



## Deutsche Gesellschaft für Kunststoffrecycling mbH DKR

Thomas Koch  
Frankfurter Str. 720-726, 51145 Köln  
Tel.: 02203 9317-801, Fax: 02203 9317-700  
E-Mail: thomas.koch@dkr.de, www.dkr.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Unterstützung bei der Entwicklung der Einsammellogistik, Spezifizieren von EPS-Fraktionen, QM-Maßnahmen, Bereitstellen typischer EPS-Abfallchargen

**Branche:** Kunststoff-Verwertung, Logistik

## e&e Verfahrenstechnik GmbH

Axel Remke  
Düsternstr. 55, 48231 Warendorf  
Tel.: 02581 63601-14, Fax: 02581 63601-20  
E-Mail: info@eundeverfahrenstechnik.de  
www.eundeverfahrenstechnik.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Auslegung der Aggregate zur Umsetzung des Verfahrens in den Pilot- und Produktionsmaßstab, sowie Abschätzung der entsprechenden Investitions- und Betriebskosten

**Branche:** Anlagenbau, Engineering

## EPC Engineering und Projektmanagement Consulting GmbH

Jens Henkel  
Breitscheidstr. 152, 07407 Rudolstadt  
Tel.: 03672 3023-30, Fax: 03672 3023-77  
E-Mail: mail@epc-online.de, www.epc-online.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Auslegung der Aggregate zur Umsetzung des Verfahrens in den Pilot- und Produktionsmaßstab, Abschätzung der entsprechenden Investitions-, Betriebs- und Genehmigungskosten

**Branche:** Engineering, Consulting

## ISD Interseroh GmbH

Christian Jessen  
Stollwerkstr. 9a, 51149 Köln  
Tel.: 02203 9147-304, Fax: 02203/ 9147-340  
E-Mail: c.jessen@interseroh.de, www.interseroh.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Unterstützung bei der Entwicklung der Einsammellogistik, Bereitstellen typischer EPS-Abfallchargen

**Branche:** Kunststoffverwertung, Logistik

## Isobouw Dämmstoffwerk GmbH

Dr. Siegfried Kern  
Wulfenerstr. 1, 06386 Micheln-Trebbichau  
Tel.: 034973 26-0, Fax: 034973 26-134  
E-Mail: siegfried.kern@isobouw.de, www.isobouw.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Testen und Bewerten der Aufschäumbarkeit von re-expandierbarem Polystyrol

**Branche:** EPS-Bauteile für Bau und für Verpackungen

## Joma Dämmstoffwerk GmbH

Roland Mang  
Jomaplatz, 87752 Holzgünz  
Tel.: 08393 78-32, Fax: 08393 78-35  
E-Mail: roland.mang@joma.de, www.joma.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Testen und Bewerten der Aufschäumbarkeit von re-expandierbarem Polystyrol

**Branche:** EPS-Bauteile für Bau

## Magdeburger Kunststoff Service Center GmbH MAKSC

Harald Toerne  
Steinfeldstr. 5, 39179 Barleben  
Tel.: 039203 94014, Fax: 039203 94019  
E-Mail: maksc@t-online.de, www.maksc.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Bewerten von Qualitäten von PS-Recyclaten hinsichtlich mechanischer und thermischer Kennwerte, Einschätzen von Marktchancen

**Branche:** Kunststoffverwertung, Bewerten von Recyclatqualitäten

## Neue Herbold Maschinen- und Anlagenbau GmbH

Peter Abraham  
Wiesenstr. 44, 74889 Sinsheim  
Tel.: 07261 9248-0, Fax: 07261 9248-99  
E-Mail: p.abraham@neue-herbold.de, www.neue-herbold.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Zerkleinern von Testchargen als Vorbereitung für Auflösetests, Mitgestaltung bei der Entwicklung eines dezentralen Auflösemoduls

**Branche:** EPS-Zerkleinerungsaggregate

## Synbra Technology bv

Jan Noordegraaf  
Zeedijk 25, 4871 NM Etten-Leur, Niederlande  
Tel.: +31 (0)168 373 373, Fax: +31 (0)168 373 363  
E-Mail: j.noordegraaf@synbra-tech.nl, www.synbra-tech.nl

**Schwerpunkte im Projekt:** Bewerten der Aufschäumbarkeit und der Qualität aufgeschäumter Produkte, Bereitstellen typischer EPS-Abfälle

**Branche:** EPS-Bauteile für Bau und für Verpackungen

## Recycling von EPS-Abfall zu re-expandierbarem Polystyrol (EPS-Loop)

### Das Projekt

Expandiertes Polystyrol (EPS), besser bekannt unter dem Produktnamen Styropor<sup>®</sup>, wird hauptsächlich im Baubereich (75 %) wegen seiner guten Wärmedämmung und im Verpackungsbereich (16 %) wegen seiner guten Schutzzeigenschaften gegen Stöße eingesetzt. Beispiele für Anwendungen sind Dämmplatten, Kühltransportkisten und Verpackungen von Elektronikartikeln. Allein in Deutschland werden jährlich ca. 220.000 t EPS verarbeitet.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Recyclingverfahrens, mit dessen Hilfe aus verschmutztem EPS-Abfall ein wiederaufschäumbares Polystyrol hergestellt werden kann. Ein weiteres Ziel ist die Konzeptionierung einer Logistik zur kostengünstigen Einsammlung von EPS-Abfällen. Damit werden die drei größten Probleme des EPS-Recyclings angegangen:

1. EPS-Abfall verursacht aufgrund der sehr geringen Schüttdichte von ca. 6,5 kg/m<sup>3</sup> enorm hohe spezifische Transportkosten. In einem Jumbo-LKW mit 110 m<sup>3</sup> Ladevolumen kann nur eine Menge von 600 bis 700 kg EPS transportiert werden.
2. Durch die derzeitige Verwertung wird nur eine geringe Wertschöpfung erzielt:
  - Teilweise wird der EPS-Abfall zu Mahlgut verarbeitet und dann in Ausgleichs-Estrichen und Porotonziegeln eingesetzt. Nur knapp 2.000 Tonnen werden bei der Verpackungs- oder Dämmplattenproduktion beigemischt.
  - In Deutschland wird EPS nur in geringen Mengen zu PS-Granulat für hochwertige Spritzgussanwendungen verarbeitet.
  - Ein Teil des EPS-Abfalls wird thermisch verwertet.
3. Für den Baubereich verwendet man EPS mit bromierten Flammschutzadditiven. Bei einem Zuschneeverlust der Isolierplatten von zirka 2-3 %, fallen jährlich zirka 4.000



Lösereaktor, Kantenspaltfilter und Fällreaktor zum Rezyklieren von Kunststoffen im explosionsgeschützten Labor im Fraunhofer IVV.

Tonnen Abfall in Deutschland an. Diese Mengen müssten separat gesammelt und entsorgt werden. Die Praxis zeigt jedoch, dass es zu Vermischungen kommt. Dadurch sind signifikante Restgehalte an bromierten Flammschutzadditiven auch in sensiblen Anwendungen (Verpackung, Blumentrays etc.) nicht auszuschließen bzw. die geforderten Gehalte in Bauanwendungen werden nicht erreicht.

Eine Rückführung zu wiederaufschäumbarem Polystyrol (PS) findet in Deutschland nicht statt. Gründe dafür sind die mangelhafte Reinigungsleistung herkömmlicher Verfahren sowie das Fehlen wirtschaftlicher Prozesse zur Herstellung von re-expandierbarem PS. Um heute sortenreine und saubere Mahlgut- oder Spritzgussqualitäten herzustellen, sind sehr saubere Abfallfraktionen eine zwingende Voraussetzung.

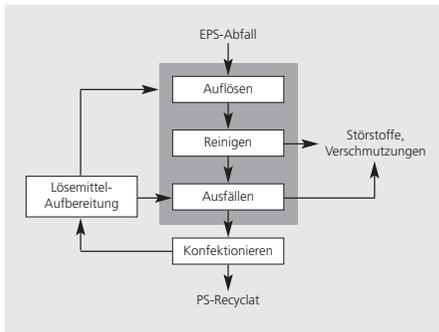
Die hohen Transportkosten können durch eine extreme Volumenreduktion (bis zu Faktor 50) durch Aufnahme des EPS-Abfalls in einer Flüssigkeit deutlich reduziert werden. Da diese Flüssigkeit kennzeichnungsfrei ist und keinen aufwändigen Gefahrguttransport erforderlich macht, kann die beim Einsammeln hergestellte EPS-Lösung in handelsüblichen Transportcontainern oder in einem Tanklastzug kostengünstig zur Aufbereitung in eine Recyclinganlage überführt werden. Die Recyclinganlage arbeitet nach dem Prinzip des CreaSol<sup>®</sup> Prozesses, der auf der selektiven Extraktion beruht: Selektives Auflösen der Zielkomponente – Reinigen der Lösung von Fremd- und Störstoffen – Ausfällen der Zielkomponente aus der gereinigten Lösung. Im Recyclingprozess werden aus der angelieferten Lösung zunächst

ungelöste Fremdmaterialien wie Metall, Holz, Fremdpolymere, organischer Abfall und Staub beispielsweise durch Filtration abgetrennt. Anschließend wird durch Zugabe eines Fällmittels reines Polystyrol in Partikelform gewonnen.

Durch geeignete Wahl der Prozessparameter und Prozesschemikalien kann dabei re-expandierbares PS auf Neuwarequalitätsniveau hergestellt werden. Damit kann eine wesentlich höhere Wertschöpfung erreicht werden im Vergleich zur Verwertung von EPS-Abfällen zu Mahlgut oder Spritzguss-PS. Selbst bei Verwendung von stark verschmutzten EPS-Abfällen als Input können hohe Qualitäten erreicht werden.

Weiterhin wird durch die Volumenreduktion die Anzahl der notwendigen Transporte deutlich reduziert und die Umwelt infolge des reduzierten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes entlastet. Da kennzeichnungsfreie Flüssigkeiten eingesetzt werden, geht von diesen Transporten keine Gefährdung der Umwelt aus.

Durch die Umsetzung dieser Technologie ergeben sich nicht nur Vorteile beim Einsammeln durch deutlich reduzierte Transportkosten sondern auch beim Verarbeiten durch eine höhere Wertschöpfung. Von beiden Vorteilen können sowohl Logistikunternehmen als auch Recycler und Anwender des Recyclats profitieren.



Prinzip der Selektiven Extraktion von EPS-Abfall zu PS-Recyclat (CreaSolv-Prozess)

## Die Perspektiven

Im Wissen um die Grenzen des sortenreinen Sammelns von EPS-Abfallströmen (in Deutschland und im Europäischen Ausland) und die Gefahr der Vermischung mit Flamm-schutzadditiv-haltigem Material aus dem Baubereich, muss davon ausgegangen werden, dass beim heute üblichen Pressen, Kompaktieren und Regranulieren auch Brom-haltige PS-Granulate in den Verkehr gebracht werden, ohne dass

dies den Handelnden oder dem Gesetzgeber bisher bewusst ist. Mit der Sammeltechnik in einer Flüssigkeit und dem anschließenden EPS-Recyclingverfahren wird eine solche Gefährdung ausgeschlossen.

Hauptziel des Projekts ist die Vorbereitung der unmittelbar anschließenden Umsetzung der Projektergebnisse in eine industrielle Pilotanlage. Durch den Betrieb sollen weitere Betriebsdaten gesammelt und der Markt aufgebaut werden. Zusätzlich können hier wertvolle Erfahrungen im Bereich des Einsammelns gewonnen werden, um eine flächendeckende Erfassung von EPS-Abfällen in Deutschland und weiteren europäischen Ländern zu erreichen. Für eine umfassende Erfassung sind voraussichtlich ca. drei Recyclinganlagen in Deutschland und ca. 10-15 für Europa nötig. Die Anzahl hängt unter anderem von der Mindestgröße einer wirtschaftlichen Anlage und vom landesspezifischen Logistikaufwand ab.

Die Umsetzung in eine Pilot- und folgende Produktionsanlagen erfolgt im Wesentlichen mit dem Projektteam. Für eine flächendeckende Erfassung sind Zug um Zug alle Firmen mit einzubeziehen, bei denen EPS-Abfälle entstehen oder die solche Abfälle transportieren oder verwerten. Auf diese Weise kommt diese innovative Technologie einer großen Anzahl kleiner und mittelständischer Unternehmen zugute. Im europäischen Ausland sind Partner vor Ort wichtig, um die landesspezifischen Bedingungen in Bezug auf Einsammeln, Transport, Verwertung und Gesetzgebung zu berücksichtigen. Daher werden hier gezielt die entsprechenden Verbände, Branchenführer und Ministerien für Umweltschutz und Arbeitssicherheit angesprochen, um anhand der bestehenden Pilot- und Produktionsanlagen die Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit dieser innovativen EPS-Recyclingtechnologie zu demonstrieren.

Die beteiligten Partner erweitern bzw. intensivieren ihr Kerngeschäft durch zusätzliche Aufträge, vergrößern damit ihren Marktanteil bzw. sichern ihre Position am Markt und können öffentlichkeitswirksam ihr Engagement für die Verbesserung der Kunststoffverwertung demonstrieren.

## Die Kooperation

Basis der Kooperation ist der Einsatz von kennzeichnungsfreien Lösemittelformulierungen der Firma CreaCycle im vom Fraunhofer-Institut IVV entwickelten Kunststoff-Recycling-Verfahren der selektiven Extraktion, welches als CreaSolv<sup>®</sup>-Prozess gemeinsam vermarktet wird. Während das Fraunhofer-Institut die Übertragung der selektiven Extraktion auf das Stoffsystem EPS-Abfälle durchführt, besitzt CreaCycle

umfassende Kenntnisse und Erfahrungen im Bereich organischer Lösemittel, Lösemittelformulierungen, Kennzeichnung und Transport von Gefahrgütern. Zusätzlich hat CreaCycle die Volumenreduktion von EPS-Abfällen durch Auflösen mit der Lösemittelformulierung CreaSolv<sup>®</sup>-PS untersucht.

Dieser Projektkern ergänzt sich durch die Kompetenz der Firma Neue Herbold, die bereits seit acht Jahren im Bereich Zerkleinerung von EPS und anderen Kunststoffen aktiv ist. Bei der geeigneten Vorbehandlung vor dem Löseschritt ist beim Werkstoff EPS insbesondere die statische Aufladung zu beachten. Das Bewältigen großer Volumina mit wenig Gewicht erfolgt mit dem Ziel, wenig Feinstoffanteil zu erhalten.

Durch die Erfahrungen der Firma EPC im Engineering von nasschemischen Anlagen im Bereich Polymere inkl. Explosionsschutz sowie durch die Erfahrungen der e&e Verfahrenstechnik im Bereich der fest-flüssig-Extraktion, dem Umgang mit organischen Lösemitteln und dem Explosionsschutz hat der Verbund ein kompetentes Team zur Auslegung der Pilot- und Produktionsanlagen sowie zur Wirtschaftlichkeitsabschätzung und Erhöhung der Planungssicherheit.

Die MAKSC und das FIW bewerten die Qualitäten des Polystyrolrecyclats sowie des re-expandierbaren Polystyrolrecyclats einschließlich der daraus hergestellten Bauteile. Weiterhin erlauben die Erfahrungen beider Partner eine kompetente und zuverlässige Markteinschätzung für die hergestellten Produktqualitäten.

Fundierte Kenntnisse und Erfahrungen im Bereich Logistik sowie Akquisition von Inputmaterial werden von der DKR und der Interseroh in das Team eingebracht. Zusammen sind beide für die Einsammlung und Verwertung des Großteils der in Deutschland anfallenden EPS-Abfälle verantwortlich und in der Lage, relevante Inputmaterialien des EPS-Abfalls zu beschaffen. Die Firmen Joma, Isobouw und Synbra werden die Aufschäumeigenschaften des re-expandierbaren Polystyrolrecyclats bewerten und optimieren sowie die daraus hergestellten Produkte hinsichtlich der Marktchancen einschätzen.

Im interdisziplinären Verbund sind alle relevanten Partner vertreten, die für eine anschließende Umsetzung benötigt werden. Auf diese Weise kann gegen Ende des Innonet-Projekts ohne Zeitverlust die Umsetzung in den Produktionsmaßstab erfolgen. Dies bedeutet für alle Beteiligten eine hohe Erfolgsaussicht und einen frühen Zeitpunkt für einen 'Return on Investment'. Die Partner des Verbunds sind weit verteilt über das ganze Bundesgebiet (3x Bayern, 4x NRW, 2x Sachsen-Anhalt, 1x Thüringen, 1x Baden-Württemberg) und die Niederlande.

## Das Projekt im Überblick

Recycling von EPS-Abfall zu re-expandierbarem Polystyrol (EPS-Loop)

### Inhalte:

Entwicklung und Optimierung eines Recyclingverfahrens für EPS-Abfall (z.B. Styropor<sup>®</sup>) aus der Verpackungs- und Bauindustrie zu re-expandierbaren PS-Recyclaten auf Neuware-Niveau sowie Konzeptentwicklung zum kostengünstigen Transport von EPS-Abfällen (Volumenreduktion)

**Laufzeit:** 01.08.2003 bis 31.07.2005

**Projektvolumen:** 1.078.954 Euro

**Fördersumme:** 604.214 Euro

## Projektpartner Forschung

### Fraunhofer Institut Verfahrenstechnik und

### Verpackung IVV (Koordinator)

Udo Knauf

Giggenhauser Str. 35, 85354 Freising

Tel.: 08161 491-400, Fax: 08161 491-444

E-Mail: udo.knauf@ivv.fraunhofer.de

www.ivv.fraunhofer.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Entwicklung des Recyclingverfahrens im Labormaßstab, Übertragung des Recyclingverfahrens auf Aggregate im technisch relevanten Maßstab

### Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München FIW

Wolfgang Albrecht

Lochhamer Schlag 4, 82166 Gräfelfing

Tel.: 089 85800-39, Fax: 089 85800-40

E-Mail: albrecht@fiw-muenchen.de, www.fiw-muenchen.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Bewerten der Qualität der aufgeschäumten Produkte aus re-expandierbarem Polystyrol nach einschlägigen DIN-Normen

## Projektpartner Industrie

### CreaCycle GmbH

Michael Mrozyk

Orkener Str. 33, 41515 Grevenbroich

Tel: 02181 2392-21, Fax: 02181 2392-33

E-Mail: michael.mrozyk@creacycle.de, www.creacycle.de

**Schwerpunkte im Projekt:** Entwickeln optimierter Lösemittelformulierungen zum Auflösen von EPS und zum Ausfällen von PS aus einer gereinigten Lösung

**Branche:** Lösemittelformulierungen