

VDI

Zentrum
Ressourceneffizienz

VDI ZRE Lesezeichen



Technologie-Monitor

- 8 -

April bis Juni 2014

Technologien und Innovationen aus dem Bereich Ressourceneffizienz

Dieser Monitoring-Bericht entstand im Auftrag der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH und wurde durch die VDI Technologiezentrum GmbH erstellt.

Monitoring-Bericht Nr. 8 für den Zeitraum April bis Juni 2014

Autor:

Oliver S. Kaiser, VDI Technologiezentrum GmbH

Redaktion:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

Titelbild: © Manuela Lingnau/Fraunhofer WKI

<http://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2014/Maerz/effektive-waermedaemmung.html>

Intention dieses Monitoring-Berichtes

Die VDI Technologiezentrum GmbH führt für die VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) ein kontinuierliches Technologiemonitoring durch, in dessen Rahmen Presseberichte zu Klimaschutz- und Effizienztechnologien in der industriellen Produktion gesammelt und im Innovationsradar¹ des VDI ZRE veröffentlicht werden.

Die Monitoring-Berichte bereiten Trends und bemerkenswerte Fakten aus Einzelmeldungen aus drei Monaten auf und stellen sie in komprimierter Form zusammen mit den Quellenangaben vor.

Der vorliegende achte Bericht fasst den Zeitraum April bis Juni 2014 zusammen und adressiert folgende Themen:

- Ressourceneffizienz von KMUs in der Produktion,
- Wärmedämmung,
- Automobilbau.

¹ www.ressource-deutschland.de/instrumente/innovationsradar

Ressourceneffizienz von KMUs in der Produktion

Steigerung der
Energieeffizienz

Zwei Prämissen sieht Prof. Gunther Reinhart, Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften IWB an der Technischen Universität München und Initiator der Lernfabrik Energieproduktivität, für die Steigerung von Energieeffizienz: Zum einen müsse vor entsprechenden Maßnahmen die Messung des Ist-Zustandes stehen. Zum anderen müsse danach der Wille zur Gewohnheitsänderung vorhanden sein. Nur dann werde die Energieverfügbarkeit in der Produktionsplanung berücksichtigt und eine Fabrik könne ein Element eines intelligenten Stromnetzes werden. Weiterhin werde eine ausreichende Energieverfügbarkeit bei der konsequenten Nutzung regenerativer Energien lediglich mit Batterien als Energiespeicher zu realisieren sein. Daher wird Prof. Reinhart ein Forschungszentrum zur Batterieproduktion aufbauen, um den Materialverbrauch in der Batterieproduktion zu senken und damit die Kosten zu reduzieren. Diese ressourceneffiziente Produktion sei ein Element des Dreiklangs aus Energieeffizienz, erneuerbaren Energien und Energiespeichern.²

Sparsame Teilereinigung mit Tensiden

Die von Prof. Reinhart angemahnte Messung der Prozessparameter kann in manchen Fällen eine Herausforderung darstellen. Ein Beispiel bildet die industrielle Teilereinigung. Die an die Tenside gebundenen Fette und Öle werden zusammen mit den Tensiden ausgeschieden, und das umso stärker, je mehr Schmutz im Reinigungsbad enthalten ist. Das Problem: Die tatsächliche Tensid-Konzentration war bisher in Echtzeit nicht bestimmbar, so dass eher nach Gefühl reichlich Tenside nachgefüllt wurden – eine

² Carmen Klingler-Deiseroth: Wenn Ressourceneffizienz zu einer Leidenschaft wird, in: VDI nachrichten Nr. 25 (20.06.2014), S. 14. <http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Wirtschaft/Wenn-Ressourceneffizienz-zu-Leidenschaft> (aufgerufen am 25.07.2014)

Verschwendung von Ressourcen.

Die RTG Cleantech aus Ofterschwang hat ein Tenside-Messgerät entwickelt, das direkt an der Reinigungsanlage eingesetzt wird. Die bisher übliche Einsendung von Proben zur Analyse der gebundenen Tenside entfällt. Die Messlanze des neuen Messgerätes misst die Tensidkonzentration am Grund des Reinigungsbades in einem Bereich zwischen 0 und 0,8 Vol.-%. Alle gebräuchlichen, waschaktiven Tenside der industriellen Reinigungstechnik sind messbar, allerdings muss das Gerät für jedes Tensid einzeln kalibriert werden. Für eine Automatisierung können Kalibrierung und Messung mittels serieller Schnittstelle über eine SPS extern gesteuert werden.³

Um den Erfolg von Ressourceneffizienzmaßnahmen sichtbar zu machen, ist auch eine Vorher/Nachher-Betrachtung notwendig. In einer Umfrage der Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft PwC⁴ unter 100 Führungskräften im Maschinen- und Anlagenbau äußerten 60 Prozent der Unternehmensvertreter, dass sie messbare Nachhaltigkeitsziele aufgestellt hätten. 76 Prozent dieser Unternehmen überprüfen regelmäßig die Wirksamkeit anhand von Kennzahlen oder anderen Indikatoren. Das bedeutet, dass derzeit gerade einmal die Hälfte der Maschinen- und Anlagenbauer Nachhaltigkeitsziele verfolgt und auch quantifiziert, wobei es vorrangig um die Senkung des Energieverbrauchs und den optimierten Ressourceneinsatz geht.⁵ Es finden sich also noch zahlreiche Unternehmen, die ihre Wettbewerbs-

³ Stéphane Itasse: In Sekunden den Tensidgehalt von Reinigungsbädern nachweisen, in: MaschinenMarkt Nr. 15 (7. April 2014), S. 44 - 45, <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/mm/2014/015.pdf> (aufgerufen am 25.07.2014)

⁴ PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hrsg.): Strategisch denken, nachhaltig handeln und Erfolge messen. TNS Emnid, März 2014, https://www.tns-emnid.com/politik_und_sozialforschung/pdf/PwC_Studie_Nachhaltigkeit_Maschinen_u_Anlagenbau.pdf (aufgerufen am 25.07.2014)

⁵ Stéphane Itasse: Maschinenbauer versäumen Chancen durch Nachhaltigkeit. Nachhaltige Produktion, 14.04.2014, <http://www.nachhaltige-produktion.de/management-strategie/articles/442796/> (aufgerufen am 25.07.2014)

fähigkeit durch konkrete Ressourceneffizienzmaßnahmen mit quantifizierter Erfolgskontrolle steigern können.

Dass auch die Produktion von vermeintlich einfachen Dingen ressourceneffizient gestaltet werden kann, zeigt die Fertigung von Spaten für den Gartenbedarf des Herstellers Idealspaten Bredt GmbH & Co. KG aus Herdecke. Das Unternehmen importierte die Spaten für das Mittel- und Niedrigpreissegment aus Asien, musste wegen Qualitätsmängeln aber häufig kostenintensiv nachbearbeiten. Um mit den Produktionskosten in Asien wettbewerbsfähig zu sein, musste sich die Produktion „Made in Germany“ ab dem Jahr 2010 als effizient und vor allem materialsparend erweisen. Das gelang vor allem durch eine getaktete Fertigung, in der alle Arbeitsschritte in einer Linie laufen. Das erspart die Intra-logistik zwischen den einzelnen Bearbeitungsschritten; die Durchlaufzeiten sinken entsprechend. Hinzu kommen Material- und Energieeinsparungen durch einen versatzoptimierten Stanzprozess mit reduziertem Ausschuss und die Wärmebehandlung mittels punktgenauer Induktion. Im Ergebnis verbraucht Idealspaten 22 Prozent weniger Stahl, entsprechend 60 Tonnen jährlich, und senkt die Kohlendioxid-Emissionen um 26 Prozent.⁶

Mit Unterstützung der Effizienz-Agentur NRW wurde das Vorhaben der Idealspaten Bredt GmbH & Co. KG aus dem Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert. Am Beispiel der getakteten Fertigung wärmebehandelter Stanz-Biege-Teile im Niedrigpreissegment konnte gezeigt werden, dass mit Hilfe eines innovativen, energie- und materialeffizienten Fertigungsprozesses am Standort Deutsch-

⁶ Spaten-Fertigung im „Takt“ spart Material und schont die Umwelt. Pressebox, 10.04.2014, <http://www.pressebox.de/pressemitteilung/effizienz-agentur-nrw/Spaten-Fertigung-im-Takt-spart-Material-und-schont-die-Umwelt/boxid/671124> (aufgerufen am 25.07.2014)

land wettbewerbsfähig produziert werden kann.⁷

Während bei der Spatenherstellung das Stanzen gefragt ist, stellen in anderen Metall verarbeitenden Handwerksbetrieben Elektrowerkzeuge ein wichtiges Arbeitsmittel dar. Dazu gehören auch Winkelschleifer, wie sie die C. & E. Fein GmbH aus Schwäbisch Gmünd-Bargau herstellt. In einer von Fein neu entwickelten Kompaktwinkelschleiferreihe konnten die Standzeiten der Kohlebürsten im Elektromotor um bis zu 30 Prozent im Vergleich zu Produkten gleicher Leistungsklasse gesteigert werden. Das wurde vor allem durch eine bessere Qualität des Kollektors und eine optimierte Belüftung des Antriebssystems erreicht. Dabei sind die Kompaktwinkelschleifer leicht und vibrationsarm, so dass sie ohne speziellen Anti-Vibrationshandgriff auskommen. Am deutschen Produktionsstandort werden fast alle Bauteile gefertigt und das Gerät montiert.⁸

Kompaktwinkelschleifer verlängert Standzeit

In manchen Produktionsprozessen fallen flüchtige organische Verbindungen (engl. Volatile Organic Compounds, VOC) an, die nicht in die Umwelt gelangen dürfen. Ein Beispiel dafür ist der Verpackungsdruck, der vorwiegend organische Lösemittel einsetzt, um den Qualitätsanforderungen an Farbtiefe und -brillanz zu genügen. Eine Verfahrensumstellung auf lösemittelfreie Stoffe kommt nicht in Frage. Die im Abgas unvermeidlich enthaltenen VOC werden daher durch Nachverbrennungsverfahren irreversibel in umweltverträglichere Stoffe umgewandelt.

Vorteilhaft wäre ein Verfahren, das eine Rückgewinnung der VOC aus dem Abgas und ihre Wiederverwendung als

⁷ Gerhard Saller, Marcus Lodde: Abschlussbericht zum Vorhaben: Innovative getaktete Fertigung von wärmebehandelten Stanz-Biege-Teilen. Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 31.10.2013, http://www.umweltinnovationsprogramm.de/sites/default/files/benutzer/36/dokumente/131113_abschlussbericht-final.pdf (aufgerufen am 25.07.2014)

⁸ Stefanie Michel: Kompaktwinkelschleifer haben eine längere Lebensdauer, in: Maschinen-Markt Nr. 24, 10.06.2014, S. 34-36. <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/filesserver/vogelonline/issues/mm/2014/024.pdf> (aufgerufen am 25.07.2014)

Lösemittel ermöglicht. Das kann etwa durch adsorptive Aufkonzentration geschehen, die Lösemittel werden durch anschließende Kondensation zurückgewonnen. Wirtschaftlich ist dies allerdings erst ab einem Lösemittelleinsatz von circa 1 t/h – das ist für kleine Unternehmen meist nicht darstellbar.

Das neue Modul e-Sorb der TU Clausthal erzeugt eine größere Stoffübergangsfläche durch Zerstäubung des Hochsieders. Die Rückgewinnung der Lösemittel ist damit schon für Lösemittelleinsätze zwischen 100 und 500 kg/h möglich. Ein geringerer Energieaufwand wurde zudem durch den Verzicht auf Wasserdampf realisiert. Im Vergleich zur Nachverbrennung sind zwar höhere Investitionen notwendig, durch die niedrigeren Betriebskosten wird jedoch am Institut für Umweltwissenschaften der TU Clausthal mit einer Amortisationszeit von unter drei Jahren bei einem typischen Mittelständler gerechnet.⁹

⁹ Stéphane Itasse: Lösemittel besser recyceln. Nachhaltige Produktion, 09.04.2014, <http://www.nachhaltige-produktion.de/umwelt-schutz/articles/441634/> (aufgerufen am 25.07.2014)

Wärmedämmung

Für Wärmedämmverbundsysteme, d. h. die Dämmung von Gebäudeaußenwänden unter Putz, kommen sehr häufig Polystyrol- und Polyurethanschaumstoffe auf Mineralölbasis, bekannt unter den Markennamen Styropor und Styrodur, zum Einsatz. Andere Dämmstoffe, beispielsweise aus Hanf und Flachs, scheiden aus, weil diese nicht ausreichend formstabil sind. In Ergänzung zu den bereits einsetzbaren Holzfaserdämmplatten und Kork hat nun das Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI in Braunschweig ein Dämmmaterial aus Holzschäum entwickelt, der in seiner Einsetzbarkeit stark den Schäumen auf Mineralölbasis ähnelt.¹⁰

Der Herstellungsprozess ist überschaubar: Ausgangsmaterial ist heimisches Holz, wie Fichte oder Buche, in Form von Durchforstungsholz oder Sägenebenprodukten. Zusammen mit Wasser wird eine breiige Masse gewonnen, die anschließend unter Zugabe eines Treibmittels im Ofen getrocknet wird. Treibmittel kann zum Beispiel Wasserstoffperoxid sein, das die Holzfasermasse aufschäumt, da die im Holz enthaltene Stärke die Fasern verklebt und so ein Entweichen des Gases verhindert. Das Ergebnis ist der Holz-Schaumstoff in Plattenform, der sich am Bau wie Styropor verschrauben oder verkleben lässt. Unterschiedlich ist nur das Gewicht: Styropor wiegt 20 bis 90 Kilogramm je Kubikmeter, der Holzschäum etwa 100 Kilogramm.¹¹

Die bisherigen Untersuchungen zu den bauphysikalischen Eigenschaften nach den geltenden Normen fallen vielversprechend aus: Die Wärmeleitfähigkeit ist vergleichbar mit

¹⁰ Michael Engel: Neuer Dämmstoff für die Hauswand. Deutschlandfunk, 15.05.2014, http://www.deutschlandfunk.de/schaeumendes-holz-neuer-daemmstoff-fuer-die-hauswand.676.de.html?dram:article_id=285503 (aufgerufen am 25.07.2014)

¹¹ Michael Engel: Fast wie Styropor, aber umweltfreundlicher. WDR Leonardo (Manuskript), 17.04.2014, <http://www.wdr5.de/sendungen/leonardo/holzschuamdaemmung100.pdf> (aufgerufen am 25.07.2014)

der von Polystyrol- und Mineralfaserplatten in der Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG-040. Das Brandverhalten ähnelt dem anderer Naturdämmstoffe, wie den Vliesen aus Holzfasern oder -wolle. Die großtechnische Herstellung soll als Nächstes in Angriff genommen werden.¹²

Die thermische Isolierung ist nicht nur für die Wände, sondern auch für die Fenster wichtig. Isolierprofile, die als thermische Trennung zwischen Innen- und Außenschale der Metallrahmen von Fenstern, Türen und Fassaden eingesetzt werden, bestehen aus Polyamiden. Die Ensinger GmbH aus Baden-Württemberg hat im Sommer 2014 erstmals ein thermisches Isolierprofil aus 100 Prozent sortenreinem Recycling-Polyamid auf den Markt gebracht. Durch einen Upcycling-Prozess sind die Werkstoff-Eigenschaften direkt mit Neumaterial vergleichbar.

Bei der Herstellung des Recycling-Polyamids werden 89 Prozent weniger fossile Ressourcen verbraucht, dadurch fallen 85 Prozent weniger Treibhausgase an. Dazu hat der Hersteller eine Environmental Product Declaration (EPD) vom Institut für Fenstertechnik (ift) Rosenheim ausgestellt bekommen und von einem unabhängigen Gutachter gegenprüfen lassen.¹³

¹² Holzschäum ersetzt künstliche Dämmstoffe. BINE Informationsdienst, 10.03.2014, <http://www.bine.info/themen/news/holzschaum-ersetzt-kuenstliche-daemmstoffe/> (aufgerufen am 25.07.2014)

¹³ Thermisches Isolierprofil aus sortenreinem Recycling-PA. KunststoffWeb, 27.06.2014, http://www.kunststoffweb.de/ki_ticker/Ensinger_Thermisches_Isolierprofil_aus_sortenreinem_Recycling-PA_t228544 (aufgerufen am 25.07.2014)

Automobilbau

Eine Optimierungsmöglichkeit im Automobilbau bilden die Leichtbautechniken. Sie zeigen durch den verringerten Kraftstoffverbrauch während der Betriebsphase quantifizierbare Auswirkungen. Bei neuen Antriebstechniken wie Elektro- und Hybridantrieb helfen sie zudem, die Masse des Fahrzeugs zugunsten der Energiespeicher zu reduzieren und damit die Reichweite zu erhöhen. Doch was sind die verbleibenden Leichtbaupotenziale der massivumgeformten Komponenten in einem typischen Serienfahrzeug? Das untersuchte eine Arbeitsgemeinschaft von Unternehmen und Forschungsinstituten im Rahmen der Initiative „Massiver Leichtbau“.

Leichtbau
massivumgeformter
Bauteile

Als Referenz diente der fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH an der RWTH Aachen ein neuwertiges, in Großserie gefertigtes Automodell mit Dieselmotor, ein Mittelklassekombi mit Doppelkupplungsgetriebe und Allradantrieb. Die darin verbauten massivumgeformten Bauteile wurden in einer Datenbank dokumentiert. Eine Expertenrunde erarbeitete in Workshops konkrete Leichtbauvorschläge. Die Datenbank wurde um das jeweilige Leichtbaupotenzial, die Kosten und den Umsetzungsaufwand erweitert. Insgesamt stand eine Masse von 838 Kilogramm an analysierten Komponenten zur Disposition. Im Ergebnis ergaben sich 399 Ideen der Experten, die zusammen ein Gewichtsminderungspotenzial von 42 Kilogramm einbringen könnten – fünf Prozent der ursprünglichen Masse.¹⁴

Unabhängig vom Aachener Projekt gibt es neue Ansätze, werkstofflichen Leichtbau zu realisieren. Dazu gehört auch

¹⁴ Klaus Vollrath: Erhebliche Leichtbaureserven in massivumgeformten Kfz-Bauteilen. MaschinenMarkt, 10.06.2014, <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanale/produktion/umformtechnik/articles/448721/> (aufgerufen am 25.07.2014)

Karosserieblech mit
Papier

ein Papier-Blech-Verbund als dünnwandiges, hochfestes Karosserieblech, der in einem von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) finanzierten Projekt entwickelt wurde. Ziele waren geringes Gewicht, Energieeinsparung, Flammfestigkeit und Crash-Absorption. Der Verbund erreicht zudem eine merkliche Schwingungsdämpfung, die die Akustik verbessert. Bringt das Referenz-Stahlblech $6,3 \text{ kg/m}^2$ auf die Waage, reduziert sich die Stahlblechmasse im Papier-Blech-Verbund auf $2,4 \text{ kg/m}^2$, hinzu kommt der Faserwerkstoff mit $0,3 \text{ kg/m}^2$. Aus dem Flächengewicht von $6,3 \text{ kg/m}^2$ wird also durch den Papier-Blech-Verbund eine Leichtbaukomponente mit $2,7 \text{ kg/m}^2$ – eine bemerkenswerte Reduktion um 57 Prozent.¹⁵

Im Projekt wurden vor allem das Bindemittel – spezielle Harze und Klebstoffe – als auch die Imprägnierung des Faserstoffes bearbeitet. Ebenfalls wurde die Herstellung komplexer Formteile durch Tiefziehen untersucht, wobei die Halbzeuge angepasst werden mussten. In einem Anschlussprojekt sollen vor allem die Umformung weiter verbessert werden, so dass die Serientauglichkeit im Automobilbereich, aber auch in anderen Branchen, gegeben ist.¹⁶

Erhöhte Werkzeug-
standzeit durch
integrierten Prozess

Beim Tiefziehen konventioneller Blechteile besteht ebenfalls noch Verbesserungsbedarf. Die Werkzeuge werden stark belastet, insbesondere an den Ziehkanten, und benötigen eine regelmäßige Wartung, bis sie letztendlich ausgetauscht werden müssen. Jede Möglichkeit, die Standzeiten zu erhöhen, steigert also die Ressourceneffizienz und verringert die Rüstzeiten. Eine Methode, dies zu erreichen, ist das Laserauftragschweißen. Die Werkzeugoberfläche und

¹⁵ Dietmar Kuhn: Papier-Blech-Verbunde – wenn Karosserien leichter werden sollen, in: MaschinenMarkt Nr. 26, 23.06.2014, S. 47, <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/filesserver/vogelonline/issues/mm/2014/026.pdf> (aufgerufen am 25.07.2014)

¹⁶ Dietmar Kuhn: Papier-Blech-Verbunde – wenn Karosserien leichter werden sollen, in: MaschinenMarkt Nr. 26, 23.06.2014, S. 46 – 49, <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/filesserver/vogelonline/issues/mm/2014/026.pdf> (aufgerufen am 25.07.2014)

ein Zusatzwerkstoff werden an den belasteten Stellen mit einem Laser aufgeschmolzen. Dabei entsteht eine widerstandsfähige Schutzschicht auf der Werkzeugoberfläche. Bisher war diese Aufarbeitung des Werkzeugs jedoch nicht in den Produktionsprozess für Umformwerkzeuge integriert.

Das wurde nun am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen zusammen mit dem Werkzeugbauer Mühlhoff Umformtechnik GmbH geändert. Das Projekt wurde mit weiteren Partnern im Rahmen der Innovationsallianz Green Carbody Technologies Inno-CaT durchgeführt. Eine Fünf-Achs-Fräsmaschine wurde so umgebaut, dass mit ihr Umformwerkzeuge direkt mittels Laser legiert werden können und somit dieser Behandlungsschritt in den laufenden Produktionsprozess integriert ist. Im Ergebnis hat die Mühlhoff Umformtechnik GmbH in ihren Praxistests bei der Produktion von Blechteilen für die Automobilindustrie eine Verlängerung der Standzeiten der Werkzeuge um über 150 Prozent festgestellt.¹⁷

Autoreifen werden aus Kautschuk hergestellt – sowohl aus Naturkautschuk als auch aus Synthetikautschuk auf Mineralölbasis. Der Kautschukbaum als natürliche Quelle könnte demnächst durch den russischen Löwenzahn ergänzt werden. Das ist das Ergebnis des Entwicklungsprojekts „Rubin – Aufbruch zur Industrialisierung von Naturkautschuk aus Löwenzahn“, das vom Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und angewandte Ökologie (IME), der Universität Münster und dem Reifenhersteller Continental durchgeführt wurde. „Rubin“ ist dabei ein Akronym für „Dandelion Rubber goes Industrial“.

Kautschuk für
Autoreifen aus
Löwenzahn

¹⁷ Martin Bock: Standzeiten um 150 % gesteigert – robustere Umformwerkzeuge, in: Blechnet Nr. 2/2014 (Mai 2014), S. 39, http://www.vdlb.de/uploads/media/Blechnet_2-2014.pdf (aufgerufen am 25.07.2014)

Der kautschukreiche russische Löwenzahn ist nicht auf tropisches Klima angewiesen und kann daher auch in gemäßigten Breiten angebaut werden. Für Continental als Abnehmer des Kautschuks aus der Löwenzahnwurzel bedeutet das kürzere Transportwege zu den Produktionsstätten der Autoreifen und einen Verzicht auf die Rodung von Regenwaldflächen, trotz zunehmender Motorisierung in Asien und entsprechend ansteigendem Kautschukbedarf. Dafür wurde das Projekt mit dem GreenTec Award 2014 als herausragendes Beispiel für Umweltengagement und zukunftsweisende Umwelttechnologie in der Kategorie „Automobilität“ ausgezeichnet.¹⁸

¹⁸ Jürgen Schreier: Löwenzahn-Kautschuk mit Greentec Award 2014 ausgezeichnet. Nachhaltige Produktion, 09.05.2014, <http://www.nachhaltige-produktion.de/energie-ressourcen/articles/445337/> (aufgerufen am 25.07.2014)

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)
Johannisstr. 5-6
10117 Berlin
Telefon +49 30 27 59 506-0
Telefax +49 30 27 59 506-30
info@vdi-zre.de
www.ressource-deutschland.de

Im Auftrag des:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE