



Technologie-Informationen

Wissen und Innovationen aus niedersächsischen Hochschulen



Ressourcen-
effizienz



Niedersachsen

Sie kennen unsere Pferde. Erleben Sie unsere Stärken.

Inhalt

Aktuelles

- 3 Niedersachsen auf der CeBIT 2013
- 3 Innovationen auf der Hannover Messe
- Ressourceneffizienz
- 3 Neues Kreislaufwirtschaftsgesetz in Kraft
- 4 Lithium-Ionen-Batterien effektiv und schonend recyceln
- 4 Akkus mit höherer Lebensdauer und Leistungsdichte
- 5 Zinkgewinnung aus Stahlschrott
- 5 Mobiles Flugzeugrecycling
- 6 Unabhängig vom öffentlichen Stromnetz
- 6 Effiziente Kältemaschinen und Wärmepumpen
- 7 Erneuerbare Energien direkt in die Produktion einspeisen
- 7 Energieeffizienz von LED-Beleuchtung
- 8 Höchstleistung im Sparmodus – Fördergurte
- 8 Ressourcen schonen – Forstmaschinen
- 9 Fließender Verkehr, weniger Stau
- 9 Effizient bei Wind und Wetter – Versorgungsfahrten zu Windparks
- 10 Energieverbrauch von elektrischen Antrieben optimieren
- 10 Energieeffizienz in der Robotik
- 11 Nachhaltige Tragwerke für erneuerbare Energien
- 11 „Grüne“ Betone verringern CO₂-Emissionen
- 12 AMELI – neuer Laserschweißprozess für Solarzellen
- 12 Winzlinge mit Riesenpotenzial? Nanopartikel in Solarabsorbern
- 13 Ressourcen und Klima schonen bei der Abwasserreinigung
- 13 Enzyme fördern nachhaltige Lebensmittelproduktion
- 14 Verschwendung aufdecken, effizienter produzieren
- 14 Nachwachsende Rohstoffe mehrfach nutzen
- 15 Fertigung gut planen – Energiekosten sparen
- 15 Fabrik A++ – Effizienz bei Energie- und Materialfluss
- 16 Interaktiver Lernstand für Drucklufteffizienz
- 16 Die Niedersächsische Lernfabrik für Ressourceneffizienz
- 17 Portal bewertet Qualität des Umweltmanagements
- 17 Stoffkreislauf statt Müllkippe
- 18 Transparenz in Produkten und Prozessen
- 18 Risiken in Lieferketten identifizieren
- 18 Nachhaltigkeitsberichte verbessern
- 19 Für Sie vor Ort, Impressum, Archiv

Bilder Titel: Fotolia



Liebe Leserin, lieber Leser,

das Wirtschaftlichkeitsprinzip besagt, dass entweder ein bestimmter Output mit geringstmöglichem Input oder aber mit einem gegebenen Input ein größtmöglicher Output erzielt werden soll. Diese Forderung nach einem vernunftgemäßen Umgang mit den zur Verfügung stehenden Mitteln sollte angesichts sich verknappender Ressourcen eine Selbstverständlichkeit sein. Denn wer nachhaltig und verantwortungsvoll mit Energieträgern, Rohstoffen und Nutzflächen umgeht, kann mit weniger Mitteln mehr leisten. Innovative Produkte und Verfahren sowie durchdachte Strategien machen Unternehmen in Zeiten knapp werdender Rohstoffe und schwankender Materialpreise zukunftsfähig. Rohstoffe intelligenter und effizienter zu nutzen, ist ein elementarer Beitrag zur Standortsicherung im globalen Wettbewerb.

Die zahlreichen Programme und Initiativen der Bundesministerien für Umwelt und Forschung, der Verbände wie VDI, BDI und VCI zur Steigerung der Ressourceneffizienz und nicht zuletzt die Niedersachsen Allianz für Nachhaltigkeit sollen dazu beitragen, die Umweltbelastungen zu begrenzen, die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zu stärken und Arbeitsplätze nachhaltig zu sichern. So wurde beispielsweise in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie das Ziel gesetzt, die Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln.

An den niedersächsischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen werden zahlreiche zukunftsweisende Ideen und Lösungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz entwickelt. Dabei reicht das Spektrum von der Entwicklung neuer Materialien und Recyclingtechnologien zur Gewinnung hochwertiger Sekundärrohstoffe über die Optimierung des Energieeinsatzes bis zur Verbesserung der Planung und Steuerung im Stoff- und Energiestrommanagement. Damit werden Unternehmen zahlreiche Einsparpotenziale bei Material und Energie aufgezeigt. Gerade in der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Hochschulen entstehen neue Lösungsansätze, die Vorteile für Wirtschaft und Umwelt zugleich bieten.

Jutta Geldermann

Prof. Dr. Jutta Geldermann
Professur für Produktion und Logistik
Georg-August-Universität Göttingen

Die Technologietransferstellen der niedersächsischen Hochschulen erleichtern insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen sowie öffentlichen Einrichtungen den Zugang zu Forschung und Entwicklung.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die Transferstelle in Ihrer Region. Ihre Ansprechpartner finden Sie auf der letzten Seite der Technologie-Informationen.

Innovationsland Niedersachsen auf der CeBIT 2013

Neuartige IT-Systeme aus niedersächsischen Hochschulen



Auf der CeBIT 2013 begrüßt das „Innovationsland Niedersachsen“ seine Besucher in Halle 9, Stand C 50. Vom 5. bis 9. März präsentieren sich auf dem Gemeinschaftsstand 20 Aussteller aus Hochschulen, hochschulnahen und ausgegründeten Unternehmen sowie aus Netzwerken mit innovativen Entwicklungen und praxisnahen Anwendungen.

Zu den Schwerpunktthemen zählen die Verarbeitung und Nutzbarmachung riesiger Datenmengen. Die Visualisierung von Sensordaten kann zum Beispiel sowohl für Verkehrsleitsysteme in Städten genutzt werden als auch für das Auffinden von Altmunition im Bereich geplanter Offshore-Windenergieanlagen. Es werden Interaktionsmöglichkeiten mit Daten, medizinische

Simulationsmodelle sowie ein Informationssystem speziell für die Feuerwehr vorgestellt. Neuartige IT-Systeme helfen Unternehmen dabei, betriebliche Prozesse und Dokumentationen zu optimieren. Weitere Projekte befassen sich mit der Archivierung und gezielter Suche im Internet, mit Assistenzsystemen für den Gesundheitsbereich sowie für das Personalmanagement.

Innovationen für Menschen auf der Hannover Messe

Hochschulen präsentieren Medizin, Motoren und mobile Systeme



„Innovationen für Menschen“ – unter diesem Motto präsentieren sich niedersächsische Hochschulen und Forschungseinrichtungen auf der Hannover Messe vom 8. bis 12. April 2013. Auf dem Gemeinschaftsstand in Halle 2, Stand A 10, werden erfolgreiche Entwicklungen und Kooperationen vorgestellt. So geht es gleich in mehreren Projekten darum, die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine zu verbessern. Es werden mobile Assistenzsysteme und intelligente Roboter präsentiert sowie neue Entwicklungen im Bereich Medizin.

Gegenüber in Halle 2, Stand C 10, stellt die Niedersächsische Technische Hochschule Exponate aus ihren Gemeinschaftsprojekten aus. Die Partneruniversitäten aus Braunschweig, Clausthal und Hannover präsentieren den Forschungsverbund Geothermie und Hochleistungsbohrtechnik, an dem weitere Partner beteiligt sind. Das „e-home Energieprojekt 2020“ untersucht die Anforderungen und Aufgaben zukünftiger Niederspannungsnetze für das Zusammenspiel von Photovoltaik-Anlagen, Elektrofahrzeugen und Klimatechnik.

Zudem wird ein gesamtheitlicher Lösungsansatz zur Gestaltung und Herstellung neuartiger CFK-Strukturen für Flugzeugbauteile vorgestellt. In einem vierten Gemeinschaftsprojekt geht es um grundlegende Technologien neuartiger Verbrennungsmotoren, die einen niedrigeren Kraftstoffverbrauch aufweisen, dabei aber gleichzeitig dynamisch und leistungsstark bleiben. Dieser Zielkonflikt kann über das „Downsizing“ der Motoren gelöst werden: Bei gleicher Leistung wird der Motor kleiner ausgelegt und höher aufgeladen.

Neues Kreislaufwirtschaftsgesetz in Kraft

Chancen und Herausforderungen für Unternehmen

Seit Juni 2012 ist das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz in Kraft. Die Ressourceneffizienz soll mit dem neuen Gesetz stark gefördert werden. Was das für kleine und mittlere Unternehmen bedeutet, ermittelt die Leuphana Universität Lüneburg in dem Forschungsprojekt „Schlüsselfaktor Ressourceneffizienz“ in Zusammenarbeit mit verschiedenen Betrieben.

In der neuen fünfstufigen Abfallhierarchie liegt die oberste Priorität in der Abfallvermeidung, gefolgt von der Wiederverwendung. Erst danach soll es um Recycling, sonstige (insbesondere energetische) Verwertung oder Beseitigung gehen. Doch besonders die ersten zwei Hierarchiestufen benötigen noch neue Instrumente zur praktischen Umsetzung. Die Forscher fordern kleine und mittlere Unternehmen auf, Vorschläge für die Programme zur Abfallvermeidung zu machen. Sie können Defizite oder Probleme in der Gesetzesanwendung

melden, die sie in ihrer Praxis erfahren haben. Bis März 2013 nehmen die Projektmitarbeiter Anregungen aus den Betrieben entgegen.

Weiterhin stellten die Wissenschaftler fest, dass die Unternehmen konkrete Strukturen zur Umsetzung der neuen Abfallhierarchie benötigen, insbesondere Zentren und Netze zur Wiederverwendung und zum Recycling. Darüber hinaus fehlen vielen Betrieben wichtige Informationen zur Abfallvermeidung entlang der Wertschöpfungskette – vom Rohstoffeinkauf bis zur Abfallentsorgung. Hierfür wird im Projekt eine Broschüre erstellt, die wichtige Normen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes für die Betriebe übersetzt. Sie gibt außerdem Handlungsempfehlungen für ressourceneffizientes und nachhaltiges Wirtschaften unter Berücksichtigung der Projektergebnisse. Die Informationsschrift soll online ab April 2013 verfügbar sein.



Das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz birgt viele Chancen und Herausforderungen für Unternehmen.
Bild: Fotolia

Leuphana Universität Lüneburg
Innovations-Inkubator

Prof. Dr. Thomas Schomerus
schomerus@leuphana.de
Dipl.-Umweltwiss. Inka Bleuel
bleuel@inkubator.leuphana.de
Transferstelle: Tel. 04131.677-2971



LiFePO₄ Kohlenstoffgehalt: 2,012%



LiFePO₄ Kohlenstoffgehalt: 1,278%



LiFePO₄ Kohlenstoffgehalt: 0,084%

Die schrittweise Reduktion des Kohlenstoffmantels eines Lithium-Eisenphosphat/Kohlenstoff-Composites ist auch optisch zu verfolgen.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Anorganische Chemie

EZN Erfinderzentrum Norddeutschland

Dipl.-Ing. Susanne Deutsch
s.deutsch@ezn.de
Tel. 0511.850308-0
www.ezn.de

Lithium-Ionen-Batterien effektiv und schonend recyceln

Entfernung von Kohlenstoffbeschichtungen mit Wasser oder CO₂

Moderne Mobiltelefone, Laptops und Elektroautos werden in der Regel von Lithium-Ionen-Batterien mit Strom versorgt. Das Recycling dieser Batterien ist allerdings sehr aufwendig. Häufig kommen hier als Aktivmaterial Kohlenstoff oder kohlenstoffhaltige Composite zum Einsatz. Eine elektrisch leitfähige Kohlenstoffschicht verbessert die Leitfähigkeit vieler Aktivmaterialien. Des Weiteren bestehen viele Anoden aus elementarem Kohlenstoff, der somit in fast allen Lithium-Ionen-Batterietypen enthalten ist. Beim Recycling dieser Batterien ist es erforderlich, die einzelnen Bestandteile voneinander zu trennen, um diese für eine erneute Anwendung nutzbar zu machen. Problematisch ist bislang insbesondere die Abtrennung des Kohlenstoffes, da viele der eingesetzten Aktivmaterialien oxidationsempfindlich sind.

Das Institut für Anorganische Chemie der Leibniz Universität Hannover hat ein Verfahren erfunden, das Kohlenstoffbeschichtungen mit Wasser beziehungsweise Kohlendioxid entfernt. Das Verfahren erlaubt es sogar

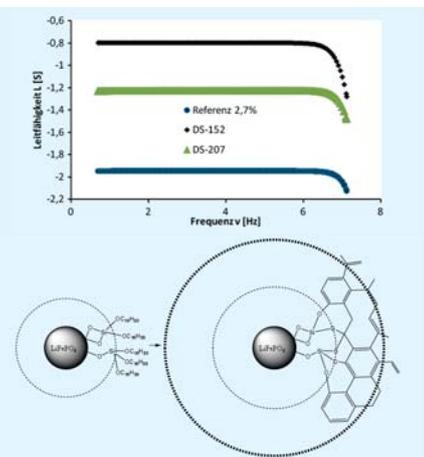
nachträglich, Einfluss auf die Schichtdicke der leitfähigen Kohlenstoffbeschichtung eines bereits synthetisierten Aktivmaterials zu nehmen und diese gezielt zu verringern.

Bei der nicht oxidativen vollständigen Entfernung von Kohlenstoffanteilen wird die Oxidationsstufe der in den Aktivmaterialien enthaltenen Metallionen nicht verändert. Auf diese Weise ist eine besonders schonende Aufarbeitung und Rückgewinnung des Aktivmaterials möglich. Zusammenfassend ermöglicht das neue Verfahren

- ▶ das Recycling von Lithium-Ionen-Batterien,
- ▶ die schonende, nicht oxidative Reduktion und Entfernung von Kohlenstoffbeschichtungen sowie
- ▶ die Aufreinigung oxidationsempfindlicher Materialien.

Für das patentierte Verfahren bietet das Erfinderzentrum Norddeutschland die Lizenz zur gewerblichen Nutzung an.

Aktenzeichen: 14319



Die Veränderung der Beschichtung von Lithium-Eisenphosphat-Partikeln (DS-207 und DS-152) erhöht die elektrische Leitfähigkeit und somit die Leistungsdichte von Lithium-Ionen-Batterien.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Anorganische Chemie

EZN Erfinderzentrum Norddeutschland

Dipl.-Ing. Susanne Deutsch
s.deutsch@ezn.de
Tel. 0511.850308-0
www.ezn.de

Akkus mit höherer Lebensdauer und Leistungsdichte

Verbesserte elektrische Leitfähigkeit bei Lithium-Ionen-Batterien

Tragbare elektronische Geräte wie Kameras, Smartphones oder Laptops werden häufig von Lithium-Ionen-Batterien mit Strom versorgt. Auch viele Elektroautos nutzen sie als Stromspeicher. Als aussichtsreiches Kathodenmaterial wird insbesondere Lithium-Eisenphosphat (LiFePO₄) angesehen. Dieses Material ist unbedenklicher als die momentan gebräuchlichen cobalthaltigen Verbindungen, kostengünstig und sehr betriebssicher. Allerdings weist es eine schlechte elektronische Leitfähigkeit auf. Ziele bei der Weiterentwicklung sind es, die Lebensdauer und Leistungsdichte sowie die Lade- und Entladeraten deutlich zu verbessern.

Dem Institut für Anorganische Chemie der Leibniz Universität Hannover ist es nun gelungen, ein spezielles Verfahren zu entwickeln, das die elektrische Leitfähigkeit von kohlenstoffbeschichteten lithiumhaltigen Partikeln verbessert. Dabei werden die Partikel in einem ersten Schritt an der Oberfläche mit einem organischen Rest funktionalisiert. In einem zweiten Schritt

bildet sich durch Pyrolyse in nicht-oxidierender Atmosphäre eine Schicht aus einem elektrisch leitenden Material aus. Diese erhöht die elektrische Leitfähigkeit der Partikel.

Die Erfindung ermöglicht es, die so funktionalisierten Partikel als Elektrodenmaterial in Batterien beziehungsweise Akkumulatoren zu verwenden. Daraus ergeben sich Vorteile gegenüber anderen Materialien:

- ▶ Die elektrische Leitfähigkeit hat sich verbessert.
- ▶ Der Kohlenstoffgehalt und die damit verbundene Schichtdicke kann nach Bedarf eingestellt werden.
- ▶ Der Kern der Partikel kann aus kommerziell erhältlichem Material bestehen und kristallin oder auch röntgenamorph sein.

Das Patent ist erteilt. Das Erfinderzentrum Norddeutschland sucht Lizenznehmer zur gewerblichen Nutzung.

Aktenzeichen: 14633

Zinkgewinnung aus Stahlschrott

Neues Verfahren reduziert CO₂-Ausstoß und Stoffverlust

Zink schützt Automobilkarosserien vor Rost, doch die bekannten natürlichen Reserven sind weitgehend erschöpft. Aus diesem Grund wird Zink als Sekundärrohstoff durch Recycling aus Blechschrott gewonnen. Beim klassischen Verfahren wird Blechschrott im Elektrostahlöfen bei 1.200 Grad verdampft. Die Flugstäube werden anschließend mittels Wälzprozess bei 1.100 Grad zu einem Zinkoxidkonzentrat angereichert. Die Gewinnung von Zink erfolgt durch Reduktionselektrolyse.

Das Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik der Technischen Universität Clausthal und die CUTEC-Institut GmbH haben gemeinsam mit Industriepartnern ein neues Recyclingverfahren entwickelt. Das Verfahren ist unabhängig von der Stahlherstellung und arbeitet bei 50 Grad. Hierbei wird mit Abfallsäure einer Zinkhütte aus zinkhaltigem Blechschrott Zink aufgelöst und bis zu 120 Gramm pro Liter angereichert. Diese zinkhaltige Lösung wird wieder der Zinkhütte zur Metallgewinnung zugeführt.

Der neue Prozess zeichnet sich durch extrem niedrige Stoffverluste aus: zirka 80 Prozent weniger CO₂-Ausstoß und Energieeinsparungen von bis zu 74 Prozent. Die Zink-Recyclingquote aus Stahlblechschrott kann gegenüber der klassischen Technologie von bisher 60 auf 98 Prozent gesteigert werden. Der nach der Entzinkung anfallende reine Stahlschrott steht insbesondere der Gießereiindustrie zur Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Im Projektverbund sind Partner der gesamten Prozesskette beteiligt: die RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft, die Fritz Winter Eisengießerei, die Zinkhütte Xstrata Zink und der Anlagenbau Andritz Sundwig. Der industrielle Anschluss wird von der Wolfsburg AG koordiniert. Eine erste Industrieanlage ist im Volkswagen-Werk Emden für 2013 geplant. Das Projekt wurde vom Bundesforschungsministerium gefördert und vom Bundeswirtschaftsministerium 2012 mit dem Deutschen Rohstoffeffizienzpreis ausgezeichnet. Das Konsortium ist an weiteren Kooperationen interessiert.



Pilotanlage zur Zinkgewinnung aus Stahlschrott im Technikum der CUTEC-Institut GmbH

Technische Universität Clausthal
Institut für Aufbereitung,
Deponietechnik und Geomechanik

Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Gock
gock@aufbereitung.tu-clausthal.de

CUTEC-Institut GmbH, Clausthal

Prof. Dr. Otto Carlowitz
otto.carlowitz@cutec.de

Transferstelle: Tel. 05323.72-7754

Mobiles Flugzeugrecycling

Neues Zerlege-System zur Gewinnung hochwertiger Rohstoffe

Deutschland ist in vielen Industriebereichen führend im Recycling. Eher unterentwickelt ist das Recycling von Flugzeugen. Das stellt allerdings aufgrund der Fülle an eingesetzten Materialien sowie der zu erwartenden Marktentwicklung für diese Materialien ein besonderes Potenzial für die Rückgewinnung hochwertiger Sekundärrohstoffe dar. Um hier ein nachhaltiges und integriertes System zu entwickeln, haben sich unter Federführung der Süderelbe AG das Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik (IFAD) der Technischen Universität Clausthal, die Allcox International GmbH und die REWIMET-Partner Keske Entsorgung GmbH im Verbundprojekt „Mo-Re Aero“ zusammenschlossen. Dabei wird ein international einsetzbares, mobiles Zerlege-System als erster Schritt für ganzheitliches Flugzeugrecycling entwickelt.

Das Verbundprojekt wird vom Bundesforschungsministerium gefördert. Neben der Entwicklung einer mobilen Zerlege-Einheit sind zwei weitere Ziele, mögliche Recyclingrouten der Sekundärrohstoff-Quelle „Alt-

Flugzeug“ zu untersuchen sowie eine auf den Weltmarkt ausgerichtete und verfügbare Logistik- und Verwertungskette zu integrieren. Erste Ergebnisse belegen, dass sich durch Verfahren zum Metallrecycling etwa 60 Gewichtsprozent eines Flugzeuges (zuzüglich Hochwertteile) recyceln lassen.

Der Fokus des Recyclings liegt zunächst auf der Rückführung von Aluminium und Aluminium-Legierungen. Die mobile Einheit erleichtert den Zugang zu den Rohstoffen der nicht mehr flugtauglichen Flugzeuge und sogar den internationalen Zugriff darauf. Die Kooperation im Recyclingcluster wirtschaftsstrategischer Metalle (REWIMET) ist ein Ansatzpunkt für künftige Arbeiten zum weiterführenden Recycling von Hochtechnologiemetallen wie Rhenium, Tantal, Nickel und Wolfram aus Turbinen, Titan aus Fahrwerksteilen und Edelmetallen aus Avionikbauteilen. Daraus erschließen sich weitere Felder für Forschungs- und Entwicklungsprojekte zum Flugzeugrecycling. Interessenten können sich gerne beim Institut melden.



Aus nicht mehr flugtauglichen Flugzeugen lassen sich hochwertige Sekundärrohstoffe gewinnen. Die Technische Universität Clausthal untersucht Verwertungswege dazu.

Technische Universität Clausthal
Institut für Aufbereitung,
Deponietechnik und Geomechanik

Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann
daniel.goldmann@tu-clausthal.de

Dipl.-Ing. Christian Duwe
christian.duwe@tu-clausthal.de

Transferstelle: Tel. 05323.72-7754



Speichersysteme machen die Nutzung von Wind- und Solarenergie attraktiver – sowohl für die Industrie als auch für Privatverbraucher.

Bild: Fotolia

Kompetenzzentrum Elektronik und Antriebstechnik (KEA) an der Hochschule Osnabrück

Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Pfisterer
j.pfisterer@kea-nds.de

Transferstelle: Tel. 0541.969-2050

Unabhängig vom öffentlichen Stromnetz

Patentanmeldung für modulares Wechselspeichersystem

Erneuerbare Energien wie Wind- und Solarenergie werden für Industrie, Handel und Privatverbraucher attraktiver, wenn sie den erzeugten Strom zwischenspeichern können. Das vom Kompetenzzentrum Elektronik und Antriebstechnik (KEA) neu entwickelte modulare Wechselspeichersystem bildet eine wichtige Schnittstelle hierfür. Für die Steuerung des Systems ist kein zentrales Energiemanagementsystem nötig. Somit ermöglicht es die einfache Zusammenschaltung von verschiedenen Speichermodulen und Energiequellen.

Das zum Patent angemeldete Speichersystem lässt sich einfach installieren, in Betrieb nehmen und warten. Das reduziert die Gesamtkosten deutlich. Je nach individuellen Nutzungsbedingungen, politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Einspeisevergütung, Eigenverbrauch ...) kann das Speichersystem in der Größe einfach und kostengünstig angepasst werden. Es eignet sich als stationärer Speicher, für Ein- und Mehrfamilienhäuser, Industrie und Handel sowie für Elektro-Ladestationen.

Die Vorteile im Überblick:

- ▶ Die zentrale Erfassung und Steuerung der Zustandsparameter der Speichermodule entfällt.
- ▶ Mehrere Module werden nur über die Leistungsklemmen an den Zwischenkreis angeschlossen.
- ▶ Erweiterung und Austausch von Modulen kann ohne Spezialkenntnisse vorgenommen werden.
- ▶ Eine einfache Erweiterung um zusätzliche Speichermodule ohne Eingriff in die Steuerung ist möglich.
- ▶ Installations-, Inbetriebnahme- und Wartungsaufwand sind deutlich reduziert.
- ▶ Es lässt sich direkt mit regenerativen Energiequellen kombinieren.
- ▶ Es ist Inselnetz- und USV-fähig.
- ▶ Der Austausch defekter Module während des Betriebs ist möglich.

Unternehmen, die an einer technischen Zusammenarbeit und gemeinsamen Weiterentwicklung interessiert sind, können das Kompetenzzentrum Elektronik und Antriebstechnik (KEA) kontaktieren.



Diese Ammoniak-Wasser-Wärmepumpe im Technikums-Maßstab kann Abwärme aus Industrieprozessen bei bis zu 80 Grad zurückgewinnen.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Thermodynamik

Dipl.-Ing. Iris Mersmann
Prof. Dr.-Ing. Stephan Kabelac
mersmann@ift.uni-hannover.de

Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

Effiziente Kältemaschinen und Wärmepumpen

Entwicklung von Einzelkomponenten bis zur kompletten Anlagenschaltung

Über die Jahre 2008 bis 2010 entfielen laut einer Studie rund 56 Prozent des Endenergieverbrauchs in Deutschland auf Wärmeanwendungen. Der Anteil der Kälteanwendungen am Strom-Endverbrauch lag im gleichen Zeitraum überproportional bei über neun Prozent. Effizienzsteigerungen bei Wärmepumpen sowie in der Kältetechnik können daher den Primärenergieverbrauch deutlich senken.

Das Institut für Thermodynamik der Leibniz Universität Hannover arbeitet seit vielen Jahren an verschiedenen Industrie- und Forschungsprojekten in diesem Themenbereich. Die Inhalte reichen von der Messung von Kältemittelstoffdaten bis hin zur theoretischen und experimentellen Untersuchung optimierter Anlagenschaltungen sowie zu Regelungskonzepten für Kälteanlagen und Wärmepumpen. Besonderes Augenmerk legen die Wissenschaftler dabei auf die Nutzung natürlicher Kältemittel. Zum Beispiel sind Wasser, Ammoniak, Kohlendioxid sowie deren Mischungen viel umweltfreundlicher als herkömmliche Kältemittel.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Auslegung der Wärmeübertrager. Der Wärmeübergang beeinflusst die Gesamteffizienz eines Prozesses erheblich. Korrelationen für eine verlässliche Vorausberechnung stehen derzeit aber nur für einfache Geometrien zur Verfügung. Wer bei komplexen Geometrien eine thermisch sichere Auslegung von Komponenten und Apparaten anstrebt, ist auf Messungen angewiesen. Dafür hat das Institut ein Verfahren entwickelt, das eine berührungsfreie, von außen zugängliche punktgenaue Messung von Wärmeübergangskoeffizienten ermöglicht.

Hierbei wird mit einer Thermokamera bei periodischer Anregung der Phasenverzug eines Temperaturfeldes auf einer Behälter- oder Rohraußenwand gemessen und mittels eines numerischen Modells der Wärmeübergangskoeffizient abgeglichen. Diese Methode ermöglicht zum Beispiel die Untersuchung gewellter Plattenstrukturen, um Plattenwärmeübertrager zu optimieren. Neue Kooperationen und Impulse auf den genannten Gebieten sind stets willkommen.

Erneuerbare Energien direkt in die Produktion einspeisen

Integration von Energiedaten in die Produktionsplanung

Die Energiekosten steigen, die Einspeisevergütung von erneuerbarer Energie sinkt. Was können Unternehmen tun? Eine Lösung: Verwenden Sie den Strom Ihrer Windenergieanlagen oder Photovoltaikmodule einfach selbst! Bei Insellösungen beispielsweise wird vor Ort produzierter Strom bereits direkt genutzt. Neu ist der Ansatz, diese erneuerbare Energie für die Produktion eines Unternehmens bis hin zur Vollversorgung zu nutzen. Dabei gibt es allerdings neben rechtlichen Restriktionen auch technische Probleme bei der Umsetzung. Zum Beispiel entspricht die produktionsabhängig benötigte Strommenge nicht zwangsläufig der im Allgemeinen wetterabhängigen Stromproduktion.

Die Hochschule Emden/Leer arbeitet derzeit an Lösungen. In zwei aus Bundesmitteln finanzierten Forschungsvorhaben beschäftigen sich die Wissenschaftler unter anderem mit der Frage, welche Informationen eine Produktionsplanungs- und -steuerungssoftware (PPS) benötigt,

um ein optimales Produktionsprogramm zu berechnen. Es werden dabei ökonomische, ökologische und energetische Gesichtspunkte berücksichtigt. Darüber hinaus erarbeiten sie ein virtuelles Strom- und Wärme-Kraftwerk für ein mittelständisches Unternehmen der Metallverarbeitung.

Die Forschungsvorhaben haben zum Ziel, den Energiebedarf aller Prozessschritte, bestehende Energieverträge, Wettervorhersagen sowie die sich ergebende Energievorhersage in die Software zu implementieren. Im Pilotunternehmen werden derzeit alle notwendigen Daten der Produktion erfasst und die aktuellen Energieerträge einer vorhandenen Photovoltaik-Anlage dokumentiert. Eine Wetterstation zur Erfassung von Wind und Sonneneinstrahlung steht kurz vor der Fertigstellung. Darüber hinaus sind erste Energievorhersagemodelle ausgewertet worden. Um diese Herausforderung zu lösen, sucht die Hochschule weitere Partner, die im Bereich der Wetter- und Energievorhersage arbeiten.



Die Hochschule Emden/Leer arbeitet daran, dass Unternehmen den Strom ihrer Solaranlage direkt in die eigene Produktion einspeisen können.

Bild: Fotolia

Hochschule Emden/Leer
Fachbereich Technik
Abteilung Maschinenbau

Prof. Dr. Agnes Pechmann
agnes.pechmann@hs.emden-leer.de
Transferstelle: Tel. 04921.807-7777

Energieeffizienz von LED-Beleuchtung

Intelligente Lichtsteuerung, vielfältige Einsatzmöglichkeiten

LEDs haben im Vergleich zu konventionellen Glühlampen oder Energiesparlampen viele Vorteile: Sie sind effizienter, robuster, haben meist eine längere Lebensdauer, kleinere Bauformen, keine Einschaltverzögerung und niedrigere Nennbetriebsspannungen. Die Weiterentwicklung der LED-Technologie im Hinblick auf Effizienzsteigerung, Lichtstromerhöhung und Wirtschaftlichkeit wird langfristig zur Einführung in allen Marktsegmenten führen.

Mit Systementwurf und Validierung von LED-Systemen sowie Lasertechnik befassen sich die Forscher am Institut für Produktentwicklung und Gerätebau an der Leibniz Universität Hannover. Denn die modernen Beleuchtungseinrichtungen müssen eine Reihe von Anforderungen erfüllen: Je nach Anwendungsgebiet sollen Lichtquellen optimal ausleuchten, eine harmonische Helligkeitsverteilung sowie eine gute Farbwiedergabe ermöglichen.

Deutliche Einsparpotenziale zeigen bereits umgesetzte Pilotprojekte zum großflächigen Einsatz von LEDs auf. In Göttingen am

Nonnenstieg wurden Straßenleuchten mit Quecksilberdampflampen gegen LED-Leuchten mit Bewegungssensor ausgetauscht. Eine intelligente Steuerung dimmt die Lichtleistung bis auf 20 Prozent. Betritt ein Fußgänger den Weg, wird die Lichtleistung auf 100 Prozent geregelt, die benachbarten Leuchten werden per Funk ebenfalls eingeschaltet. Durch den Einsatz der LED-Lichtquellen sowie der intelligenten Lichtsteuerung können Kommunen bei Betriebs- und Wartungskosten schätzungsweise bis zu 90 Prozent einsparen.

Aufgrund der vorteilhaften Eigenschaften und der kontinuierlich steigenden Lichtausbeute werden LED-Module vermehrt in der Automobilindustrie eingesetzt. Die Einsatzschwerpunkte wandern von Anzeigeelementen über Signalfunktionen bis zu Beleuchtungseinheiten eines PKWs. LED-Scheinwerfer bieten zahlreiche Lichtfunktionen und einen großen Spielraum bei der Designgestaltung, ohne Kompromisse bei der Fahrbahnausleuchtung einzugehen. Das Institut bietet Interessenten zahlreiche Kooperationsmöglichkeiten an.



LED-Straßenleuchten wie hier in Göttingen spenden angenehmes Licht, sparen viel Energie und können intelligent gesteuert werden: Ist kein Fußgänger unterwegs, wird die Lichtleistung gedimmt. Bild: Philips GmbH, 2011

Leibniz Universität Hannover
Institut für Produktentwicklung und Gerätebau

Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer
Roman Danov, M. Sc.
danov@ipeg.uni-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725



Der Einsatz energieoptimierter Fördergurte wirkt sich unmittelbar auf die Wirtschaftlichkeit der Förderanlagen aus. Bild: ContiTech

Leibniz Universität Hannover
Institut für Transport- und
Automatisierungstechnik (ITA)

Dipl.-Ing. (FH) Lennart Schulz
lennart.schulz@ita.uni-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

Höchstleistung im Sparmodus

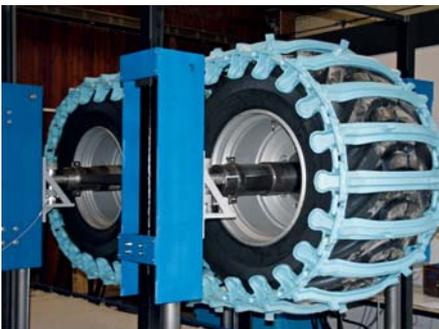
Energieoptimierte Fördergurte

Der nachhaltige Abbau von Rohstoffen und der bewusste Umgang mit natürlichen Ressourcen haben heutzutage einen hohen Stellenwert. Zudem sind auch die steigenden Energiepreise für Unternehmen ein wichtiges Thema. Deshalb hat das Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) der Leibniz Universität Hannover zusammen mit ContiTech eine Lösung entwickelt, die den Energieverbrauch bei Gurtförderern um 30 Prozent senkt.

Die wesentliche Herausforderung ist der Kontakt zwischen den Tragrollen und dem Fördergurt: Bei jedem Kontakt mit einer Tragrolle wird die Laufseite des Fördergurtes leicht eingedrückt. Dabei können insgesamt bis zu 60 Prozent der Antriebsenergie verloren gehen. Wird aber der Eindrückrollwiderstand und damit der Laufwiderstand minimiert, muss deutlich weniger Energie eingesetzt werden. Das bringt für die Unternehmen ganz relevante wirtschaftliche Vorteile mit sich.

Um dies zu erreichen, hat ContiTech eine passgenaue Gummimischung, Compound genannt, entwickelt. Dieses neue Material findet sofort wieder in seine Grundform zurück – es gibt lediglich geringe Energieverluste beim Lauf des Fördergurts. Das ITA betreibt einen universell einsetzbaren Prüfstand. An ihm sind die Fördergurte unter realen Bedingungen getestet worden. Dafür haben die Wissenschaftler das Prüfverfahren optimiert und den Prüfstand so angepasst, dass der Energieverbrauch gemessen werden kann. Dieses neue Prüfverfahren wurde in der DIN 22123 genormt.

Bei einem auf diese Weise energieoptimierten Gurtförderer von 5.000 Metern Länge und 30.000 Tonnen Förderkapazität pro Stunde ergibt sich eine Einsparung von 8.900 Tonnen CO₂ pro Jahr. Die eingesparte Energie entspricht etwa dem Jahresbedarf von 6.500 Haushalten. Das Institut für Transport- und Automatisierungstechnik ist an weiteren Kooperationen und Forschungsaufträgen interessiert.



Der Prüfstand zur Ermittlung des Kontaktflächenendrucks hilft dabei, Fahrwerke hinsichtlich der Bodenverdichtung neu zu bewerten.

Georg-August-Universität Göttingen
Abteilung Arbeitswissenschaft und
Verfahrenstechnologie (ifa) im
Burckhardt-Institut

Dr. Henrik Brokmeier
Dr. Jörg Hittenbeck
ifa@uni-forst.gwdg.de
Transferstelle: Tel. 0551.39-3955

Ressourcen schonen beim Maschineneinsatz

Spezielle Messverfahren für Forstmaschinen und andere Fahrzeuge

Die Abteilung Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie (ifa) der Georg-August-Universität Göttingen befasst sich mit der technischen, ergonomischen, ökonomischen und ökologischen Bewertung von Weiterentwicklungen bei Forst-, Zug- und Transportmaschinen. Sie versteht sich als integrative Forschungseinrichtung für angewandte Arbeitswissenschaft und Forsttechnik. Die Interaktionen zwischen den Fahrwerken von Forstspezialmaschinen und dem Untergrund bilden dabei einen Forschungsschwerpunkt.

Die Wissenschaftler verfügen über zahlreiche messtechnische Lösungen und Erfahrungen, mithilfe derer sie die Effizienz des Maschineneinsatzes beziehungsweise die unterschiedlichen Einflussgrößen darauf bewerten können. Zum Beispiel entwickelten sie einen Prüfstand, der den Kontaktflächenendruck ermittelt und die Bemessung ganzer Fahrwerksteile zulässt. Zudem wurden Messverfahren und messtechnische Adaptionen für die vergleichende Bewertung des Traktionsverhaltens beim Einsatz verschiedener Fahrzeuge realisiert: Die

Untersuchungen reichten von Gabelstaplern über LKW und Forstspezialmaschinen bis hin zu Gliederkettenfahrzeugen unter unterschiedlichen Einsatzbedingungen – auf ungebundenem und gebundenem Untergrund. Bei der Analyse des Treibstoffverbrauchs ermöglicht es ein modulares Messverstärkersystem, auf Signale aus dem Datennetzwerk des Fahrzeugs zurückzugreifen. Wenn dies nicht möglich ist, wird der Treibstoffdurchsatz mithilfe eines Durchflusssensors erfasst.

Neben der technischen Ausstattung und dem Know-how verfügt das ifa über ein junges und kreatives Forscherteam, das sich wiederholt auch in forstfremde Fragestellungen erfolgreich eingearbeitet hat. So reicht das Angebotsspektrum der Abteilung für interessierte Unternehmen von der gezielten Unterstützung einzelner Entwicklungsschritte über die Kooperation in Forschungs- und Entwicklungsprojekten bis zu gemeinsamen Verbundprojekten. Diese können auch gerne über den Bereich der Forstwirtschaft hinausgehen.

Fließender Verkehr, weniger Stau

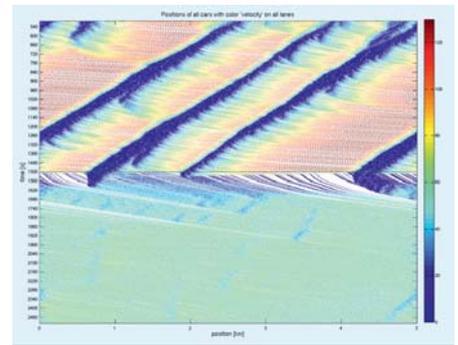
Neues System glättet Stauwellen und reduziert Spritverbrauch

Jeder Autofahrer kennt den nervenaufreibenden Stop-and-go-Verkehr im Stau auf der Autobahn: Bei hohen Verkehrsdichten kann sich schon eine kleine Störung nach hinten verstärken, durch den gesamten Verkehr fortpflanzen und ein „Schwingen“ des Verkehrssystems auslösen. Dieses Phänomen lässt sich mit physikalischen Gesetzen erklären. Die Möglichkeiten der modernen drahtlosen Informationstechnologie bieten nun die Chance, Informationen über Ort und Geschwindigkeit von vorausfahrenden Fahrzeugen weiterzugeben. Es existieren bereits Systeme, mit denen sich ein Auto an die Geschwindigkeit eines unmittelbar vorausfahrenden Fahrzeugs anpassen kann. Dies vereinfacht zwar die Steuerung für den einzelnen Fahrer, kann Stauwellen aber nicht eliminieren.

Ein Forscherteam der Technischen Universität Braunschweig hat ein neues Informationssystem mit einem einfachen Regelwerk entwickelt: Hiermit können Autos die Informationen mehrerer voraus-

fahrender Fahrzeuge auswerten, um dadurch den Verkehrsfluss im Stau zu glätten. Erkennt das System, dass sich der vorausfahrende Verkehr verlangsamt, dann unterbindet es unnötige Beschleunigungsvorgänge. Da der Verkehr somit gleichmäßiger fließt, wird er insgesamt sogar schneller. Dieser Effekt stabilisiert nicht nur den fließenden Verkehr, sondern kann auch bereits eingetretene Stausituationen wieder glätten – selbst wenn nur ein Teil der Fahrzeuge das neue System nutzt. In Simulationen zeigt sich als Ergebnis eine Treibstoffersparnis von bis zu 40 Prozent.

Da bereits ein einzelner Fahrer Kraftstoff spart, gibt es einen starken Anreiz, das System zu benutzen und die Regeln auch einzuhalten. So besteht die Aussicht, dass sich der Energieverbrauch und Schadstoffausstoß im Straßenverkehr deutlich reduzieren lässt. Für diese Erfindung wurde inzwischen ein Patent erteilt. Die TU Braunschweig sucht noch Partner aus Wirtschaft und Industrie für die Verwertung.



Im oberen Teil der Simulation sind typische Stauwellen zu erkennen. In der Bildmitte wird das Regelwerk eingeschaltet, der Stau löst sich weitgehend auf.

Technische Universität Braunschweig
Institut für Betriebssysteme und
Rechnerverbund

Prof. Dr. Sándor Fekete
s.fekete@tu-bs.de

Transferstelle: Tel. 0531.391-4260

Effizient bei Wind und Wetter

Offshore-Windparks – Planungssoftware optimiert Versorgungsfahrten

Die mit den Offshore-Windparks verbundenen Ziele können nur erreicht werden, wenn auch ein zuverlässiger Betrieb sichergestellt ist. In der Komplexität kosteneffizienter und sicherer Wartungsabläufe im Offshore-Bereich gibt es aus Sicht der Windparkbetreiber und Dienstleister drei kritische Faktoren: Betriebsstörungen, lange Anfahrtszeiten zu den Anlagen und zudem widrige Verhältnisse auf hoher See.

Wellengang, Wind und schlechte Sicht schränken die Erreichbarkeit von Anlagen stark ein. Gleichzeitig können Wartungsteams auf wechselnde Bedingungen nur sehr schlecht reagieren, denn die langen Anfahrtszeiten zu den Parks – bis zu mehreren Stunden – erfordern eine intelligente Vorausplanung der Einsätze und eine genaue Disposition der Ressourcen (Schiffe, Personal und Material). An dieser Stelle setzt das Projekt Coordination of Offshore Windpark Services (COWS) des Departments für Informatik der Universität Oldenburg an.

Eine kombinierte Simulations- und Optimierungssoftware soll präzise und zuverlässige Vorgaben für Wohnungseinsätze ermöglichen. Neben der Routenplanung ordnet die Software auch Wartungsaufträge, Schiffe, Crews und Material untereinander zu. Konkret wird dabei die Planung für einen gewünschten Zeitraum erstellt – auf Grundlage von aufeinander folgenden Simulations- und Optimierungsläufen sowie unter Berücksichtigung der verfügbaren Wetterdaten. Die Software optimiert gleichzeitig mehrere Kriterien und reduziert den Ressourcenbedarf in vielerlei Hinsicht: unter anderem Treibstoff, Personalstunden und Betriebsstundenausfall. Die Qualität eines Plans wird in Simulationen evaluiert.

Die entwickelte Software kann sowohl in Leitstandssysteme als auch in Systeme zur Ressourcenplanung eingebunden werden. Die Oldenburger Informatiker suchen Nutzer, zum Beispiel Dienstleister oder Betreiber, um die Entwicklung an weitere Unternehmensanforderungen anzupassen.



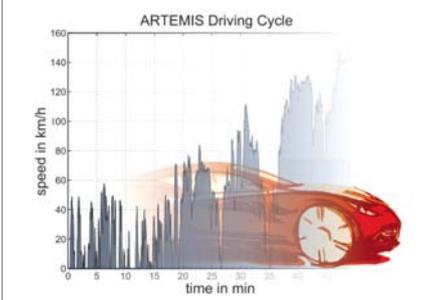
Mit dem neuen Simulationssystem können Versorgungsfahrten zu Offshore-Windparks optimiert werden.

Universität Oldenburg
Department für Informatik

Prof. Dr.-Ing. Axel Hahn
hahn@wi-ol.de
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Sauer
sauer@wi-ol.de

Transferstelle: Tel. 0441.798-2914

Vehicle Model and Drive Cycle



Kennfelder im Artemis-Fahrzyklus zur Bestimmung der Betriebseigenschaften und Reichweite von Elektromotoren

Bild: IAL 2012

Leibniz Universität Hannover
Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik (IAL)

Prof. Dr.-Ing. Bernd Ponick
Dipl.-Ing. Peter Dück
ponick@ial.uni-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

Energieverbrauch von elektrischen Antrieben optimieren

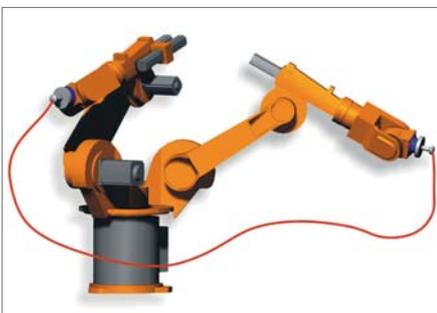
Schnelle, vollständig automatisierbare Simulationsrechnungen

Die Elektromobilität ist einer der zentralen Aspekte der Energiewende. Die Substitution fossiler Kraftstoffe durch elektrischen Strom, idealerweise mit erneuerbaren Energien erzeugt, erlaubt neben einer effizienteren und nachhaltigen Nutzung der Rohstoffe auch eine langfristige Reduzierung des CO₂-Ausstoßes. Aufgrund des hohen Gewichts und der hohen Kosten einer Batterie mit zufrieden stellender Fahrzeugreichweite besitzt die Energieeffizienz des Gesamtantriebs eine besonders hohe Bedeutung.

Elektrische Antriebe für ein Straßenfahrzeug können dabei als zentraler Motor oder als in den Rädern integrierte Motoren konzipiert sein. Das Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik (IAL) der Leibniz Universität Hannover optimiert seit Jahren Antriebssysteme. Entscheidend sind dabei leistungsfähige Werkzeuge zur schnellen und einfachen Berechnung ihres Betriebsverhaltens, ihres Energieverbrauchs und ihrer Erwärmung. Solche Werkzeuge werden am IAL entwickelt und kontinuierlich weiter verbessert.

Ingenieure berechnen auf Basis der Motordaten zunächst Drehmoment-Drehzahl-Kennfelder und variieren die Freiheitsgrade der Speisung des Motors so, dass der Wirkungsgrad des Antriebssystems maximiert wird. Für thermische Berechnungen wird auf Basis der Motorgeometrie ein Wärmequellennetz aufgebaut. Mit einem parametrisierbaren Fahrzeugmodell kann der Energieverbrauch und die Erwärmung der Antriebskomponenten für beliebige Fahrzyklen unter Berücksichtigung des Streckenprofils vorausberechnet werden.

Diese Simulationsrechnungen sind innerhalb von Minuten durchführbar und ermöglichen daher, unterschiedliche Antriebskonzepte auf effiziente Weise quantitativ zu vergleichen. Die Berechnungen sind vollständig automatisiert und lassen sich durch Parametervariationen einfach und schnell optimieren. Das IAL bietet neben der hier vorgestellten Software auch die Berechnung und messtechnische Untersuchung ganzer Antriebsstränge unter Einbeziehung der Leistungselektronik an.



Planung energetisch optimierter Bahnen von Roboter-Achsen durch gezielte Nutzung von Mehrachsverbänden

Leibniz Universität Hannover
Institut für Mechatronische Systeme

Dipl.-Ing. Christian Hansen
Prof. Dr.-Ing. Tobias Ortmaier
christian.hansen@imes.uni-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

Energieeffizienz in der Robotik

Kontinuierlicher Energieaustausch zwischen Achs-Antrieben

Durch steigende Energiekosten wächst der Bedarf an effizienzsteigernden Maßnahmen in der Industrie. Einen Großteil der elektrischen Energie verbrauchen elektrische Antriebe. Elektromotoren lassen sich jedoch im Allgemeinen motorisch sowie generatorisch betreiben. Beim Bremsen rückgewonnene Energie geht dabei zu meist über einen Bremswiderstand als Wärme an die Umgebung verloren. Speziell bei mehrachsigen Robotern ist jedoch auch ein kontinuierlicher Austausch elektrischer Energie zwischen den Achsen möglich, indem die Antriebe über umrichterinterne Gleichstromzwischenkreise gekoppelt werden.

Auf dieser Grundlage entwickelt das Institut für Mechatronische Systeme der Leibniz Universität Hannover Methoden und Verfahren zur Planung energieeffizienter Fahrprofile von Mehrachssystemen mit beliebiger Kinematik. Der elektrische Zwischenkreis vorhandener Frequenzumrichter wird dabei als Energiespeicher (elektrischer Kondensator) sowie zum kontinuierlichen Austausch elektrischer Energie

zwischen den Antrieben verschiedener Achsen verwendet. Auf diese Weise wird die generatorisch erzeugte Energie gezielt genutzt, die dem Prozess ansonsten verloren ginge. Es ist dabei essenziell, dass sowohl die kurzzeitige Energiepufferung als auch der Energieaustausch bereits bei der Bahnplanung berücksichtigt wird, um effizientere Bewegungen zu erzielen. Die Speichermöglichkeit im Zwischenkreis ist durch die feste Kapazität und die begrenzte Spannungsfestigkeit begrenzt. Einen Ausweg bietet hier beispielsweise die Erweiterung der elektrischen Kapazität oder der Einsatz zusätzlicher, über den Zwischenkreisverbund gekoppelter Achsen, die als Speicher für mechanische Energie dienen.

Die Verfahren zur Planung energetisch optimierter Mehrachsbewegungen werden an einem geeigneten Mehrachsprüfstand getestet und verifiziert. Aufgrund der Übertragbarkeit der entwickelten Ansätze auf beliebige elektrisch aktuierte Systeme bieten sich vielfältige Kooperationsmöglichkeiten, zum Beispiel mit Industriepartnern.

Nachhaltige Tragwerke für erneuerbare Energien

Neue Bewertungsmethode für Stahlkonstruktionen

Nachhaltigkeit nimmt einen wachsenden Stellenwert in der Gesellschaft ein. Nachhaltige Systeme sind auch in der Baubranche zu einem maßgebenden Faktor bei Bemessung und Planung geworden. Für den Gebäude- und Industriebau haben sich bereits Bewertungssysteme bewährt, die die Nachhaltigkeit quantifizieren. Durch den politisch initiierten Umschwung von fossilen Energieträgern auf regenerative rücken insbesondere die Tragkonstruktionen von Anlagen für beispielsweise Windenergie oder Biogas in den Fokus der Nachhaltigkeit.

Da im Bereich der erneuerbaren Energien vielfach der Werkstoff Stahl verwendet wird, hat das Institut für Stahlbau der Leibniz Universität Hannover eine neue Methode entwickelt, um die Nachhaltigkeit stählerner Tragkonstruktionen zu bewerten, zum Beispiel solche für Windenergieanlagen. Die hannoverschen Forscher arbeiten dabei mit Projektpartnern am Lehrstuhl für Energiesysteme und Energiewirtschaft der Ruhr-Universität Bochum sowie am Institut

für Metall- und Leichtbau der Universität Duisburg-Essen zusammen.

Im Lebenszyklus einer Windenergieanlage beeinflussen unterschiedliche Faktoren deren Nachhaltigkeit. Maßgebend sind nicht nur das Material, sondern auch die Herstellungs- und Fertigungsprozesse. Die neue Methode bewertet die Nachhaltigkeit der Stahltragkonstruktion über den gesamten Lebenszyklus in den Kategorien Ökologie, Ökonomie, Soziologie, Prozess und Technik. Unterschiedliche Tragkonstruktionen sowie Prozesse können abgebildet und hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit miteinander verglichen und analysiert werden. Mit den Ergebnissen lassen sich Tragkonstruktionen optimieren.

Interessierte Unternehmen können diese Methode mit Hilfe des entwickelten Anwendertools und Leitfadens erstmalig in der Praxis einsetzen, um in der Planung befindliche Tragkonstruktionen von Windenergie- oder Biogasanlagen zu bewerten.



Stählerne Tragkonstruktionen bei Offshore-Windenergieanlagen, wie hier im Windpark alpha ventus, können in Bezug auf Nachhaltigkeit bewertet und optimiert werden. Bild: Bechtel

Leibniz Universität Hannover
Institut für Stahlbau

Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann
Dipl.-Ing. Anne Bechtel
bechtel@stahl.uni-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

„Grüne“ Betone verringern CO₂-Emissionen

Innovative Entwurfskonzepte für Hochleistungsbetone

Beton hat sich in den vergangenen Jahren zu einem Hochleistungsbaustoff entwickelt. Der Fokus der Optimierung lag überwiegend darauf, die Verarbeitbarkeit, Festigkeit und Dauerhaftigkeit zu steigern. Neben den klassischen Entwurfszielen im Bauwesen rückt mittlerweile das Thema der Nachhaltigkeit bei der Projektierung aktueller Bauwerke stärker in den Fokus – vor allem der CO₂-Ausstoß. Beton ist im Vergleich zu anderen Baustoffen zwar konkurrenzfähig, bietet allerdings ein deutliches Optimierungspotenzial in Bezug auf die Klimaverträglichkeit. Die energieintensive Zementherstellung ist weltweit für bis zu acht Prozent der vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen verantwortlich.

Zur CO₂-Reduzierung werden derzeit zwei Hauptstrategien verfolgt: Zum einen wird der im Zement enthaltene Klinkeranteil, zum anderen der Zementanteil im Beton verringert. Zur Entwicklung „grüner“ Betone setzt das Institut für Baustoffe der Leibniz Universität Hannover sein seit mehreren Jahren erfolgreich angewendetes, weiterentwickeltes und in der Praxis erprobtes

Entwurfskonzept für Hochleistungsbetone ein. Dieses ermöglicht es, aus regional verfügbaren Ausgangsstoffen Betone zu entwerfen, deren Eigenschaften individuell auf die Bauaufgabe abgestimmt sind.

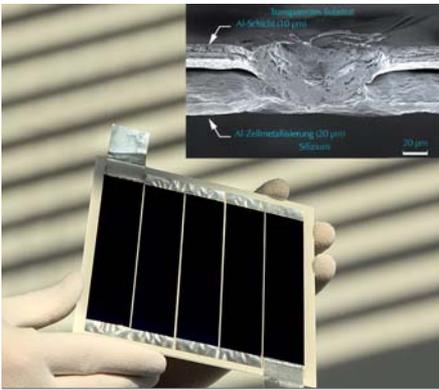
Die nachhaltige Bewertung der Betonbauweise muss allerdings im Kontext des Bauwerks durch einen direkten Vergleich der Leistungsfähigkeit neuer, „grüner“ Betone mit den marktüblichen Betonen erfolgen. Hierfür fehlen derzeit jedoch noch wissenschaftlich akzeptierte, ganzheitliche Bewertungsmethoden. Um diese Lücke zu schließen, wird in den nächsten zwei Jahren eine ganzheitliche Bewertungsmethode der Beton- und Stahlbetonbauweise unter dem Aspekt der CO₂-Reduzierung in einem Verbundprojekt an den drei Standorten der Niedersächsisch Technischen Hochschule entwickelt. Beteiligt sind das Institut für nichtmetallische Werkstoffe (Clausthal), das Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (Braunschweig) und das Institut für Baustoffe (Hannover). Ziel ist es, die Nachhaltigkeit und die Leistungsfähigkeit der Betonbauweise weiter zu steigern.



Innovative Betontechnologie ermöglicht „grüne“ Hochleistungsbetone, die bei der Herstellung weniger CO₂ emittieren.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Baustoffe

Dr.-Ing. Thomas Steinborn
Dipl.-Ing. Christoph Begemann
Prof. Dr.-Ing. Ludger Lohaus
institut@baustoff.uni-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725



Fünf Rückkontakt-Solarzellen sind mit Hilfe des neuartigen Schweißprozesses AMELI verschaltet worden. Das kleine Bild zeigt einen Querschnitt durch einen Laserschweißpunkt.

Institut für Solarenergieforschung
Hameln/Emmerthal
An-Institut der Leibniz Universität
Hannover

Dipl.-Phys. Henning Schulte-Huxel
h.schulte@isfh.de
Dr. Sarah Kajari-Schröder
kajari-schroeder@isfh.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

AMELI – neuer Laserschweißprozess für Solarzellen

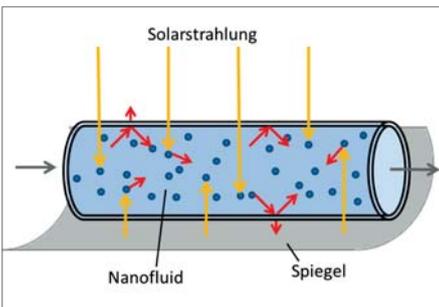
Höherer Wirkungsgrad, effizientere Produktion

Kostensenkungen in der Photovoltaik sind nur erreichbar, wenn der Wirkungsgrad der Solarzellen deutlich gesteigert wird. Gleichzeitig müssen der Materialverbrauch und die Produktionszeiten minimiert sowie die aktive Einstrahlungsfläche maximiert werden. Daher sind Rückkontakt-Solarzellen auf Silizium-Basis besonders vielversprechend, da im Gegensatz zu herkömmlichen Solarzellen beide Kontaktpole auf der unbeleuchteten Rückseite liegen. So wird die gesamte Vorderseite zur Einstrahlung genutzt. Rückkontakt-Solarzellen erreichen Wirkungsgrade von mehr als 20 Prozent. Sie erfordern allerdings angepasste Verschaltungskonzepte: Der Standardlötprozess ist nur bedingt geeignet für dünne Solarzellen und benötigt stets Silber und Blei – dies führt zu hoher thermischer Belastung der Lötstellen und zu hohen Materialkosten.

Das Institut für Solarenergieforschung Hameln, ein An-Institut der Leibniz Universität Hannover, hat den neuen Schweißprozess

AMELI entwickelt. Dieser vermeidet die teuren Materialien und ist besonders für die Verschaltung von hocheffizienten Solarzellen mit einer Aluminiummetallisierung geeignet. Dabei wird eine Aluminiumschicht von 10 Mikrometern Dicke auf ein transparentes, flexibles Substrat aufgebracht und strukturiert. Die zu verbindenden Solarzellen werden mit sanftem Druck auf diese Aluminiumschicht fixiert und mit einem Laserstrahl verschweißt. So werden Solarzellen rasch und zuverlässig mechanisch und elektrisch kontaktiert.

Erste Minimodule erreichen Wirkungsgrade von 20,4 Prozent und bleiben in der beschleunigten Alterung stabil. Die Dicke der Aluminium-Metallisierungsschicht auf der Zelle konnte bereits um mehr als die Hälfte gesenkt werden. Selbst Silizium-Solarzellen mit Dicken von weniger als 40 Mikrometern oder gar ohne stromsammelnden Busbar lassen sich sicher und zuverlässig verschalten. Das Institut strebt an, diese Technik mit Partnern zur industriellen Reife zu bringen.



Absorption der Solarstrahlung im Volumen eines Parabolinnenabsorbers – die Nanopartikel verändern die Wechselwirkung von Fluid und elektromagnetischer Strahlung.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Thermodynamik

Dipl.-Ing. Jan Eggers
Prof. Dr.-Ing. Stephan Kabelac
eggers@ift.uni-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

Winzlinge mit Riesenpotenzial?

Nanopartikel in Solarabsorbern

Nanofluide sind Flüssigkeiten, in die mittels unterschiedlicher Verfahren Partikel bis zirka 100 Nanometer Größe eingebracht werden. Dadurch steigt die Wärmeleitfähigkeit und man rechnet mit einer verbesserten Wärmeübertragung. Es gibt jedoch weitere Stoffeigenschaften der Basisfluide, die von den Partikeln beeinflusst werden, zum Beispiel die Wechselwirkung mit elektromagnetischen Wellen. In diesem Bereich arbeitet das Institut für Thermodynamik der Leibniz Universität Hannover experimentell und theoretisch. Es beschäftigt sich zum einen mit den thermophysikalischen Eigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit und Viskosität von Nanofluiden, zum anderen mit der Simulation von Solarabsorbern und weiteren Wärmeübertragern, die von Nanofluiden durchströmt werden.

Die Lichtabsorption in Solarkollektoren wird für gewöhnlich mit einer Festkörperoberfläche mit günstigen Emissionseigenschaften erreicht. Diese gibt die aufgenommene Wärme anschließend an Wasser als Wärmeträgermedium ab. Aus thermodynamischen Gründen wäre jedoch eine direkte

Absorption des Lichtes wünschenswert, da jede zusätzliche Wärmeübertragung mit der Erzeugung von Entropie einhergeht. Absorberverluste, wie etwa durch Abstrahlung und Reflexion, könnten verringert werden, da sich die höchste Temperatur nicht mehr an der Außenfläche des Absorbers, sondern in der Volumenmitte einstellen würde.

Auch die Konstruktion von Solarabsorbern könnte sich vereinfachen. Bisher ist es notwendig, den Wärmeübergang zwischen Absorberfläche und Wärmeträgermedium möglichst effektiv zu gestalten, um sämtliche absorbierte Wärmeenergie zu nutzen. Da der Wärmeübergangskoeffizient mit der Strömungsgeschwindigkeit ansteigt, darf diese bei herkömmlichen Systemen nicht zu gering werden. Das Institut untersucht, was in dem Nanofluid mit der einfallenden Strahlung passiert. Neben der Absorption und Transmission ist es auch am Streuverhalten der Nanofluide interessiert, um die Absorbergeometrien zu optimieren. Wer an den Erkenntnissen und an weiterführenden Experimenten Interesse hat, kann sich gerne beim Institut melden.

Ressourcen und Klima schonen bei der Abwasserreinigung

Innovative Verfahren zur biologischen Stickstoffelimination

Bisherige Anforderungen an Kläranlagen konzentrieren sich vorwiegend auf den Gewässerschutz. Dabei werden die bei Anlagenbau und -betrieb verursachten Treibhausgasemissionen und der Energieverbrauch als Planungsgröße kaum berücksichtigt. In Anbetracht der fortschreitenden globalen Erwärmung hat jedoch auch im Bereich der Abwasserreinigung ein Umdenken eingesetzt. An der Entwicklung von innovativen, energieeffizienten Techniken, insbesondere für die Stickstoffelimination, ist das Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover maßgeblich beteiligt.

Ein Kernthema ist dabei die Entwicklung und Optimierung der Deammonifikation. Dieses Verfahren spart im Vergleich zur konventionellen Stickstoffelimination bis zu 60 Prozent Energie ein und verringert den Chemikalieneinsatz sowie die zu entsorgende Klärschlammmenge deutlich. Durch Integration der Deammonifikation in die industrielle Abwasserbehandlung lässt sich

zudem mehr Biogas aus organischen Abwasserinhaltsstoffen erzeugen, da diese nicht mehr als Substrat bei der Stickstoffelimination benötigt werden.

Die Erkenntnisse und Erfahrungen aus der langjährigen Forschungsarbeit haben bereits die Umsetzung und den Betrieb zahlreicher großtechnischer Deammonifikationsanlagen unterstützt. Das Verfahren hat sich großtechnisch zur Behandlung stickstoffreicher Abwasserströme bewährt – sowohl auf kommunalen als auch industriellen Kläranlagen. Die Weiterentwicklung und Anpassung der Verfahrenstechnik für verschiedene Anwendungsbereiche findet in enger Zusammenarbeit mit Anlagenherstellern, -betreibern und Ingenieurbüros statt. Zur weiteren Verfahrensoptimierung werden aktuell die N_2O -Emissionen des Verfahrens quantifiziert und Minimierungsstrategien entwickelt, um Treibhausgasemissionen zu verringern. Das Thema wird derzeit in DFG- und BMBF-geförderten Forschungsvorhaben am Institut bearbeitet.



Die Verringerung von Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch gehen zunehmend in die Planung neuer Kläranlagen ein. Das ISAH entwickelt hierzu innovative, energieeffiziente Techniken.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Siedlungswasserwirtschaft
und Abfalltechnik (ISAH)

Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Rosenwinkel
Dr.-Ing. Maïke Beier
beier@isah.uni-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

Enzyme fördern nachhaltige Lebensmittelproduktion

Umwelt schonen, Risikostoffe eliminieren, Produktqualität steigern

Aktuelle Probleme der Lebensmittelindustrie sind hoher Ressourcenverbrauch, die Anwesenheit von Risikostoffen und großvolumige, unbrauchbare Abfallstoffe. Das Institut für Lebensmittelchemie der Leibniz Universität Hannover arbeitet an einer Lösung: Enzyme aus Speisepilzen (Basidiomyceten) senken die Prozesstemperatur, den Wasser- und Chemikalienverbrauch. Sie eliminieren Risikostoffe selektiv und verbessern die Nachhaltigkeit der Prozesse sowie die Qualität der Produkte. Und sie repräsentieren den vom Verbraucher geschätzten naturnahen Ansatz.

Enzyme sind wirkspezifisch – sie verändern nur einen einzigen Stoff im Lebensmittel. Amylasen, (Hemi-)Cellulasen und Pektinasen schließen pflanzliche Rohstoffe wie Früchte und Gemüse unter milden Bedingungen auf. Dies senkt den Energieaufwand und erhöht den Genusswert. Peptidasen zur Gewinnung von Suppenwürzen aus Getreide ersetzen die Mensch und Maschine gefährdende Salzsäure. Prolyl-Peptidasen bauen Allergie auslösende Proteine ab, Galactosidase die unverträgliche

Lactose in Milchprodukten und Asparaginase das potenziell krebserregende Acrylamid in Backwaren. Als Querschnittswerkzeuge können Enzyme Emulsionen stabilisieren (Lipase) oder brechen (Chymosin), unerwünschte Pigmente bleichen (Maxibright), weiche Strukturen durch Quervernetzung von Makromolekülen festigen (Transglutaminase, Laccase) und Raucharoma ohne Spuren von Schadstoffen erzeugen.

Die Kultivierung von Speisepilzen generiert Enzyme in hoher Ausbeute. Ihr Einsatz in der Produktionskette ist Chance und Herausforderung für eine künftig biotechnologisch und bioökonomisch geprägte niedersächsische Lebensmittelindustrie – zum Vorteil des Verbrauchers. Derzeit entwickelt das Institut für Lebensmittelchemie innovative Prozesse, um für Lebensmittel nutzlose Nebenströme wie Schalen oder Spelzen zu veredeln oder als Substrate für den Biospirit der zweiten Generation zu nutzen. Dann gelangt der Maisstängel in den Tank und das Maiskorn auf den Teller! Das Institut sucht Kooperationspartner für die Entwicklung solcher Bioprozesse.



Der Speisepilz *Laetiporus sulphureus* dient als nachwachsende Quelle von Peptidasen und Fleischaromen. Solche natürlich erzeugte Enzyme gestalten die Lebensmittelproduktion umweltfreundlicher und nachhaltiger.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Lebensmittelchemie

Prof. Ralf G. Berger
rg.berger@lci.uni-hannover.de
www.basidionet.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725



Das junge Unternehmen Grean GmbH schult Produktionsmitarbeiter in Workshops, Ressourcenverschwendung aufzudecken.

Grean GmbH
c/o Leibniz Universität Hannover
Institut für Fabrikanlagen und Logistik

Dr.-Ing. Tobias Heinen
heinen@grean.de
Tel. 0511.762-18290

Verschwendung aufdecken, effizienter produzieren

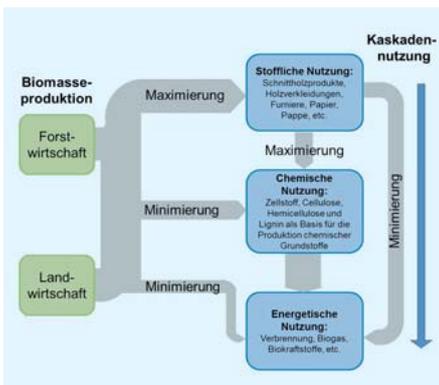
Wenn „Lean“ auf „Green“ trifft: Synergien nutzen

Viele Unternehmen streben eine Lean Production, also Schlanke Produktion, an. Gleichzeitig wollen sie auch Produktionsressourcen effizient einsetzen und damit „green“ sein. Wie können sie „lean“ und „green“ sinnvoll verbinden? Einen Ansatz bietet ein sogenannter „Muda-Walk“: Das Werkzeug der Lean Production identifiziert Verschwendungen in der Produktion durch strukturierte Beobachtungen und kann auch systematisch Ressourcenverschwendung aufdecken. Entsprechende Workshops bietet die Grean GmbH an, eine Ausgründung des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik der Leibniz Universität Hannover.

Teilnehmer sind in der Regel die direkten Produktionsmitarbeiter. Diese kennen die Abläufe und Probleme im Detail und finden daher schnell Ansatzpunkte für Verbesserungen. Gleichzeitig haben sie durch ihr tägliches Verhalten in der Produktion einen erheblichen Einfluss auf den tatsächlichen

Ressourcenverbrauch. Die Mitarbeiter werden in den Workshops für die grundlegende Thematik sensibilisiert und geschult, in der Produktion Verschwendungen und Verbesserungsansätze aufzudecken. Als typisches Ergebnis eines eintägigen Workshops können auf diese Weise 50 bis 60 Hinweise gewonnen werden: zum Beispiel Stand-by-Zeiten nicht genutzter Maschinen, überflüssige Beleuchtung oder Leckagen im Druckluftsystem, an denen sich Kosten von mehreren tausend Euro im Jahr einsparen ließen.

Auf den Workshop folgen eine strukturierte Zusammenfassung, Bewertung sowie mehrere Lösungsrounds, um Maßnahmen zu erarbeiten. Diese werden direkt umgesetzt oder in einen detaillierten Maßnahmenplan überführt. Durch den hier beschriebenen Ansatz gehen Unternehmen eine Synergie von „lean“ und „green“ ein: Sie reduzieren Ressourcenverschwendung und verbessern die Performance der Fabrik insgesamt.



Eine Kaskadennutzung steigert die Ressourceneffizienz: Aus Rohstoffen werden Produkte hergestellt, aus den Reststoffen chemische Bestandteile herausgelöst und die Produkte und Reststoffe schließlich energetisch verwertet.

Georg-August-Universität Göttingen
DFG-Graduiertenkolleg 1703
„Ressourceneffizienz in Unternehmensnetzwerken“

Prof. Dr. Jutta Geldermann
geldermann@wiwi.uni-goettingen.de
www.ressourceneffizienz.uni-goettingen.de
Transferstelle: Tel. 0551.39-3955

Nachwachsende Rohstoffe mehrfach nutzen

Ressourceneffizienz in Unternehmensnetzwerken verbessern

Das interdisziplinäre DFG-Graduiertenkolleg 1703 an der Universität Göttingen entwickelt Methoden, um Wertschöpfungsnetzwerke für erneuerbare Rohstoffe ökologisch und ökonomisch effizient zu gestalten. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten stehen Kuppelproduktionsprozesse, bei denen mehrere Erzeugnisse gleichzeitig entstehen. Angestrebt wird eine Kaskadennutzung, bei der Rohstoffe vor der energetischen Verwertung mehrfach stofflich genutzt werden. Untersucht werden zum Beispiel Stoffe aus Cellulose und Lignin als vielseitige Rohstoffe für zahlreiche traditionelle und innovative Produkte der Fertigungs- und Prozessindustrie. Es gibt drei Forschungsbereiche:

► Materialien und Technologien

In diesem Bereich werden lignocellulose Materialien charakterisiert. Dabei wird der Einfluss von Holz-Partikelgrößen und Partikelverteilung auf die späteren Produkte untersucht und erforscht, ob sich die Kaskadennutzung durch eine Extraktion vor der eigentlichen Produkterzeugung steigern lässt. Zudem werden landwirtschaftliche Pflanzen wie Flachs und Nesseln sowie Holz aus Kurzumtriebsplantagen bezüglich

neuartiger Einsatzmöglichkeiten als Rohmaterial untersucht.

► Planung von Produktion und Netzwerken

Hier untersucht das Graduiertenkolleg, wie sich Unsicherheiten über Qualität und Quantität von erneuerbaren Rohstoffen erfassen und in die Planung von Produktions- und Wertschöpfungsnetzwerken einbeziehen lassen. Mit verschiedenen mathematischen Verfahren werden ökologische sowie auch wirtschaftliche, technische und soziale Aspekte in der Planung verbessert.

► Governance, Koordination und Absatz

Das Graduiertenkolleg betrachtet außerdem die Beziehungen und Koordinationsmechanismen der Unternehmen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken – mit Fokus auf Produktvermarktung, Informationsmanagement und IT-Governance.

Zur Erprobung der interdisziplinär entwickelten Methoden zur Planung und Steuerung sind Fallstudien in Unternehmen vorgesehen, zum Beispiel in den Bereichen Forschung, Entwicklung, Logistik, Produktionsplanung, Wirtschaftsinformatik oder Marketing.

Fertigung gut planen – Energiekosten sparen

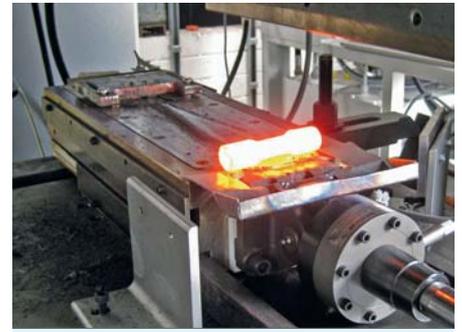
Neues Verfahren zur energieeffizienten Belegungsplanung

In produzierenden Unternehmen treten große Schwankungen bei der Energienachfrage auf. Dies verursacht hohe Kosten, da Energieversorger die Energiekosten nach Leistungsspitzen berechnen. Unternehmen können bares Geld sparen, wenn sie den Energieverbrauch gleichmäßiger über die Zeit verteilen, indem sie die Abfolge der Fertigungsaufträge gezielt beeinflussen.

Die Ingenieure des Instituts für Integrierte Produktion Hannover (IPH) arbeiten an einem Verfahren zur energiekostenorientierten Belegungsplanung. Dadurch sollen Unternehmen zukünftig nicht nur die logistischen Zielgrößen Termintreue und Durchlaufzeiten sicher erreichen. Auch der Energieverbrauch soll in die Produktionsplanung und -steuerung einfließen. Die Aufträge können dann so geplant werden, dass beispielsweise energieintensive Fertigungsaufträge in Zeiten durchgeführt werden, in denen allgemein ein geringer Energiebedarf herrscht. Dadurch lassen sich die kosten-treibenden Leistungsspitzen reduzieren.

Für die Neuordnung der Aufträge definieren die Ingenieure bestimmte Regeln. So dürfen zum Beispiel, wenn Fertigungsaufträge verschoben werden, keine Liefertermine verletzt werden oder zu hohe Bestände entstehen. Diese Regeln werden in ein mathematisches Modell überführt, das eine optimale Anordnung der Fertigungsaufträge findet und die Energiekosten minimiert. Schafft es ein Betrieb zum Beispiel, seine Leistungsspitze mit Hilfe des neuen Verfahrens von 9.000 auf 8.000 Kilowatt zu reduzieren, so könnten die Energiekosten pro Jahr um bis zu 60.000 Euro gesenkt werden. Eine gute Planung zahlt sich also aus.

Interessierte Unternehmen können sich an dem Forschungsprojekt beteiligen, indem sie den Energieverbrauch ihrer Maschinen und Anlagen bereitstellen. Die Wissenschaftler des IPH analysieren diese Daten und identifizieren Einsparpotenziale. Für die Zusammenarbeit in weiteren Projekten zur Reduzierung von Energiekosten sind Industriepartner ebenfalls willkommen.



Von den Forschungsergebnissen des IPH profitieren insbesondere die Schmiedeindustrie und andere Branchen mit hohem Energieverbrauch.

Bild: IPH

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christian Böning
boening@iph-hannover.de
Meike Wiegand, M. A.
wiegand@iph-hannover.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725

Fabrik A++ – Effizienz bei Energie- und Materialfluss

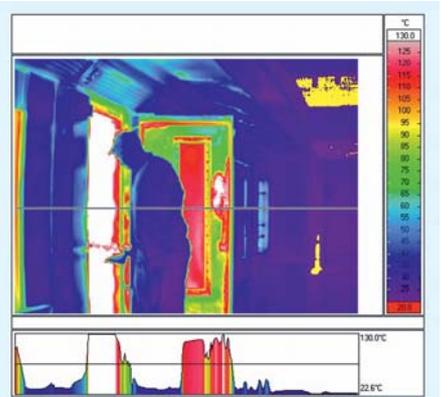
Energetische Potenziale entdecken, Handlungsempfehlungen ableiten

Aufgrund steigender Energiekosten und angestrebter Klimaschutzziele sollten Unternehmen die Energieeffizienz in sämtlichen Bereichen erhöhen. Vorerorts setzen produzierende Unternehmen bereits Technologien zur Energierückgewinnung ein, zum Beispiel bei Maschinen und Anlagen. Der Energieverbrauch bezüglich der rein räumlichen Anordnung von klimatisch unterschiedlichen Bereichen wird jedoch bei der Fabrikplanung bislang nicht betrachtet. Dabei bietet das Produktionsgebäude selbst ein großes Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz. Neben logistischen und architektonischen Bewertungsmaßstäben sollen nun auch energetische Zielgrößen bereits in die ersten Schritte der Fabrikplanung einfließen.

Einen organisatorischen Ansatz für die Verbesserung der Energieeffizienz erforscht das Institut für Bauphysik der Leibniz Universität Hannover mit Ingenieuren des Instituts für Integrierte Produktion Hannover (IPH) und Architekten der münsterschool of architecture (msa). Das Verbundprojekt „Energie- und materialflusseffiziente

Fabrikplanung“ wird durch das Bundeswirtschaftsministerium gefördert. Oftmals müssen Fertigungsbereiche aufgrund hoher Abwärme von Maschinen und Anlagen gekühlt werden. Büros hingegen werden regelmäßig mit zusätzlichem Energieaufwand beheizt. Eine effiziente Anordnung von Bereichen innerhalb eines Gebäudes soll es nun ermöglichen, die überschüssige Energie eines Bereiches in anderen sinnvoll und ohne Umwandlung zu nutzen. Im Rahmen der Analysen wurden bereits unterschiedlich klimatisierte Fabrikbereiche in produzierenden Unternehmen identifiziert.

Im Projekt werden unterschiedliche räumliche Anordnungen der Fabrikbereiche aus Sicht der Bauphysik hinsichtlich energie-relevanter Belange, Logistik und Architektur bewertet. Aus den Erkenntnissen werden Handlungsempfehlungen abgeleitet, die dabei helfen, energetische Potenziale in Produktionsgebäuden auszuschöpfen. Somit kann eine ganzheitliche, interdisziplinäre Fabrikplanung gewährleistet werden. Die Institute sind an Praxispartnern und Kooperationsprojekten interessiert.



Thermografieaufnahme von einem offenen Ofen in einer Großbäckerei: Die lokal erzeugte Abwärme kann durch sinnvolle Anordnung der Fabrikbereiche direkt genutzt werden.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Nabil A. Fouad
Dipl.-Ing. Heide Ackerbauer
ackerbauer@ifbp.uni-hannover.de
www.fabrik-a-plusplus.de
Transferstelle: Tel. 0511.762-5725



Der interaktive Druckluftstand dient zur Schulung von Mitarbeitern und zur mobilen Verbrauchsmessung in der Produktion.

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel
Institut für Produktionstechnik

Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann
Lars Degler, B.Eng.
holger.brueggemann@ostfalia.de
Transferstelle: Tel. 05331.939-10210

Interaktiver Lernstand für Druckluffeffizienz

Schulung und mobile Verbrauchsmessung in der Produktion

Auch für produzierende Unternehmen, die nicht in den energieintensiven Sektor einzuordnen sind, gewinnt das Thema Energieeffizienz zunehmend an Bedeutung. Ein vernachlässigter Energieverbraucher in der Produktion ist häufig die Druckluft. Geringe Wirkungsgrade in der Umwandlung von elektrischer Energie zur Druckluft führen bereits bei geringen Leckagen zu Teils hohen wirtschaftlichen Verlusten.

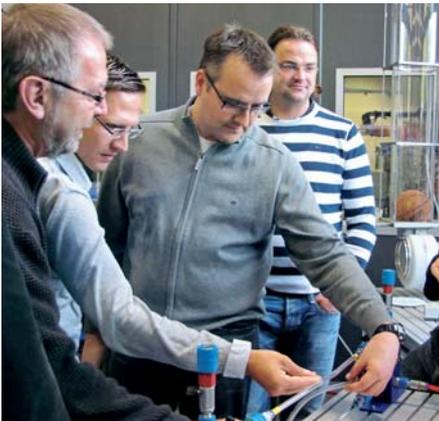
Am Institut für Produktionstechnik der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften in Wolfenbüttel ist ein interaktiver Lernstand entwickelt worden, mit dem Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zum Thema Druckluffeffizienz sensibilisiert werden können. Die gezielte Schulung ermöglicht den Mitarbeitern, effizient mit der Druckluft umzugehen sowie rechtzeitig Verluste und Leckagen im Leitungsnetz zu erkennen und zu lokalisieren.

Der Lernstand ist mit fünf Lernmodulen ausgestattet:

- ▶ Leckagen in Druckluftsystemen
- ▶ Einsatz von verschiedenen Schlauchdurchmessern und -längen
- ▶ Einfluss verschiedener Druckluftpistolen
- ▶ Einfluss von Filtermodulen
- ▶ Mobile Druckluftmessung vor Ort

Der modulare Aufbau bietet weiterhin die Option, einzelne Lernmodule zu erweitern oder gänzlich neue Lernmodule hinzuzufügen. Die auf Excel basierte Softwarelösung ist intuitiv und übersichtlich gestaltet und kann ebenfalls beliebig erweitert werden.

Der Lernstand stellt somit ein anwendungsorientiertes und anschauliches Instrument dar, um das Thema Druckluffeffizienz im Rahmen von Mitarbeiterschulungen praktisch zu vermitteln. Er bietet darüber hinaus die Möglichkeit, mittels mobiler Verbrauchsmessungen Verluste im Produktionsbetrieb aufzuzeigen.



In der Niedersächsischen Lernfabrik für Ressourceneffizienz lernen Teilnehmer, wie sie Produktionsprozesse noch energieeffizienter gestalten können.

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel
Niedersächsische Lernfabrik für Ressourceneffizienz

Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann
Sven Pape, B.Eng.
holger.brueggemann@ostfalia.de
www.nifar.de
Transferstelle: Tel. 05331.939-10210

Die Niedersächsische Lernfabrik für Ressourceneffizienz

Energieeinsparung durch Effizienzschulungen für Unternehmen

Angesichts des globalen Wirtschaftswachstums und der steigenden Energie- und Rohstoffpreise wird die Energie- und Ressourceneffizienz zu einem immer stärkeren Wettbewerbsfaktor. Hier setzt die Niedersächsische Lernfabrik für Ressourceneffizienz (NiFaR) mit ihrem Schulungsprogramm an. Das Kompetenzzentrum am Institut für Produktionstechnik an der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften wird vom niedersächsischen Wissenschaftsministerium gefördert.

Unternehmen können ihr Personal in dem Bereich der energieeffizienten Produktion gezielt weiterbilden und für das Thema Energieeinsparung sensibilisieren. Die Schulungen richten sich an Führungskräfte und Produktionsplaner, Betriebsingenieure und Instandhalter, Umweltbeauftragte, Einkäufer sowie Personen, die einen direkten Einfluss auf den Energie- und/oder Materialverbrauch im Unternehmen haben. Die Lernmodule mit Theorie- und Praxisteil können individuell an die Bedürfnisse der Unternehmen angepasst werden. Das „Verstehen durch Erleben und Erfahren“ ist zentraler Bestandteil der Lernfabrik und hat

sich als sehr einprägsam erwiesen. Die Möglichkeiten zur Energie- und Materialeinsparung werden mit den Schulungsteilnehmern erarbeitet und bewertet.

In einer Eintagesesschulung werden grundlegende Themen und Energiesparmaßnahmen in der Fertigung vermittelt. In einer Zweitägesschulung werden die Teilnehmer in der energieeffizienten Gestaltung von Produktionsprozessen geschult. Herzstück ist eine Bauteilfertigung, mit der eine beispielhafte industrielle Fertigung mit spannender Bearbeitung, Wasch-, Montage- und Beschichtungsprozess nachgebildet wird. Die Lernfabrik bietet die Möglichkeit, die prioritären Maßnahmen direkt umzusetzen, um die Wirksamkeit zu erleben.

Neben dem Schulungsbetrieb führt das Institut für Produktionstechnik Forschungs- und Industrieprojekte mit Unternehmen im Bereich der Energieeffizienz durch. Diese reichen von Potenzialanalysen zu Möglichkeiten der Energieeinsparung über den Aufbau von Energiedatenerfassungssystemen bis hin zur energieeffizienten Gestaltung von Werkzeugmaschinen und Robotern.

Portal bewertet Qualität des Umweltmanagements

Analysen, Benchmarking und Handlungsempfehlungen für Unternehmen

Ein neues Portal unterstützt Unternehmen dabei, ihr Umweltmanagement zu erweitern und kontinuierlich zu verbessern. Das Portal <http://buis.ertemis.eu/> ist an der Universität Osnabrück im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Projekts IT-for-Green entwickelt worden. Es ermöglicht Unternehmen, den Status quo des Umweltmanagements in ihrem Unternehmen zu bestimmen und das Ergebnis mit dem anderer Unternehmen zu vergleichen. Nach dem Beantworten von Checklisten, die auf EMAS- sowie ISO-14001-Zertifizierung basieren, werden Handlungsempfehlungen aufgezeigt. Nutzer können zudem jederzeit auf historische Daten zurückgreifen, um Trendanalysen für das eigene Unternehmen anzufertigen.

Das Portal ist für jedes Unternehmen frei zugänglich und ermöglicht bereits jetzt eine kostenlose Auswertung des eigenen Umweltmanagements. Darüber hinaus sucht das Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik der Universität für

den Ausbau des Portals Unternehmen für Kooperationen. Insbesondere sind Kooperationen im Bereich der Third Party Logistics und des Supply Chain Managements angestrebt, um den speziellen Anforderungen dieser Branchen gerecht zu werden. Der Vergleich mit anderen Unternehmen soll so spezifiziert werden, dass dieser sich auf die Branche, die Region und Betriebe mit ähnlicher Größe einschränken lässt.

Die vorhandenen Checklisten werden ständig an aktuelle Gesetze und Forschungsergebnisse angeglichen. Interessierte Unternehmen können sich aktiv an diesem kontinuierlichen Verbesserungsprozess beteiligen, so dass branchenspezifische Anforderungen mit in die Lösung integriert werden. Zudem streben die Wissenschaftler engere Kooperationen an, zum Beispiel Experteninterviews nach Nutzung des Portals, um die Erfahrungen und Expertise der Nutzer mit in den Verbesserungsprozess einfließen zu lassen. Das ermöglicht einen bilateralen Wissensaustausch.



Mit Hilfe des Portals ertemis können Unternehmen ihr Umweltmanagement erweitern und verbessern.

Universität Osnabrück
 Fachgebiet Unternehmensrechnung und
 Wirtschaftsinformatik

Prof. Dr. Frank Teuteberg
frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de
 Dipl.-Wirt.-Inf. Volker Frehe
volker.frehe@uni-osnabrueck.de
<http://it-for-green.eu>
 Transferstelle: Tel. 0541.969-2050

Stoffkreislauf statt Müllkippe

Netzwerk entwickelt mit Unternehmen Rohstoffstrategien

Die Nachfrage nach Rohstoffen nimmt weltweit stark zu. Eine wachsende Weltbevölkerung, wirtschaftlich prosperierende Schwellenländer und Zukunftstechnologien mit Bedarf an seltenen Rohstoffen üben Druck auf die Rohstoffmärkte aus und treiben die Preise in die Höhe. Bei High-Tech-Produktionsstoffen wie Seltenen Erden droht eine Abhängigkeit von wenigen Förderländern. Auch Unternehmen in Niedersachsen bekommen den Druck der zunehmenden Rohstoffknappheit bereits zu spüren. Neue Produktionsweisen und ein effizienterer Ressourceneinsatz sowie die Weiterverwertung von Rohstoffen sind Themen, die in Wirtschaft, Politik und Forschung vermehrt in den Vordergrund rücken.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist das unternehmensorientierte Netzwerk „Rohstoffquelle:Produkt“ gegründet worden. Beteiligt sind die Leuphana Universität Lüneburg im Rahmen des EU-Großprojekts Innovations-Inkubator, ARTIE – das Regionale Netzwerk für Technologie, Innovation und Entwicklung, das Transferzentrum Elbe-Weser (TZEW), die Handwerkskammer

Braunschweig-Lüneburg-Stade sowie die Industrie- und Handelskammern Lüneburg-Wolfsburg und Stade. Das Netzwerk bietet Unternehmen aus dem Nordosten Niedersachsens einzelbetriebliche Beratung, Wissenstransfer und anwendungsorientierte Forschungsk Kooperationen.

Zentraler Ansatzpunkt ist die Rohstoffbeschaffung durch Produktrücknahme sowie ein nachhaltiges Produktdesign. Hierdurch soll die Abhängigkeit der Unternehmen von externen Rohstoffmärkten reduziert werden. Zudem sollen Umwelt- und Gesundheitskriterien als Hauptkriterien für moderne Produktqualität entwickelt werden. Wissenschaftlich begleitet wird das Netzwerk von der Fakultät Nachhaltigkeit der Universität Lüneburg, die einen Schwerpunkt auf das Thema Stoffliche Ressourcen legt. Für die Zusammenarbeit im Netzwerk sind produzierende kleine und mittlere Unternehmen, wissenschaftliche Einrichtungen für Material- und Recyclingfragen sowie für betriebswirtschaftliche, rechtliche und logistische Belange sowie Recycling- und Aufbereitungsunternehmen willkommen.



Das Netzwerk „Rohstoffquelle:Produkt“ unterstützt Unternehmen bei der Optimierung von Produkten und Materialien im Hinblick auf ihre Eignung, in technischen oder natürlichen Kreisläufen zu zirkulieren.

Bild: Schlierer/Fotolia

Leuphana Universität Lüneburg
 Innovations-Inkubator

Dipl.-Geogr. Tobias Hannemann
hannemann@inkubator.leuphana.de
www.rohstoffquelle-produkt.de
 Transferstelle: Tel. 04131.677-2971

Transparenz in Produkten und Prozessen

Umwelt- und Energiemanagement als Service

Die Bilanzierung von Prozessen und Produkten (Life Cycle Assessment) in Hinblick auf deren Umweltauswirkungen setzt sich zunehmend als wirksames Entscheidungsinstrument in Wirtschaft und Politik durch. Schon der Vergleich von zwei Produktionsverfahren für eine handelsübliche Schraube zeigt: Bei der Fertigung durch Kaltumformen lassen sich im Gegensatz zum Schmieden und Drehen 95 Prozent der Treibhausgas-Emissionen vermeiden, ohne das Endprodukt verändern zu müssen.

Die FIT-Umwelttechnik GmbH beschäftigt sich als An-Institut der Ostfalia Hochschule

unter anderem mit Umwelt-/Energiemanagement und Recycling. Sie bietet Unternehmen Fachwissen zu allen Gebieten des nachhaltigen Wirtschaftens an und bilanziert Prozesse und Produkte mit Hilfe der Software GaBi 6.0 von PE INTERNATIONAL. Zu den Tätigkeitsfeldern gehören:

- ▶ Demontage-/Recyclingstudien,
- ▶ Design for Recycling,
- ▶ Life Cycle Assessment (LCA),
- ▶ Carbon Footprint (CO₂-Bilanzen),
- ▶ Verwertungskonzepte,
- ▶ International Material Data System,
- ▶ Schadstoffuntersuchungen,

- ▶ mechanische und thermische Werkstoffprüfung sowie
- ▶ Schulungen und Seminare.

FIT-Umwelttechnik GmbH, Wolfsburg
an der Ostfalia Hochschule für
angewandte Wissenschaften

Dipl.-Ing. Andreas Bertram
info@fit-umwelttechnik.de

Tel. 05362.7269-473

Risiken in Lieferketten identifizieren

Höhere Ressourceneffizienz durch Produktökobilanzen

2010 entfielen laut Statistischem Bundesamt über 55 Prozent der Kosten im verarbeitenden Gewerbe auf den Verbrauch von Rohstoffen und Energie. Auf Grund immer komplexerer Lieferketten ist der Weg von der Rohstoffförderung bis zum Vorprodukt am eigenen Wareneingang jedoch selten transparent. Gerade verborgene, indirekte Materialflüsse, etwa von Technologiemetallen wie Seltenen Erden, können die eigenen Kosten steigern und so zum Risiko werden.

Am Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik der Universität Osnabrück werden Methoden und Daten-

banken des Life Cycle Assessments auch jenseits ökologischer Gesichtspunkte genutzt, um Wertschöpfungsketten transparenter und effizienter zu gestalten. Dazu werden laufend IT-Artefakte, Methoden und Konzepte entwickelt, die statistische Daten weltweiter Lieferketten in die Kalkulation von Versorgungsrisiken mit einbeziehen.

Das Fachgebiet lädt Praxispartner zu Fallstudien ein, um die entwickelten Methoden, Konzepte und IT-Artefakte weiter zu verbessern und an betriebliche Anforderungen anzupassen. Im Rahmen des EU-geförderten Verbundprojekts IT-for-Green

(www.it-for-green.eu) werden dazu am Lebenszyklus orientierte Risikoabschätzungen für Produkte der jeweiligen Praxispartner vertraulich und kostenfrei erstellt.

Universität Osnabrück
Fachgebiet Unternehmensrechnung
und Wirtschaftsinformatik

Prof. Dr. Frank Teuteberg
frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de
Dipl.-Wirt.-Ing. Florian Stiel
florian.stiel@uni-osnabrueck.de
Transferstelle: Tel. 0541.969-2050

Nachhaltigkeitsberichte verbessern

Aufdeckung von Potenzialen durch Analyse des Nutzungsverhaltens

Viele große sowie auch mittelständische Unternehmen gewähren mittlerweile Interessenten Einsicht in ihre Bestrebungen, ökologische, gesellschaftliche und ökonomische Ziele zu erreichen. Dies geschieht oft mittels Nachhaltigkeitsberichten, die zu einem wichtigen Werkzeug der Kommunikationspolitik geworden sind.

Das Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik der Universität Osnabrück analysiert mittels Web-Analytics das Benutzerverhalten auf GRI-zertifizierten Online-Nachhaltigkeitsberichten. Anhand der Ergebnisse werden Empfehlungen für

die Verbesserung der analysierten Nachhaltigkeitsberichte gegeben. Gefördert wird das Verbundprojekt IT-for-Green vom Land Niedersachsen und von der EU.

Interessierte Unternehmen, die bereits über einen Nachhaltigkeitsbericht in Form einer Webseite verfügen, bieten wir eine kostenfreie Analyse an. Die Besucherdaten werden vollständig anonymisiert erfasst und verlassen zu keinem Zeitpunkt die Server des Unternehmens. Bei Interesse kann auch ein anonymes Benchmarking mit anderen Unternehmen durchgeführt werden. Die eingesetzte Software ist frei verfügbar und

kann zudem ohne weiteres auch auf der restlichen Webseite des Unternehmens für Analysezwecke eingesetzt werden.

Universität Osnabrück
Fachgebiet Unternehmensrechnung
und Wirtschaftsinformatik

Prof. Dr. Frank Teuteberg
frank.teuteberg@uni-osnabrueck.de
Matthias Gräuler, M. Sc.
matthias.graeuler@uni-osnabrueck.de
Transferstelle: Tel. 0541.969-2050

Ihre Ansprechpartner bei den Technologietransferstellen der niedersächsischen Hochschulen

Technische Universität Braunschweig
Technologietransferstelle
Jörg Saathoff
Tel.: 0531.391-4260, Fax: 0531.391-4269
e-mail: j.saathoff@tu-braunschweig.de

Hochschule für Bildende Künste Braunschweig
Technologietransfer
Prof. Erich Kruse
Tel.: 0531.391-9163, Fax: 0531.391-9239
e-mail: e.kruse@hbkb-bs.de

Technische Universität Clausthal
Technologietransfer und Forschungsförderung
Mathias Liebing
Tel.: 05323.72-7754, Fax: 05323.72-7759
e-mail: mathias.liebing@tu-clausthal.de

Georg-August-Universität Göttingen
Abteilung Forschung,
Bereich Technologietransfer
Dr. Harald Süßenberger
Tel.: 0551.39-3955, Fax: 0551.39-183955
e-mail: hsuesse1@uni-goettingen.de

Leibniz Universität Hannover
uni transfer
Andreas Menzelmann
Tel.: 0511.762-5725, Fax: 0511.762-5723
e-mail:
andreas.menzelmann@zuv.uni-hannover.de

Medizinische Hochschule Hannover
Technologietransfer
Gerhard Geiling
Tel.: 0511.532-2701, Fax: 0511.532-166578
e-mail: geiling.gerhard@mh-hannover.de

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Technologietransfer
Prof. Dr. Waldemar Ternes
Tel.: 0511.856-7544, Fax: 0511.856-7674
e-mail: waldemar.ternes@tiho-hannover.de

Stiftung Universität Hildesheim
Pressestelle
Isa Lange
Tel.: 05121.883-102
e-mail: presse@uni-hildesheim.de

Leuphana Universität Lüneburg
Wissenstransfer und Kooperationen
Andrea Japsen
Tel.: 04131.677-2971, Fax: 04131.677-2981
e-mail: japsen@uni.leuphana.de

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Transferstelle dialog
Wissens- und Technologietransferstelle
Manfred Baumgart
Tel.: 0441.798-2914, Fax: 0441.798-3002
e-mail: manfred.baumgart@uni-oldenburg.de

Universität Osnabrück
Hochschule Osnabrück
Gemeinsame Technologiekontaktstelle
der Osnabrücker Hochschulen
Dr. Gerold Holtkamp
Tel.: 0541.969-2050, Fax: 0541.969-2041
e-mail: tks@wt-os.de

Universität Vechta
Stabsstelle Forschungsmanagement
und -transfer
Dr. Daniel Ludwig
Tel.: 04441.15-642, Fax: 04441.15-451
e-mail: daniel.ludwig@uni-vechta.de

Ostfalia Hochschule für angewandte
Wissenschaften
Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
Wissens- und Technologietransferstelle
Dr.-Ing. Martina Lange
Tel.: 05331.939-10210, Fax: 05331.939-10212
e-mail: martina.lange@ostfalia.de

Hochschule Emden/Leer
Wissens- und Technologietransfer
Matthias Schoof
Tel.: 04921.807-7777, Fax: 04921.807-1386
e-mail: technologietransfer@hs-emden-leer.de

Hochschule Hannover
Stabsstelle Forschung und Entwicklung
René Schaldach
Tel.: 0511.9296-1017, Fax: 0511.9296-991017
e-mail: rene.schaldach@fh-hannover.de

HAWK Hochschule für angewandte
Wissenschaft und Kunst
Hochschule Hildesheim/Holzwinden/Göttingen
Büro für Technologie- und Wissenstransfer
Karl-Otto Mörsch
Tel.: 05121.881-264, Fax: 05121.881-284
e-mail: moersch@hawk-hhg.de

Jade Hochschule
Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth
Wissens- und Technologietransfer

Studienort Wilhelmshaven
Thomas Lekscha
Tel.: 04421.985-2211, Fax: 04421.985-2315
e-mail: thomas.lekscha@jade-hs.de

Studienort Oldenburg
Christina Müller
Tel.: 0441.7708-3325, Fax: 0441.7708-3460
e-mail: christina.mueller@jade-hs.de

Studienort Elsfleth
Bernhard Schwarz-Röhr
Tel.: 04404.9288-4283, Fax: 04404.9288-4141
e-mail: bernhard.schwarz-roehr@jade-hs.de

Impressum

Herausgeber:
Arbeitskreis der Technologietransferstellen
niedersächsischer Hochschulen

Redaktion:
Christina Amrhein-Bläser
uni transfer
Leibniz Universität Hannover
Brühlstraße 27, 30169 Hannover
Tel.: 0511.762-5728, Fax: 0511.762-5723
christina.amrhein-blaeser@zuv.uni-hannover.de

Beiträge zu „Ressourceneffizienz“ von:
Dipl.-Ing. Heide Ackerbauer, Dipl.-Ing. Anne Bechtel
Dipl.-Ing. Christoph Begemann, Dr.-Ing. Maike Beier
Prof. Ralf G. Berger, Dipl.-Ing. Andreas Bertram
Dipl.-Umweltwiss. Inka Bleuel
Dipl.-Wirt.-Ing. Christian Böning
Dr. Henrik Brokmeier
Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann
Prof. Dr. Otto Carlowitz, Roman Danov, M. Sc.
Lars Degler, B.Eng., Dipl.-Ing. Susanne Deutsch
Dipl.-Ing. Peter Dück, Dipl.-Ing. Christian Duwe
Dipl.-Ing. Jan Eggers, Prof. Dr. Sándor Fekete
Dipl.-Wirt.-Inf. Volker Frehe
Prof. Dr.-Ing. Nabil A. Fouad
Prof. Dr. Jutta Geldermann
Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Gock
Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann
Matthias Gräuler, M. Sc., Prof. Dr.-Ing. Axel Hahn
Dipl.-Geogr. Tobias Hannemann
Dipl.-Ing. Christian Hansen, Dr.-Ing. Tobias Heinen
Dr. Jörg Hittenbeck, Prof. Dr.-Ing. Stephan Kabelac
Dr. Sarah Kajari-Schröder
Prof. Dr.-Ing. Roland Lachmayer
Prof. Dr.-Ing. Ludger Lohaus,
Dipl.-Ing. Iris Mersmann
Prof. Dr.-Ing. Tobias Ortmaier, Sven Pape, B.Eng.
Prof. Dr. Agnes Pechmann
Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Pfisterer
Prof. Dr.-Ing. Bernd Ponick
Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Rosenwinkel
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Sauer
Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann
Prof. Dr. Thomas Schomerus
Dipl.-Phys. Henning Schulte-Huxel
Dipl.-Ing. (FH) Lennart Schulz
Dr.-Ing. Thomas Steinborn, Dipl.-Wirt.-Ing. Florian Stiel
Prof. Dr. Frank Teuteberg, Meike Wiegand, M. A.

Gestaltung:
Peter Köbke Grafikdesign

Wir danken dem Niedersächsischen Ministerium
für Wissenschaft und Kultur für die finanzielle
Unterstützung.

Die Online-Ausgaben der bisher
veröffentlichten Technologie-
Informationen niedersächsischer
Hochschulen finden Sie unter:
www.uni-hannover.de/unitransfer

Themen der vorigen vier Ausgaben:
Management des
demografischen Wandels, 4/2012
Maritime Technologien, 3/2012
Leichtbau, 2/2012
Cloud Computing, 1/2012

Niedersachsen und die Energiewende:

eine klassische Wind-Wind-Situation.



Klar zur Wende.

Niedersachsen ist Vorreiter bei den erneuerbaren Energien. Unsere Entwickler, Experten und Hersteller bringen viel frischen Wind in die Energielandschaft. Und davon profitiert ganz Deutschland.

www.innovatives.niedersachsen.de



Niedersachsen

Sie kennen unsere Pferde. Erleben Sie unsere Stärken.