

## Ziel des Projektes

Innerhalb dieses Verbundprojektes wird **das dichte Umspritzen** von Rundleitern bearbeitet. Die Ergebnisse des vorangegangenen, ersten Projektes stellen dabei die Grundlage für die weitere Versuchsplanung dar. So soll der Einsatz von umspritzten Dichtungen geprüft werden, um die Gesamtperformance von chemisch unähnlichen Materialien (Mantel- und Umspritzmaterial) weiter zu steigern. Ferner sollen unter Praxisbedingungen **prozessstabile Umspritzungen** realisiert werden, um die **Gratbildung, Verquetschung** und eine **optimale Nachdruckübertragung** zu gewährleisten.

## Projektleistungen

Die Ausarbeitungen werden um Praxisversuche ergänzt. Die zu untersuchenden Materialkombinationen werden vom Teilnehmerkreis festgelegt.

- Erzielung eines mediendichten Verbundes
  - Einsatz von Hotmelts als Vorspritzlingsmaterialien
  - Einsatz von umspritzbaren (Form)Dichtungen
  - Untersuchungen zum Einfluss der Umspritzkonstruktion
  - Kostenneut. Untersuchungen nach IP-Klassifizierung
- Prozessoptimierung „Umspritzen“
  - Erzielung geringer Werkzeuginnendrucke für den Umspritzprozess der Rundleiter durch den Einsatz von geschäumten Materialien
  - Treibmittelrecherche
  - Einsatz neuer Werkzeugdichtkanten zur gratfreien und beschädigungsfreien Umspritzung der Rundleiter
- Umsetzung der Projektergebnisse bei einem Pilotunternehmen des Teilnehmerkreises
- Selbstverständlich unterstützen wir Sie während der Projektlaufzeit bei der Umsetzung unternehmensspezifischer Projekte
- Die Projektergebnisse werden in einem elektronischen Leitfaden dokumentiert

## Projektdaten

Projektstart: April 2011  
Projektlaufzeit: 2 Jahre  
Projektkosten: € 5.950/Jahr\*

\* Reisekosten sind im Preis nicht inbegriffen. Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts erhalten einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag. Die Rechnungsstellung erfolgt in Teilbeträgen jeweils zum Start des Projektes und nach der Laufzeit von einem Jahr.



Die Grenzstellen zwischen Rundleiter und Umspritzung stellen bei vielen Bauteilen eine Herausforderung dar.

## Information

Weitere Auskünfte zum Projektinhalt und -ablauf erhalten Sie über die Internetseite [www.kunststoff-institut.de](http://www.kunststoff-institut.de) oder sprechen uns direkt an:

**Dipl.-Ing. Michael Talhof**  
+49 (0) 23 51.10 64-172  
[talhof@kunststoff-institut.de](mailto:talhof@kunststoff-institut.de)

**Dipl.-Ing. Marius Fedler**  
+49 (0) 23 51.10 64-170  
[fedler@kunststoff-institut.de](mailto:fedler@kunststoff-institut.de)

Verbund-  
projekt

## 2. Projekt

# Umspritzen von Rundleitern

Erzielung mediendichter Verbünde  
und Verfahrensoptimierungen  
durch den Umspritzprozess

## Inhalt

Das Umspritzen von Rundleitern und Kabeln ist seit vielen Jahren etabliert und wird in unzähligen Geschäftsbereichen angewendet. Entsprechende Umspritzungen werden als Kabelverzweiger, zur Realisierung von Steckerkontakten etc. eingesetzt und besitzen neben der manuellen Konfektionierung den Vorteil, dass das Bauteil in einem „Spritzgießvorgang“ montiert ist. Hierbei werden an den Verbund jedoch immer größere Anforderungen hinsichtlich der Dichtigkeit und der prozessstabilen Umspritzung gestellt, die für den Verarbeiter eine Herausforderung darstellen.

## Problemstellung – Dichtigkeit –

Grundlegend handelt es sich beim Umspritzen von Rundleitern mit Kunststoff um einen 2K - Prozess. Um einen festen und somit dichten Verbund zwischen den Partnern zu erhalten, gibt es eine Reihe bekannter Randbedingungen, die beachtet werden müssen. Eben diese lassen sich für das Umspritzen von Rundleitern nicht immer einhalten. So variieren oftmals die Zulieferer der Kabel und somit auch die Werkstoffformulierung des Mantels und deren Oberflächenbeschaffenheit. Darüber hinaus werden durch den oftmals halbautomatischen Betrieb neue Fehlerquellen wie Verunreinigungen, schwankende Prozess- und Verweilzeiten eingetragen, welche die sich nachteilig auf die Verbundhaftung auswirken. Untersuchungen haben weiter gezeigt, dass die Bauteile über ihren Lebenszyklus immer undichter werden. Je nach Situation ist dies in der Vorspannung des Kabels durch den Umspritzprozess begründet, die zeitlich relaxiert und somit ihre Dichtwirkung verliert.

Besondere Anforderungen an mediendicht umspritzte Rundleiter stellen die Geschäftsbereiche:

- **Photovoltaik**
- **Automotive**
- **Industrie**
- ...

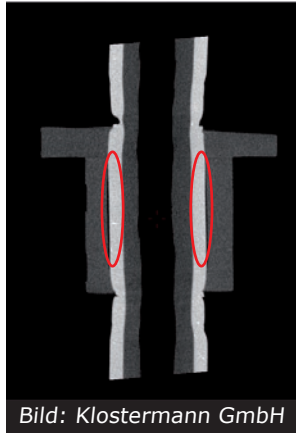


Bild: Klostermann GmbH

CT eines umspritzten Rundleiters. Deutlich ist dessen Einschnürung zu erkennen, die zeitlich relaxieren kann und das System undicht werden lässt. Darüber hinaus ist im rot eingekreisten Bereich eine Spaltbildung visualisiert, die durch Nachschwindungseffekte des Rundleiters durch den Umspritzprozess verursacht wird und eine weitere Schwachstelle im Gesamtsystem darstellt.

Hier kommt es häufig zu Undichtigkeiten, da chemisch unähnliche Materialien miteinander kombiniert werden müssen. Dies sind in der Photovoltaik bspw. strahlenvernetzte Rundleiter auf PE Basis. Da sich diese Materialien nicht spritzschweißen lassen, kann oftmals durch den reinen Umspritzvorgang nicht die geforderte Dichtigkeit (IP 67 gefordert) erreicht werden. Ähnliche Problemstellungen zeigt der Automobilsektor wo für die Hochvolttechnologie bei Hybridfahrzeugen Silikonleitungen verbaut werden. Soll hier ein dichter Verbund von umspritzten Steckern realisiert werden, stoßen die thermoplastischen Umspritzmaterialien aufgrund ihrer chemischen Unähnlichkeit an ihre Grenzen. Ferner ist in Industriestecksystemen PVC ein oft eingesetzter Kabelwerkstoff, welcher eine prozessstabile Umspritzung erschwert.

## Problemstellung – Überspritzung –

Neben der erreichbaren Dichtigkeit steht die Verfahrenstechnik vor einer großen Herausforderung, die biegeweichen Einlege Teile schonend zu umspritzen. Häufige Problemstellungen sind die Kabelquetschung im Werkzeugdichtbereich

- Fixierung der Kabel im Werkzeug
- Überspritzung
- fehlende Nachdruckübertragung

Hintergrund der genannten Problemstellungen sind oftmals die Toleranzen der Rundleiter und das Umspritzen des biegeweichen Einlegers. Um eine Überspritzung zu vermeiden, wird häufig zu früh auf einen zu geringen Nachdruck umgeschaltet. Dieses äußert sich am Bauteil wie folgt:

- Schwankende Formteilmaße
- Lunker
- Unvollständig gefüllte Teile
- Undichte Bauteile
- ...

Im Umkehrschluss bedeutet eine optimale Umspritzung bzw. optimale Umschaltung von Einspritz- auf Nachdruck:

- Gratbildung
- Deformation
- Durchschuss der Rundleiter
- ...

Eine Möglichkeit wäre der Einsatz von geschäumten Umspritzmaterialien. Bei deren Verwendung kann von einer sehr geringen Viskosität ausgegangen werden. In Verbindung mit dem Treibmitteldruck, der den üblichen Nachdruck ersetzt, resultiert ein Werkzeuginnendruck, der um den Faktor 10 geringer sein kann als bei kompakten Umspritzungen.

## Bisherige Erkenntnisse

Bisherige Untersuchungen konzentrierten sich beim Umspritzen von Rundleitern auf einen mediendichten Verbund durch den Einsatz von

- praxistauglichen Vorbehandlungsmethoden,
- modifizierten Umspritzmaterialien und
- nachgeschalteten Arbeitsgängen.

Dies ist nach jetzigen Erkenntnissen, insbesondere für chemisch unähnliche Materialien immer noch eine prägnante Herausforderung.

## Umspritzen von Rundleiter

Erzielung mediendichter Verbünde und  
Verfahrensoptimierungen durch den Umspritzprozess

Kontakt:  
Kunststoff-Institut Lüdenscheid  
Karolinenstr. 8  
58507 Lüdenscheid  
[www.kunststoff-institut.de](http://www.kunststoff-institut.de)

Dipl.-Ing. Michael Talhof  
+49 (0) 23 51.10 64-172  
[talhof@kunststoff-institut.de](mailto:talhof@kunststoff-institut.de)

Dipl.-Ing. Marius Fedler  
+49 (0) 23 51.10 64-170  
[fedler@kunststoff-institut.de](mailto:fedler@kunststoff-institut.de)

Verbund-  
projekt



2. Projekt

### Umspritzen von Rundleitern

Erzielung mediendichter Verbünde  
und Verfahrensoptimierungen  
durch den Umspritzprozess



Umspritzte Sensorkabel

Quelle: PHOENIX CONTACT  
Deutschland GmbH



Umspritzter Mini USB  
Fälschungssicher  
Dicht gegen Staub und Wasser

Quelle: [www.bulgin.co.uk](http://www.bulgin.co.uk)



Snap-In-Steckverbinder in IP67  
Umspritzte PUR-Kabel

Quelle: Franz Binder GmbH



Photovoltaik-Stringkoppel-  
leitung mit umspritzten  
Steckverbinder-Abzweigen  
inkl. Knickschutz

Quelle: Lumberg GmbH

∅ Ziel des Verbundprojektes ist es, die Voraussetzungen für die dichte und prozessstabile Umspritzen von Rundleitern zu erarbeiten

∅ **Problemstellung** □ **Dichtigkeit** □

§ chemisch unähnliche Materialien (Mantel- und Umspritzmaterial)

§ Einsatz von umspritzten Dichtungen

§ Vorspritzlingsmaterialien

∅ **Problemstellung** □ **prozessstabile Umspritzungen** □

§ biegeeweiche Einleger

§ Gratbildung

§ Verquetschung

§ optimale Nachdruckübertragung

## Erzielung eines mediendichten Verbundes

- ∅ Einsatz von Hotmelts als Vorspritzlingsmaterialien
- ∅ Einsatz von umspritzbaren (Form)Dichtungen
- ∅ Untersuchungen zum Einfluss der Umspritzkonstruktion
- ∅ Kostenneutrale Untersuchungen nach IP-Klassifizierung (wassersprühend)



## Prozessoptimierung □ Umspritzen □

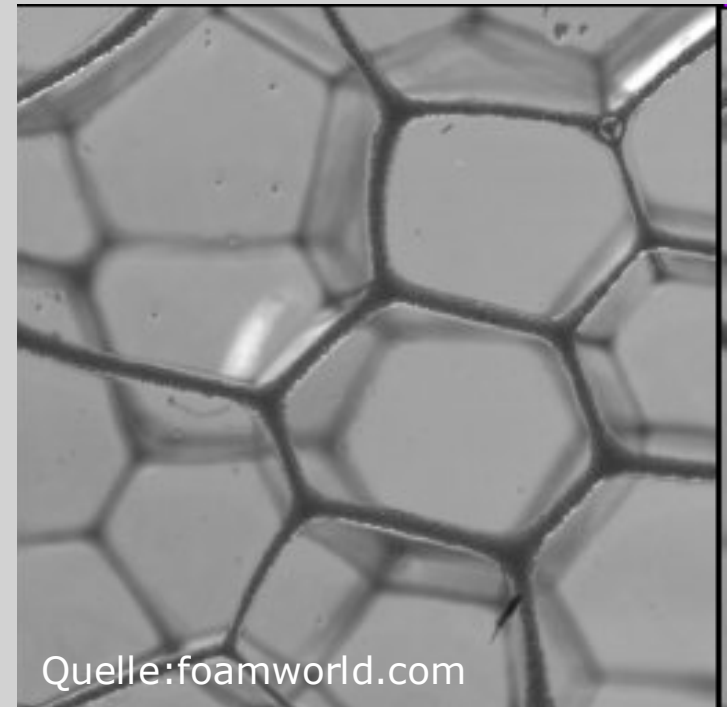
- ∅ Erzielung geringer Werkzeuginnendrucke für den Umspritzprozess
  - § Einsatz von geschäumten Materialien
  - § Treibmittelrecherche
- ∅ Einsatz neuer Werkzeugdichtkanten zur gratfreien und beschädigungsfreien Umspritzung der Rundleiter
- ∅ Ziel prozessstabile Umspritzung
  - § Gratbildung
  - § Verquetschung
  - § optimale Nachdruckübertragung





## Allgemein

- Ø Umsetzung der Projektergebnisse bei einem Pilotunternehmen
- Ø Unterstützung bei der Umsetzung unternehmensspezifischer Projekte
- Ø Elektronischer Leitfaden



- ∅ Grundlegend handelt es sich beim Umspritzen von Rundleitern um einen 2K - Prozess
- ∅ Voraussetzung für einen dichten Verbund sind bekannt
- ∅ Problemstellung: Randbedingungen variieren
  - § Unterschiedliche Zulieferer der Kabel und somit auch die Werkstoffformulierung des Mantels und deren Oberflächenbeschaffenheit
  - § halbautomatischen Betrieb
    - § Fehlerquellen wie Verunreinigungen, schwankende Prozess- und Verweilzeiten wirken sich nachteilig auf die Verbundhaftung aus
- ∅ Untersuchungen haben weiter gezeigt, dass Bauteile ohne stoffschlüssige Verbindungen über ihren Lebenszyklus immer undichter werden
  - § Vorspannung des Kabels relaxiert zeitlich

CT eines umspritzten Rundleiters

∅ Einschnürung

§ zeitliche Relaxation  
wahrscheinlich

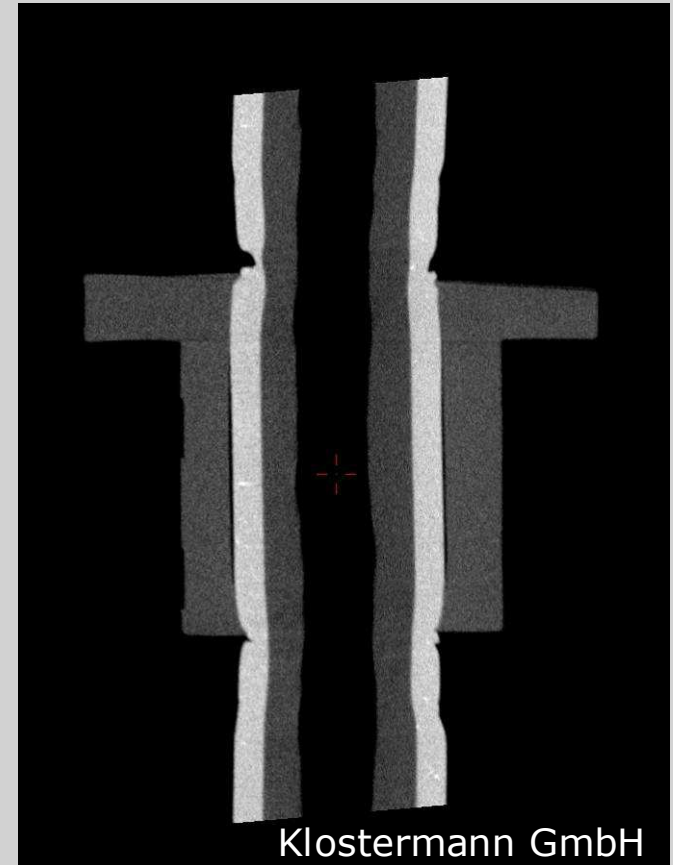
§ Undichtigkeit

∅ Spaltbildung

§ Nachschwindungseffekte  
des Rundleiters durch den  
Umspritzprozess

∅ weitere Problemstellungen

§ Ausschwitzung von  
niedermolekularen  
Bestandteilen

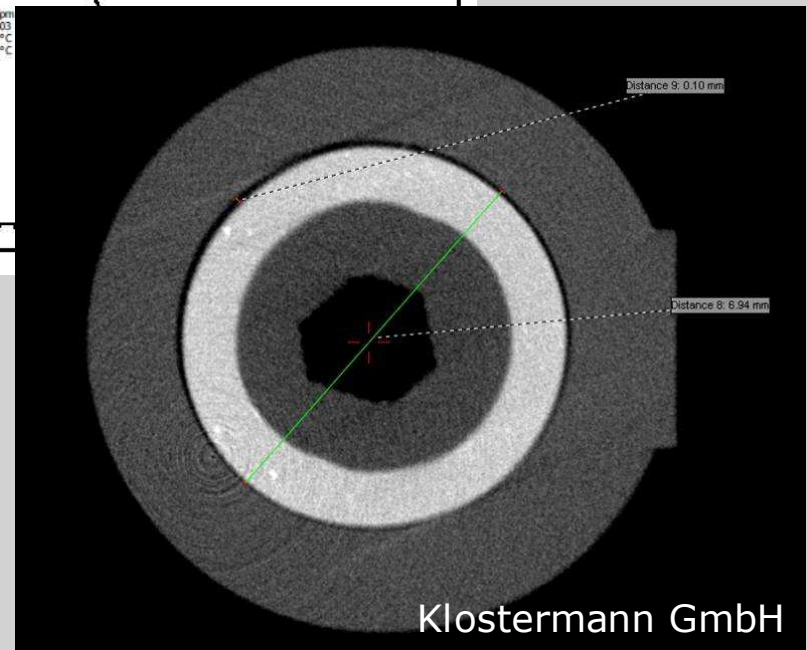
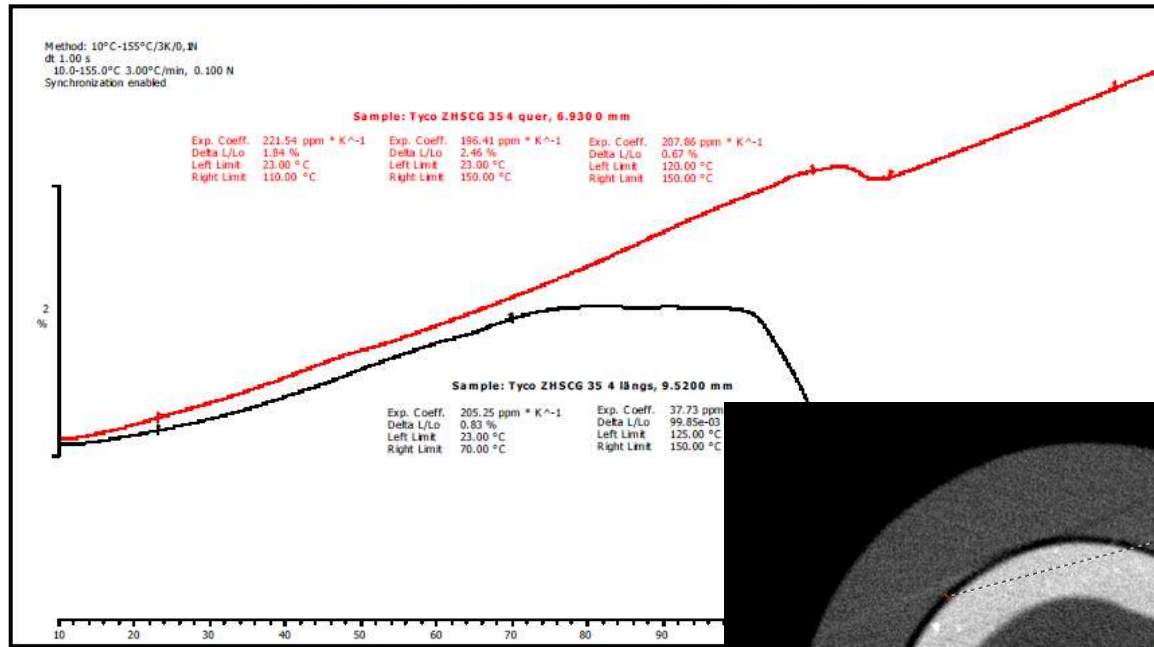


# Mediendichter Verbundstrahlenvernetzter PE Rundleiter

Thermoplastics Testing Center



## Thermischer Längenausdehnungskoeffizient (TMA)



- ∅ Neben der erreichbaren Dichtigkeit steht die Verfahrenstechnik vor einer großen Herausforderung, die biegeweichen Einlegeteile schonend zu umspritzen
- ∅ Häufige Problemstellungen sind die
  - § Kabelquetschung im Werkzeugdichtbereich
  - § Fixierung der Kabel im Werkzeug
  - § Überspritzung
  - § fehlende Nachdruckübertragung
  - § ...

## **Photovoltaik**

Hersteller:

Tyco Electronics; ZHSCG

Hersteller:

PRYSMIAN GmbH; Tecsun S1ZZ-F 6<sup>2</sup>

## **Industrie**

Hersteller:

Bockmühl-Kabel GmbH & Co. KG

LIFYY 5 \*0,34 mm<sup>2</sup> UL

## **Medizin**

Hersteller:

Bowa electronic GmbH & Co.KG

TEHY- Cu vs

## **Automotive**

Hersteller:

LEONI Kabel GmbH; Adascar 125 SM

Hersteller:

LEONI HighTemp Solutions GmbH;  
Elastosil R plus 4305/7

- ∅ Vorbehandlungsmethoden zur Steigerung der Dichtigkeit
  - § Silikatisierung
  - § Silikatisierung + Haftvermittler
  - § Coronabehandlung
  - § Plasmaaktivierung
  - § Beflammung
  - § Beflammung + Haftvermittler
  - § Einsatz von Schrumpfschläuchen
  - § Mechanisches Strahlen
  - § CO<sub>2</sub> Reinigung
  - § Plasma-Polymerisation
  - § Laservorbehandlung

- Ø Einsatz haftungsoptimierter Umspritzwerkstoffe
- Ø Möglichkeiten und Potenziale nachträglicher Vernetzung an umspritzten Rundleitern
- Ø Einsatz von silanvernetzten Umspritzmaterial an Photovoltaik Rundleitern
- Ø Dichtigkeitsergebnisse in Abhängigkeit der Bauteilstressung
- Ø Temperaturerfassung/- Messung beim Umspritzen
- Ø CT Ergebnisse
- Ø Biegeversuche
- Ø Ergebnisse der TMA Untersuchung
- Ø Recherche nach Primersystemen
- Ø Abdichtung mittels Imprägnierung
- Ø Übersicht der Dichtigkeitsprüfverfahren
- Ø ...





**Herr Dipl.-Ing. Marius Fedler**  
*Bereichsleiter Verfahrensentwicklung*  
Tel.: +49 (0) 2351 / 10 64-1 70  
E-Mail: fedler@kunststoff-institut.de



**Dipl.-Ing. Michael Talhof**  
*Bereichsleiter Verfahrenstechnik*  
Tel.: +49 (0) 2351 / 10 64-1 72  
E-Mail: talhof@kunststoff-institut.de



**Sandra Wagner**  
*Verkauf/ Projektorganisation*  
Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-192  
E-Mail: wagner@kunststoff-institut.de

- ∅ Projektbeginn: April 2011
  
- ∅ Projektlaufzeit: 2 Jahre
  
- ∅ Projektkosten: □5.950/Jahr
  
- ∅ Mitgeltende Unterlagen
  - § Allg. Geschäftsbedingungen
  - § Projektflyer
  - § Projektvereinbarung

Verbund-  
projekt

**K** KUNSTSTOFF  
INSTITUT  
LÜDENSCHIED



2. Projekt

**Umspritzen von  
Rundleitern**

Erzielung mediendichter Verbünde  
und Verfahrensoptimierungen  
durch den Umspitzprozess



## **Projektvereinbarungen zu Verbundprojekten am Kunststoff-Institut Lüdenscheid**

### **Allgemeines**

- Zu Beginn eines Verbundprojekts (VP) wird der Projektumfang durch das Kunststoff-Institut in Absprache mit den Projektteilnehmern definiert. Im Verlauf des VP können Änderungen an Inhalten und Zielen nur gemeinsam mit allen Teilnehmern des Projekts bei Projekttreffen geändert bzw. neu definiert werden.
- Für die technische Realisierbarkeit der Projekte wird keine Haftung übernommen.
- Im Rahmen eines VP können Einzelvereinbarungen zwischen dem Kunststoff-Institut und einem Teilnehmer geschlossen werden.
- Die Projekte laufen innerhalb der vereinbarten Laufzeit, beginnen mit dem Kick-off-Meeting und enden mit dem Abschlusstreffen.
- Während der Projektlaufzeit besteht für interessierte Firmen immer die Möglichkeit auch nach dem Kick-Off-Meeting in Projekte quer einzusteigen. In diesem Fall ist immer der volle Projektbeitrag zu entrichten.
- Sollten innerhalb eines Verbundprojektes angebotene, firmenspezifische Leistungen, bspw. in Form eines Stundenpools angeboten werden, gelten diese ausschließlich innerhalb der Projektlaufzeit und können mit dem Projektbeitrag nicht verrechnet werden.
- Im Falle eines Mehraufwands für firmenspezifische Leistungen im Rahmen eines VP, die den vereinbarten Umfang übersteigen, kann das Kunststoff-Institut den Mehraufwand zusätzlich in Rechnung stellen. In diesem Fall erhält der Teilnehmer vorab eine Information, bzw. ein Angebot, aus dem die Mehrkosten hervorgehen.
- Das Kunststoff-Institut definiert eine Mindestteilnehmerzahl, bei deren Erreichen das Verbundprojekt zustande kommt. Wird diese Anzahl nicht erreicht, behält sich das Kunststoff-Institut das Recht vor, das Projekt abzusagen. Sämtliche im Rahmen des Projektes im Vorfeld eingegangenen Verpflichtungen erlöschen dann. Die bereits angemeldeten Teilnehmer werden unverzüglich darüber informiert.

### **Projektergebnisse**

- Das Kunststoff-Institut verpflichtet sich, die Projektergebnisse exklusiv den Projektteilnehmern während der Projektlaufzeit zur Verfügung zu stellen.
- Das Kunststoff-Institut behält sich vor, Dritten eine Nutzung der Ergebnisse nach Projektende zu ermöglichen. Soweit Ergebnisse vor Projektstart
  - zum Zeitpunkt der Übermittlung der Öffentlichkeit schon bekannt oder allgemein zugänglich sind oder
  - ihr nach Übermittlung schon bekannt war
  - oder ihr nach der Übermittlung von einem Dritten zugänglich gemacht worden istund sofern Einzelvereinbarungen keine speziellere Regelung treffen, kann das Kunststoff-Institut Dritten gegenüber eine Nutzung der Ergebnisse nach Projektende ermöglichen.
- Dies gilt nicht für Projektergebnisse, die im Rahmen eines VP innerhalb firmenspezifischer Leistungen vom Kunststoff-Institut speziell für einen Teilnehmer erarbeitet werden. Diese werden vertraulich behandelt und Dritten nicht zugänglich gemacht. Weitere Einzelheiten sind bei Bedarf durch gesondert abzuschließende

Geheimhaltungs- und Einzelvereinbarungen zwischen dem Kunststoff-Institut und dem Projektpartner zu regeln.

- Die im geschützten Bereich der Internetseite des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid hinterlegten Produktergebnisse sind während der Projektlaufzeit ausschließlich den Projektteilnehmern vorbehalten. Ein Zugang Dritter zu diesen Daten ist verboten und darf durch die Projektteilnehmer nicht ermöglicht werden. Näheres kann durch Geheimhaltungs- und Einzelvereinbarungen geregelt werden.

### **Schutzrechte**

- Projektteilnehmer und Kunststoff-Institut sind bezüglich gemeinsamer Erfindungen grundsätzlich gleichberechtigte Partner.
- Das Kunststoff-Institut kann an den von diesem, innerhalb eines VP erforschten und entwickelten Ergebnis, namentlich schützenswerten Ideen, technische Lösungen und Erfindungen Schutzrechte, insbesondere Patente und Gebrauchsmuster, u.a. anmelden.
- Eine kostenfreie Nutzung ohne Lizenzgebühren an, vom Kunststoff-Institut entwickelten Ergebnissen über die Projektlaufzeit hinaus kann nicht zugesichert werden.
- Das Kunststoff-Institut sichert zu, an Ideen, die dem Kunststoff-Institut seitens Teilnehmern eines VP übermittelt werden, keine Schutzrechte, insbesondere Patente, anzumelden.