

## Projektziel

Im Rahmen dieses Projektes soll ein umfassendes Modell entstehen, mit dem Lösungsviskosität, Schmelzviskosität und mechanische Eigenschaften miteinander korreliert werden können. Der hieraus abzuleitende Leitfaden für Anwender soll dieses in übersichtlicher Form über Tabellen, Grafiken und/oder Formeln darstellen und ihm ermöglichen seine individuellen Werte hier einzuordnen.

## Projektleistungen

- Untersuchungen gemäß Beschreibung
- Detaillierte Daten zu eigenen/gesamten untersuchten Proben
- Modell zur einfachen Qualitätskontrolle
- Zwei Projekttreffen pro Jahr für bis zu zwei Personen je Unternehmen (Wechsel der Teilnehmer möglich)
- Zugang zum geschützten Bereich
- Erfahrungsaustausch und Networking mit den Projektteilnehmern
- Vorträge von externen Referenten zu Spezialthemen

## Projektpartner

**KIMW-Prüf- und Analyse GmbH**  
Koordinierendes Institut und Experte für Analytik

**LAUDA Scientific GmbH**  
Experte für Viskosimetrie

**DYNISCO Europe GmbH**  
Experte für Kapillarrheologie

## Projektdaten

Projektname: Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten  
Projektstart: Februar 2018  
Projektlaufzeit: 2 Jahre  
Projektkosten: 7.900 €/Jahr\*

Die Rechnungsstellung erfolgt in Teilbeträgen jeweils zum Start des Projektes und nach einer Laufzeit von einem Jahr.

\*Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag.

### Quereinstieg möglich

Auch nach Projektstart ist ein Quereinstieg jederzeit möglich.

## Information

Weitere Auskünfte zum Projektinhalt und -ablauf erhalten Sie über unsere Internetseite oder durch einen direkten Kontakt:

**Dipl.-Ing. Meike Balster, M. Sc.**  
+49 (0) 23 51.10 64-157  
m.balster@kunststoff-institut.de

**Dipl.-Ing. Sebastian Makran, M. Sc.**  
+49 (0) 23 51.10 64-172  
makran@kunststoff-institut.de

**Martin Doedt, B. Sc.**  
+49 (0) 23 51.10 64-125  
doedt@kunststoff-institut.de

### Kunststoff-Institut

für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH  
(K.I.M.W.)

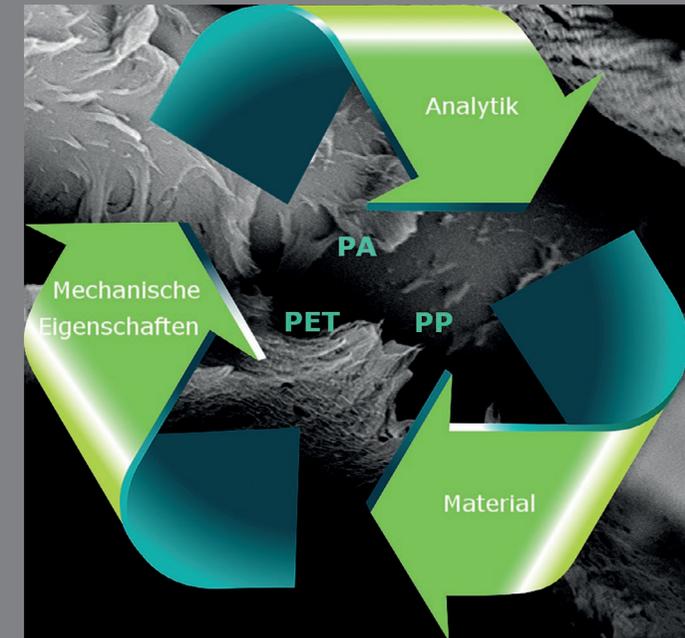
Karolinenstraße 8 | 58507 Lüdenscheid

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-191

Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190

www.kunststoff-institut.de | mail@kunststoff-institut.de

Verbund-  
projekt



# Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten

Modellentwicklung zur einfachen,  
serienbegleitenden Prüfung

**Einleitung**

Trotz Sortenreinheit scheuen viele Unternehmen den Einsatz von Rezyklaten, da der Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des Bauteils ohne entsprechende Analytik nur schwer abgeschätzt werden kann. Das daraus resultierende Risiko kann trotz wirtschaftlicher Vorteile häufig nicht getragen werden, wodurch wertvolle, hochwertige Rohstoffe im Abfall landen. Von Seiten automobilier OEM ist dabei der Einsatz von Rezyklaten sogar gewünscht, wobei eine Validierung vorliegen muss (vgl. VW 50133:2015-08). Die erstmalige Validierung des Recyclingprozesses über mechanische Prüfungen stellt dabei weniger ein Problem dar, sondern die kontinuierliche Sicherstellung der Qualität ist als ein wesentlicher Risikofaktor einzustufen. Ähnliche Probleme ergeben sich aus den Unterschieden zwischen Datenblatt und chargenabhängigen Prüfzeugnissen.



Eine umfassende Analyse aller Parameter lässt sich im betrieblichen Umfeld meistens nicht umsetzen, so dass der grundsätzlich mögliche Einsatz des Inhouse-Recycling in der Praxis häufig unterbleibt.

**Projektschwerpunkte**

Lösungsansatz und Ziel des Verbundprojekts ist es, dieses Problem zu lösen und ein belastbares Modell für die Korrelationen von verschiedensten Untersuchungsmethoden mit den mechanischen Eigenschaften der Kunststoffbauteile zu finden und dadurch eine einfache, kontinuierliche Qualitätskontrolle zu ermöglichen. Ebenso sollen damit auch bereits beim Einrichten des Prozesses oder bei Chargenwechsel ohne aufwändige Versuchsreihen geeignete Rezyklatanteile definiert werden können. Anhand der vorliegenden Untersuchungen im Bereich PET sollen auch für die Kunststoffe PBT, PA und PP entsprechende Korrelationen aufgestellt werden. Diese finden dann Eingang in einen Handlungsleitfaden, der individuell angepasste, eigene Qualitätskontrollen ermöglicht.

**Was ist ein Verbundprojekt?**

In den Verbundprojekten entwickelt das Institut für die teilnehmenden Unternehmen ein innovatives Thema. Dieses ist praxisnah, mit hohem technologischem Know-how und wird ausschließlich über Teilnehmer-Beiträge finanziert.

**Vorteile eines Verbundprojektes**

- Kostensharing = niedrige Projektbeiträge pro Teilnehmer
- Geringe Personaleinbindung der teilnehmenden Firmen
- Technologische Marktführerschaft
- Netzwerkbildung
- Interdisziplinärer Erfahrungsaustausch
- Mitarbeiterweiterbildung/-qualifizierung

Zeit- und kostenintensive Untersuchungen sowie die Projektabwicklung erfolgen ausschließlich durch das Institut. Die Personaleinbindung der Firmen beschränkt sich im Minimum auf die Teilnahme an den Projekttreffen (i. d. R. zwei- bis dreimal im Jahr).

**Geheimhaltung**

Sämtliche Projektergebnisse unterliegen während der Projektlaufzeit der Geheimhaltung. Ergebnisse von firmenspezifischen Untersuchungen werden vertraulich behandelt.

Drei verschiedene Polymerklassen sollen im Rahmen des Projekts untersucht werden:

- **PET/PBT** als Vertreter von technischen Werkstoffen mit einer ähnlichen Molekülstruktur wie PET
- **Polyamide** Hier soll neben dem Molmassenabbau auch der Einfluss durch die Schädigung der Glasfasern in das Konzept mit einbezogen werden.
- **Polypropylen** als einer der am meisten verwendeten Werkstoffe

Es werden jeweils verschiedene Abmischungen der einzelnen Materialien mit unterschiedlichen Rezyklat- und bei PA Faseranteilen hergestellt. Proben der Projektteilnehmer können hier ebenfalls in begrenztem Umfang integriert werden. Zur Beurteilung des Rezyklatanteils /des Molmassenabbaus werden unterschiedlichste Methoden herangezogen:

- **Intrinsische Lösungviskosität** zur Bestimmung der Molmassen
- **Schmelzviskosität** zur Bestimmung der Schmelzindices
- **Molekulare Analysen** (DSC, Faserlängenvermessung)
- **Mechanische Prüfungen** von Prüfkörpern (Zug- und Schlagversuche)

Die erhaltenen Ergebnisse der einzelnen Blöcke werden aufbereitet, miteinander in Korrelation gesetzt und ein **generelles Modell** erarbeitet. Anhand dieses Modells soll eine **schnelle und sichere Qualitätskontrolle** durch einfache Messungen der Schmelz- oder Lösungviskosität möglich sein.

Für das entwickelte Modell erfolgt am Ende des Projektes eine **Validierung** anhand einzelner Messungen der von den **Projektteilnehmern eingesetzten Handelstypen**.




**Projektskizze „Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten“**

Modellentwicklung zur einfachen, serienbegleitenden Prüfung

## Ziel des Projekts



- ▶ Entwicklung eines Modells zur Korrelation von Lösungsviskosität, Schmelzviskosität und mechanischen Eigenschaften
- ▶ Ein Leitfaden für Anwender entsteht, mit dem eine schnelle und sichere Qualitätskontrolle durch einfache Messungen möglich wird

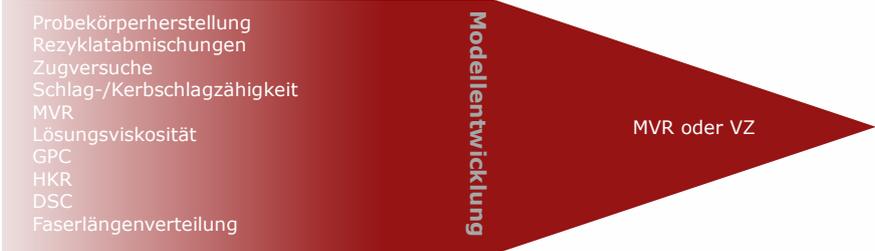
- ▶ Wie ist die Qualität des Bauteils beim Einsatz eines Rezyklatanteils?
- ▶ Können wirtschaftliche Vorteile genutzt werden?
- ▶ Gilt dies für alle Materialien?



## Ziel der Projektes



Sichere Qualitätskontrolle mit nur einer Messung?



Probekörperherstellung  
 Rezyklatabmischungen  
 Zugversuche  
 Schlag-/Kerbschlagzähigkeit  
 MVR  
 Lösungviskosität  
 GPC  
 HKR  
 DSC  
 Faserlängenverteilung

Modellentwicklung

MVR oder VZ

© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | VP "Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten" | 3

## Motivation für eine Teilnahme



- ▶ Trotz Sortenreinheit scheuen viele Unternehmen den Einsatz von Rezyklaten, da der Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften nur schwer abgeschätzt werden kann.
- ▶ Aufwendige Analytik wäre für jedes Material mit unterschiedlichen Rezyklatanteilen notwendig und teuer
- ▶ Das Risiko von Ausfällen aufgrund eines Rezyklatanteils kann trotz wirtschaftlicher Vorteile häufig nicht getragen werden, wodurch wertvolle, hochwertige Rohstoffe im Abfall landen
- ▶ Die kontinuierliche Sicherstellung der Qualität ist ein wesentlicher Risikofaktor
- ▶ Durch das in diesem Projekt entwickelte Modell soll eine schnelle und sichere Qualitätskontrolle durch einfache Messung der Schmelze- oder Lösungviskosität möglich sein



Sichere Qualitätskontrolle  
 beim Einsatz von Rezyklaten  
 Messung der Schmelze- oder Lösungviskosität

© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | VP "Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten" | 4

## Stand der Technik



- ▶ *Kunststoff-anders denken über Energie*; Plastic Europe, Der Verband der Kunststoffherzeuger; Präsentation; Frankfurt; 2007
- ▶ *Ökobilanzen von Packstoffen, speziell: Verpackungen aus Plastik*; Born, Jens; Jsperr Boehme, Benn; Herrmann, Nicolai; Junge, Matthias; Junge, Matthias; Keichel, Sebastian; Kitzing, Lena; Schaefer, Johannes; Wülfing, Lutz; Flensburg; Hausarbeit; <https://hs-flensburg.de/ct/Lehre/INU/Ökobilanz-Packstoffe-Plastik.pdf> (Stand: 006.07.2017)
- ▶ A Practical Method for Correlating Melt Rheology of Polyethylenterephthalat to IV; Limbach, A. P.; Reilly, J. F.; Morgantown, USA; ANTEC; 1992
- ▶ Prediction of Solution Viscosities from melt viscosity and melt flow rate; Appendix III



## Kompetenzen des KIMW



- ▶ Untersuchung der Viskositätszahl sowie des Schmelzindex hinsichtlich Materialabbau für verschiedene OEMs, Automobilzulieferer, Möbelindustrie usw.
- ▶ DSC-Analysen im Bereich Schadensanalyse, Qualitätskontrolle
- ▶ Prüfung der mechanischen Eigenschaften im Bereich der Werkstoffprüfung
- ▶ Qualitätskontrollen, Wareneingangskontrollen im Labor
- ▶ Messgeräte sind alle im KIMW vorhanden
- ▶ Abmusterungen im Technikum mit unterschiedlichen Rezyklatanteilen bereits in kleinerem Rahmen als Dienstleistungsauftrag durchgeführt
- ▶ Diplomarbeiten zu Materialabbau / Qualitätsberichte



## Projektleistungen



- ▶ Abmischung verschiedener Rezyklatanteile in drei verschiedene Polymere (PA auch mit Glasfasern, PP, PBT)
- ▶ Untersuchungen
  - Schmelzeviskosität, Lösungsviskosität, DSC, Faserlängenvermessung
  - Mechanische Eigenschaften: Zug- und Schlagversuche
- ▶ Entwicklung eines Modells
- ▶ Projektteilnehmer
  - Bei den Abmischungen werden zwei Materialtypen der Teilnehmer integriert (nach Umfrage ausgewählt)
  - Validierung des entwickelten Modells anhand einzelner Messungen der von den Projektteilnehmern eingesetzten Handelstypen

## Projektleistungen



### ▶ Versuchsplan / Abmusterungen

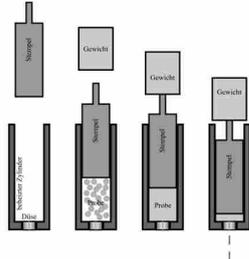
| Material | Glasfaser | Recyclat |
|----------|-----------|----------|
|          | %         | %        |
| PA       | 0         | 0        |
|          | 15        | 0        |
|          | 0         | 30       |
|          | 0         | 50       |
|          | 50        | 70       |
|          | 0         | 100      |
| Summe    | 2         | 4        |
| PBT      | 0         | 0        |
|          |           | 30       |
|          |           | 50       |
|          |           | 70       |
|          |           | 100      |
| Summe    | 1         | 1        |
| PP       | 0         | 0        |
|          |           | 30       |
|          |           | 50       |
|          |           | 70       |
|          |           | 100      |
| Summe    | 2         | 1        |



## Projektleistungen



- ▶ Versuchsplan / Messungen
  - Lösungsviskosität
  - MVR/MFR
  - HKR-Messungen
  - Faserlängen bei PA
  - DSC
  - Zugversuche
  - Schlag- / Kerbschlagzähigkeit





© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | VP "Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten" | 9

## Projektleistungen



- ▶ Zwei Projekttreffen pro Jahr für ein bis zwei Personen je Unternehmen



- ▶ Recherchen, Abmusterungen und ausgewählte Untersuchungen zu den Projektinhalten
- ▶ Systematisierung der Ergebnisse
  - Modellentwicklung
- ▶ Zugang zu dem geschützten Internetbereich
- ▶ Einbindung externer Experten



© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | VP "Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten" | 10

## Zusammenfassung





### Sprenggießtechnologie

- Abmusterung von Probekörpern
- Abmusterung von Demonstratoren
- Herstellung von Mahlgut



### Materialprüfungen

- Bestimmung von Werkstoffeigenschaften
  - mechanische und rheologische Prüfungen
- Analytische Methoden (DSC-Analyse, Faserlängenverteilung, ...)



### Modellentwicklung und Validierung

- Ermittlung eines einfachen Modells (Graphik, Tabelle o.Ä.)
- Validierung des Modells anhand zweier meistgenannter Materialtypen aus dem Pool der Projektteilnehmer

© Kunststoff-Institut Lüdenschied | VP "Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten" | 11

## Projektinformationen

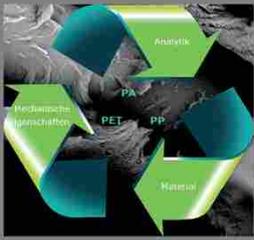


- ▶ **Projektstart:**                    Februar 2018
- ▶ **Projektlaufzeit:**            2 Jahre
- ▶ **Projektkosten:**              7.900 €/Jahr\*

- ▶ **Projektpartner**
  - Lauda Scientific GmbH
  - DYNISCO Europe GmbH
  
- ▶ **Mitgeltende Unterlagen**
  - Allg. Geschäftsbedingungen
  - Projektflyer

Verband: anplast

Sichere Qualitätskontrolle  
beim Einsatz von Rezyklaten

Modellentwicklung zur einfachen,  
serienbegleitenden Prüfung

\* Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenschied zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag

© Kunststoff-Institut Lüdenschied | VP "Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten" | 12



**KUNSTSTOFF  
INSTITUT  
LÜDENSCHIED**

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**

Dipl.-Ing. Meike Balster, M. Sc. | Tel.: +49 (0) 2351 - 10 64 157 | [m.balster@kunststoff-institut.de](mailto:m.balster@kunststoff-institut.de)  
Dipl.-Ing. Sebastian Makran, M. Sc. | Tel.: +49 (0) 2351 - 10 64 172 | [makran@kunststoff-institut.de](mailto:makran@kunststoff-institut.de)  
Martin Doedt, B. Sc. | Tel.: +49 (0) 2351 - 10 64 125 | [doedt@kunststoff-institut.de](mailto:doedt@kunststoff-institut.de)

Kunststoff-Institut Lüdenscheid  
Herr Stefan Euler  
Karolinenstr. 8  
58507 Lüdenscheid

per Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
per E-Mail: [mail@kunststoff-institut.de](mailto:mail@kunststoff-institut.de)

Anmeldung zum Projekt:

**Sichere Qualitätskontrolle beim Einsatz von Rezyklaten**

Hiermit bestätigen wir verbindlich unsere Teilnahme an dem Projekt.

Projektleiter:.....Dipl.-Ing. Meike Balster, M.Sc.  
Dipl.-Ing. Sebastian Makran, M.Sc.  
Martin Doedt, B.Sc.

Projektkosten:.....7.900 €/Jahr\*

Laufzeit:.....2 Jahre

Projektstart:.....Februar 2018

Mitgeltende Unterlagen:.....AGB und Projektflyer

\*Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag.

- Unsere Einkaufsbestell-Nr. lautet: \_\_\_\_\_
- Wir reichen unsere Einkaufsbestell-Nr. nach
- Die Rechnungserstellung erfolgt ohne Einkaufsbestell-Nr.

**Die Einkaufsbestell-Nr. muss spätestens nach Ablauf von zwei Wochen nachgereicht werden!**  
**Sollte nach Ablauf der Frist noch keine Bestell-Nr. vorliegen, erfolgt die Rechnungsstellung ohne diese Angabe.**

|                                 |  |   |
|---------------------------------|--|---|
|                                 |  | <input type="checkbox"/> Abweichende Rechnungsadresse |
| Firma*                          |  |   |
| Straße*                         |  |   |
| PLZ/Ort*                        |  |   |
| Telefon                         |  |   |
| Telefax                         |  |   |
| Folgende Personen nehmen teil*: |  | Durchwahl/E-Mail*:                                    |
| 1.                              |  |   |
| 2.                              |  |   |
|                                 |  |   |
| Datum                           |  | rechtsverbindliche Unterschrift/Stempel               |

**\*erforderliche Angaben**