# Werkstoff - Innovation: Höchste Leitfähigkeit

# Hot Polymer CF 273

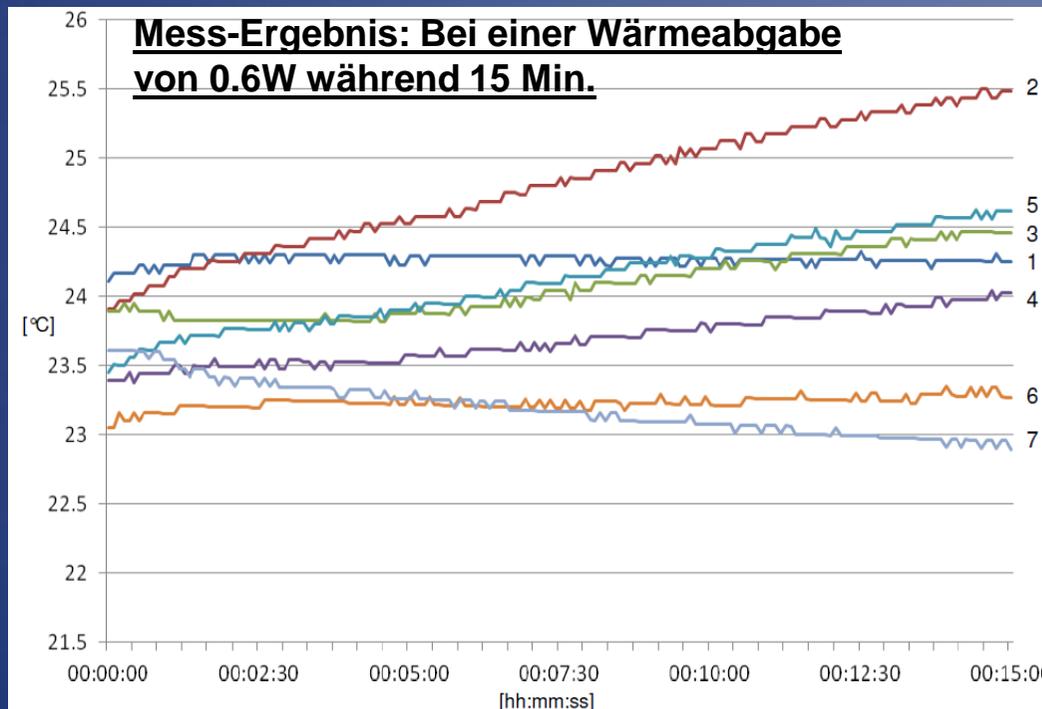
Spritzgiessbarer, thermisch hochleitfähiger Faserverbundkunststoff

Erstellt von/am: Lars Rominger / 02. Juli 2017

Geändert von/am: Lars Rominger / Datum in Fusszeile

## Ziel und Zweck:

## Zusammenfassung und Vorstellung von „Hot Polymer CF 273“



**2 = Hot Polymer CF273**

Legende zur Abbildung:  
Nr. 2 = Hot Polymer CF 273  
Nr. 5, 6 und 7 = Auf dem Markt erhältliche leitfähige Kunststoffe von führenden Mitbewerbern.

Projektmitglieder:

Patrick Semadeni / Semadeni AG

Lars Rominger / Rominger Kunststofftechnik GmbH (RKG)

Silvio Gächter / RKG

Interstaatliche Hochschule Buchs (NTB)



# Inhaltsverzeichnis

1. Fragen und Antworten zur Innovation
  - a) Problem I
  - b) Lösung I
  - c) Innovation I
  - d) Status I
  - e) Persönlicher/beruflicher Hintergrund
2. Der Trigger (Wie alles begann)
3. Die Grundidee (Meilenstein I)
4. KTI-Projekt, Bundesamt Bern (Meilenstein II)
5. NTB–Studie und Case Study (Meilenstein III)
6. Publikationen
7. Diplomarbeit Silvio Gächter/Semadeni AG (Meilenstein IV)
8. Versuchsaufbau

## TECHNISCHE DATEN:

9. Hot Polymer CF 273 im Bereich Aluminium (Meilenstein V)
10. Höchste Leitfähigkeit (Meilenstein VI)
11. Mechanische Eigenschaften
12. Fließfähigkeit
13. Summary
14. Abschluss I Danke I Fragen und Antworten

# 1. Fragen und Antworten zur Innovation

## a) Problem:

Frage:

Welches Kundenproblem wird gelöst oder welche Marktlücke wird geschlossen?

Antwort:

Spritzgiessbare thermisch leitfähige Kunststoffe stellen aufgrund ihrer tiefen Leitfähigkeit Nischenprodukte dar. Hot Polymer CF 273 öffnet den Markt, da seine Leitfähigkeit sich nachweislich auf dem Niveau Aluminium bewegt und eine kostengünstigere Option zu Aluminium darstellt. Die Kunststoff-Mitbewerber weisen, im Vergleich zu Hot Polymer CF 273, entweder eine tiefere Leitfähigkeit auf oder liegen preislich so hoch, dass der Markt beim günstigeren Aluminium bleibt.



# 1. Fragen und Antworten zur Innovation

## b) Lösung

Frage:

Was ist unsere Lösung (Produkt, Service, Gesamtlösung, etc.) und was sind die konkreten Nutzen für Kunden/Partner (Zeitersparnis, Kosteneinsparung/Gewinn, Komfort, Prestige)?

Antwort:

Mit Hot Polymer CF 273 können bestehende Aluminium-Applikationen substituiert werden. Bsp.: Substitution von Laptopgehäusen (Apple) aus Aluminium durch Hot Polymer CF 273:

- Zeitersparnis  
(CNC-Fräsen => vollautomatische Spritzgusstechnologie).
- Signifikante Kosteneinsparung/Gewinn da ein wesentlich günstigeres Herstellverfahren angewandt werden kann.
- keine Oxidationsprobleme wie bei Aluminium.



# 1. Fragen und Antworten zur Innovation

## c) Innovation

Frage:

Was macht unsere Lösung/Produkt einzigartig?

Was ist der Unterschied zu bestehenden Lösungen?

Antwort:

Kostengünstiger spritzgiessbarer hochleitfähiger Faserverbundkunststoff der bestehende Aluminium-Applikationen substituieren kann.

Kunststoff-Mitbewerber – Materialien weisen entweder eine tiefere Leitfähigkeit auf oder sie bewegen sich in einem zu hohen Preis-Segment.

# 1. Fragen und Antworten zur Innovation

## d) Status

Frage:

Wo steht unser Projekt/Unternehmen (Idee, Konzept, Prototyp, wann gestartet, erste Umsätze usw.)?

Antwort:

Siehe bitte die nachfolgenden Seiten mit dem historischen Verlauf.  
In Kurzform: Der Start war im Jahr 2009.

Wir konnten die Spritzgiessbarkeit und die hohe Leitfähigkeit beweisen.  
Ein Unternehmen (Umsatz 2011: > 2000 MCHF) nahm aufgrund ihrer Alleinstellungsmerkmale das Hot Polymer CF 273 in eine Voruntersuchung ihrer bereits länger laufenden Testserie für eine neue weltweite Applikation auf. Es existieren Prototypen.  
Die wichtigsten Feldversuche sind abgeschlossen.

# 1. Fragen und Antworten zur Innovation

## e) Persönlicher/beruflicher Hintergrund

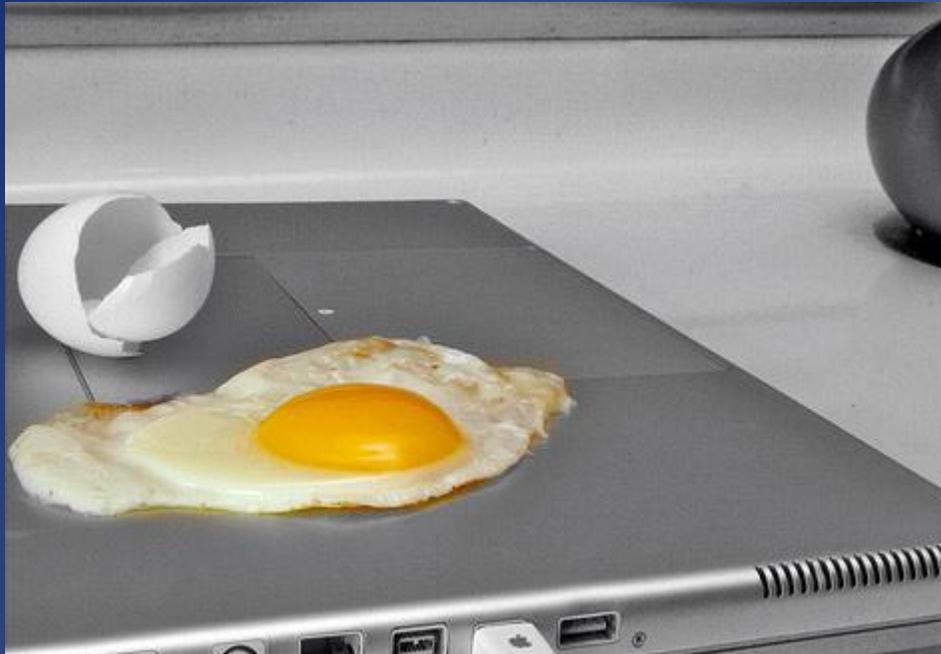
Frage:

Welche persönlichen Fähigkeiten oder Fähigkeiten des Teams unterstützen die Erfolgchancen des Projektes?

Antwort:

- Kunststofftechnik und Innovation ist die Kernkompetenz der Rominger Kunststofftechnik GmbH.
- Hochkarätiges Innovations-Team:
  - Patrick Semadeni, Semadeni AG, Ostermündingen.
  - Silvio Gächter, Rominger Kunststofftechnik GmbH
  - Bundesamt Bern. KTI-Projekt-Nr. 10332.1 INST-IW „Technologische Innovation. Thermisch leitfähiger, elektrisch isolierender Kunststoff“.
  - Interstaatliche Hochschule Buchs.

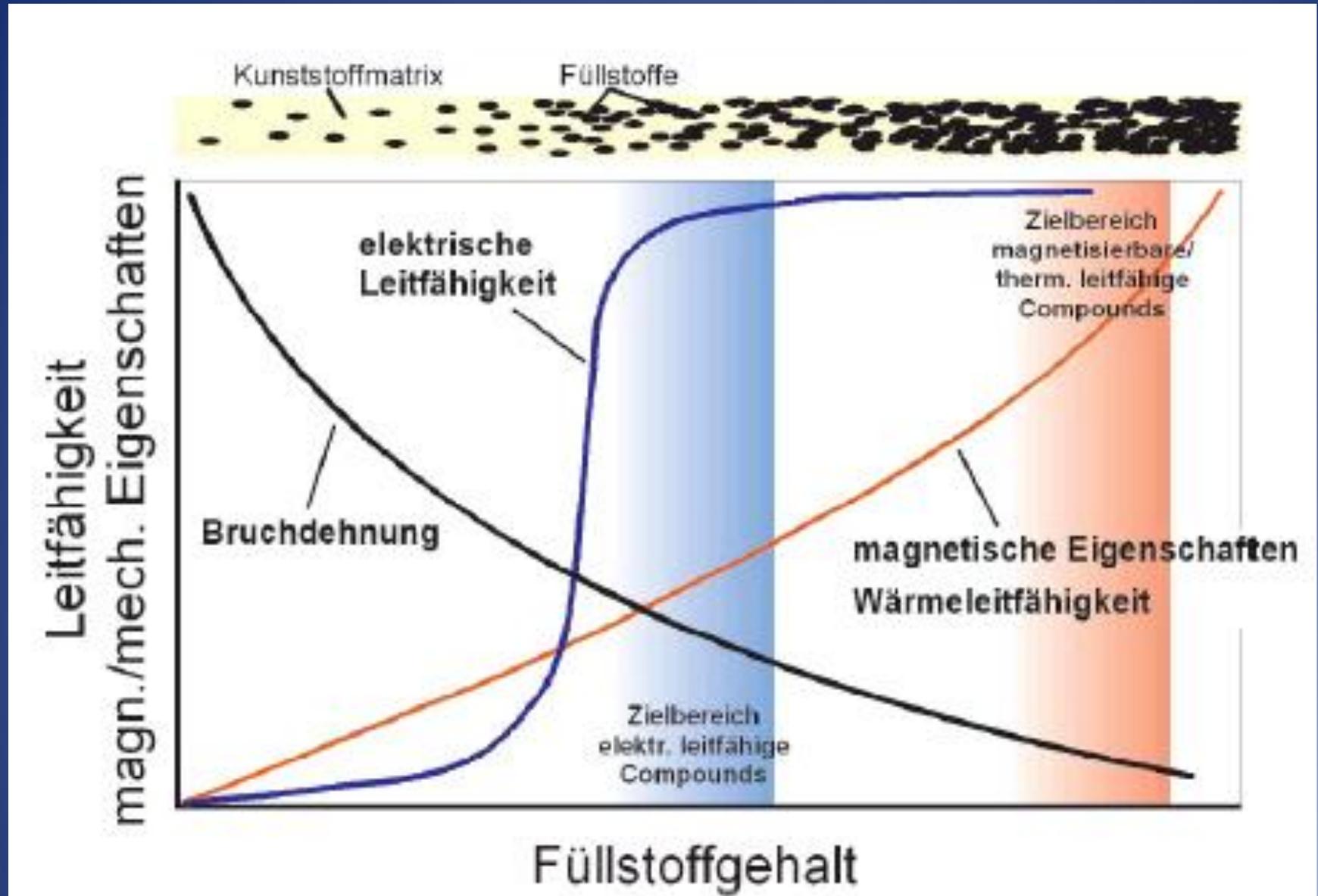
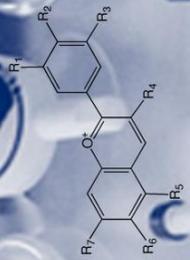
## 2. Der Trigger (Wie alles begann)



**> 73°C.** Gerät: Konventioneller Laptop.  
Ort der Messung: Ausgang Lüfter bei hoher Rechenleistung.  
**Laptop-Überhitzung = Hauptausfallgrund Nr. 1.**



### 3. Die Grundidee Approved by NTB<sup>1</sup>. Meilenstein I



<sup>1</sup>Überprüfung der Idee von Lars Rominger - "Säuretest" - durch die Interstaatliche Hochschule Buchs.

## 4. KTI-Projekt, Bundesamt Bern Meilenstein II

Unser Zeichen: stt  
Bern, 16. April 2009

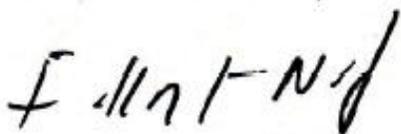
**KTI-Nr. 10332.1 INST-IW: " Technologische Innovation: Thermisch leitfähiger, elektrisch isolierender Kunststoff"**

### Innovationsscheck

**Wert: höchstens CHF 7'500.-**

**Gültigkeit/  
Frist:** Der Projektabschluss muss der KTI innerhalb von 12 Monaten ab dem oben angegebenen Datum vorliegen.

**Einlösbar:** Bei jeder von der KTI anerkannten beitragsberechtigten Forschungsinstitution

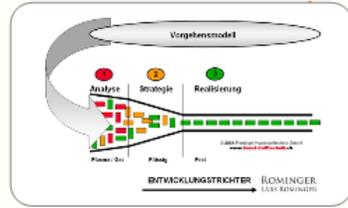
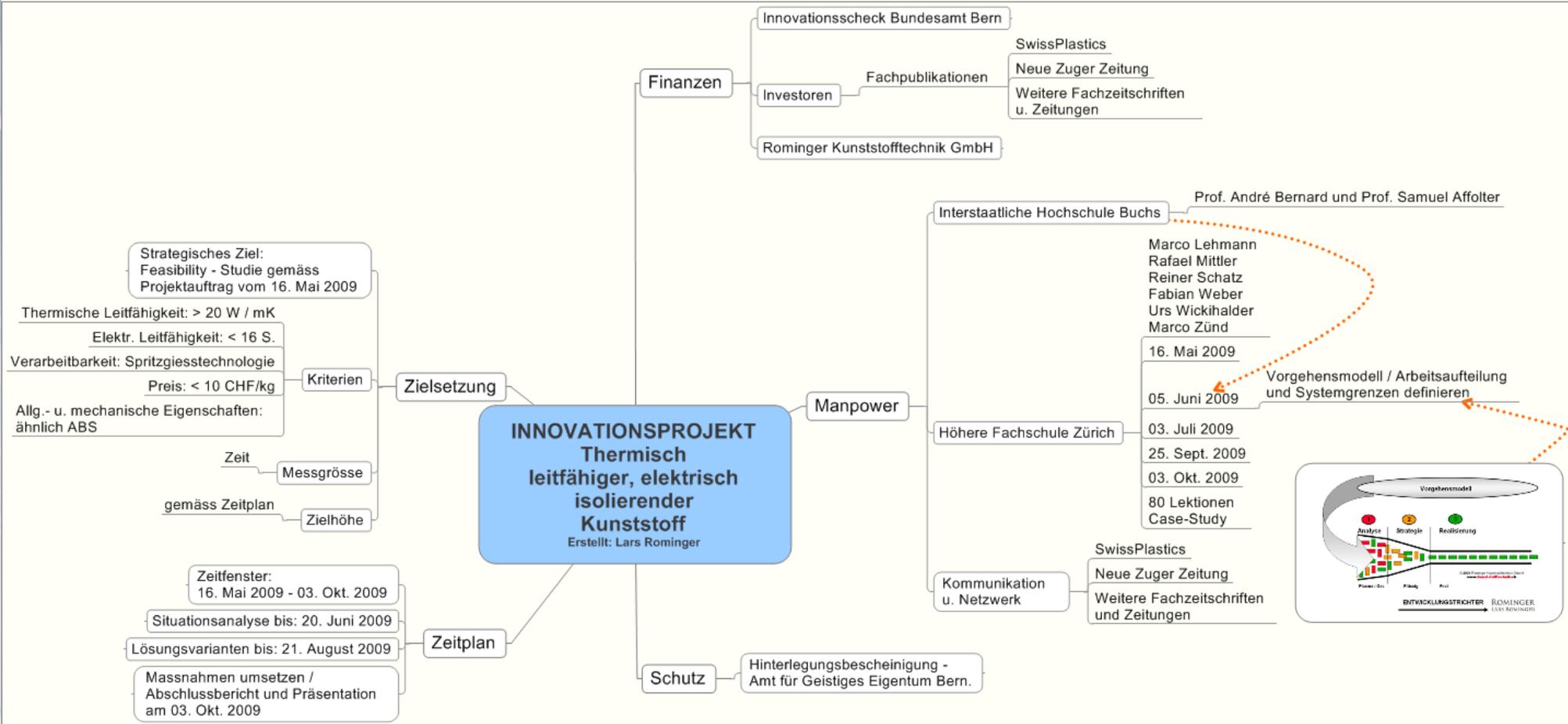
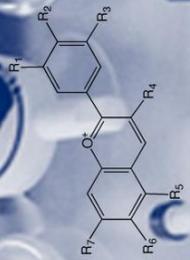


Dr. Ingrid Kissling-Näf  
Leiterin Förderagentur für Innovation KTI

Abb.: Auszug aus dem Brief vom eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartement EVD, Bundesamt für Berufsbildung und Technologie BBT, Förderagentur für Innovation KTI . 16. April 2009.



# 5. NTB-Studie und Case Study Meilenstein III



# 6. Publikationen

the revolutionary innovation.....

**HOT POLYMER CF273**  
HIGHEST THERMAL CONDUCTIVITY: > 10W / mK  
ELECTRICALLY ISOLATING: < 16 S

**FUTURE POLYMERS**  
A DIVISION OF [WWW.KUNSTSTOFFTECHNIK.CH](http://WWW.KUNSTSTOFFTECHNIK.CH)  
For more information, please, visit [WWW.KUNSTSTOFFTECHNIK.CH](http://WWW.KUNSTSTOFFTECHNIK.CH)

Interstate University of Applied  
Science of Technology Buchs,  
Schweiz

**Semadeni**  
PIONEER IN PLASTICS

Promoted by: CTI The innovation promotion agency,  
Federal Department of Economic Affairs, Switzerland

designed by Ronald Hirscher - ronald.hirscher@bluewin.ch

### Tüfler aus Edlibach vor neuer Herausforderung

Les Rominger will einen Kunststoff erfunden, der gleichzeitig leitet, isoliert, elektrisch leitend und gleichzeitig ein hervorragendes Wärmeleiter ist. Er hat die Entwicklung der Hochleistungsfaser für die Luft- und Raumfahrtindustrie übernommen, um sie in die Kunststoffindustrie zu übertragen.



Les Rominger ist ein erfahrener Ingenieur und hat in den letzten Jahren die Entwicklung der Hochleistungsfaser für die Luft- und Raumfahrtindustrie übernommen, um sie in die Kunststoffindustrie zu übertragen. Er hat die Entwicklung der Hochleistungsfaser für die Luft- und Raumfahrtindustrie übernommen, um sie in die Kunststoffindustrie zu übertragen.

Les Rominger ist ein erfahrener Ingenieur und hat in den letzten Jahren die Entwicklung der Hochleistungsfaser für die Luft- und Raumfahrtindustrie übernommen, um sie in die Kunststoffindustrie zu übertragen. Er hat die Entwicklung der Hochleistungsfaser für die Luft- und Raumfahrtindustrie übernommen, um sie in die Kunststoffindustrie zu übertragen.

### Ein Kopf, aus dem Ideen sprudeln

Er macht Frauen ebenso glücklich wie Weibchenhaber und vertilft Spurenmitteln zu sauberer Arbeit; Lars Rominger ist Erfinder.



Der Mann lässt sich von allem inspirieren: von Tierschreien, vom Verhalten von Weibchen, von der Natur. Er ist ein erfahrener Ingenieur und hat in den letzten Jahren die Entwicklung der Hochleistungsfaser für die Luft- und Raumfahrtindustrie übernommen, um sie in die Kunststoffindustrie zu übertragen.

Der Mann lässt sich von allem inspirieren: von Tierschreien, vom Verhalten von Weibchen, von der Natur. Er ist ein erfahrener Ingenieur und hat in den letzten Jahren die Entwicklung der Hochleistungsfaser für die Luft- und Raumfahrtindustrie übernommen, um sie in die Kunststoffindustrie zu übertragen.

### Die Kunst des Erfindens

Die Kunst des Erfindens ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat. Sie ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat. Sie ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat.

Die Kunst des Erfindens ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat. Sie ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat. Sie ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat.

### Die Kunst des Erfindens

Die Kunst des Erfindens ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat. Sie ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat. Sie ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat.

Die Kunst des Erfindens ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat. Sie ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat. Sie ist eine Kunst, die sich über Jahrhunderte hinweg entwickelt hat.

## FORSCHUNG

### KTI-Innovationsprojekt

# Ein Kunststoff, der leitet und isoliert

Die Förderagentur für Innovation KTI im Bundesamt für Berufsbildung und Technologie BBT, Bern, hat der Rominger Kunststofftechnik GmbH grünes Licht zur Durchführung einer Machbarkeitsstudie gegeben. Ziel ist es, einen thermisch hochleitfähigen, elektrisch jedoch isolierenden Kunststoff zu entwickeln, der mittels Sinterverfahren reproduzierbar hergestellt werden kann.

Wie elektrische amorphe Isolatoren, so sind auch Kunststoffe schlechte Wärmeleiter. Die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen im ungefüllten Zustand liegt im Bereich von 0,1 W/mK bis 0,5 W/mK. Im Vergleich zu den Metallen (10–400 W/mK) somit um ein Vielfaches niedriger.

Kunststoffe sind in ungefülltem Zustand schlechte Wärmeleiter und elektrische Isolatoren. Durch Zugabe von leitfähigen Füllstoffen nimmt sowohl die thermische wie auch die elektrische Leitfähigkeit zu. Viele technische Anwendungen erfordern jedoch eine hohe Wärmeableitung bei gleichzeitiger elektrischer Isolation.

Lars Rominger, Inhaber und Geschäftsführer der Rominger Kunststofftechnik GmbH, ist daran, im Rahmen des KTI-Projektes, in Zusammenarbeit mit der Interstaatlichen Hochschule für Technik Buchs NTR, Buchs, einen Werkstoff zu entwickeln, der eine hohe Wärmeleitfähigkeit mit elektrischer Isolation kombiniert.

### Das Mischungsverhältnis ist ausschlaggebend

Bei magnetischen, thermischen und elektrischen Eigenschaften der Kunststoffe unterscheiden sich die Abhängigkeiten vom Füllstoffgehalt grundlegend. Die thermischen und magnetischen Eigenschaften hängen überproportional vom Füllstoffvolumengehalt ab. Auf der anderen Seite zeigt die elektrische Leitfähigkeit bezüglich Füllstoffvolumengehalt eine ausgeprägte Schwelle (Perkolationschwelle).

Beim Füllen eines Kunststoffes, zum Beispiel mit Kupfer, ist der Einfluss auf die thermische Leitfähigkeit

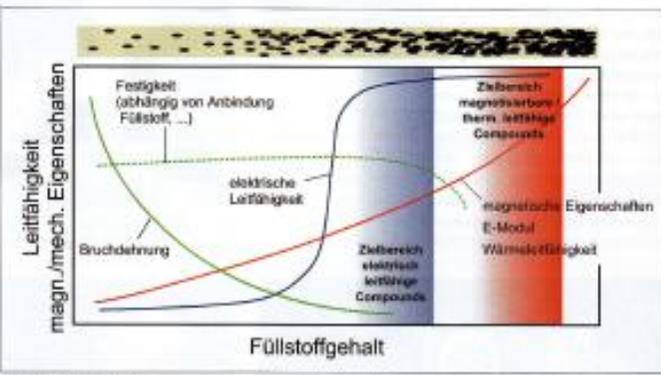


Abb. 1: Schematische Darstellung der Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften, der elektrischen und thermischen Leitfähigkeit sowie der mechanischen Eigenschaften vom Füllstoffgehalt.

steht nahezu linear (Abb. 1). Bei der elektrischen Leitfähigkeit hingegen, stellt sich bei einer bestimmten Füllstoffmenge ein sprunghafter Anstieg (Perkolationschwelle) ein. Die Ursache für die Perkolationschwelle liegt primär darin begründet, dass sich ein durchgehendes Netzwerk gebildet hat. Sogenannte Leitpfade, in denen sich die Füllstoffpartikel berühren bzw. sich bis auf zirka 10 nm

annähern. Ebenfalls einen Einfluss auf die Perkolationschwelle und den Plateauwert haben neben den Füllstoffen und deren Abstand auch die Form der Füllstoffpartikel und deren Neigung zur Agglomeration von Netzwerken, die statistische Füllstoffverteilung und die Füllstoffausrichtung.

Weitere Einflüsse üben die Konstruktion des Angusses und des Bauteils sowie die Prozessführung der Verarbeitung aus.

### Keine Leitpfade und trotzdem thermische Leitfähigkeit

Die gewonnenen Erkenntnisse, bilden die Grundlage für die Entwicklung eines Werkstoffs, der technisch umsetzbar und gewerblich nutzbar sein muss: Ein Sinterkunststoff aus Polyoxymethylen (POM), Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) oder anderen Kunststoffen, die bereits aufgrund ihrer Grundeigenschaften über eine erhöhte Wärme-

### Innovations-Check

Die Förderagentur für Innovation KTI hat einen Innovations-Check in der Höhe von CHF 7500.- für das Projekt 'Thermisch leitfähiger, elektrisch isolierender Kunststoff' an die Rominger Kunststofftechnik GmbH, Edlibach, ausgestellt. Bedingungen sind, dass der Projektabschluss innerhalb von 12 Monaten erfolgt und der Check bei einer vom KTI anerkannten beitragsberechtigten Forschungsinstitution eingelebt wird.

the coming innovation.....

Promoted by: CTI The innovation promotion agency,  
Federal Department of Economic Affairs, Switzerland

**HOT polymer CF273**  
Highest thermal conductivity: > 10W/mK  
electrically isolating: < 16 S

**FUTURE POLYMERS**  
A DIVISION OF [WWW.KUNSTSTOFFTECHNIK.CH](http://WWW.KUNSTSTOFFTECHNIK.CH)

**Semadeni**  
PIONEER IN PLASTICS

Interstate University of Applied  
Science of Technology Buchs

[www.kunststofftechnik.ch](http://www.kunststofftechnik.ch)  
Rominger Kunststofftechnik GmbH - Competence in Plastics and Medical

Rominger Kunststofftechnik GmbH - Medical Plastic Processing - Bleich 3b - 6313 Edlibach ZG - Schweiz  
rominger@kunststofftechnik.ch - www.kunststofftechnik.ch  
Tel +41 41 756 03 15 - Fax +41 41 756 03 16

designed by Ronald Hirscher - ronald.hirscher@bluewin.ch

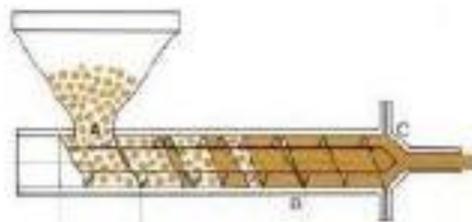
# 7. Diplomarbeit Silvio Gächter/Semadeni AG Meilenstein IV

Auszug aus der sehr guten Diplomarbeit von Silvio Gächter, 2011.  
Die Spritzgiessversuche wurden in enger Zusammenarbeit mit der Semadeni AG durchgeführt. Compoundierung: Bruno Peter AG.

Compound  
50%PE+50% Cu



Compoundextruder



Compound  
30%PE+70%Cu



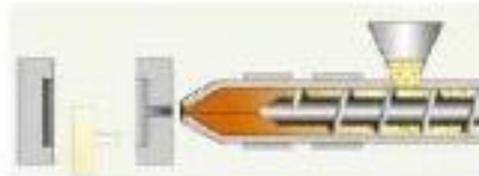
Compound  
20%PE+80%Cu



Spritzgussteil  
50%PE+50% Cu



Spritzgiessen



Spritzgussteil  
30%PE+70%Cu



Spritzgussteil  
20%PE+80%Cu



# 8. Versuchsaufbau – Geometrie der Prüfkörper

## 2.1. Geometrie der Prüfkörper

Spritzgussteile: Kühlkörper aus Kunststoff (B x H x T) 60 x 20 x 75 mm

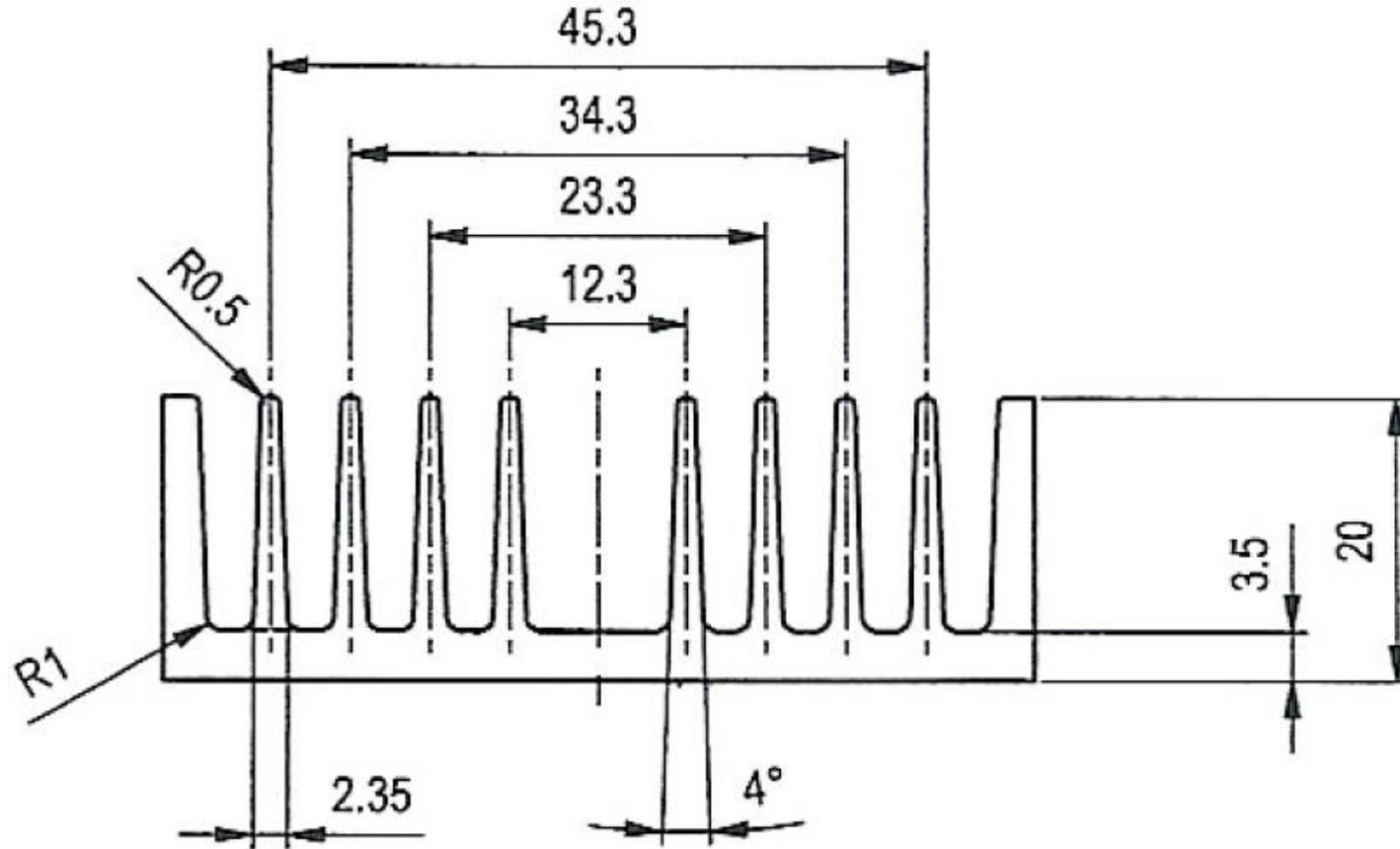
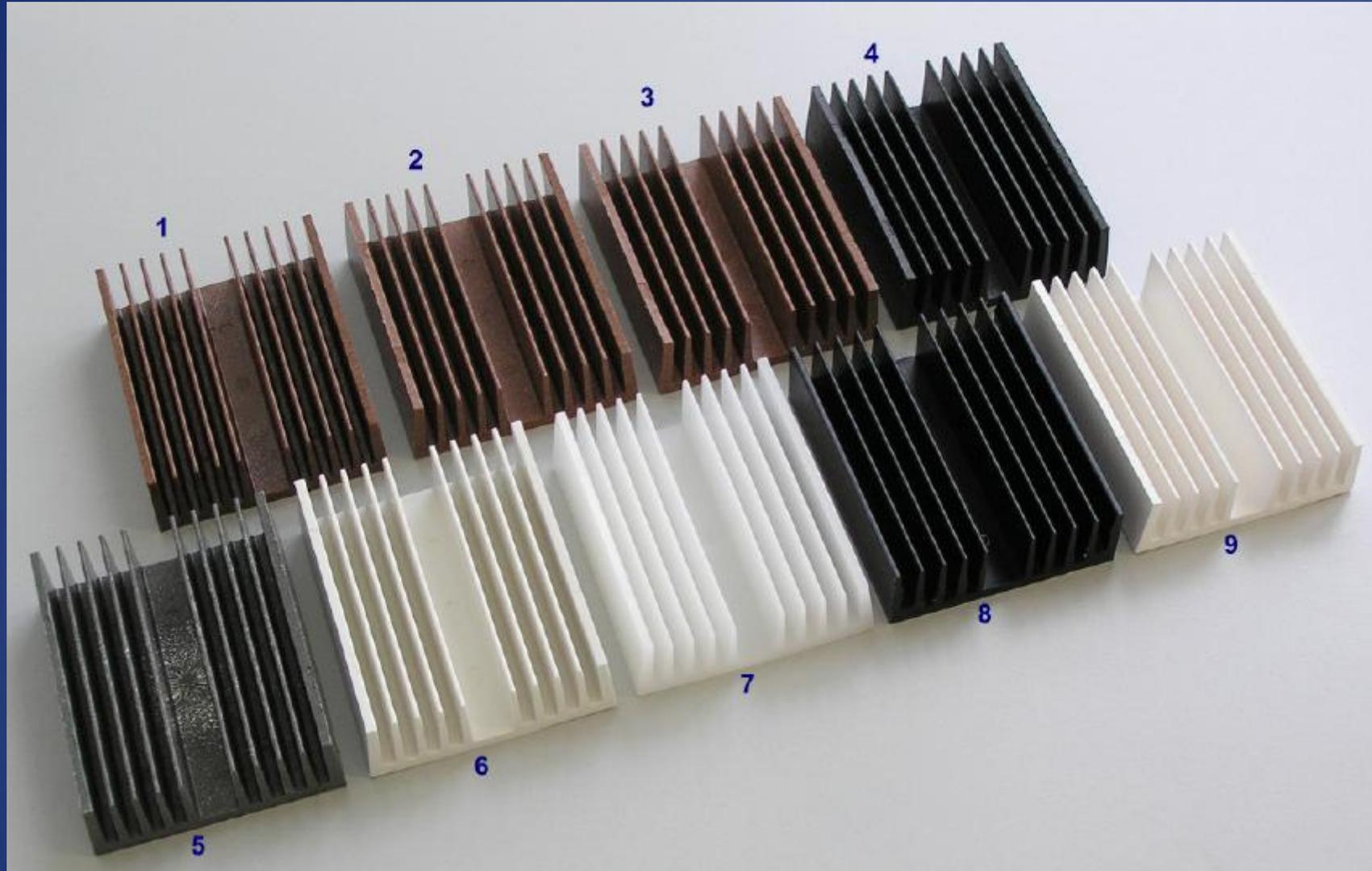
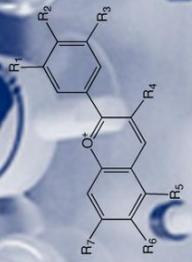


Fig.42: Querschnitt und Masse der Spritzgussteile

# 8. Versuchsaufbau – Spritzgegossene Prüfkörper



# 8. Versuchsaufbau – Wärmeerzeugung

Zur Wärmeerzeugung wurde ein handelsüblicher Spannungsregler verwendet, der aus einer Eingangsspannung von 6.5V eine Ausgangsspannung von 5.0V erzeugte (Fig.43). Die überschüssige Wärme wurde dabei über den verwendeten Kühlkörper (Fig.41) abgeleitet. Durch die Verwendung eines geeigneten Widerstands wurde ein Strom von ca. 400mA eingestellt. Aus der Spannungsreduktion von 6.5V auf 5.0V und dem eingestellten Strom von 400mA ergab sich eine Wärmeabgabe von ca. 0.6W.

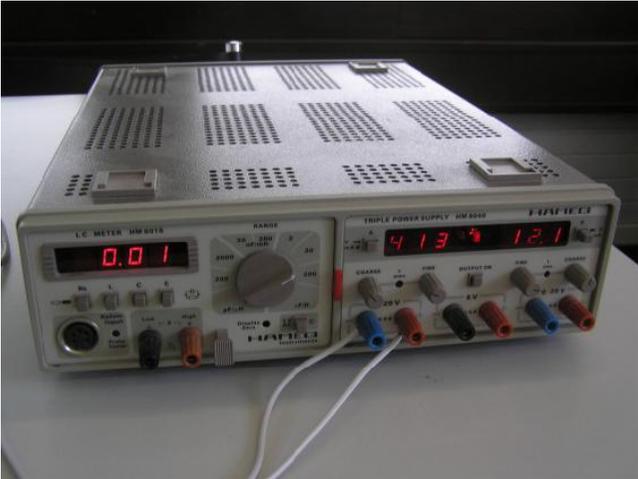
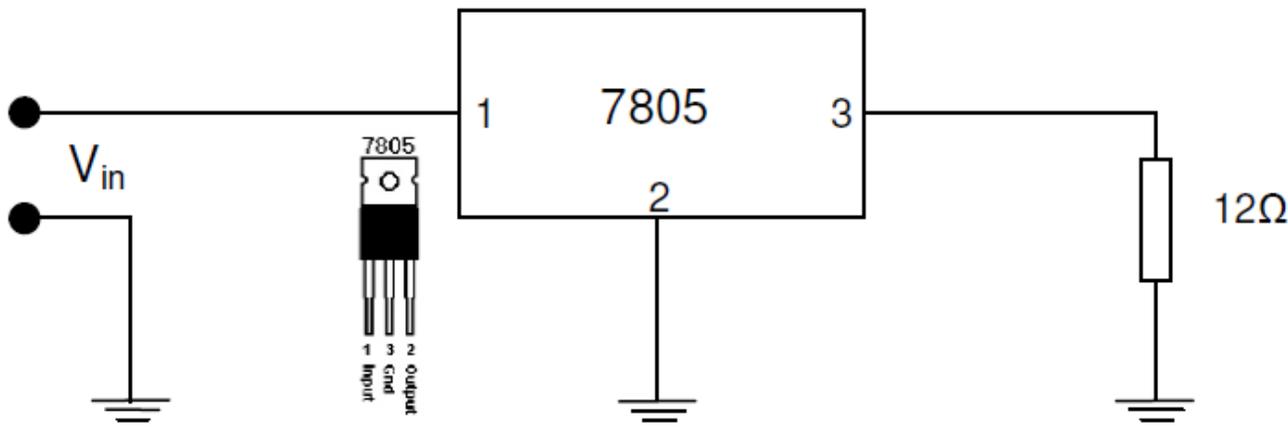


Fig.43: Wärmeerzeugung mittels Spannungsregler 7805

# 8. Versuchsaufbau – Fixierung des Spannungsreglers

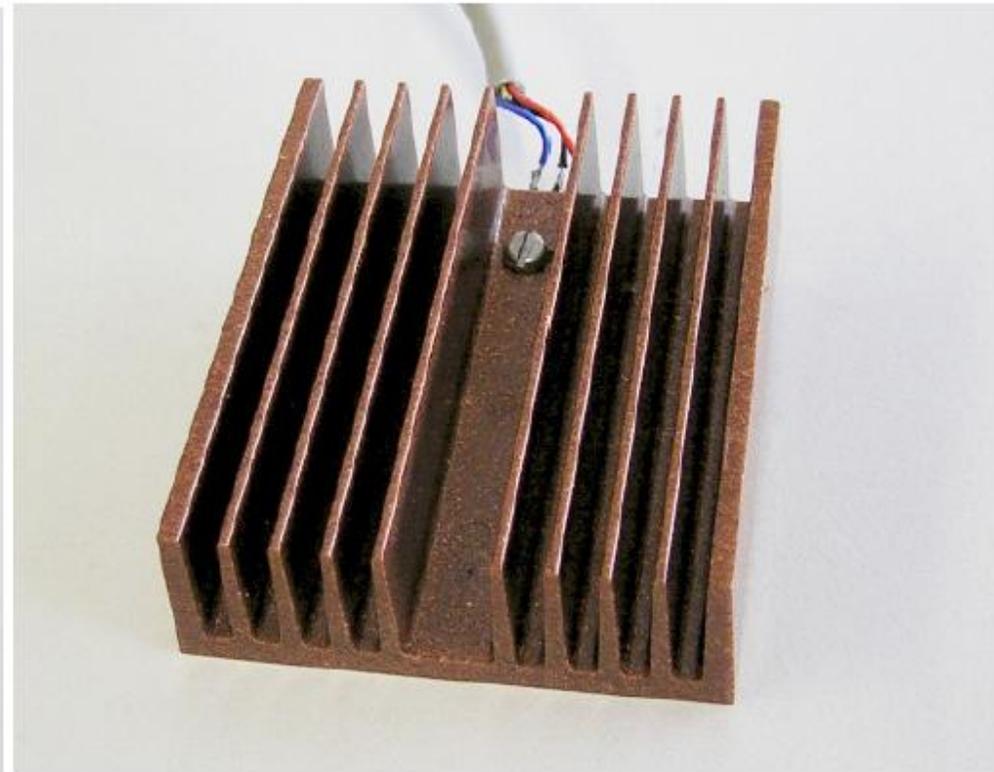
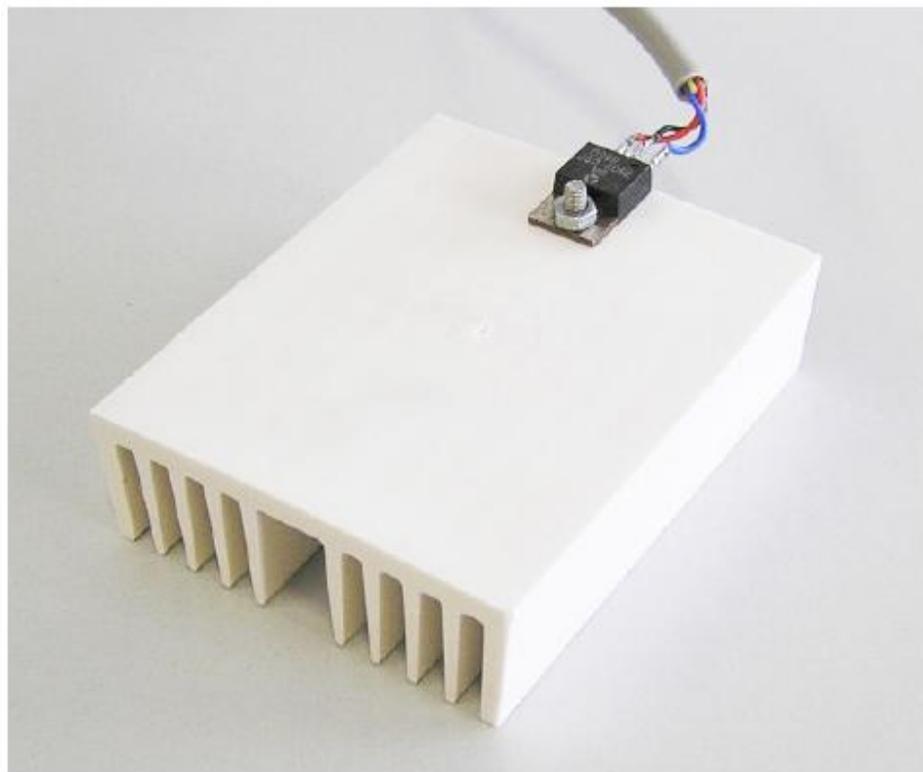
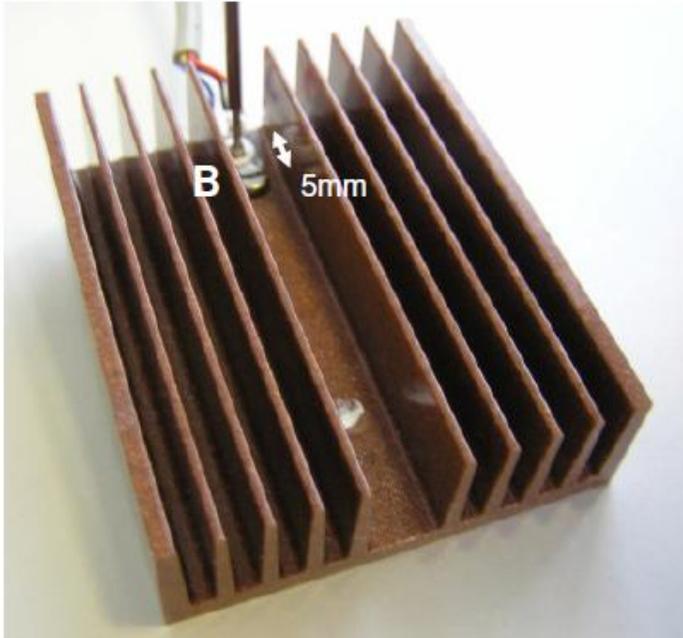
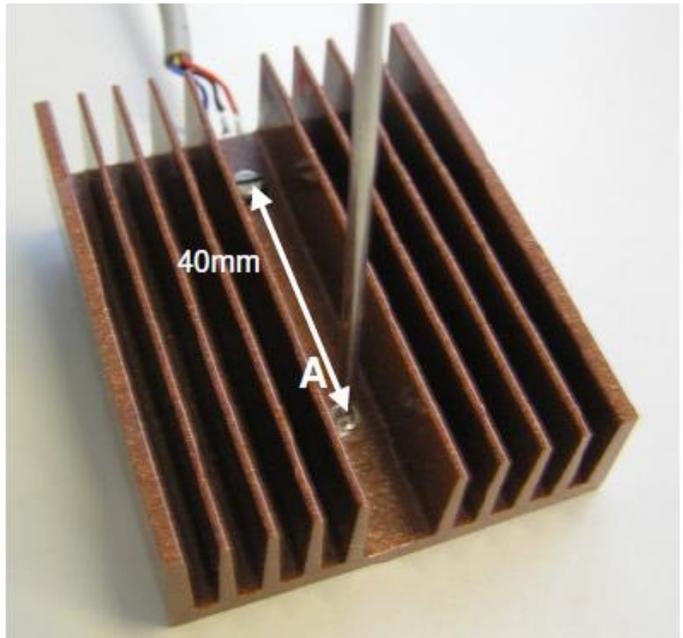


Fig.44: Fixierung des Spannungsreglers am Probekörper

# 8. Versuchsaufbau – Messstellen, Wärmeabgabe, Messung, -dauer



Wärmeabgabe von ca. 0.6W während 15 Min.

Messung mit Thermometer Testo.

Fig.48: Messstellen

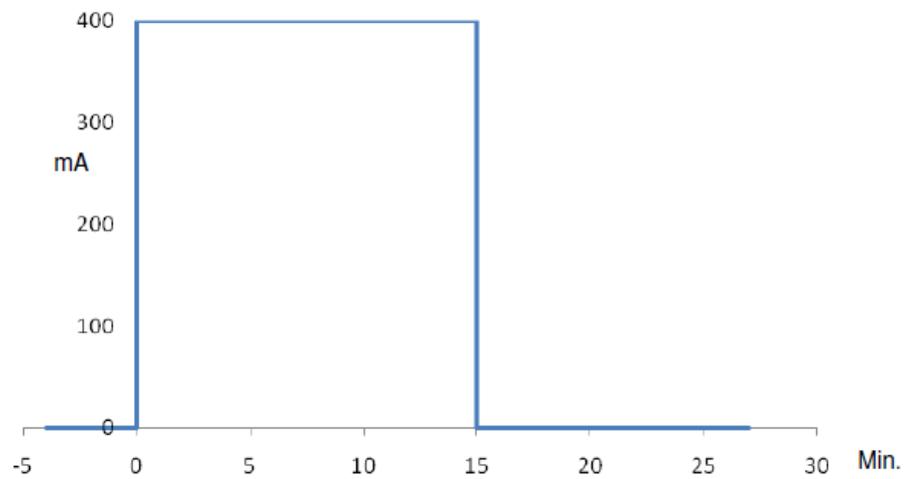
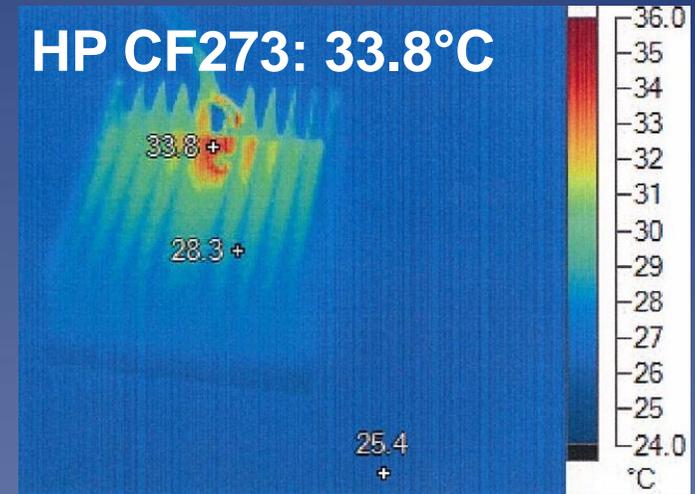
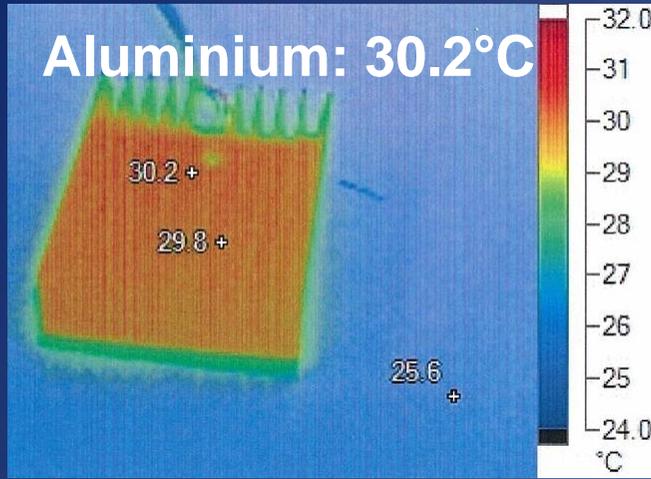


Fig.46: Stromverlauf zur Prüfung der Wärmeleitfähigkeit



# 9. Hot Polymer CF 273 im Bereich Aluminium Meilenstein V

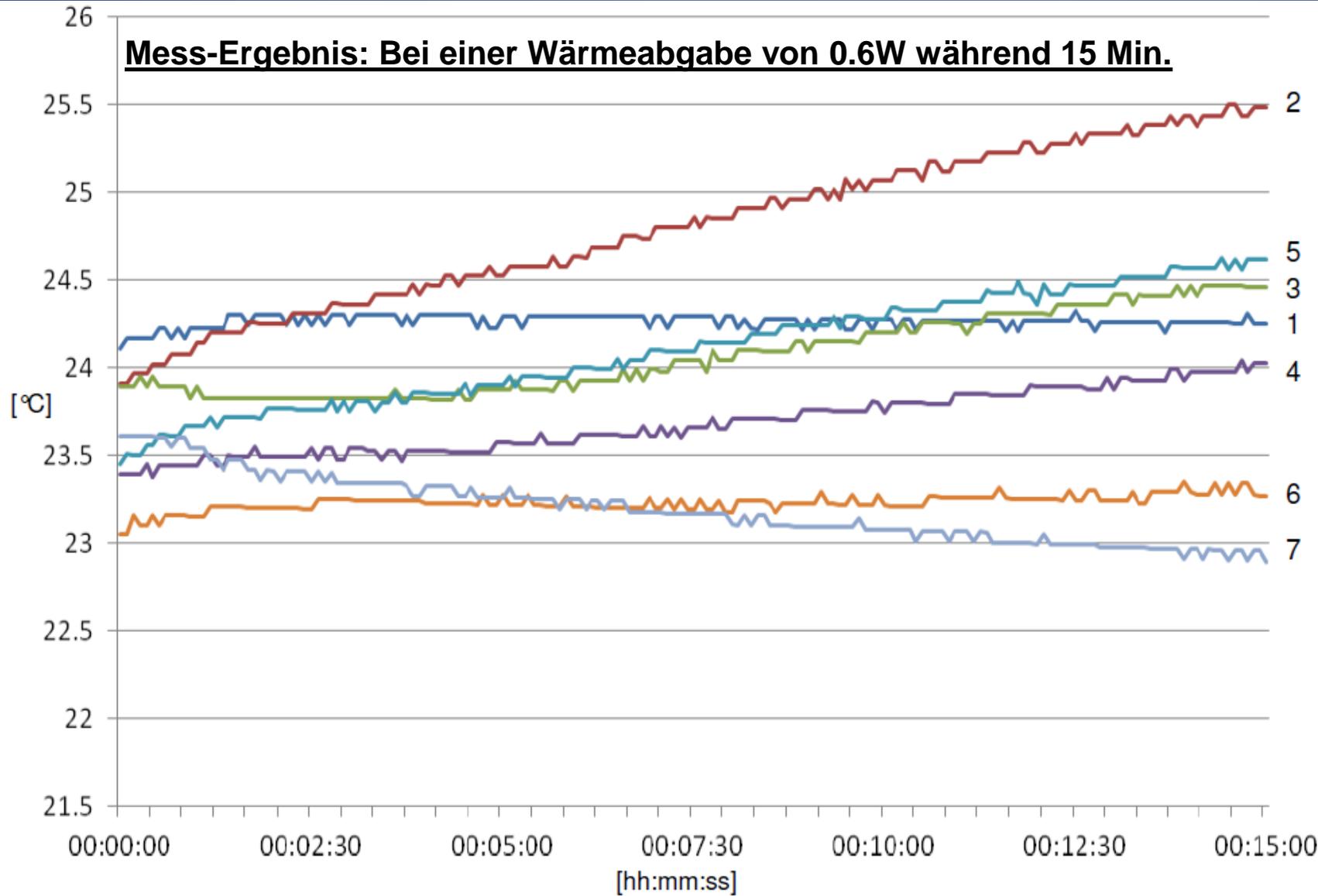


Nr.	verwendetes Material	T <sub>max</sub>	ΔT
1	Hot Polymer CF273 50% CU SAN FK 42219	45.5°C	19.9°C
2	Hot Polymer CF273 80% CU PE FK 42220	33.8°C	8.4°C
3	Hot Polymer CF273 70% CU PE FK 42218	35.9°C	10.3°C
4	Hot Polymer CF273 65% CU P PE FK 42221	39.2°C	13.9°C
5	Nr. 5 – 7 = Auf dem Markt erhältliche Mitbewerbermaterialien.	34.4°C	8.8°C
6		43.1°C	17.5°C
7		48.5°C	22.7°C
8	schwarz eloxiertes Aluminium	30.2°C	4.6°C

T<sub>max</sub>: maximale gemessene Temperatur zwischen den beiden mittleren Kühlrippen

ΔT: Temperaturdifferenz zwischen der maximalen Temperatur und der Umgebungstemperatur

# 10. Höchste Leitfähigkeit Meilenstein VI



Legende:

Nr. 2 = Hot Polymer CF 273

Nr. 5, 6 und 7 = Auf dem Markt erhältliche leitfähige Kunststoffe von Mitbewerbern

2 = Hot Polymer  
CF273

3.1: Geometrie der Prüfkörper  
Sitzstütze: Wärmekörper aus Kunststoff (6 x H x T) 60 x 20 x 75 mm

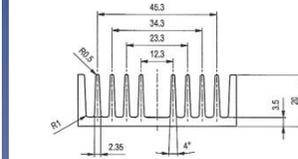


Fig.40: Querschnitt und Masse der Sitzstütze  
Abb. 1: Prüfkörper-Geometrie (Ref. Fig. 42)

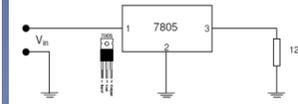


Fig.43: Wärmeerzeugung mittels Spannungsregler 7805  
Abb. 2: Wärmeerzeugung (Ref. Fig. 43)

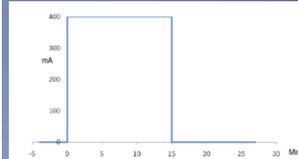
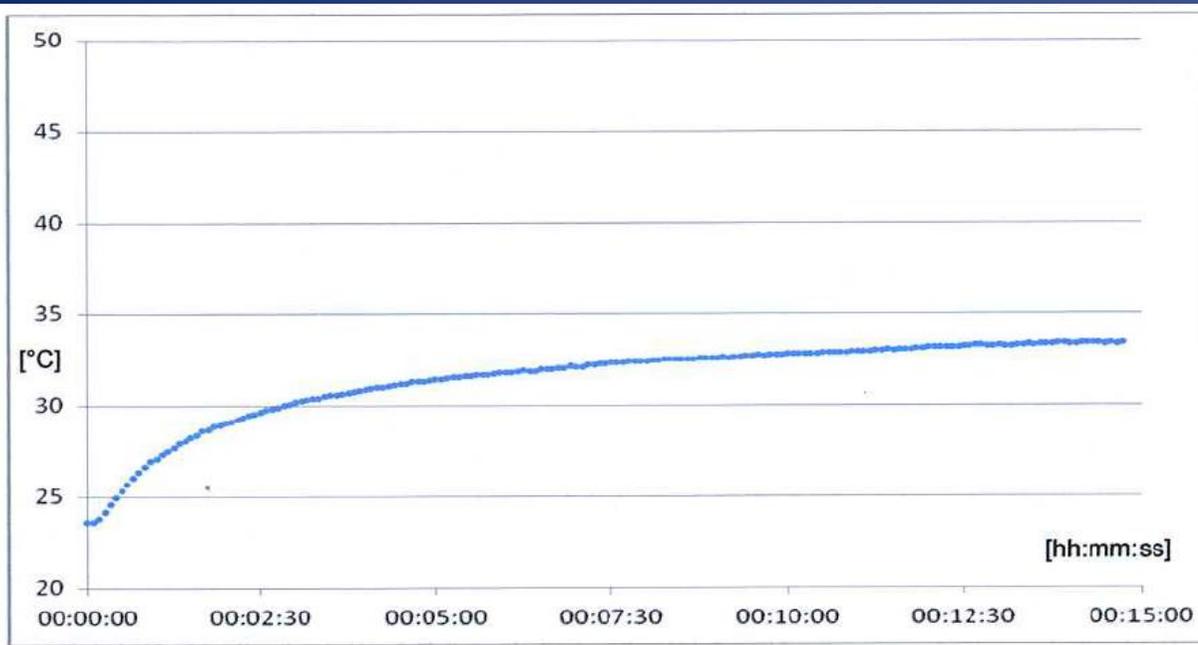


Fig.46: Stromverlauf zur Prüfung der Wärmeleitfähigkeit  
Abb. 3: Stromverlauf (Ref. Fig. 46)

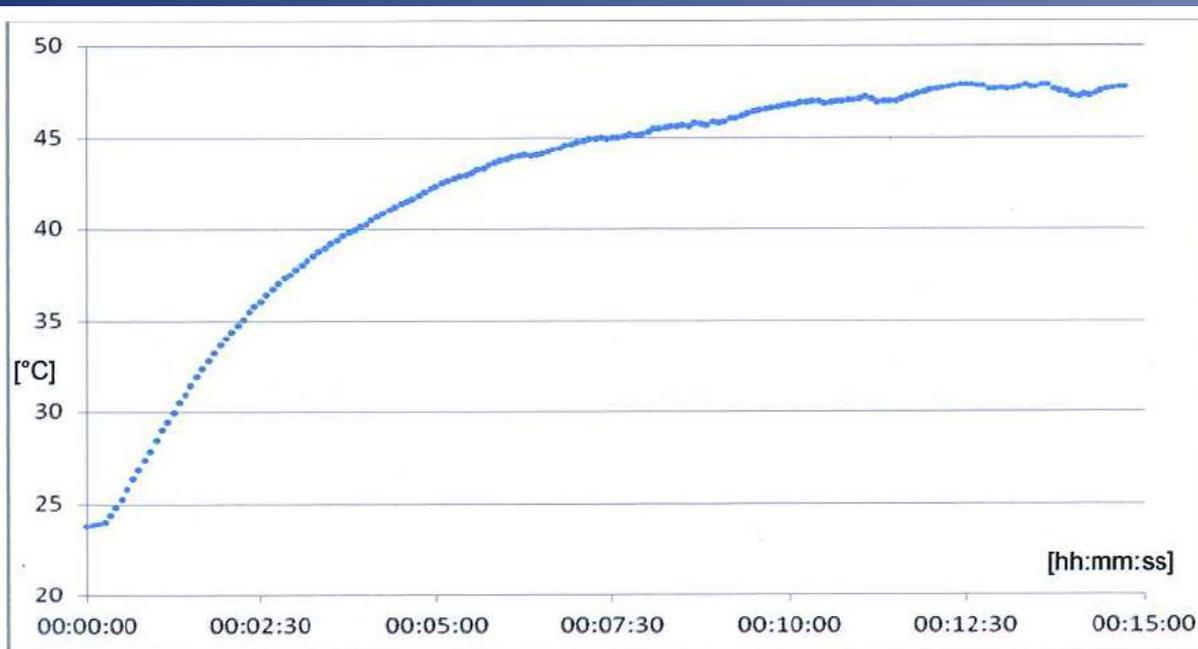


Fig.48: Messstellen  
Abb. 4: Messstellen (Ref. Fig. 48)

# 10.1 Höchste Leitfähigkeit Meilenstein VI

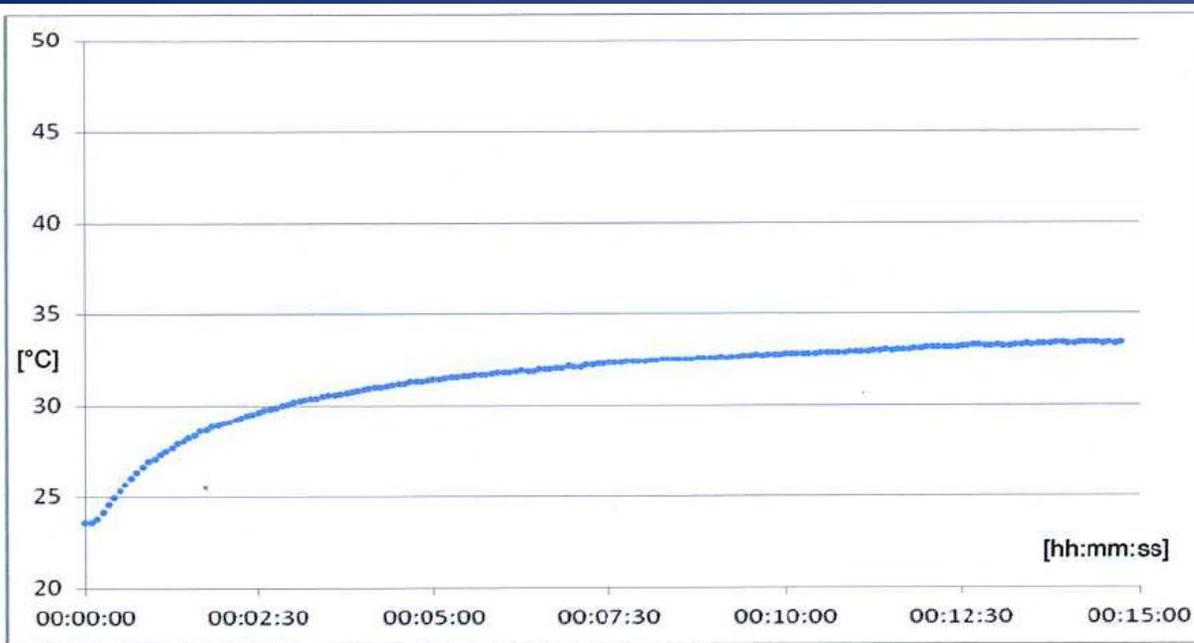
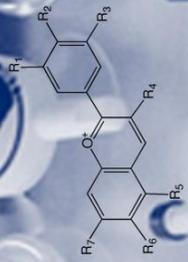


Temperaturverlauf von Hot Polymer CF273 bei einer Wärmeabgabe von ca. 0.6W während 15 Min.

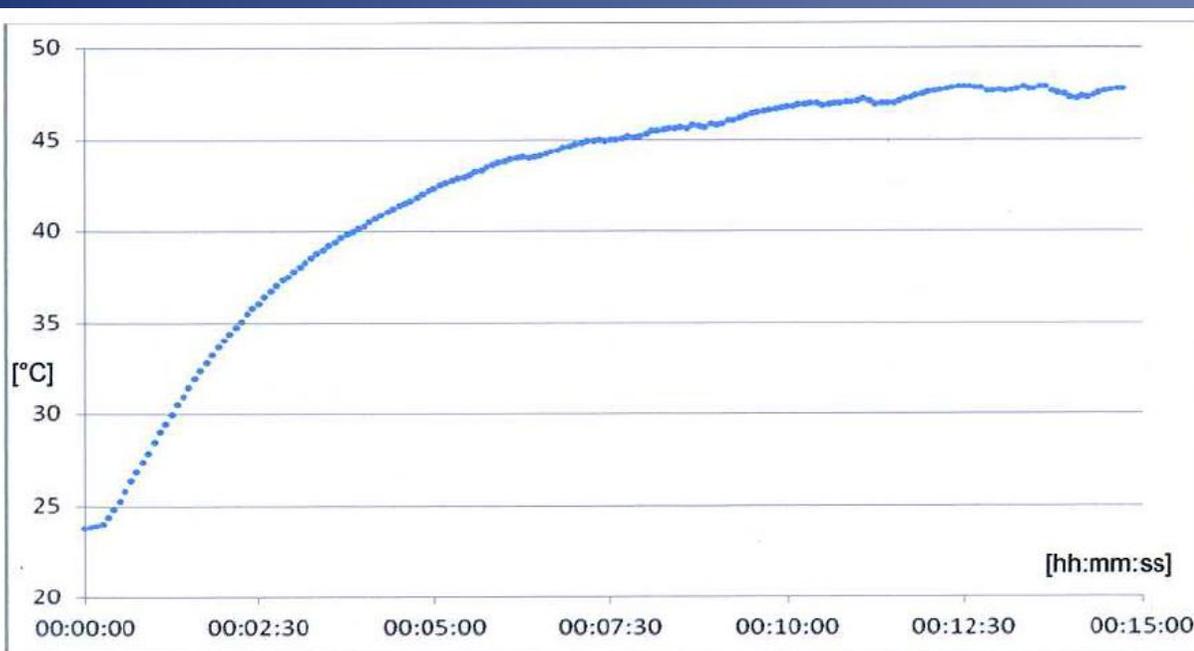


Temperaturverlauf eines Konkurrenzprodukts bei einer Wärmeabgabe von ca. 0.6W während 15 Min.

# 10.1 Höchste Leitfähigkeit Meilenstein VI



Temperaturverlauf von Hot Polymer CF273 bei einer Wärmeabgabe von ca. 0.6W während 15 Min.



Temperaturverlauf eines Konkurrenzprodukts bei einer Wärmeabgabe von ca. 0.6W während 15 Min.

# 10.1 Höchste Leitfähigkeit Meilenstein VI



NTB  
INTERSTAATLICHE HOCHSCHULE  
FÜR TECHNIK BUCHS

MNT  
Institut für  
Mikro- und Nanotechnologie

Es zeigte sich in vielen Versuchen, dass das Maxwellsche System eines der besten ist. Nimmt man nun Literaturdaten für Kunststoff (ca. 0.2W/mK) und für Kupfer (ca. 360W/mK) ergibt sich bei der Benutzung der Formeln in Tabelle 3 die in Abbildung 3 dargestellte Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit vom Füllstoffgehalt:

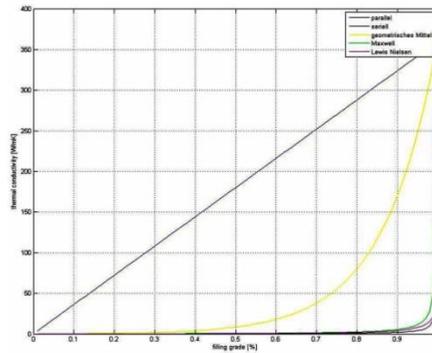


Abbildung 3: Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit vom Füllstoffgehalt

Klar zu erkennen ist, dass man bis zu hohen Füllgraden immer im Bereich unter 10 W/mK bleibt, was gemessen an einem Metall sehr wenig ist. Vergleicht man diese Daten mit den derzeit am Markt erhältlichen Produkten, so zeigt sich, dass alle Kunststoffe oder Pasten die die Wärmeleitfähigkeit erhöhen sollen im Bereich um 10 W/mK liegen.

Die berechneten Werte zeigen, dass man bei Kunststoffen mit 15 – 30% Kupfergehalt etwa 3 – 5 W/mK erwarten darf, was sich mit den eigenen experimentellen Messungen deckt.

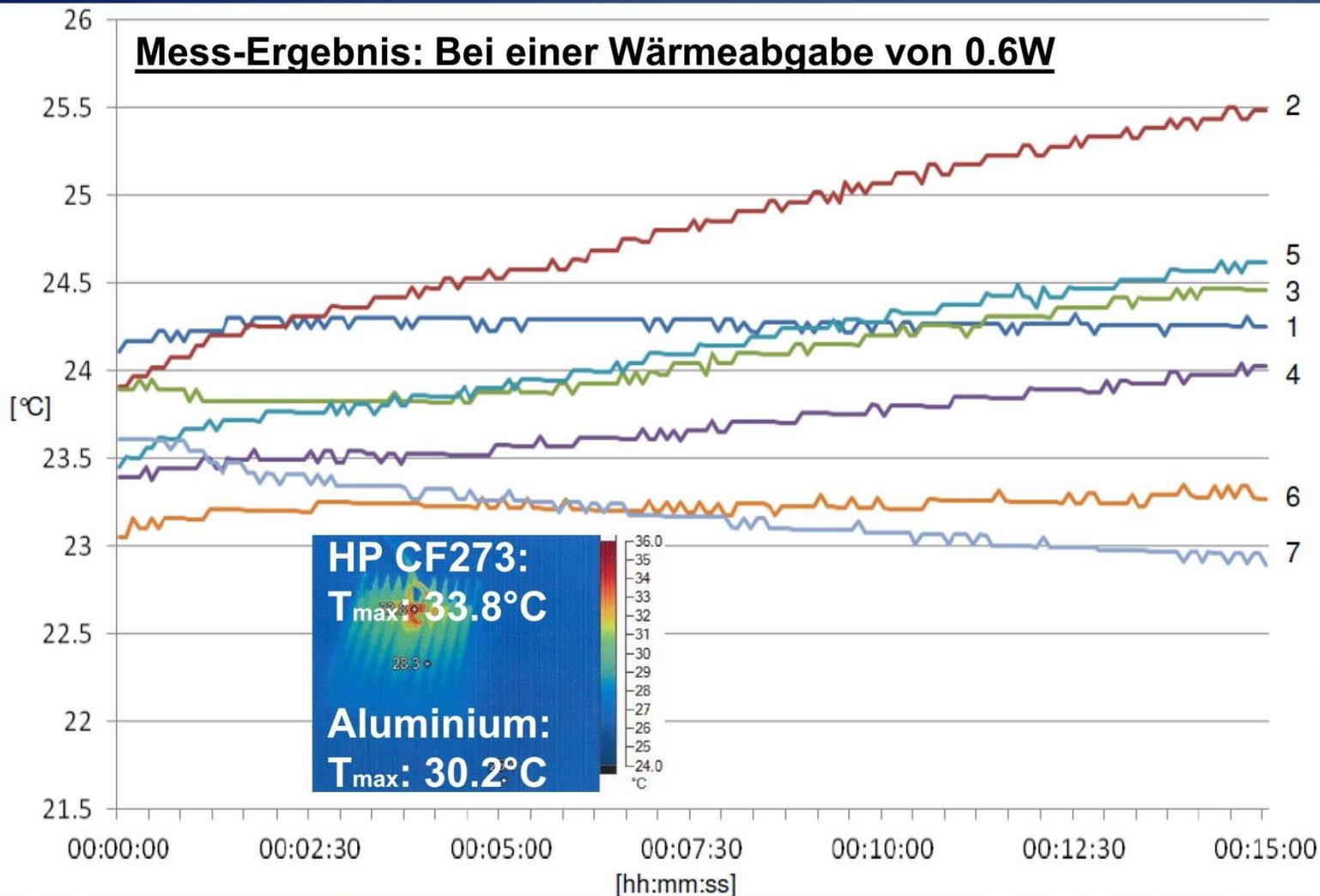
In Tabelle 4 sind die Wärmeleitfähigkeiten einiger Stoffe zusammengefasst.

Auszug Studie Hochschule Buchs.

Die theoretischen Berechnungen der Interstaatlichen Hochschule für Technik Buchs (NTB) bestätigen die ermittelten Werte.

# 10.1 SUMMARY: Höchste Leitfähigkeit Meilenstein VI

## Höchste Leitfähigkeit



Legende:

Nr. 2 = Hot Polymer CF273

Nr. 5, 6 und 7 = Auf dem Markt erhältliche leitfähige Kunststoffe von führenden Mitbewerbern

© by [www.kunststofftechnik.ch](http://www.kunststofftechnik.ch)

2 = Hot Polymer

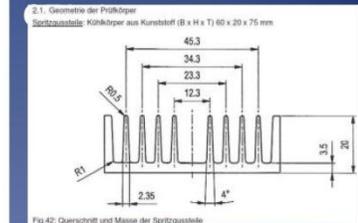


Abb. 1: Prüfkörper-Geometrie (Ref. Fig. 42)

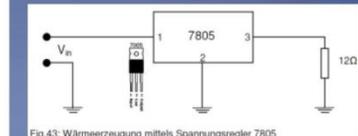


Abb. 2: Wärmeerzeugung (Ref. Fig. 43)

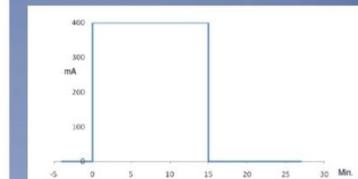
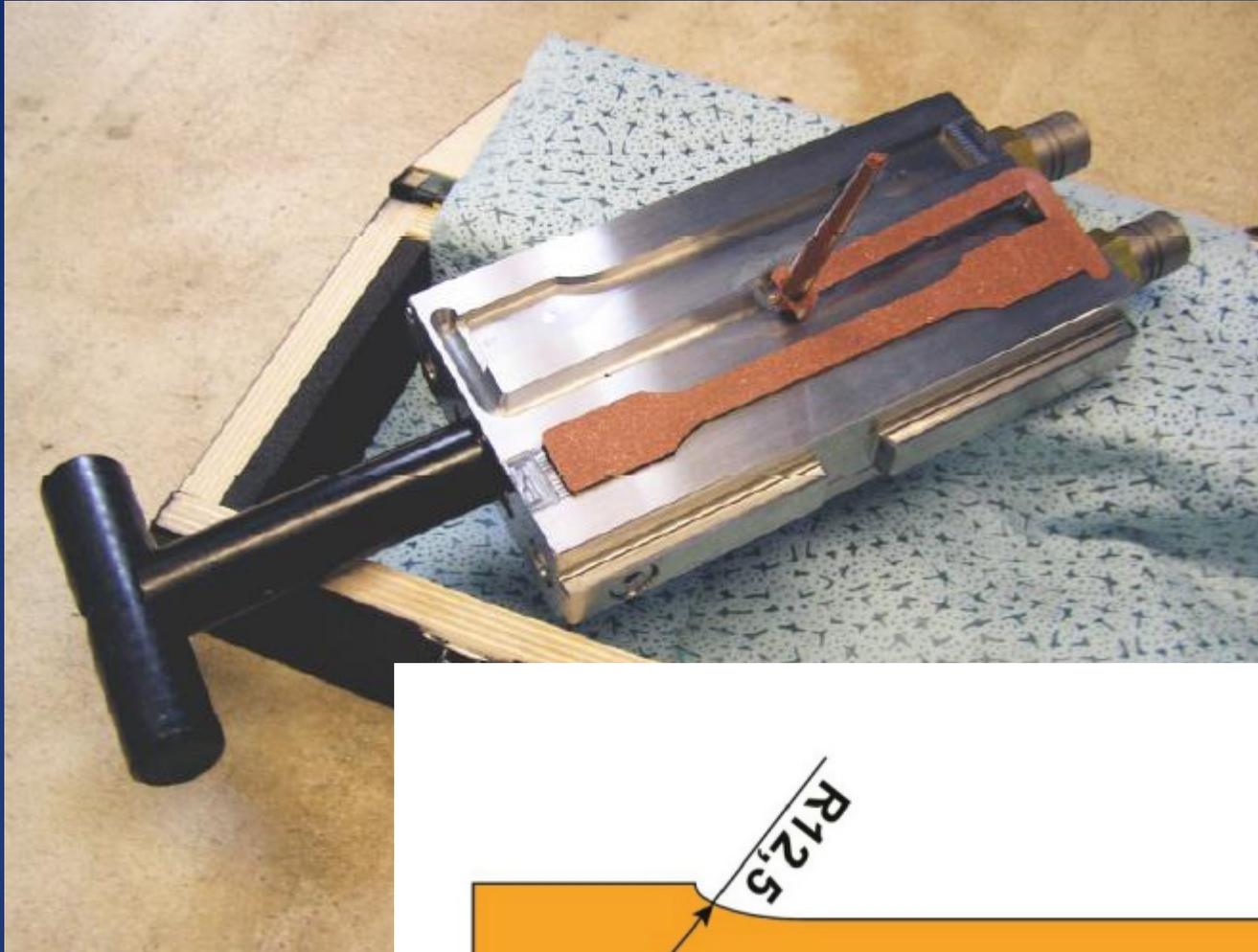


Abb. 3: Stromverlauf (Ref. Fig. 46)

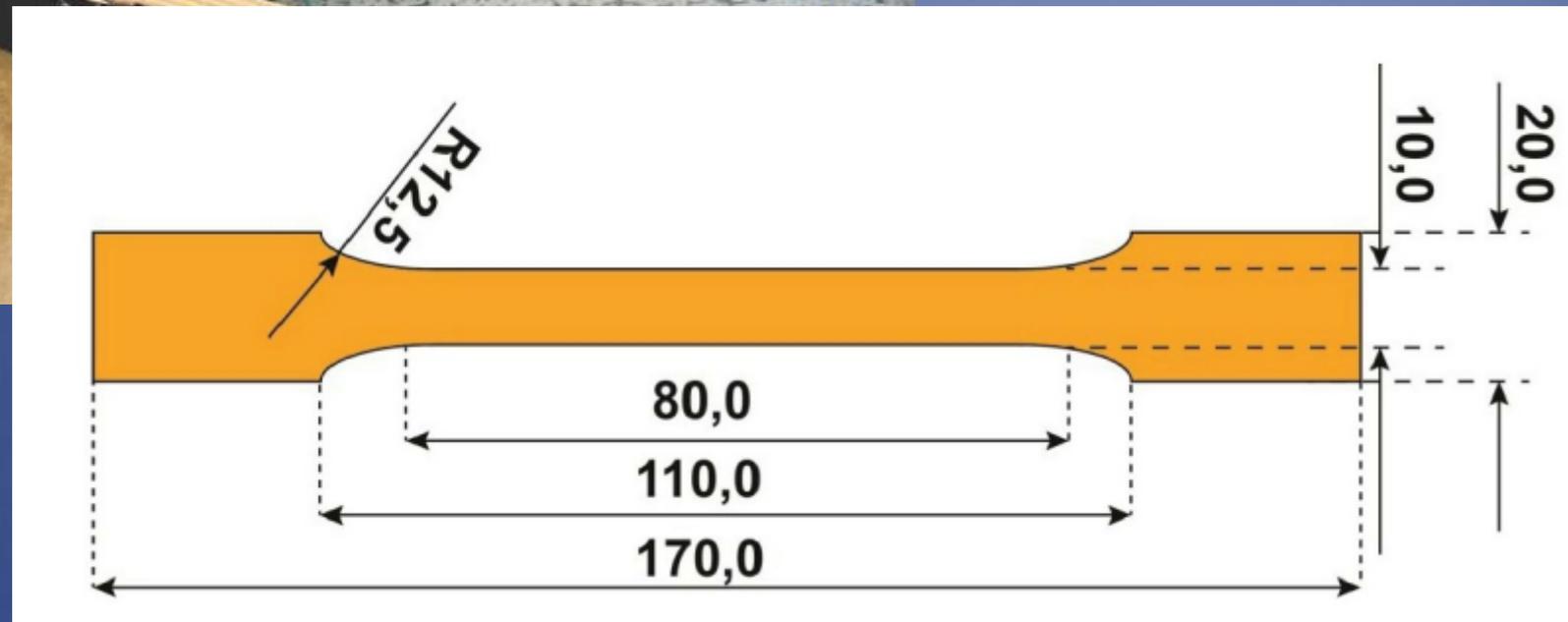


Abb. 4: Messstellen (Ref. Fig. 48)

# 11. Mechanische Eigenschaften



Abbildungen:  
Werkzeug-Kassette,  
Zugstäbe Typ 1A und  
Probengeometrie (Dicke  
4mm).



# 11. Mechanische Eigenschaften

E-Modul [MPa]	Zugfestigkeit $\sigma_M$ [MPa]	Dehnung bei $\sigma_M$ [%]
5508	54.4	1.7
833	6.3	6.0
631	6.9	15.7
712	9.3	6.0
5938	70.6	2.1
5115	22.8	1.0
3271	39.0	4.1
845	6.3	4.2
3243	37.2	3.9

Abbildung:  
Prüfergebnisse der Zugeigenschaften

**Angewandte Prüfnorm:**  
DIN EN ISO 527-2

**Probemenge:**  
Pro Typ (Matrix und Faseranteil 50% - 80% g/g) wurde der Durchschnitt aus 10 Einzelmessungen ermittelt.

**Standardabweichung:**  
[Min. – Max. – Angaben bezogen auf sämtliche Mess-Serien]  
E-Modul: 13 – 135  
Zugfestigkeit: 0 – 1.3  
Dehnung: 0 - 2.4

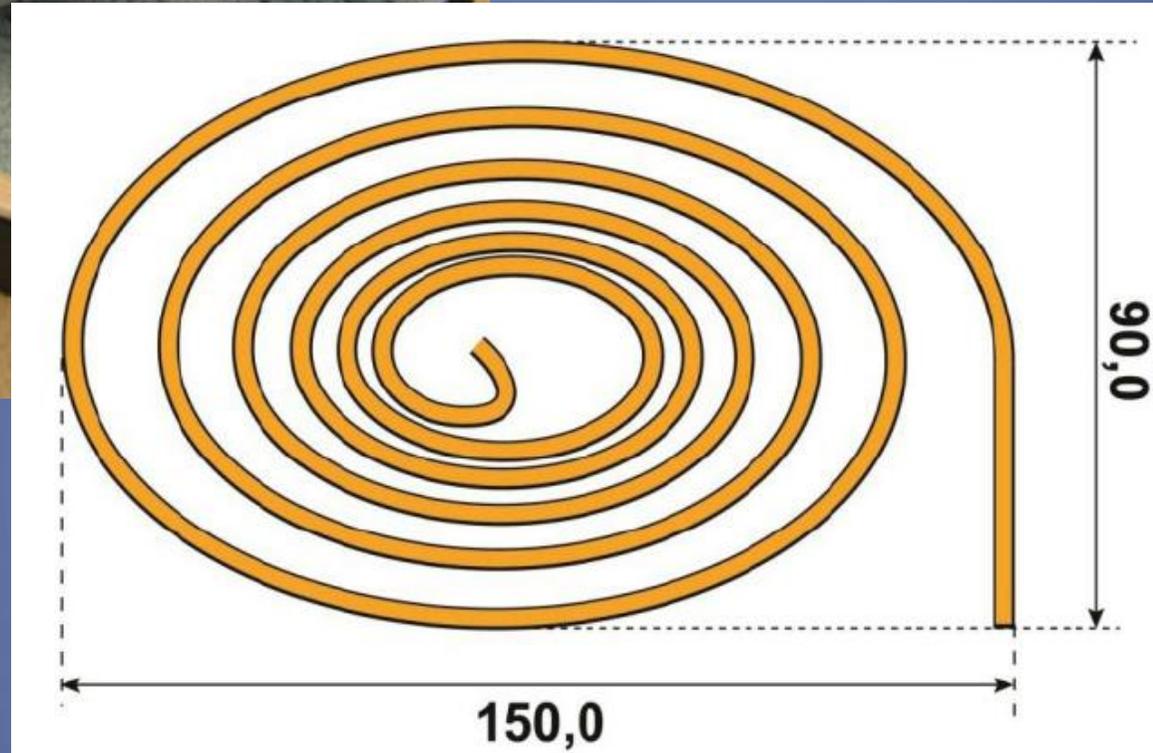
**Min. – Max. – Range:**  
[Bezogen auf sämtliche Mess – Serien]  
E-Modul [MPa]: 631 – 5938  
Zugfestigkeit [MPa]: 6.3 – 70.6  
Dehnung [%]: 1.0 – 15.7

**Allgemeiner Hinweis:**  
Der signifikante Einfluss auf die mechanische Eigenschaften bezieht sich auf die Wahl der Matrix. Die tieferen mechanischen Werte entstehen bei einer Matrixwahl auf Polyolefin-Basis. Mittlere Werte resultieren beim Einsatz von SAN und PA. Hohe Werte: PA (konditioniert 60°C / 50% rF / 8d).

# 12. Fließfähigkeit



Abbildungen:  
Werkzeug-Kassette,  
Fließspiralen und  
Probengeometrie (Dicke  
2mm).



# 12. Fließfähigkeit



Fließweg-Wanddickenverhältnis im Zentralpunkt	max.-Wert
160	190
160	170
235	255
180	205
480	480
140	165
125	150

Abb. links: Fließweg-Wanddickenverhältnis der Fließspiralen (Bei unterschiedlicher Matrix und Faser).

Fazit:

Die spritzgusstechnische Verarbeitung der Hot Polymer Typ bereitete keine Schwierigkeiten.

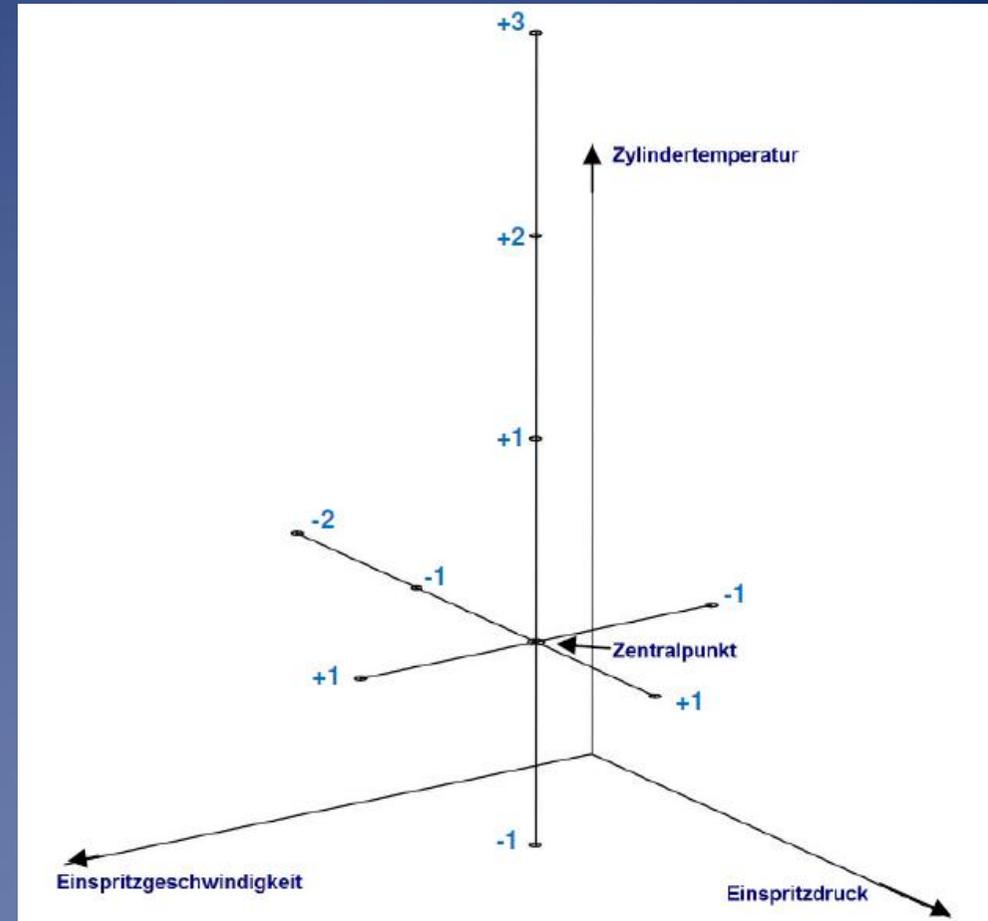


Abb. rechts: Variation der Einstellparameter ausgehend von einem Zentralpunkt

# 13. Summary

## Mehrwert, strategisches Erfolgspotenzial:

Preisgünstiger Marktleader unter den leitfähigen Kunststoffen und Aluminium-Substitut. Spritzgiessbarer, thermisch hochleitfähiger, (elektrisch isolierender\*) thermoplastischer Faserverbundkunststoff, der die Wärmeabfuhr in verschiedensten Kunststoffgehäusen (z.B. Laptopgehäuse, medizinische Gehäuse usw.) bei gleichzeitiger elektrischer Isolation gewährleistet. \*bei Bedarf

## Die Wertschöpfung in Stichworten:

- Höchste thermische Leitfähigkeit (im Bereich von Aluminium, vgl. bitte Folie 24).
- Bei Bedarf: Elektrische Leitfähigkeit (Soll: < 10) [S] bzw. elektrisch isolierend
- Verarbeitungstechnologie: Spritzgiessen.
- Preis: < CHF 30 / kg.
- Mechanische Eigenschaften: Individuell einstellbar; vgl. bitte Folie 26).

## 14. Abschluss | Dank | Fragen und Antworten

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Innoviere um zu leben

Lebe um zu innovieren