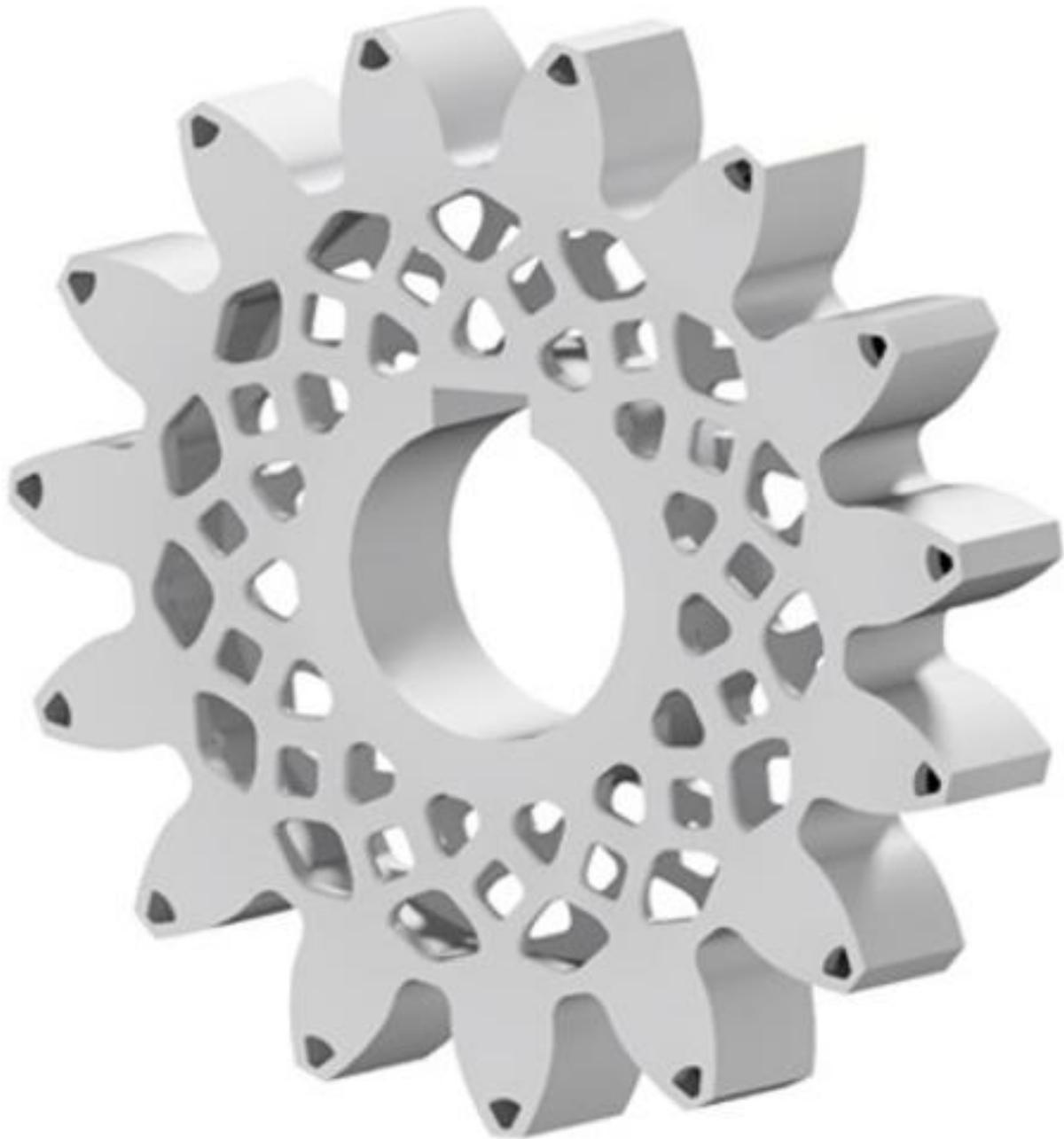


# Leichtere Getriebe für Windenergieanlagen entwickeln: mit Bionik und innovativer Sensorik

## Über dieses Projekt



**FlexGear**

# Leichtere Getriebe für Windenergieanlagen entwickeln: mit Bionik und innovativer Sensorik

## Über dieses Projekt

### Leichtere Getriebe für Windenergieanlagen entwickeln: mit Bionik und innovativer Sensorik

Anwendung:   

Material: Stahl

Dieses Projekt wird gefördert im Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

[Technologietransfer-Programm Leichtbau](#)

## Hintergrund

Windenergie spielt eine Schlüsselrolle bei der Energiewende und leistet bereits heute einen wichtigen Beitrag zur deutschen Stromproduktion. Um die Klimaziele zu erreichen, wird der Ausbau leistungsstarker Windenergieanlagen weiter vorangetrieben. Mit steigender Leistung wachsen jedoch auch die Dimensionen der Anlagen, insbesondere der Getriebe, die als zentrale Komponenten erhebliche Materialmengen erfordern. Dies erhöht die Kosten und verschlechtert die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Anlagen. Zusätzlich steigert das höhere Gewicht der Getriebe die Lasten auf Gondel und Turm, was den Materialbedarf der gesamten Anlage weiter erhöht.

Bisherige Leichtbauansätze für Zahnräder beschränken sich meist auf den Grundkörper und bieten Gewichtseinsparungen von bis zu 45 Prozent. Hier setzt das Projekt FlexGear mit einem umfassenden Leichtbaukonzept an: Mit bionisch inspirierten Strukturen, die bis in die Zahnkränze reichen, sowie innovativen Fertigungstechnologien wollen die Forschenden eine Gewichtseinsparung von bis zu 65 Prozent für Zahnräder erreichen.

# Leichtere Getriebe für Windenergieanlagen entwickeln: mit Bionik und innovativer Sensorik

## Über dieses Projekt

### Ziel

Das Hauptziel der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist die Entwicklung eines hochoptimierten Leichtbauzahnrad mit flexiblen Strukturen. Mit ihrem Ansatz orientieren sie sich an bionischen Designprinzipien, die minimale Materialverwendung bei maximaler Stabilität ermöglichen. Dabei betrachtet das Team nicht nur den Zahnradgrundkörper, sondern auch die Zahnkränze, wodurch sie zusätzliche Gewichtseinsparungen realisieren möchten.

Ein weiteres zentrales Element ist das Inside-Sensing-System, das direkt in die Zahnradstruktur integriert wird. Mit diesem System erfassen die Forschenden Belastungen und Verformungen in Echtzeit und übertragen die Daten an ein Condition-Monitoring-System. Dieses ermöglicht die proaktive Kompensation von Lastspitzen, was nicht nur die Betriebssicherheit erhöht, sondern auch bisher notwendige Überdimensionierungen der Anlagen vermeidet. FlexGear strebt somit eine Verbesserung der Lebensdauer und Effizienz von Windkraftgetrieben an und reduziert gleichzeitig CO<sub>2</sub>-Emissionen sowohl bei der Herstellung als auch im Betrieb.

### Vorgehen

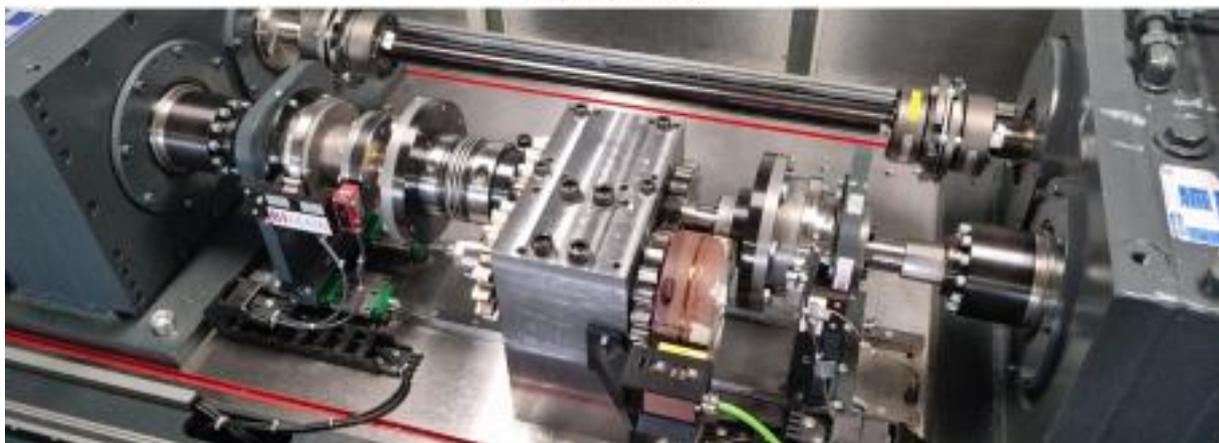
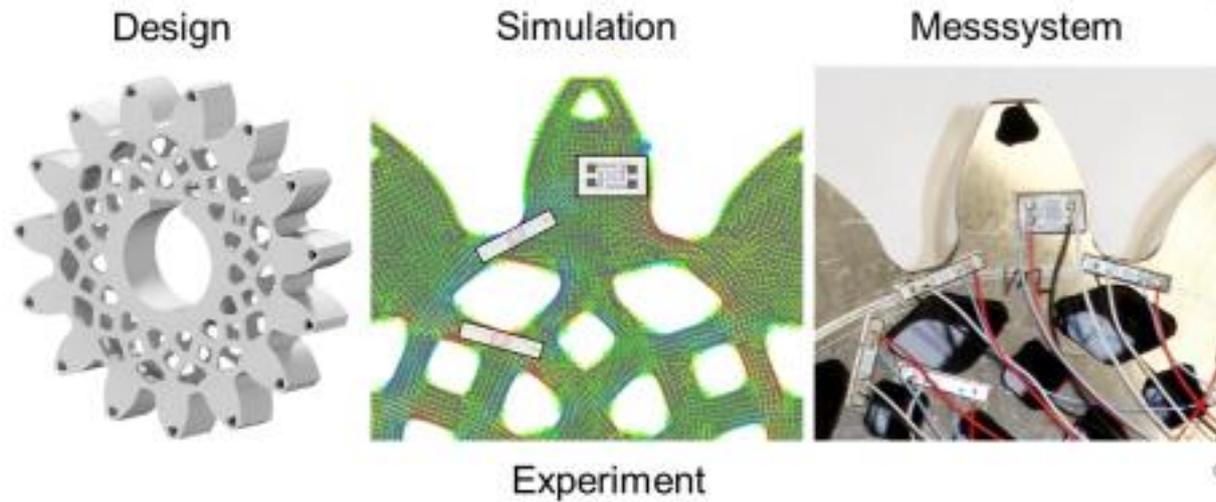
Zunächst erarbeiten die Forschenden bionische Designs, die sich an natürlichen Vorbildern wie Diatomeen orientieren. Diese Mikroorganismen zeichnen sich durch ihre minimalen Materialstrukturen bei maximaler Stabilität aus. Mit dem ELiSE-Verfahren (Evolutionary Light Structure Engineering) entwickeln sie optimierte Strukturen, die flexibel genug sind, um Lastspitzen auszugleichen.

Zur Herstellung der Zahnräder nutzt das Team additive Fertigungsverfahren, die die Realisierung hochkomplexer Geometrien ermöglichen. Diese Technologie bietet zudem die Voraussetzung, Sensorik direkt in das Zahnrad zu integrieren. Hierfür entwickeln die Forschenden ein Inside-Sensing-System, das auf Dünnschichttechnik basiert. Es misst Belastungen und Verformungen direkt im Inneren des Zahnrads und überträgt die Daten in Echtzeit an ein Condition-Monitoring-System, das kritische Lastspitzen erkennt und kompensiert.

Abschließend testet das Team die Zahnräder auf einem eigens konzipierten Prüfstand unter realitätsnahen Belastungen, um sowohl ihre strukturellen Eigenschaften als auch die Funktionalität der Sensorik zu überprüfen. Um die tatsächlichen Masseneinsparungen und die mechanische Belastbarkeit zu bewerten, vergleichen die Forschenden den Demonstrator mit herkömmlichen Zahnrädern. Parallel dazu erfolgt die Automatisierung des bionischen Designprozesses, um die gewonnenen Erkenntnisse künftig auf weitere Anwendungen übertragen zu können.

# Leichtere Getriebe für Windenergieanlagen entwickeln: mit Bionik und innovativer Sensorik

## Über dieses Projekt



Förderlaufzeit:

Förderkennzeichen: 03LB1000

Fördersumme: 919 Tsd. EUR

Abschlussbericht:

Weiterführende  
Webseiten:

[foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03LB1000A](https://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=view&fkz=03LB1000A) - FlexGear im Förderkatalog des Bundes

# Leichtere Getriebe für Windenergieanlagen entwickeln: mit Bionik und innovativer Sensorik

## Projektkoordination

### Ansprechperson:

Hr. Prof. Dr.-Ing. habil Andreas Fischer

+49 0421 218-64600

[andreas.fischer@bimaq.de](mailto:andreas.fischer@bimaq.de)

### Organisation:

Universität Bremen

Linzer Str. 13  
28359 Bremen  
Bremen  
Deutschland

[www.bimaq.de/](http://www.bimaq.de/)



## Projektpartner



## Einordnung in den Leichtbau

### Realisierung

#### Angebot

##### Dienstleistungen & Beratung

Konstruktion, Prototyping, Prüfung, Simulation



##### Produkte

Bauteile & Komponenten, Software & Datenbanken



# Leichtere Getriebe für Windenergieanlagen entwickeln: mit Bionik und innovativer Sensorik

Einordnung in den Leichtbau	
	Realisierung
<b>Technologiefeld</b>	
<i>Anlagenbau &amp; Automatisierung</i>	
<b>Design &amp; Auslegung</b> Formleichtbau	✓
<b>Funktionsintegration</b> Sensorik	✓
<b>Mess-, Test- &amp; Prüftechnik</b> Komponenten- & Bauteilanalyse, Zerstörungsfreie Analyse	✓
<b>Modellierung &amp; Simulation</b> Lasten & Beanspruchung, Optimierung	✓
<i>Verwertungstechnologien</i>	
<b>Fertigungsverfahren</b>	
<b>Additive Fertigung</b> Selektives Laserschmelzen (SLM, LPBF, ..)	✓
<i>Bearbeiten und Trennen</i>	
<i>Beschichten (Oberflächentechnik)</i>	
<i>Faserverbundtechnik</i>	
<i>Fügen</i>	
<i>Stoffeigenschaften ändern</i>	
<i>Textiltechnik</i>	
<i>Umformen</i>	
<i>Urformen</i>	

# Leichtere Getriebe für Windenergieanlagen entwickeln: mit Bionik und innovativer Sensorik

Einordnung in den Leichtbau	
	Realisierung
<b>Material</b>	
<i>Biogene Werkstoffe</i>	
<i>Fasern</i>	
<i>Funktionale Werkstoffe</i>	
<i>Kunststoffe</i>	
<b>Metalle</b>	
Stahl	✓
<i>Strukturkeramiken</i>	
<i>(Technische) Textilien</i>	
<i>Verbundmaterialien</i>	
<i>Zellulare Werkstoffe (Schaumwerkstoffe)</i>	