

VDI ZRE Lesezeichen



Technologie-Monitor -3-

November 2012 bis März 2013

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. 3 für den Zeitraum November 2012 bis März 2013

Autor:

Oliver S. Kaiser, VDI Technologiezentrum GmbH

Redaktion:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

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 dritte Bericht fasst den Zeitraum November 2012 bis März 2013 zusammen und adressiert folgende Themen:

- Industrie 4.0/Fabrik der Zukunft
- Funktionale Oberflächen
- Rohstoff-Recycling

¹ www.vdi-zre.de/innovationsradar-re

Industrie 4.0/Fabrik der Zukunft

Vierte industrielle
Revolution

Die Wirtschaft steht nach Meinung von Experten an der Schwelle zur nächsten industriellen Revolution – der vierten industriellen Revolution. Nach der Dampfmaschine, der Massenproduktion und zuletzt der Automatisierung soll nun die zunehmende intelligente Verknüpfung von Produktion und Informationstechnologie eine neue Ära in der Industrialisierung einläuten: Innovationszyklen sollen verkürzt werden, eine Flexibilisierung der produzierenden Akteure stattfinden, Produkte zunehmend individualisiert werden und die Verkopplung von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen in sogenannten hybriden Produkten² münden. Maßgebliche Treiber dieses Transformationsprozesses des industriellen Sektors sind das Internet und die Informations- und Kommunikationstechnik (IKT). Die Bundesregierung will diesen Wandel mit dem Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ unterstützen und fördert die Zusammenarbeit der IKT-Branche und der Fertigungsindustrie mit 200 Millionen Euro.³

Automation schafft
Komplexität

Die Fabrik der Zukunft soll „smart“ und „vernetzt“ sein, mit Sensoren, Aktoren und eingebetteten Systemen sollen produzierende Maschine und Werkstoff zu sogenannten „Cyber Physical Systems“ vereint werden. Zusammen mit dem „Internet der Dinge“⁴ entstehen ganzheitliche Systeme über Unternehmensgrenzen hinaus und über die gesamte Produktions- und Teile der Wertschöpfungskette hinweg. Laut einer vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) in Auftrag gegebenen Studie⁵ zum Thema Automation gaben viele Befragte an, dass die Automation schon heute zunehmende Komplexität schaffe und Cyber Physical Systems daher weitgehend Zukunftsmusik sind. Für den VDI bedeutet dies eine Herausforderung für Ingenieure, die sich permanent weiterbilden müssen, um auf dem neuesten Stand der Entwicklung zu bleiben. Birgit Vogel-Heuser, Professorin für Automatisierungs- und Informationssysteme von der TU München, weist auf die zu langen Lebenszyklen in der Automatisierungstechnik und das beständige Festhalten der Ingenieure an klassischen Sichtweisen hin, um mit „Industrie 4.0“ tatsächlich eine echte Revolution einzuleiten zu können.⁶

Evolution statt
Revolution

Ob „Industrie 4.0“ nun nach Meinung des VDI ein Beispiel für „Technology Push“ oder, wie man bei Siemens meint, für „Demand Pull“ ist: Einig ist man sich, dass mit „Industrie 4.0“ die Branche auf jeden Fall evolviert. Als Treiber dieser Evolution gilt die Ressourceneffizienz. Die Einsparpotenziale liegen nicht nur bei Material und Rohstoffen, sondern auch bei Zeit und Energie. Trotz zunehmender Individualisierung der Produkte soll gleichzeitig eine Steigerung der Produktivität erzielt und die Auswirkungen auf die Umwelt verringert werden. Die Fabrik der Zukunft wird intelligent und autonom sein, mit hochvernetzten Komponenten im gesamten Produktionsprozess. Menschen, Maschinen und Bauteile werden über das Internet (oder Firmennetzwerke)

² Korte, S., et al. (2012): Hybride Wertschöpfung, Zukünftige Technologien Nr. 95, Düsseldorf.

³ Zukunftsprojekt Industrie 4.0, <http://www.bmbf.de/de/19955.php>, abgerufen am 10.04.2013.

⁴ Brand, L. et al. (2009): Internet der Dinge, Zukünftige Technologien Nr. 80, Düsseldorf.

⁵ VDI: Automation 2020, http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/gma_dateien/GMA_Automation_2020_Internet_2Auflage.pdf.

⁶ „Evolution statt Big Bang“, <http://www.heise.de/tr/artikel/Evolution-statt-Big-Bang-1818914.html>, abgerufen am 10.04.2013.

miteinander kommunizieren. Durch den Wandel und die Optimierung der Produktionsprozesse erhofft sich die Branche eine Produktivitätssteigerung von bis zu 30 Prozent.⁷

Beispiel Energieverbrauch: Während der Energieverbrauch von Fabrikgebäuden insgesamt gut ermittelt werden kann, gibt es auf der Ebene der Produktion in Industrieanlagen nur wenig genaue Daten, um lokale Verbraucher zu bestimmen. Das Projekt „Ewotek“⁸ des Werkzeugmaschinenlabors der RWTH Aachen hat die Energieflüsse zweier typischer Produktionsmaschinen untersucht. Ergebnis der Untersuchung war die Beobachtung, dass Hilfsaggregate wie die Kühlschmiermittelzufuhr und -aufbereitung, das Hydrauliksystem oder die Kühlung zusammen häufig mehr als zwei Drittel der Energiekosten verursachen. Mit angepassten und für die jeweilige Produktion individualisierten Pumpen mit variabler Drehzahl können bei den verschiedenen Aggregaten Energieeinsparungen zwischen 45 und 60 Prozent erzielt werden.⁹

Energieeinsparung
bis zu 60 Prozent

Auch das Landesnetzwerk Mechatronik in Baden-Württemberg untersucht in Betrieben Maschinen auf ihren Energieverbrauch vor Ort. Oft sind die Antriebe von Produktionsmaschinen überdimensioniert und fallen durch zu viel bewegte Masse oder lange Stehzeiten zwischen einzelnen Produktionsprozessen auf.¹⁰ Lediglich 30 Prozent der Energie wird für die eigentliche Aufgabe der Maschine verwendet, der verbleibende Rest geht als Abwärme verloren. Zwar kann in den Wintermonaten diese Abwärme zum Heizen von Produktionshallen verwendet werden, doch im Sommer kämpfen energiehungrige Klimaanlage gegen die Wärmemassen der Maschinen.

Simulationen und virtuelle Modelle von Produktionsanlagen oder -prozessen decken Optimierungspotenziale auf. Die Experten der Firma Konzeptengineering bei EDAG-Production-Solutions stimmen in virtuellen Modellen Bewegungsabläufe von Maschinen in der Produktion aufeinander ab. Neu ist die Erweiterung der Modelle um den Faktor der Energieeffizienz, so dass schon vor dem Bau der eigentlichen Werkshalle automatisierte Produktionslinien entworfen werden können, die in ihrer Gesamtheit optimale Bewegungsprofile und geringe bewegte Massen aufweisen. Die Einsparungen durch eine optimierte und besser an die Mechanik angepasste Automatisierungstechnik benennt der Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie mit circa zehn Prozent des gesamten Energieverbrauchs der Industrie.¹¹

Virtuelle Modelle zur
Energieeffizienz

Das Bundeswirtschaftsministerium geht sogar davon aus, dass die Konvergenz von Informations- und Kommunikationstechnik und Produktion durch

⁷ „Die Fabrik der Zukunft organisiert sich selbst“, <http://www.derwesten.de/wirtschaft/die-fabrik-der-zukunft-organisiert-sich-selbst-aimp-id7815803.html>, abgerufen am 10.04.2013

⁸ Projekt „Ewotek“ der RWTH Aachen, <http://www.ewotek.de/de/default.html>

⁹ „Messen statt schätzen“, <http://www.heise.de/tr/artikel/Messen-statt-schaetzen-1818932.html>, abgerufen am 10.04.2013.

¹⁰ „Heizofen in der Fabrikhalle“, <http://www.heise.de/tr/artikel/Heizofen-in-der-Fabrikhalle-1818926.html>, abgerufen am: 10.04.2013.

¹¹ „Fabrik der Zukunft: Der virtuelle Maschinenraum“, <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Fabrik-der-Zukunft-Der-virtuelle-Maschinenraum-1825480.html>, abgerufen am: 10.04.2013.

„Industrie 4.0“ der deutschen Industrie zu einer Steigerung von 20 Prozent verhelfen kann.¹²

Funktionale Oberflächen

Funktionale Oberflächen verändern durch Mikro- oder Nanostrukturierung die Eigenschaften gängiger Werkstoffe. Ein Effekt ist etwa die verminderte Reibung. Erhöhte Langzeitstabilität und Einsparung von Kraft- und Schmierstoffen sind die Folge. Doch nicht alle Werkstoffe lassen sich problemlos bearbeiten. Ein Beispiel ist Aluminium – für den ressourcenschonenden Leichtbau ideal geeignet, mit dem Nachteil, dass es sich bei hoher mechanischer und thermischer Belastung plastisch verformt. Für verschleiß- und reibungsminimierende Beschichtungen wie diamond-like Carbon (DLC) weist es eine unzureichende Stützfunktion auf. So bleibt der Einsatz des Leichtmetalls im Fahrzeugbau bisher auf Anwendungsfälle mit lokal geringen mechanischen Belastungen beschränkt.

Belastbares
Aluminium

Nach der Bearbeitung mit einer innovativen Duplex-Plasmatechnik ist Aluminium jedoch viel belastbarer. Das hat das Projekt „OD-Pat“ in der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten „Effizienzfabrik“ im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ gezeigt. Zur Beschichtung der Bauteile wurden Hochfrequenz-Plasmen verwendet. Dem Wärmebehandlungsschritt wurde ein innovativer Kugelstrahlprozess vorgeschaltet, der die Verfestigung und Tragfähigkeitssteigerung der ursprünglich vorgesehenen Stickstoff-Diffusionszone übernehmen konnte. Da es bei der direkten Abscheidung von DLC auf einer unbehandelten Aluminiumprobe aufgrund der Aluminiumoxidhaut zum Delaminieren der DLC-Schicht kommen kann, wurde die natürliche Aluminiumoxidschicht mittels Plasmaätzen von den Bauteilen entfernt und danach ohne Prozessunterbrechung beschichtet.

Bisher war die Plasmabeschichtung nur im Labor bei einfachen Flachproben geglückt; im Rahmen von „OD-Pat“ wurde sie erstmals auf reale Bauteile angewandt. Die im Rahmen des Projektes entwickelte Duplex-Plasmabeschichtung stabilisiert nicht nur Aluminiumbauteile, sie reduziert auch Reibung und Verschleiß in den tribologisch belasteten Komponenten von Fahrzeugen. Damit verhilft es ihnen zu einer längeren Lebensdauer bei gleichzeitig geringeren Kraft- und Schmierstoffverbräuchen.¹³

Die industriell etablierten Beschichtungsverfahren für funktionale Beschichtungen sind häufig kosten- und materialintensiv, denn es sind in erster Linie Vakuumbeschichtungsverfahren. Diese sind aufgrund der anspruchsvollen Anlagentechnik sowie der chargenweisen Bearbeitung mit hohen Kosten verbunden. Werden aufgrund funktionaler Aspekte nur

¹² „Innovationsforschung: Vielfalt bringt mehr Fortschritt als Spezialisierung“, <http://www.spiegel.de/wirtschaft/forscher-untersuchen-voraussetzungen-fuer-wirtschaftswachstum-a-893753.html>, abgerufen am: 13.04.2013.

¹³ „Wie funktionale Oberflächen die Ressourceneffizienz verbessern“, in: Nachhaltige Produktion, Ausgabe 6, November 2012, S. 18-22. <http://www.nachhaltige-produktion.de/fileserver/vogelonline/issues/np/2012/006.pdf>, abgerufen am 10.04.2013.

ortsselektive Beschichtungen benötigt, muss überschüssiges Material zum Teil mit aufwändigen Verfahren nachträglich wieder entfernt werden.

Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT hat sich daher einem ortsselektiven Beschichtungsverfahren für temperaturempfindliche Substrate gewidmet, das zudem gut in bestehende Produktionsanlagen integriert werden kann.

Ressourcen-
schonende, orts-
selektive
Beschichtungen

Das neue Verfahren besteht aus einer Kombination nasschemischer Beschichtungsverfahren mit einem Laserverfahren zur anschließenden Funktionalisierung des aufgetragenen Werkstoffs: Beispielsweise wird bei der Beschichtung eines Glas-, Kunststoff- oder Halbleitersubstrats teures Indiumzinnoxid (ITO) mittels Inkjet-Verfahren auf das Bauteil gedruckt. Anschließend wird die fokussierte Laserstrahlung mit Hilfe eines Galvoscanners über die zu bearbeitende Fläche geführt. Durch die Laserbearbeitung lässt sich die Leitfähigkeit der ITO-Schicht signifikant erhöhen. Die thermische Belastung des Substrats sowie der Energieaufwand sind hier im Vergleich zum Ofenprozess bei herkömmlichen Beschichtungsverfahren wesentlich geringer. Substrate, die bisher aufgrund ihrer Temperaturempfindlichkeit mit herkömmlichen Verfahren nicht bearbeitet werden konnten, lassen sich nun mit dem Laser schonend beschichten.

Mit dem laserbasierten Beschichtungsverfahren lassen sich dank der gezielten Einstellung der Intensitätsverteilungen und der Verwendung gepulster Laserstrahlung Beschichtungsaufgaben mit den unterschiedlichsten Anforderungen individuell lösen. So lassen sich neben der Erzeugung von Leiterbahnen auf Glas-, Silizium- oder Polymersubstraten wie Polyethylenterephthalat (PET) zum Beispiel auch keramische Verschleißschutz- und Korrosionsschichten aus Zirkoniumdioxid auf gehärtetem Stahl aufbringen. Besonders relevant ist das Verfahren für den Automobilbau, in dem jährlich mehrere Millionen Komponenten beschichtet werden müssen, damit sie der hohen statischen und dynamischen Belastung sowie den extremen Temperaturschwankungen standhalten können.¹⁴

Rohstoff-Recycling

Deutschland ist, wie viele andere Industriestaaten auch, bei der Versorgung mit bestimmten Rohstoffen zu hundert Prozent auf Importe angewiesen (bekanntestes Beispiel sind die sogenannten Seltenen Erden). Als größte heimische Rohstoffquelle gilt daher das Recycling. In Autos, weggeworfenen Gebrauchsgegenständen, Infrastrukturen, Abriss-Gebäuden und auch in den Rückständen der Müllverbrennung sind viele wertvolle Ressourcen zu finden, die trotz Recyclingbemühungen mit einer hohen Verlustquote beim Recycling versehen sind. Bisher werden in Deutschland etwa 64 Prozent des Hausmülls wieder verwertet. Die verbleibenden 36 Prozent gelten als verloren.¹⁵ Forscher

Recycling als
wichtigste heimische
Rohstoffquelle

¹⁴Axel Bauer: Energie- und ressourcensparend: Laserbasierte Funktionalisierung temperaturempfindlicher Substrate. Innovations-Report, 18.03.2013. http://www.innovations-report.de/html/berichte/verfahrenstechnologie/energie_ressourcensparend_laserbasierte_211338.html, abgerufen am 10.04.2013.

¹⁵Urban Mining, http://www.planet-wissen.de/alltag_gesundheit/muell/muellentsorgung/urban_mining.jsp, abgerufen am 10.04.2013.

der TU Wien untersuchen derzeit, inwiefern die sogenannten anthropogenen oder sekundären Ressourcen als Rohstoffbasis der Zukunft in Frage kommen. In mehreren Studien wird erarbeitet, wie groß das Ressourcenpotenzial von Bauwerken und Infrastrukturen ist und inwiefern eine Rückgewinnung von Rohstoffen aus Abbruchprojekten ökonomisch Sinn macht. Neben einer weiteren gesamtwirtschaftlichen Untersuchung zur Sekundärressource Aluminium, wird auch ein Fokus auf Filterasche gelegt, einem Nebenprodukt bei der Müllverbrennung. Die mit Schwermetallen kontaminierte Filterasche gilt als gefährlicher Sondermüll, der unter erheblichen Kosten entsorgt werden muss. Hier soll nun untersucht werden, inwiefern enthaltene Metalle zurückgewonnen werden können.¹⁶

Recycling von Beton

Beton gilt als der Baustoff des 20. und 21. Jahrhunderts, jedoch ist bisher kein hochwertiges Recycling etabliert. 2010 betrug die Abfallmenge circa 130 Millionen Tonnen und der Betonschutt wurde hauptsächlich einer minderwertigen Verwertung beispielsweise als Straßenunterbau zugeführt. Forscher vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik arbeiten an einem neuen Recycling-Verfahren, bei dem unter anderem Beton effizient wieder in seine Bestandteile zerlegt werden soll. Eine sortenreine Trennung der Gesteinskörnung im Beton von der Zementsteinmasse sowie von anderen Bestandteilen im Bauschutt (beispielsweise Ziegeln) ist Grundvoraussetzung, um den Kies wieder im Frischbeton einsetzen zu können. Dies ließe eine Steigerung der Recyclingquote auf bis zu 80 Prozent zu. Das Verfahren der Fraunhofer-Forscher basiert auf der elektrodynamischen Fragmentierung. In einer Laboranlage kann bereits pro Stunde eine Tonne Altbeton aufbereitet werden. Eine marktreife Anlage wird für 2014 erwartet.¹⁷

Metallische Rohstoffe in Grubenwässern

Bei der Förderung von Kohle oder Erzen fällt Grubenwasser an, das oft wertvolle Rohstoffe enthält. Diese Prozesswässer enthalten Anteile von Metallen wie Eisen, Zink, Aluminium, Mangan, Uran oder Arsen, die weit über den erlaubten Grenzwerten liegen, so dass eine teure und aufwändige Filtrierung und Entsorgung notwendig ist. Das sächsische Ingenieurbüro GEOS in Freiberg möchte - gefördert durch die Bundesregierung - aus dieser „Giftbrühe“ einen Rohstofflieferanten machen. Allein 400 Milligramm Eisen pro Liter sind im Grubenwasser des dortigen Tagebaus Nochten in der Oberlausitz enthalten. Um dieses Eisen zurückzugewinnen setzen die Chemiker von GEOS spezialisierte Mikroorganismen, sogenannte eisenoxidierende Mikroorganismen, in Bioreaktoren ein, die vom metallhaltigen Grubenwasser durchströmt werden. Einer Schätzung nach könnten alleine in der Anlage in Nochten jährlich bis zu 10.000 Tonnen Metall-Pigmente produziert werden. Dieses biologische Verfahren lässt sich auf andere Abbaugelände ausweiten und verspricht eine hohe Ausbeute bei der Rückgewinnung von Wertmetallen, die sonst verloren gehen würden.¹⁸

Zu den anthropogenen Rohstoffquellen zählen auch Lagerstätten wie

¹⁶ „Rohstoffe von Menschen gemacht“, Der Standard, 07.11.2012.

¹⁷ „So wird Beton recyclingfähig“, <http://www.detail.de/architektur/news/im-blitzgewitter-so-wird-beton-recyclingfaehig-020174.html>, abgerufen 19.12.2012.

¹⁸ „Bakterien holen Industriemetalle aus der Giftbrühe“, VDI Nachrichten, 22.03.2012.

Hüttenhalden für Reststoffe wie Stäube/Aschen, Schlämme, Schlacken und weitere Abbauprodukte aus der Roheisen- und Stahlerzeugung. Das Verbundprojekt REStratGIS koordiniert vom Fraunhofer Institut UMSICHT¹⁹ und gefördert vom BMBF im Rahmen des Programms „r3: Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien“, untersucht die Wertstoffpotenziale dieser Halden und entwickelt neue Konzepte zur Rückgewinnung der enthaltenen Wertstoffe. Zunächst werden die Halden in Deutschland mithilfe von Archivdaten oder Methoden der Fernerkundung kartographiert und in einem Kataster zusammengefasst. In weiteren Schritten werden die identifizierten Halden detailliert abgebildet und neben Lage und Größe auch der Herkunftsbereich der abgelagerten Materialien ermittelt, sowie die Materialbeschaffung der einzelnen Halden mit Hilfe von Laboranalysen und Methoden der terrestrischen Reflexionsspektrometrie untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Halden werden in einem Geoinformationssystem festgehalten, dessen Daten und abgeleitete Informationen die Grundlage für die Entwicklung von Verfahren zur Wertstoffrückgewinnung darstellen.

Hüttenhalden als
anthropogene
Rohstoffquellen

Ungefähr zehn Prozent der weltweiten Ölproduktion werden für die Produktion von Kunststoffen verwendet. Nur ein kleiner Teil findet seinen Weg ins Recycling, der größere Teil landet auf Deponien oder in der Müllverbrennung. Die Firma Nill Tech aus Baden-Württemberg zeigt, wie aus diesem Plastikmüll wieder Öl hergestellt werden kann.²⁰ Mit Hilfe des chemischen Prozesses der Hydrierung ist es möglich, unter hohen Temperaturen (circa 400 °C) und Drücken aus organischen Verbindungen mit fast beliebiger Kohlenstoff-Kettenlänge Kohlenwasserstoffe mit kleineren Kettenlängen zu erzeugen, die für petrochemische Prozesse geeignet sind. Bei Nill Tech hat man dieses Verfahren, das ursprünglich aus den 1930er Jahren stammt, weiterentwickelt. Aus einer Tonne Plastik werden so 850 Liter Heizöl. Die Mannheimer verarbeiten in ihrer Anlage pro Jahr über 20.000 Tonnen nicht recyclebaren Plastikmüll, der aus Müllsäcken, Rohren, Schaumstoffen und Autoteilen stammt.

Wie aus Plastik
Öl wird

¹⁹ „Wertstoffe auf Hüttenhalden reduzieren Rohstoffimporte“, <http://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2013/huettenhalden-reduzieren.html>, abgerufen am 10.04.2013.

²⁰ „Fabrik in Mannheim macht Plastikmüll zu Öl“, <http://green.wiwo.de/innovation-fabrik-in-mannheim-macht-plastikmull-zu-ol/>, abgerufen am 10.04.2013.

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)
Johannisstr. 5-6
10117 Berlin
Tel. 030-27 59 506-0
Fax 030-27 59 506-30
info@vdi-zre.de
www.ressource-deutschland.de

Ein Projekt im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

