

Faxantwort Telefax 0541|9633-190

Name	
Vorname	
Firma	
Anschrift	
Telefon	Telefax
E-Mail	

**Zu welcher Zielgruppe würden Sie sich zählen?**

Bitte ankreuzen

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Politik Verwaltung     | <input type="checkbox"/> Forschung Hochschule |
| <input type="checkbox"/> Wirtschaft Unternehmen | <input type="checkbox"/> Bildungseinrichtung  |
| Mitarbeiterzahl <input type="text"/>            | <input type="checkbox"/> Umweltverband        |
| <input type="checkbox"/> Medien                 | <input type="checkbox"/> sonstige             |
| <input type="checkbox"/> Privat                 |   |

**Ich möchte mit Ihnen in Kontakt bleiben und habe Interesse an Informationen über die Deutsche Bundesstiftung Umwelt**

- Förderleitlinien|Informationen zur Antragstellung
- Aktuelle DVD mit Förderleitlinien, Projektdatenbank, Jahresbericht etc.
- Aktueller Jahresbericht (einmalig)
- Jahresbericht (regelmäßige Zusendung)
- Monatlich erscheinender Newsletter DBU aktuell per Post  per E-Mail
- Kurzinformationen zur DBU und zum ZUK
- Informationen zum Deutschen Umweltpreis
- Publikationsliste der Deutschen Bundesstiftung Umwelt
- Informationen zur internationalen Fördertätigkeit der DBU (in englischer Sprache)
- Informationen zu den Stipendienprogrammen der DBU
- Informationen zu Ausstellungen im ZUK
- Einladungen zu Veranstaltungen im ZUK

**DBU – Wir fördern Innovationen**

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) ist eine der größten Stiftungen in Europa. Sie fördert innovative beispielhafte Projekte zum Umweltschutz. Die DBU unterstützt Projekte aus den Bereichen Umwelttechnik, Umweltforschung und Naturschutz, Umweltkommunikation sowie Umwelt und Kulturgüter.

Allgemeine Voraussetzungen für eine Förderung sind die folgenden drei Kriterien:

- Innovation
- Modellcharakter
- Umweltentlastung



Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt setzt bei ihrer Förderung insbesondere auf den produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutz. Im Mittelpunkt der Förderung stehen kleine und mittlere Unternehmen.

**Herausgeber**

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
An der Bornau 2  
49090 Osnabrück  
Telefon 0541|9633-0  
info@dbu.de  
www.dbu.de

**Fachreferat**

Umweltchemie  
Dr. Maximilian Hempel

**Verantwortlich**

Dr. Markus Große Ophoff  
Zentrum für  
Umweltkommunikation  
der DBU gGmbH (ZUK)

**Text und Redaktion**

Verena Menz (ZUK)

**Englische Zusammenfassung**

ABZ Sprachendienst,  
Osnabrück

**Gestaltung**

Maria Lau (ZUK)

**Druck**

STEINBACHER DRUCK  
GmbH, Osnabrück

**Ausgabe**

27281-52|12  
WdU ID 483

**Solvent-free Syntheses in the Ball Mill**

For many synthesis processes in chemical production and research, large amounts of solvents are crucial. However, the use of solvents results in emissions which do regular harm to health and the environment, and requires (especially in the research laboratory) a major expenditure of material and energy. The elimination of solvents offers an interesting possibility for process intensification. In a joint project, Fritsch GmbH of Idar-Oberstein and the Friedrich Schiller University in Jena are testing an option of this type: the execution of solvent-free organic synthesis with the assistance of planetary ball mills.

**Ball mill-induced reaction**

In planetary ball mills the grist is crushed by high-powered blows from the grinding balls. This mechanical energy can be used to provide threshold energy for chemical reactions. In the project, various existing reactions were reconstructed – through mechanical inducement – in laboratory scale, whereby the reactions are not limited to a specific reaction class. One example was the solvent-free transformation of alkalines into various synthesis »building blocks«. Further, the energy input by means of ball milling proved to be quite efficient in comparison with other means of energy input in solvent-free synthesis. The results indicate that solvent-free reactions in the ball mill shorten the reaction times, reduce the amount of energy and raw materials required, and increase work safety through the elimination of health-endangering substances.

Lösungsmittelfreie  
Synthesen in der Kugelmühle



Kugelmühlen erzeugen hochenergetische Schläge von Mahlkugeln – bis zur 95-fachen Erdbeschleunigung.

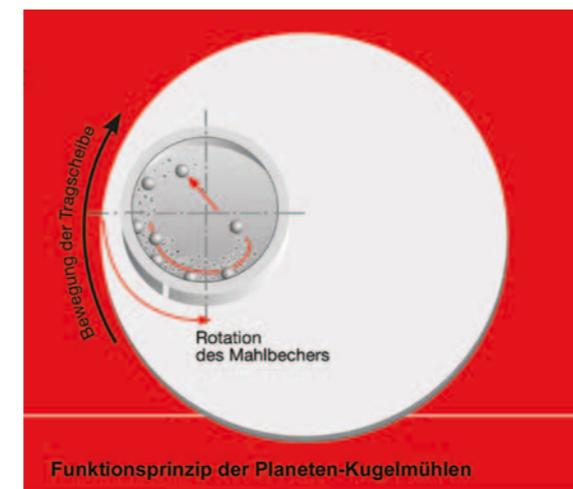
## Chemische Synthesen ohne Lösungsmittel

Für viele Syntheseprozesse in der chemischen Produktion und Forschung sind große Mengen an Lösungsmitteln unverzichtbar. Allerdings bedeutet der Einsatz von Lösungsmitteln durch die damit einhergehenden Emissionen vielfach eine Umwelt- und Gesundheitsgefährdung und ist insbesondere im Forschungslabor mit einem hohen Stoff- und Energieaufwand verbunden, da die Lösungsmittel bereitgestellt, nach der Reaktion abgetrennt und anschließend aufgereinigt oder entsorgt werden müssen. Der Verzicht auf Lösungsmittel stellt daher eine interessante Option zur Prozessintensivierung dar.

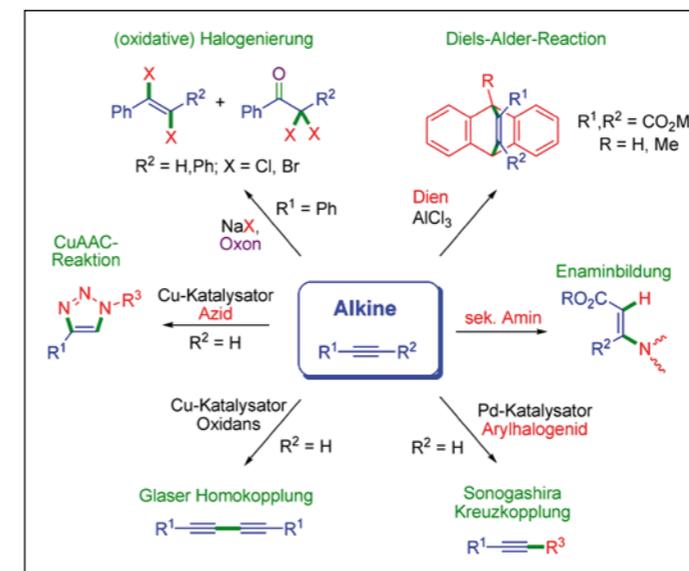
In einem gemeinsamen Projekt testen die Fritsch GmbH aus Idar-Oberstein und die Friedrich-Schiller-Universität Jena eine derartige Option: die Durchführung lösungsmittelfreier organischer Synthesen mithilfe von Planeten-Kugelmühlen.

## Kugelmühle induziert Reaktion

Kugelmühlen dienen allgemein zur Zerkleinerung harter und spröder Materialien oder auch zum mechanischen Legieren. In Planeten-Kugelmühlen wird das Mahlgut durch hochenergetische Schläge der Mahlkugeln zerkleinert. Diese mechanische Energie



Funktionsprinzip der Planeten-Kugelmühle: Die Mahlbecher mit Mahlgut und Kugeln drehen sich auf einer rotierenden Hauptscheibe und zusätzlich um die eigene Achse.



Eine Auswahl chemischer Reaktionen, die ohne Lösungsmittel in Kugelmühlen durchführbar sind.

kann genutzt werden, um die Aktivierungsenergie für chemische Reaktionen bereit zu stellen – um also die »Energieschwelle« zu überwinden, die chemische Reaktionen benötigen, um ablaufen zu können. Im Projekt konnten verschiedene existierende Reaktionen im Labormaßstab mechanisch induziert nachgestellt werden, wobei die Reaktionen nicht auf eine bestimmte Reaktionsklasse beschränkt sind. Ein Beispiel war die lösungsmittelfreie Umwandlung von Alkinen zu verschiedenen Synthesebausteinen. Zudem erwies sich der Energieeintrag mittels Kugelmühle gegenüber anderen Möglichkeiten des Energieeintrags in der lösungsmittelfreien Synthese als sehr effizient.

## Neuartige Reaktionen und Verfahren

Lösungsmittelfreie Reaktionen in der Kugelmühle verkürzen demnach die Reaktionszeiten, senken den Energie- und Rohstoffbedarf und erhöhen die Arbeitssicherheit durch den Verzicht auf gesundheitsgefährdende Substanzen.

Darüber hinaus wurden im Projekt neuartige Reaktionen und Verfahren entwickelt, die mit klassischen lösungsmittelbasierten Strategien nicht oder nur mit großem Aufwand realisierbar sind. Damit eröffnet sich die Möglichkeit der umweltschonenden Synthese neuer Produkte und Materialien.

### Projektthema

Lösungsmittelfreie organische Synthesen in der Kugelmühle

### Projektdurchführung

#### Fritsch GmbH

Industriestraße 8  
55743 Idar-Oberstein  
Telefon 06784|700  
info@fritsch.de  
www.fritsch.de

### Kooperationspartner

Friedrich-Schiller-Universität Jena  
www.uni-jena.de