



# F&E-NACHRICHTEN

AUSGABE 1  
JANUAR 2019

## INHALT

DAS IBT IN NEUEM GEWAND

NEUES FORSCHUNGSPROJEKT  
RESSOURCENEFFIZIENTES RAPID  
PROTOTYPING (RERAP)

ZUSAMMENARBEIT MIT SIEMENS BEI DER  
WEITERENTWICKLUNG VON NX

NEUES INNOVATIONSLABOR INNODIG

STUDIENGANG ERNEUERBARE ENERGIEN

AKTUELLE PUBLIKATIONEN, TERMINE



Institut für Betriebs- und  
Technologiemanagement  
*Institute for Operations and Technology Management*



## DAS IBT IN NEUEM GEWAND

Mit der Umgestaltung der Webseite der Hochschule Trier präsentiert sich auch das Institut für Betriebs- und Technologiemanagement (IBT) in neuem Gewand.

Das IBT bietet Industrie und Gewerbe Dienstleistungen in den Bereichen Energiesystemtechnik, Produktionsoptimierung, Konstruktionsautomatisierung und Messtechnik an. Eine moderne Infrastruktur und das Know-how aus verschiedenen Fachrichtungen gewährleisten die optimale Lösung technischer Aufgabenstellungen durch angewandte Forschung und Entwicklung.

Die interdisziplinären Arbeitsgruppen verfügen sowohl fachlich als auch organisatorisch über tiefgehende Kenntnisse und Erfahrungen, die für eine zielführende und erfolgreiche Durchführung von anwendungsnahen Forschungsprojekten erforderlich sind.

Die Schwerpunkte der Forschung am IBT liegen in der

(regenerativen) Energiesystemtechnik sowie in der Produktionstechnologie. Verbindendes Glied zwischen den beiden Themenfeldern ist die Energieeffizienz als Schnittstelle zwischen der Fertigung und der Energienutzung.

Unternehmen und Kommunen nutzen die Kompetenzen des IBT in der Beratung zum Einsatz erneuerbarer und hocheffizienter Energieerzeugungsanlagen und der Modellentwicklung. Dabei werden die Partner des IBT auch dabei unterstützt, Fördermittel für die Umsetzung der Projekte zu identifizieren und einzuwerben.

Darüber hinaus wird Studierenden eine praxisnahe Ausbildung in Bachelor- und Masterstudiengängen geboten. Unternehmen profitieren von den Schulungs- und Weiterbildungskonzepten des IBT. Schließlich werden regelmäßig Fachkonferenzen zum Know-how-Austausch in der Energiesystemtechnik und Produktionstechnologie organisiert.

# NEUES FORSCHUNGSPROJEKT AM IBT ZUR ENERGIE- UND RESSOURCENEFFIZIENZ BEIM 3D-DRUCK VON METALLWERK- STÜCKEN

Das Institut für Betriebs- und Technologiemanagement am Umwelt-Campus Birkenfeld wird in den nächsten zweieinhalb Jahren Forschungsfragen zur Energie- und Ressourceneffizienz bei generativen Fertigungsverfahren (3D-Metalldruck) bearbeiten. Hierbei werden innovative Produktionstechniken des gesamten Herstellungsprozesses von der Idee bis zum fertigen Bauteil untersucht.

Das IBT hat sich mit Unternehmen aus der Region Hunsrück-Hochwald zu einem Projektkonsortium zusammengeschlossen, um gemeinsam praxisnahe Anwendungsfälle zu untersuchen. Zu den Partnern zählen Fissler GmbH, Fritsch GmbH, Günter Effgen GmbH, Informationstechnik Meng GmbH, Reischauer GmbH und Wirtschaftsförderungs- und Projektentwicklungsgesellschaft Kreis Birkenfeld mbH.

Das Projektvolumen beträgt rund 580.000 Euro, davon werden knapp 290.000 EUR durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Rahmen des Ziels „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“ (IWB) für die Förderperiode 2014-2020 von der Europäischen Union gefördert.

Ein zentrales Ziel des Vorhabens ist der Kompetenzaufbau aus dem Vergleich konventioneller und generativer Fertigungsverfahren. Dabei geht es um Fragen bezüglich der Energie- und Ressourceneffizienz und dem Einfluss der Effizienzoptimierung auf die Werkstückqualität. Dazu werden in der wissenschaftlichen Diskussion mit den Projektpartnern unterschiedliche Bauteile definiert und digital konstruiert. Anschließend werden die Bauteile gefertigt - und zwar sowohl konventionell mit einer Werkzeugmaschine als auch generativ durch das Lasersinterverfahren (d. h. dem dreidimensionalen Drucken von Werkstücken durch Aufschmelzen von Metallpulver mithilfe eines Lasers) mit einer SLM-Maschine. Beide Verfahren werden in Bezug auf die spezifischen Eigenschaften des Bauteils miteinander aus Sicht des Energie- und Ressourceneinsatzes verglichen. Aus den Versuchsreihen werden Rückschlüsse auf Grenzen und Potenziale der Fertigungsverfahren zur Effizienzsteigerung gezogen.

Das Vorhaben hat des Weiteren das Ziel, allgemeingültige Regeln und Definitionen für die Optimierung von Produktionsprozessen mit der SLM-Maschine abzuleiten. Hierzu werden die Werkstücke und auch die Produktionsprozesse auf ihr Effizienzsteigerungspotenzial bezüglich Energieverbrauch und Ressourceneinsatz analysiert. Daraus soll abgeleitet werden, wie sich die Herstellung von Bauteilen durch die Integration generativer Fertigungsverfahren verbessern lässt.



**PROF. DR. HENRIK TE HEESEN**

*Technologien der Erneuerbaren Energien*  
*h.teheesen@umwelt-campus.de*

# ZUSAMMENARBEIT MIT SIEMENS BEI DER WEITERENT- WICKLUNG VON NX

Das IBT hat in Kooperation mit Siemens in zahlreichen Projekten NX für Schulungs- und Anwendungszwecke weiterentwickelt. Dabei konnten eine E-Learning-Plattform für NX aufgebaut, eine Simulationsumgebung für digitale Zwillinge von Maschinen geschaffen, der virtuelle NC-Kernel (VNCK) in die CAM-Anwendung NX integriert sowie konventionelle und additive Fertigungselemente vereinigt werden.

## AUFBAU EINER E-LEARNING-PLATTFORM FÜR NX

Das IBT hat einen Editor entwickelt, der es ermöglicht, einen digitalen Zwilling einer realen Werkzeugmaschine in der virtuellen Umgebung einer 3D-Simulation innerhalb von NX CAM zu steuern. Der Editor verfügt über Online-Hilfebildschirme sowie einen Postprozessor für die Common Simulation Engine (CSE) in NX CAD/CAM. Der G-Code-Befehlssatz der herstellerneutralen pädagogischen algorithmischen Sprache (PAL) wird zur Programmierung von computergesteuerten numerischen Steuerungen (CNC) von Werkzeugmaschinen verwendet. Die Teilnehmer können die Sprache PAL verwenden, um Code zu erstellen und zu simulieren, der zur Ausführung von NX CNC-Werkzeugmaschinen-Simulationen

verwendet werden kann. Dieses Plugin für die NX-Software kann für die Ausbildung in CNC-Technik für Maschinenbediener im dualen Ausbildungssystem hilfreich sein.

## DIE GRENZEN DER CAM-SIMULATION VER- SCHIEBEN

Die NX CAM-Software wird nicht nur zur Erstellung von Programmen für NC-Werkzeugmaschinen, sondern auch zur realistischen Simulation des Verhaltens komplexer Maschinen verwendet. Ziel ist es, Kollisionen zu vermeiden, einen sicheren Betrieb zu gewährleisten und die Bearbeitungsleistung in einem virtuellen Prozess zu überprüfen. Für die Produktentstehung nutzt das IBT die NX-Software, um eine Umgebung zu schaffen, die sie unabhängig von der verwendeten Hardware macht.

In einem Projekt verknüpften Studenten am IBT eine physikalische Prozesssimulation mit einer fortschrittlichen virtuellen speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) von Siemens SIMATIC S7-PLCSIM mit dem NX Mechatronics Concept Designer. Dazu gehörte die Definition von Sensoren und Aktoren sowie die Steuerung und Überwachung ihres Ansprechzeitverhaltens.



**PROF. DR. PETER GUTHEIL**

*Maschinenelemente, Werkzeugmaschinen*  
*p.gutheil@umwelt-campus.de*



Die SPS-Simulation und die Physiksimation tauschen permanent Informationen aus. Damit ergab sich eine durchgängige Simulation mit digitalen Zwillingen der Mechanik und der SPS der Maschine, sodass die Projektbeteiligten Fehler bereits in der Planungsphase erkennen und beheben konnten, ohne physische Prototypen zu bauen.

In einem weiteren Projekt integrierten Studenten am IBT den virtuellen NC-Kernel (VNCK) zur NC-Codesimulation mit der CAM-Anwendung NX, um die Maschinensimulation von NC-Code zu erleichtern. Diese Integration ermöglicht realistischere Simulationen als andere Simulationsmethoden ohne VNCK, wie beispielsweise die Verwendung der Common Simulation Engine (CSE). Die NX CAM-Software stellt die Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) der Sinumerik NC-Steuerungssoftware in der Simulationsumgebung zur Verfügung. Dies erleichtert die Erstellung von NC-Programmen aus 3D-Modellen mit NX CAM in der digitalen Prozesskette.

## VOLLSTÄNDIG KOMPATIBLE INTEGRATION DER ADDITIVEN FERTIGUNG

In der additiven Fertigung werden Stereolithographie (STL)-Dateien zur Darstellung der Bauteilgeometrie verwendet. Sie beschreiben nur die Oberflächengeometrie eines dreidimensionalen Objekts ohne Darstellung von Farbe, Textur oder anderen gängigen CAD-Modellat-

tributen. Basierend auf einer dreieckigen Formbeschreibung führt ihr Einsatz zu nicht optimalen Ergebnissen bei runden Oberflächen. Außerdem werden die Tragstrukturen der Teile typischerweise in der Frontend-Software der generativen Produktionsanlagen hinzugefügt. Dies bedeutet, dass die Daten nicht für andere Zwecke wiederverwendet werden können. Simulationen, die beispielsweise für FEM-Festigkeitsanalysen verwendet werden, wären realistischer, wenn die verwendeten Volumenmodelle alle tragenden Strukturen des Bauteils umfassen.

In einem Projekt programmierten Studenten am IBT eine Softwareanwendung in NX-Software, die automatisch die tragenden Strukturen der zu fertigenden Teile mit Hilfe der additiven Fertigung erzeugt. Ziel war es, die Vorteile der durchgängigen Datenkonsistenz der Software zu nutzen. Dies ermöglicht die Kombination von additiven Fertigungstechniken und traditioneller Bearbeitung. Es bietet auch die Möglichkeit, perfekt runde Formen herzustellen und andere CAD-Modellattribute einzubinden. Darüber hinaus können die Ingenieure alle teilespezifischen Daten für nachfolgende Arbeiten an den digitalen Zwillingen der Teile nutzen.

# NEUES INNOVATIONSLABOR AM UMWELT-CAMPUS

Am Umwelt-Campus Birkenfeld wird mithilfe einer Förderung der Carl-Zeiss-Stiftung ein Innovationslabors Digitalisierung (INNODIG) aufgebaut. In diesem neuen Labor wird die fachübergreifende Kooperation verschiedener Fachgruppen der Hochschule gemeinsam mit regionalen Partnern und Schulen vorangetrieben. Unter dem Motto „Learning und Transferring by Making“ werden Anwendungen von Industrie 4.0, dem Internet der Dinge und Maschine Learning erprobt und analysiert. Das Labor verdeutlicht dabei in Theorie und Praxis, wie Menschen, Maschinen, Anlagen, Logistik und Produkte miteinander kommunizieren und kooperieren. Erster Anwendungsfall wird ein emerser Bioreaktor, dessen Komponenten mithilfe additiver Fertigung gebaut werden. Mit Hilfe eines digitalen Zwillings sollen Wachstumsbedingungen von Algen in dem Bioreaktor simuliert werden. Die Messwerte vom Versuchsbetrieb fließen in Simulationen ein und dienen zur Optimierung des Reaktors.

Beteiligt an dem Projekt sind das IBT (Prof. Wahl, Projektleitung, und Prof. te Heesen), das ISS (Prof. Dartmann, Prof. Gollmer und Prof. Naumann) sowie das IBioPD (Prof. Kampeis).



*Projektbeteiligte: Prof. te Heesen, Prof. Gollmer, Prof. Wahl, Prof. Kampeis und Prof. Naumann (v. l. n. r.).*



---

**PROF. DR. MICHAEL WAHL**  
*Konstruktion und Entwicklung*  
*m.wahl@umwelt-campus.de*

# WEITERENTWICKLUNG DES BACHELORSTUDIENGANGS ERNEUERBARE ENERGIEN

Zum laufenden Wintersemester mündete die Weiterentwicklung des Bachelorstudiengangs „Erneuerbare Energien“ in der Umstellung des Curriculums sowie der erfolgreichen Reakkreditierung.

Mit Beginn des Wintersemesters 2018/19 sind die Studierenden des Studiengangs in das neue Curriculum eingestiegen. Einzelne Module wurden inhaltlich angepasst und bisherige Module wurden durch neue ersetzt, um die Studierenden noch besser auf das Berufsfeld der Erneuerbaren Energien vorzubereiten. Wesentliche Änderungen sind die Aufnahme einer zweiten Projektarbeit sowie die Erweiterung der Anzahl der Wahlpflichtmodule von zwei auf vier.

## MEHR FLEXIBILITÄT

Durch diese Anpassung im Studiengang erhalten die Studierenden die Möglichkeit, nach der Vermittlung der Grundlagen in den ersten Semestern noch flexibler, persönliche Schwerpunkte zu setzen und sich in unterschiedlichen Richtungen zu vertiefen. Durch die enge Verzahnung technischer, betriebswirtschaftlicher und juristischer Inhalte können die Studierenden sowohl eine sehr breite Fächerwahl belegen als auch sich in unterschiedlichen Themenfeldern spezialisieren. Zentrales Element des Studiengangs bleibt dabei weiterhin die Fokussierung auf die wesentlichen regenerativen Energiesysteme Windenergie, Bioenergie und Photovoltaik in Verbindung mit den Themen Netztechnologie, Elektromobilität sowie Geschäftsmodellentwicklung.

1. Sem.	Analysis	Physik	Fachsprache Englisch	Grundlagen nachhaltiges Wirtschaften und Ökosysteme	Grundlagen BWL und Rechnungswesen	Öffentliches Recht und Umweltrecht
2. Sem.	Lineare Algebra und Statistik	Energietechnik	Grundlagen Mechanik und Maschinenelemente	Thermodynamik, Strömungsmechanik, physikalische Chemie	Grundlagen Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse	Bürgerliches Recht sowie Handels- und Gesellschaftsrecht
3. Sem.	Angewandte Elektrotechnik	Informatik für Wirtschaftsingenieure	Windenergie	Kern- und Führungskompetenzen	Fachprojekt	Wahlpflichtmodul
4. Sem.	Netztechnologie und Elektromobilität	Immissionsschutz	Bioenergie	Solar Energy	Investition und Finanzierung	Wahlpflichtmodul
5. Sem.	Geschäftsmodellentwicklung in den Erneuerbaren Energien	Regionale Energiekonzepte (100%-Ansatz)	Energiewirtschaftsrecht/Recht der Erneuerbaren Energien	Interdisziplinäre Projektarbeit/Hauptseminar	Wahlpflichtmodul	Wahlpflichtmodul
6. Sem.	Praxisphase			Bachelorarbeit		

## AKTUELLE PUBLIKATIONEN

M.-C. Leonhard, M. Kamberaj, H. te Heesen. *Sector Coupling in Europe to Reach the Climate Change Mitigation Goals by 2050*. 35th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. Brussels, Belgium. P. 2104-2018. Sep. 2018.

D. Jung, H. te Heesen. *Energy Cluster Model for the Hunsrück-Hochwald National Park Region*. 35th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. Brussels, Belgium. P. 1735-1738. Sep. 2018.

H. te Heesen, V. Herbort, M. Rumppler. *Yield of Small Roof-Top PV Systems in Germany 2017*. 35th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. Brussels, Belgium. P. 2066-2068. Sep. 2018.

H. te Heesen, V. Herbort, M. Rumppler. *Untersuchung des Ertrags von Photovoltaik-dachanlagen bis 30 kWp in Deutschland im Zeitraum 2014 bis 2017*. S. 177-188. In: Christian Czarnecki, Carsten Brockmann, Eldar Sultanow, Agnes Koschmider, Annika Selzer (Hrsg.). *GI-Edition Lecture Notes in Informatics. Workshops der INFORMATIK 2018 - Architekturen, Prozesse, Sicherheit und Nachhaltigkeit*. Berlin. Sept. 2018.

K. Scherer, C. Herrmann, M. Wahl, T. Schmidt, M. Lakatos. *Entwicklung von fassaden-integrierten emersen Photobioreaktoren*. *Chemie Ingenieur Technik*. Volume 90 [2018]. Issue 9 page 1239

M. Lakatos, P. Groß, R. Ulber, M. Wahl, P. Häfner, T. Schmidt. *Terrestrische Mikroalgen für die Gasfermentation - Neue Potenziale in der Bioverfahrenstechnik*. *Chemie Ingenieur Technik*. Volume 90 [2018]. Issue 9 page 1283

K. Scherer, M. Wahl, D. Strieth, J. Stiefelmaier, T. Schmidt, C. Herrmann, R. Ulber, M. Lakatos. *Entwicklung, Konstruktion und Upscaling emerser Photobioreaktoren*. *Chemie Ingenieur Technik*. Volume 90 [2018]. Issue 9 page 1222

J. Stiefelmaier, D. Strieth, K. Scherer, M. Wahl, R. Ulber. *Untersuchung von Aerosolströmungen in Bioreaktoren - Cyanobakterien in emersen Photobioreaktoren*. *Chemie Ingenieur Technik*. Volume 90 [2018]. Issue 9 page 1256

## TERMINE

29.01.2019

**16. Netzwerktreffen Interkommunales Netzwerk Energie**  
Energieagentur Rheinland-Pfalz

16.02.2019, 16:15 Uhr

**Absolventenfeier**  
am Umwelt-Campus Birkenfeld,  
Zentraler Neubau (ZN)

12.03.2019, 08:45-16:00 Uhr

**Infotag für Schulen**  
an der Hochschule Trier

14.03.2019, 10:00 Uhr

**Thementag Antriebs-technologien**  
an der Hochschule Trier  
veranstaltet gemeinsam mit der  
Fahrzeug-Initiative Rheinland-Pfalz e.V

19.03.2019

**17. Netzwerktreffen Interkommunales Netzwerk Energie**  
Energieagentur Rheinland-Pfalz

20.-21.03.2019

**Symposium on automated and robotized Remanufacturing**  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
<http://www.umwelt-campus.de/symposium>.

21.03.2019

**Tag der Lehre 2019**  
am Umwelt-Campus Birkenfeld

## HERAUSGEBER

Institut für Betriebs- und Technologiemanagement (IBT)  
Prof. Dr. Henrik te Heesen

## KONTAKT

Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld  
Institut für Betriebs- und Technologiemanagement (IBT)  
Campusallee, Gebäude 9925  
55768 Hoppstädten-Weiersbach  
Tel.: 06782/17-1908  
Web: <http://ibt.umwelt-campus.de>  
E-Mail: [ibt@umwelt-campus.de](mailto:ibt@umwelt-campus.de)

Die F&U-Nachrichten stehen auch in elektronischer Form als PDF-Dokument auf der Webseite des IBT zum Herunterladen bereit.



Institut für Betriebs- und  
Technologiemanagement  
*Institute for Operations and Technology Management*