

## Das Leitbild der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

### Unser Auftrag

Wir fördern innovative, modellhafte Vorhaben zum Schutz der Umwelt. Dabei leiten uns ökologische, ökonomische, soziale und kulturelle Aspekte im Sinne der nachhaltigen Entwicklung. Die mittelständische Wirtschaft ist für uns eine besonders wichtige Zielgruppe.

### Unser Selbstverständnis

Als privatrechtliche Stiftung sind wir unabhängig und parteipolitisch neutral. Aus unserer ethischen Überzeugung setzen wir uns für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen ein: um ihrer selbst willen ebenso wie in Verantwortung für heutige und zukünftige Generationen.

Wir wollen nachhaltige Wirkung in der Praxis erzielen. Durch unsere Arbeit geben wir Impulse und agieren als Multiplikator. Wir diskutieren relevante Umweltthemen mit den beteiligten Akteuren und suchen gemeinsam Lösungen. Auf den uns anvertrauten Naturerbeflächen erhalten und fördern wir die biologische Vielfalt.

Wir sind aufgeschlossen für innovative Ideen unserer Partner, setzen aber auch eigene fachliche Schwerpunkte.

Mit interdisziplinärem Fachwissen beraten und unterstützen wir in allen Projektphasen. Die Ergebnisse machen wir für die Öffentlichkeit sichtbar. Im Umgang mit unseren Partnern sind für uns Verlässlichkeit und die erforderliche Vertraulichkeit selbstverständlich.

### Unser Handeln

Unser Engagement baut auf aktuellen fachlichen Erkenntnissen auf. Wir verbinden konzeptionelles Arbeiten und operatives Handeln. Die tägliche Arbeit wollen wir im Einklang mit unseren Zielen gestalten. Wir verstehen uns als gemeinsam lernende Organisation.

### Unser Miteinander

Gegenseitige Wertschätzung ist uns wichtig. Wir wollen respektvoll und vertrauensvoll zusammenarbeiten und konstruktiv mit Kritik und Konflikten umgehen. Chancengleichheit und die Vereinbarkeit von Familie und Beruf sind besondere Anliegen unserer Organisation und werden kontinuierlich gestärkt.

Ausgabe: 29622-06/17

Weitere Informationen unter [www.dbu.de](http://www.dbu.de)



## DBU – Wir fördern Innovationen

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert dem Stiftungsauftrag und dem Leitbild entsprechend innovative, modellhafte und lösungsorientierte Vorhaben zum Schutz der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung der mittelständischen Wirtschaft.

Geförderte Projekte sollen nachhaltige Effekte in der Praxis erzielen, Impulse geben und eine Multiplikatorwirkung entfalten. Es ist das Anliegen der DBU, zur Lösung aktueller Umweltprobleme beizutragen, die insbesondere aus nicht nachhaltigen Wirtschafts- und Lebensweisen unserer Gesellschaft resultieren. Zentrale Herausforderungen sieht die DBU vor allem beim Klimawandel, dem Biodiversitätsverlust, im nicht nachhaltigen Umgang mit Ressourcen sowie bei schädlichen Emissionen. Damit knüpfen die Förderthemen sowohl an aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse über planetare Grenzen als auch an die von den UN beschlossenen Sustainable Development Goals an.

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
Postfach 1705, 49007 Osnabrück  
An der Bornau 2, 49090 Osnabrück  
Telefon: 0541 | 9633-0  
[www.dbu.de](http://www.dbu.de)



Herausgeber  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Fachreferat  
Umweltchemie  
Dr. Maximilian Hempel

Verantwortlich  
Prof. Dr. Markus Große Ophoff

Text und Redaktion  
Ulf Jacob

Gestaltung  
Helga Kuhn

Bildnachweis  
DBU

Druck  
STEINBACHER DRUCK GmbH,  
Osnabrück

Ausgabe  
29622-06/17

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier, ausgezeichnet mit dem »Blauen Engel«

100 % Recyclingpapier schont die Wälder. Die Herstellung ist wasser- und energiesparend und erfolgt ohne giftige Chemikalien.

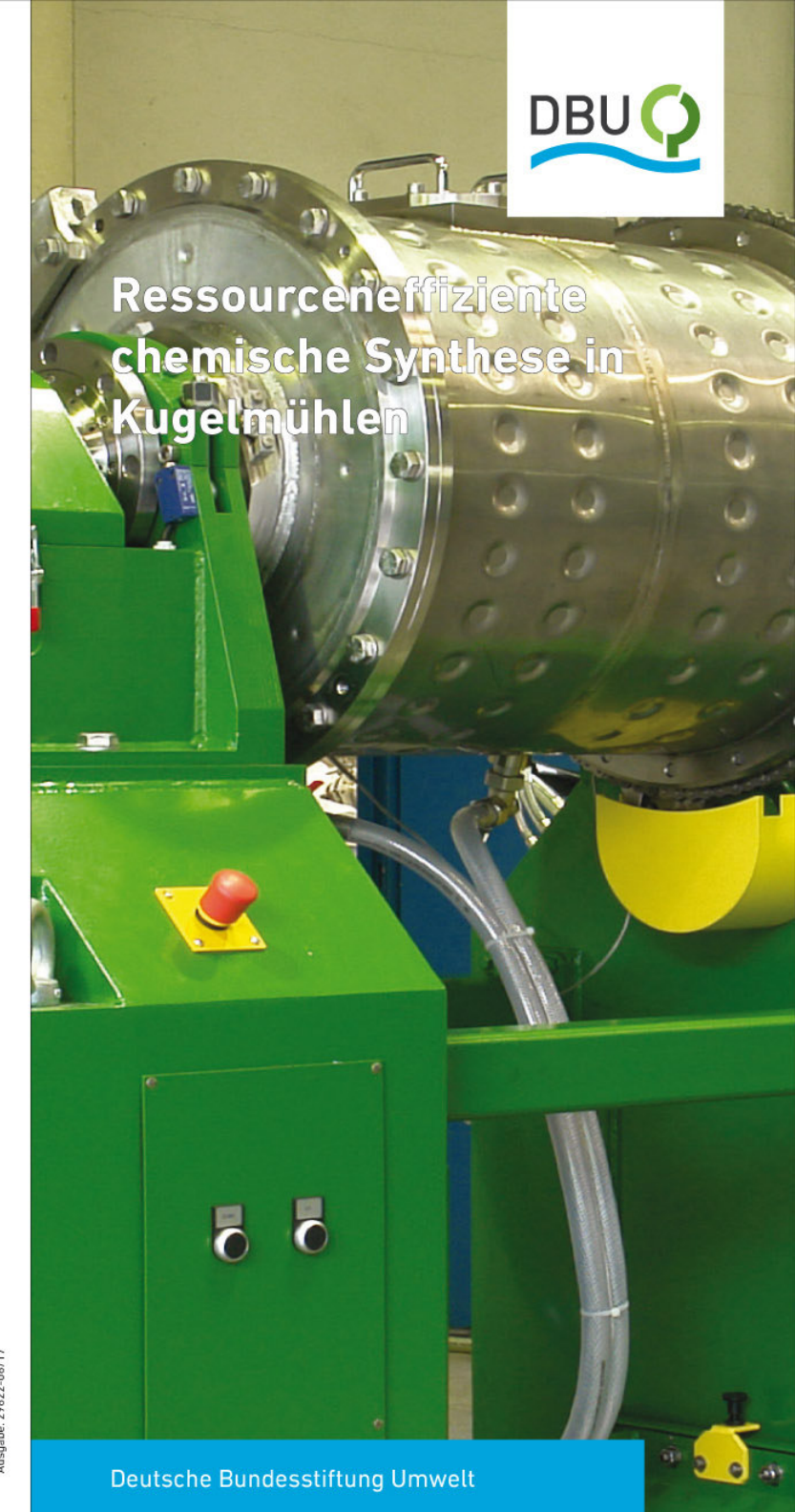
## Resource-efficient chemical synthesis in ball mills

For many synthetic processes in chemical production, solvents are crucial. Through the associated emissions their use represents a danger to health and environment, and is often associated with high consumption of materials and energy. The renunciation of solvents thus represents an essential option for process intensification. The Friedrich Schiller University of Jena, in cooperation with Zoz GmbH, Fritsch GmbH, the Technical University of Braunschweig, and Evonik Industries AG, has successfully tested solvent-free organic synthesis using planetary ball mills and high-energy ball mills, and has developed it further to practical maturity. The project's goal was the investigation of solvent-free organic synthesis in planetary ball mills on a laboratory scale and the upscaling to a technical scale, with the help of the high-energy ball mill Simoloyer®, for later industrial use.

### Model reactions in the Simoloyer®

Simoloyer® the ground material is rendered finer through shear- and friction procedures, and collision with the grinding balls. This emerging energy is used as activation energy, in order to overcome the »energy threshold« as necessary in chemical reactions. As a result of the project, the »up-scaling« leads to both a reduction in energy expenditure and a reduction in environmental impact. Zoz GmbH plans to increase the range of applications of the results and wishes to establish the Simoloyer® technology in industrial processes. Sustainable, solvent-free synthesis with higher quantitative yield and greater resource efficiency can make a significant contribution to the protection of the environment and to an increase in the economic viability of the processes involved.

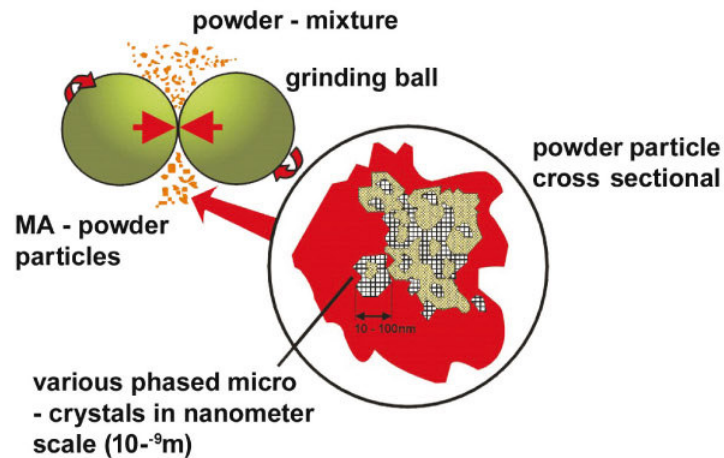
[www.ituc.uni-jena.de](http://www.ituc.uni-jena.de)  
[www.zoz.de](http://www.zoz.de)



Ressourceneffiziente  
chemische Synthese in  
Kugelmühlen

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Ausgabe: 29622-06/17



Schematische Darstellung: In Planetenkugelmühlen wird das Mahlgut durch Kollisionen der Mahlkugeln zerkleinert.

## Ressourceneffiziente chemische Synthese in Kugelmühlen

Für viele Syntheseprozesse in der chemischen Produktion und Forschung sind Lösungsmittel unverzichtbar. Teilweise werden 50–80 % der Produktionsmasse für Lösemittel aufgewandt. Ihr Einsatz bedeutet durch die damit einhergehenden Emissionen eine Umwelt- und Gesundheitsgefährdung und ist vielfach mit einem hohen Stoff- und Energieaufwand verbunden, da Lösungsmittel bereitgestellt, nach der Reaktion abgetrennt, aufgereinigt oder entsorgt werden müssen. Der Verzicht auf Lösungsmittel stellt daher eine essenzielle Option zur Prozessintensivierung dar.

In einem Verbundprojekt hat die Friedrich-Schiller-Universität Jena gemeinsam mit der Zoz GmbH, der Fritsch GmbH, der TU Braunschweig und der Evonik Industries AG die lösungsmittelfreie organische Synthese mit Planetenkugelmühlen und Hochenergiekugelmühlen erfolgreich getestet und praxisreif weiterentwickelt. Ziel des Projektes war die Untersuchung von lösemittelfreien organischen Synthesen in Planetenkugelmühlen im Labormaßstab und das Up-Scaling in den technischen Maßstab mithilfe der Hochenergiekugelmühle Simoloyer® für eine spätere industrielle Anwendung.

## Kugelmühlen induzieren Reaktion

Kugelmühlen dienen allgemein zur Zerkleinerung harter und spröder Materialien oder auch zum mechanischen Legieren. In Planetenkugelmühlen wird das Mahlgut durch Scher- und Reibvorgänge, sowie Kollisionen der Mahlkugeln zerkleinert, in Hochenergiekugelmühlen ist der Anteil hochenergetischer Kollisionen durch die hohe Geschwindigkeit der Mahlmittel (Kugeln) noch höher. Diese mechanische Energie kann genutzt werden, um die Aktivierungsenergie für chemische Reaktionen bereitzustellen und so die »Energieschwelle« zu überwinden, die chemische Reaktionen benötigen, um ablaufen zu können.

## Modellreaktionen im Simoloyer®

Im Mittelpunkt dieses Projektes standen Untersuchungen zur Durchführung und Maßstabsvergrößerung organisch-chemischer Reaktionen in Kugelmühlen, sowie die Erstellung von Skalierungskriterien für einen Übergang zu Hochenergiekugelmühlen für den Einsatz im Technikum oder für kleine Produktionskampagnen im industriellen Maßstab. Das Up-Scaling konnte an drei modellhaften Synthesen erfolgreich demonstriert werden. Es zeigte sich, dass die industrielle lösungsmittelfreie Synthese mit der Hochenergiekugelmühle

Simoloyer® bei einfacher und mechanistisch korrekter Reaktionsführung und unter Beibehaltung von Ausbeute und Reaktionszeit möglich ist. Im Ergebnis führt die Maßstabsvergrößerung der Modellsynthesen sowohl zu einer Verringerung des kumulierten Energieaufwandes als auch der Umweltauswirkungen. Das eröffnet die Möglichkeit zur umweltschonenden Synthese neuer Produkte und Materialien.

## Simoloyer®-Technologie

Die Zoz GmbH strebt die Anwendung der Ergebnisse an und möchte die Simoloyer®-Technologie für industrielle Prozesse etablieren. Die nachhaltige lösemittelfreie Synthese mit hoher quantitativer Ausbeute und hoher Ressourceneffizienz kann zum einen einen signifikanten Beitrag zum Umweltschutz leisten und zum anderen zu einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Prozesse beitragen.



Mit Zentallium hat die Zoz Group einen innovativen metallischen Leichtbauwerkstoff entwickelt

Projektthema

## Ressourceneffiziente chemische Synthese in Kugelmühlen für lösungsmittelfreie Reaktionen

### Projektdurchführung

Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Institut für Technische Chemie und Umweltchemie  
07743 Jena  
[www.ituc.uni-jena.de](http://www.ituc.uni-jena.de)

### Kooperationspartner

Zoz GmbH, 57482 Wenden, [www.zoz.de](http://www.zoz.de)

TU Braunschweig, Institut für Partikeltechnik  
38104 Braunschweig, [www.iPAT.tu-bs.de](http://www.iPAT.tu-bs.de)

Fritsch GmbH, 55743 Idar-Oberstein, [www.fritsch.de](http://www.fritsch.de),

### Assoziierter Partner

Evonik Industries AG, 63457 Hanau, [www.evonik.de](http://www.evonik.de)

AZ 29622