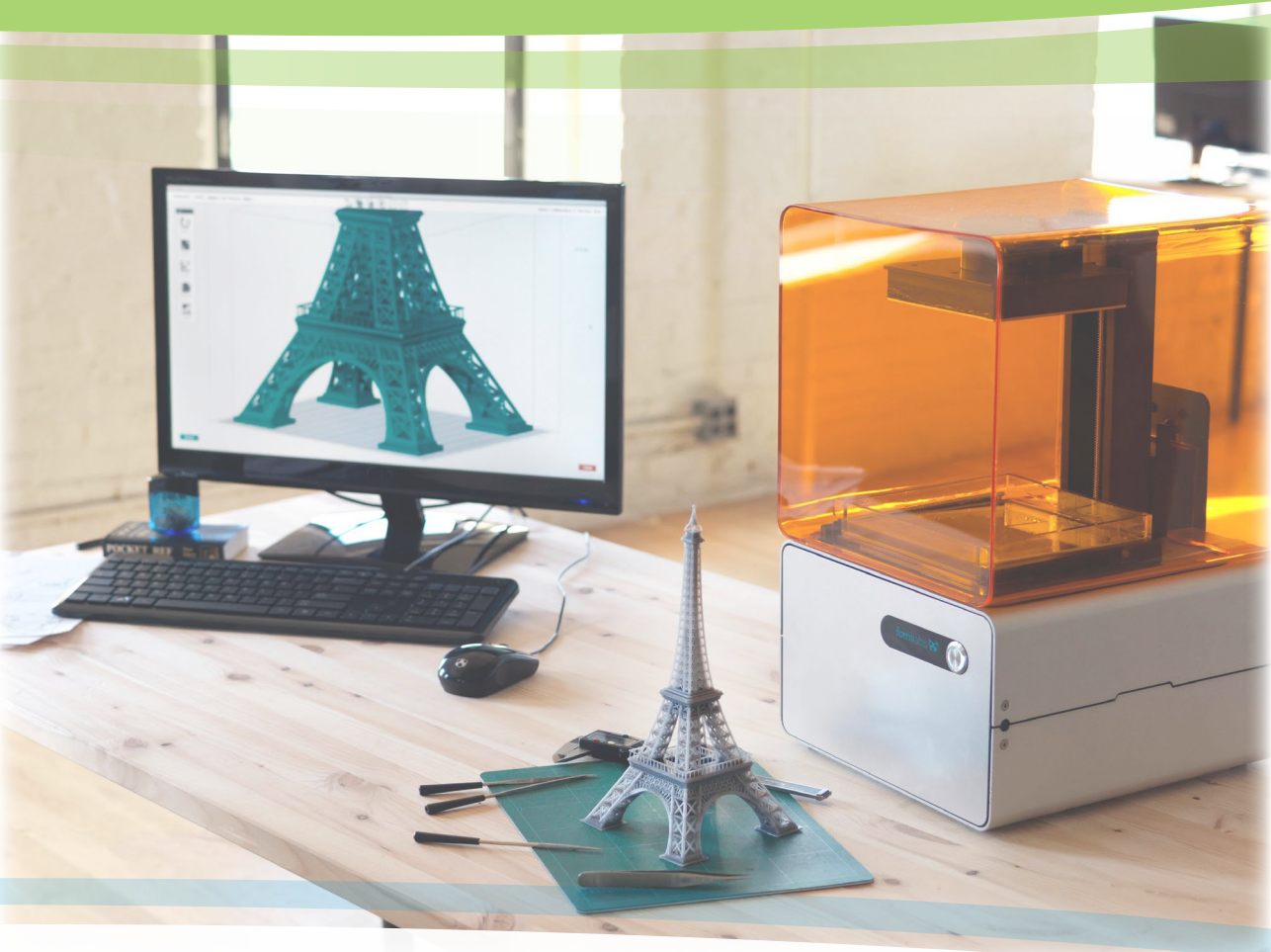


VDI ZRE Lesezeichen



Technologie-Monitor -7-

Januar bis März 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. 7 für den Zeitraum Januar bis März 2014

Autoren:

Dr. Leif Brand, VDI Technologiezentrum GmbH

Dr. Sylvie Rijkers-Defrasne, VDI Technologiezentrum GmbH

Redaktion:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

Titelbild: © 2014 Formlabs Inc.

<http://www.formlabs.com>

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 siebte Bericht fasst den Zeitraum Januar bis März 2014 zusammen und adressiert folgende Themen:

- Raumwärme und Luftqualität
- Energieverschwender Druckluft
- Lösemittelrecycling beim Verpackungsdruck
- Ressourcen in der Elektronikfertigung
- 3D-Druck und Ressourceneffizienz.

¹ www.ressource-deutschland.de/innovationsradar

Raumwärme und Luftqualität

In Europa entfallen fast 40 Prozent des Endenergiebedarfs auf die Energieversorgung von Gebäuden, und 36 Prozent der Treibhausgasemissionen können Häusern, Wohnungen, Büros, Geschäften und andern Gebäudetypen des öffentlichen und privaten Sektors zugeordnet werden.¹ Einen erheblichen Teil tragen die Beheizung von Räumen und die Bereitstellung von Raumwärme bei. Um die umfangreichen Effizienz- und Einsparpotenziale in diesem Bereich zu erschließen, wurden in den zurückliegenden Jahren große Anstrengungen in die Verbesserung der Wärmedämmung und der thermischen Isolation von Gebäuden investiert.

Allerdings steht die Energieeffizienz gerade hier oft im Gegensatz zur Qualität der Raumluft. Häufig bzw. dauerhaft geschlossene Fenster und thermische Abdichtungen stehen einer guten Durchlüftung von Räumen entgegen. Schadstoffe wie Formaldehyd und flüchtige organische Verbindungen, die aus Möbeln, Teppichen, Reinigungsmitteln, Klebern, Kunststoffen etc. ausdünsten, reichern sich an und können gesundheitsgefährdend wirken. Besonders gefährdet sind Kinder, Allergiker, ältere und kranke Menschen. Erschwert wird die Situation dadurch, dass die Gefährdung schleichend erfolgt. So sind die schädlichen Substanzen zumeist geruchlos und werden von Bewohnern bzw. Nutzern der Räume oft nicht wahrgenommen.

¹ Technical Guidance – Financing the energy renovation of buildings with Cohesion Policy funding – Final Report; European Commission, 2014. http://ec.europa.eu/energy/efficiency/studies/doc/2014_guidance_energy_renovation_buildings.pdf (abgerufen am 25.04.2014)

Sensorsystem für Schadstoffe lüftet effizient und senkt den Energieverbrauch

Abhilfe verspricht hier ein neuartiges, intelligentes Lüftungssystem, das die Frischluftzufuhr in Gebäuden bedarfsgerecht und automatisiert regelt.² Entwickelt wird es im Rahmen des Forschungsprojektes „Sensindoor“ („Nanotechnology based intelligent multi-SENSOR System with selective pre-concentration for Indoor air quality control“), das von der Europäischen Kommission mit 3,4 Millionen Euro gefördert wird.³ Unter der Leitung des Lehrstuhls für Messtechnik der Universität des Saarlandes arbeiten zehn Forschungspartner aus fünf europäischen Ländern zusammen. Herzstücke der geplanten Entwicklung sind neuartige, nanostrukturierte Halbleiter-Gassensoren, die Kohlenmonoxid und organische Luftschadstoffe wie Formaldehyd, Benzol, Xylol und andere selektiv und auch bei extrem geringen Konzentrationen zuverlässig nachweisen und quantifizieren können. Bei der Entwicklung stehen neben der Sensitivität vor allem auch Kostenaspekte im Vordergrund. So sollen die Komponenten preisgünstig hergestellt und mit geringem Energiebedarf betrieben werden können.⁴

Durch die Vernetzung der Sensoren mit einem intelligenten Lüftungssystem kann jedem Raum bei Bedarf individuell und automatisch Frischluft zugeführt werden, sobald kritische Schadstoffkonzentrationen überschritten werden. Informationen zur Raumnutzung erhöhen die Systemeffizienz zusätzlich. So können etwa Unterrichtsräume in Schulen entsprechend den Nutzungs- und Pausenzeiten belüftet werden. Lüftungsdauer und -intensität werden va-

² C. Ehrlich: Automatisch gute Luft, halber Energieverbrauch: Sensorsystem für Schadstoffe lüftet effizient. Innovations-Report, 16.01.2014 . http://www.innovations-report.de/html/berichte/architektur_bauwesen/automatisch_gute_luft_halber_energieverbrauch_224908.html (abgerufen am 25.04.2014)

³ CORDIS – Community Research and Development Information Service. http://cordis.europa.eu/projects/rcn/110553_en.html (abgerufen am 25.04.2014)

⁴ C. Ehrlich: Automatisch gute Luft, halber Energieverbrauch: Sensorsystem für Schadstoffe lüftet effizient. Innovations-Report, 16.01.2014 . http://www.innovations-report.de/html/berichte/architektur_bauwesen/automatisch_gute_luft_halber_energieverbrauch_224908.html (abgerufen am 25.04.2014)

riabel an Atemluftqualität und Nutzungsschemata ausgerichtet. Durch gezielte, automatisierte Ventilation lassen sich Raumlufthqualität und Energieverbrauch in Gebäuden in effizienter Weise zusammenbringen. Laut Aussagen der Entwickler kann der Energiebedarf von Gebäuden gegenüber herkömmlicher manueller Lüftung um bis zu 50 Prozent gesenkt werden.⁵

Bis zur Verfügbarkeit des intelligenten sensorgesteuerten Lüftungssystems müssen sich Interessenten jedoch noch gedulden. Das Entwicklungsprojekt wurde gerade erst gestartet und läuft noch bis Ende 2016.⁶

⁵ C. Ehrlich: Automatisch gute Luft, halber Energieverbrauch: Sensorsystem für Schadstoffe lüftet effizient. Innovations-Report, 16.01.2014 . http://www.innovations-report.de/html/berichte/architektur_bauwesen/automatisch_gute_luft_halber_energieverbrauch_224908.html (abgerufen am 25.04.2014)

⁶ CORDIS – Community Research and Development Information Service. http://cordis.europa.eu/projects/rcn/110553_en.html (abgerufen am 25.04.2014)

Energieverschwender Druckluft

Druckluft wird für zahlreiche Anwendungen wie zum Beispiel Lackierung, Reinigung, Kühlung, Stickstoffherzeugung, Energiespeicherung, industrielle Schweißprozesse etc. eingesetzt. Der Energiebedarf zum Komprimieren der Luft ist hoch, zumal beim Verdichten Wärmeenergie entsteht, die zumeist nicht weiter genutzt wird. Ein weiterer kostentreibender Faktor liegt in der Trocknung der Druckluft vor, deren relative Feuchtigkeit während des Abkühlungsprozesses ansteigt. Anwendungen mit besonderen Reinheitsanforderungen machen überdies eine Reinigung von Ölresten notwendig, die zum Beispiel aus Schmiermitteln der Verdichtermaschinen oder aus Kohlenwasserstoffen der Ansaugluft stammen. Betriebe, die Druckluft in großen Mengen verwenden, müssen zudem ein kostenintensives Leitungsnetz samt zugehörigen Installationen vorhalten, wobei die Kosten für 12-bar-Hochdrucknetze erheblich höher ausfallen als die für 6-bar-Niederdrucknetze. Auf der Basis vorhandener Niederdrucknetze lässt sich Hochdruckluft mit neuartiger Anlagentechnik jedoch effizient erzeugen.

Wärmeenergie, die beim Komprimieren der Luft entsteht, wird meist nicht benutzt

Im Industriebereich werden große Mengen ölfreier Druckluft insbesondere für den Betrieb von Schweißrobotern benötigt. Pneumatische Schweißzangen lassen sich kompakter bauen und passgenauer regeln, wenn sie für Hochdrucknetze mit Drücken von 12 bar ausgelegt werden. Gewichtsreduzierender Leichtbau verlangt zudem die vermehrte Verwendung hochfester Stahlbleche. Ihre Verarbeitung erfordert größere Schweißkräfte und damit hohe Arbeitsdrücke der Schweißgeräte. Allerdings ist der Betrieb eines Hochdrucknetzes mit erheblichen Kosten verbunden, so dass insbesondere die Automobilindustrie in den vergangenen Jahren verstärkt zu Niederdrucknetzen überging, die bei nur noch 6 bar betrieben werden. Schweißtechnik- und Pneumatikhersteller haben unterschiedliche Lösungsansätze entwickelt, um diese Diskrepanz zu handhaben.⁷

⁷ F. Gevers: Pneumatische Hochkraftzylinder für reduzierten Betriebsdruck. Konstruktionspraxis, 23.05.2008. <http://www.konstruktionspraxis.vogel.de/themen/fluidtechnik/pneumatik/articles/124370> (abgerufen am 25.04.2014)

Günstige 12-bar-Druckluft mittels Booster

Bei BMW wird im Werk Dingolfing die 12-bar-Technik mit einem 6-bar-Niederdrucknetz eingesetzt. Zur Deckung des Druckluftbedarfes, der mit 12 bar Druck bereitgestellt werden muss, werden an zwei Druckluftstationen Verdichter, sogenannte Booster, eingesetzt, die die 6-bar-Druckluft auf 12 bar erhöhen. Seriengefertigte Booster erreichen den Enddruck in zwei Verdichterstufen von 0 auf 6 und von 6 auf 12 bar. Eine Spezialanfertigung der Firma Compair für das Werk Dingolfing verzichtet auf die erste Stufe und bringt stattdessen zwei zweite Stufen zum Einsatz. Im Vergleich zu Seriensystemen und unter Nutzung des bereits vorhandenen Niederdrucknetzes kann so die doppelte Menge Hochdruckluft erzeugt werden. Der zusätzliche Energiebedarf zur Bereitstellung der Hochdruckluft fällt entsprechend geringer aus. Außerdem sind auf der Basis der bereits gereinigten vorhandenen Niederdruckluft keine weitere Aufreinigung und Entfeuchtung mehr notwendig. Zur zusätzlichen Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades wird die bei der Verdichtung auf 12 bar anfallende Kompressionswärme betrieblich weitergenutzt, was zu einer weiteren Verbesserung der Energieeffizienz führt.⁸

Durchfluss-Messungen sparen Energie

Beim Betrieb von Druckluftnetzen dominieren die Energiekosten mit einem Anteil von etwa drei Vierteln der Gesamtkosten. Laut Erfahrungen der Energieagentur NRW können in schlecht gewarteten Druckluftnetzen bis zu 50 Prozent Energieverluste auftreten.⁹ Berechnungen zeigen, dass sich bei ganzjährig rund um die Uhr genutzten Druckluftnet-

In schlecht gewarteten Druckluftnetzen können bis zu 50 Prozent Energieverluste auftreten

⁸ M. Dressler: BMW setzt auf günstige 12-bar-Druckluft mittels Booster. MaschinenMarkt, Heft 3 - 4/2014, S. 37. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/mm/2014/002.pdf> (abgerufen am 25.04.2014)

⁹ Energiekosten und Leckagen; Das Druckluftnetz - ein Energiefresser im Betrieb. Energieagentur NRW. <http://www.druckluft-effizient.de/downloads/dokumente/druckluft-leckage.pdf> (abgerufen am 25.04.2014)

zen, die mit 200 Kilowatt Kompressorenleistung betrieben werden, durch Optimierungen jährliche Energiekosten von 50.000 Euro und mehr einsparen lassen. Die wesentlichen Stellschrauben zur Erschließung dieser Potenziale sind die passgenaue, an den Nutzungs- und Verbrauchserfordernissen ausgerichtete Auslegung betrieblicher Druckluftnetze sowie deren kontinuierliche Überprüfung. Die Minimierung von Druckverlusten zum Beispiel an Flanschen und Anschlussstellen sowie die schnelle Lokalisation und Behebung von Leckagen stellen Schlüsselfaktoren für einen effizienten und wirtschaftlichen Betrieb der Netze dar.

Druckverluste werden jedoch in der betrieblichen Praxis häufig wenig beachtet. Während für die klassischen Versorgungsnetze für Wasser, Elektrizität und Gas durch Zählererfassung eine hohe betriebswirtschaftliche Kostentransparenz herrscht und Betriebsmittelverluste leicht sichtbar werden, bleiben Druckluftverluste - ungeachtet der damit verbundenen hohen Unkosten - meist unbemerkt. Um die Einsparpotenziale zu erschließen, ist ein Bewusstsein über die mit Druckluftverlusten verbundenen Kosten sowie ein möglichst kontinuierliches Netz-Monitoring erforderlich. Dieses stellt sich jedoch in einem klassischen Druckluftnetz durchaus als Herausforderung dar und ist wenig praxis-tauglich. So müssen das Netz auf Maximaldruck gebracht und sämtliche Kompressoren und Verbraucher abgeschaltet werden, um den Druckverlust des ungenutzten Netzes über längere Zeit zu verfolgen. Neben der Störung der Betriebsabläufe und der geringen Praktikabilität erweist sich dieses Verfahren als nicht sehr genau. Insbesondere kleinere Leckagen können nur schlecht festgestellt und lokalisiert werden.¹⁰

Eine Lösung bieten „Durchfluss-Sensoren“. Bei ihnen handelt es sich um kalorimetrische Strömungssensoren, die elektrisch erhitzt werden. Die vorbeiströmende Luft entzieht

¹⁰W. Blessing: Druckluftverbrauch messen und Energie einsparen. MaschinenMarkt Nr. 13, 24. März 2014, S. 56 - 58. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/mm/2014/013.pdf> (abgerufen am 25.04.2014)

dem Sensor Wärme, wobei der Wärmeverlust ein Maß für die strömende Luftmenge darstellt. Im Laufe der zurückliegenden Jahre wurden solche Sensoren immer weiter miniert und ihre Genauigkeit verbessert. Sie sind als „steckerfertige“ Durchfluss-Messstationen kommerziell erhältlich und lassen sich mit überschaubarem Installationsaufwand in Druckluftnetze integrieren. Datenschnittstellen erlauben eine automatische Messwerterfassung sowie nachfolgende Verarbeitung und Darstellung der Informationen zum Beispiel in Form von Messwertkurven, Verbrauchsanalysen, Verbrauchsdarstellungen etc. In Abhängigkeit von der Anzahl und Positionierung solcher Messstationen lassen sich Verlustmengen bestimmen und somit Lecks lokalisieren.¹¹

¹¹W. Blessing: Druckluftverbrauch messen und Energie einsparen. MaschinenMarkt Nr. 13, 24. März 2014, S. 56 - 58. <http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/mm/2014/013.pdf> (abgerufen am 25.04.2014)

Lösemittelrecycling beim Verpackungsdruck

Im Vergleich zum Papierdruck bestehen beim Verpackungsdruck größere technische Herausforderungen. Hintergrund ist das große Spektrum verschiedener Verpackungsarten, -formen und -materialien, die hohe Anforderungen an die Stabilität von Druckmaschinenkomponenten wie zum Beispiel Greifer und Führungen stellen. Neben der mechanischen Handhabung des Druckmaterials ergeben sich auch für die Druckfarben besondere Anforderungen, die hauptsächlich vom zu bedruckenden Untergrundmaterial abhängen. Um eine ausreichende Farbtiefe und Farbbrillanz auch auf anderen Materialien als Papier zu erreichen, werden die Farben überwiegend in organischen Lösungsmitteln gelöst. Nach dem Farbauftrag verdampfen sie, so dass während der Trocknungsphase gesundheitsgefährdende und umweltbelastende flüchtige organische Verbindungen, sogenannte VOCs (Volatile Organic Compounds), emittiert werden. Um den Austritt in die Umgebungsluft zu verhindern, sind typischerweise Nachverbrennungsanlagen mit den Druckmaschinen verbunden oder in diese integriert, in denen die organischen Schadstoffe thermisch zersetzt werden.

Eine Alternative zur Verbrennung ergibt sich durch einen Recyclingansatz. Durch adsorptive Aufkonzentration und Kondensationstrocknung können die gasförmigen Lösungsmittel aus der Luft abgeschieden und zurückgewonnen werden. Das Verfahren erfordert jedoch einen hohen Lösungsmittelleinsatz von mindestens einer Tonne pro Stunde im vorausgehenden Druck und ist somit nur für großvolumige Anwendungen wirtschaftlich.

Spezielle Verfahren können gasförmige Lösungsmittel aus der Luft abscheiden

Die Technische Universität Clausthal hat nun jedoch ein neues, innovatives Absorptionsverfahren entwickelt und in ein entsprechendes Anlagenmodul integriert. Die durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderte Entwick-

lung beruht auf einem neuartigen Zerstäubungsverfahren, mit dem organische Lösemittel effizienter aus Dämpfen extrahiert werden können. Zudem verringert sich die aufzuwendende Energiezufuhr, da auf Wasserdampf zur Aufarbeitung verzichtet werden kann. Gegenüber der adsorptiven Aufkonzentration verringert sich die Wirtschaftlichkeitsschwelle mit dem neuen Verfahren auf bis zu einem Zehntel, so dass sich die Rückgewinnung ebenso für kleinvolumigere Druckanwendungen rechnet.¹² Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, dass das neue Recyclingverfahren auch gegenüber der für kleine Verbrauchsvolumina üblichen Nachverbrennung konkurrenzfähig ist. So amortisieren sich die notwendigen Investitionen für typische Mittelstandsunternehmen schon in zwei bis drei Jahren. Für die erfolgreiche Verschmelzung von Wirtschaftlichkeit und Ökologie wurde die Entwicklung auf der Hannover Messe 2014 mit einem Preis für nachhaltige Produktion ausgezeichnet.¹³

¹²e-Sorb – ein neuer Baustein zur Stoffrückgewinnung in der Druckindustrie. TU Clausthal, Forschungsprojekte. <http://www.iuw.tu-clausthal.de/forschung/forschungsprojekte/> (abgerufen am 25.04.2014)

¹³S. Itasse: Lösemittel besser recyceln. Vogel Business Media, Nachhaltige Produktion, 09.04.2014. <http://www.nachhaltige-produktion.de/umwelt-schutz/articles/441634/> (abgerufen am 25.04.2014)

Ressourcen in der Elektronikfertigung

Indium-Gallium-Zink-Oxid (IGZO) im Display statt amorphem Silizium: Das soll das Geheimnis hinter dem erstaunlich geringeren Stromverbrauch des neuen iPad im Vergleich zu seinen Vorgängermodellen sein. Dies legen zumindest übereinstimmende Gerüchte aus dem letzten Jahr über Apples Pläne sowie Aussagen von Marktbeobachtern aus den letzten Wochen nahe. Bereits Mitte 2013 wurde nämlich darüber berichtet, dass Apple mit seinen Zulieferern Sharp und LG über den Einbau von IGZO-Displays in MacBooks und iPads verhandle.¹⁴ Die Displays auf Basis von Indium-Gallium-Zink-Oxid würden höhere Auflösungen und geringere Reaktionszeiten ermöglichen – vor allem aber könnten sie einen deutlich niedrigeren Verbrauch ermöglichen als bis jetzt genutzte Displays auf Basis von amorphem Silizium. Die Akkulaufzeit der Geräte mit IGZO-Displays läge somit deutlich höher.¹⁵

Die Suche nach Alternativen für amorphes Silizium ist nicht neu; bedingt ist sie durch den Wunsch nach einer immer höheren Displayauflösung, insbesondere für mobile Geräte. Höhere Displayauflösungen erfordern geringere Abmessungen der dazugehörigen Dünnschichttransistoren (TFT). Bei Flüssigkristalldisplays (LCDs) stoßen Dünnschichttransistoren aus amorphem Silizium ab einer Pixeldichte von 300 ppi (Pixel pro Zoll) an ihre Leistungsgrenzen.¹⁶ Bereits heute nutzen deshalb diejenigen Smartphones mit der momentan höchsten Displayauflösung auf dem Markt das Alternativmaterial Niedrigtemperatur-Polysilizium (LTPS), das ebenfalls einen geringeren Stromverbrauch ermöglicht. LTPS-Displays sind aber in der Herstellung teuer; zudem ist

Bei LCDs stoßen Dünnschichttransistoren ab 300 ppi an ihre Leistungsgrenzen

¹⁴P. Müller: IGZO-Displays in Macbooks und iPads. Macwelt.de, 12.07.2013, <http://www.macwelt.de/news/Apple-verhandelt-angeblich-ueber-IGZO-Displays-8020043.html> (abgerufen am 25.04.2014)

¹⁵P. Müller: IGZO-Displays in Macbooks und iPads. Macwelt.de, 12.07.2013, <http://www.macwelt.de/news/Apple-verhandelt-angeblich-ueber-IGZO-Displays-8020043.html> (abgerufen am 25.04.2014)

¹⁶R. Delmdahl: Scharf, schärfer, selbstleuchtend! – Auf dem Weg zu den digitalen Displays der Zukunft. Laser + Photonik 1/2014, S. 24 – 26, Carl Hanser Verlag München

es nach heutigem Technikstand noch schwierig, großflächige LTPS-Displays herzustellen, deshalb beschränkt sich ihr typisches Einsatzgebiet bisher auf Smartphones.¹⁷

Displays auf Basis von Indium-Gallium-Zink-Oxid kommen dagegen prinzipiell für größere Endgeräte wie Tablets und Fernseher in Frage und erscheinen daher als eine vielversprechende Alternative. Laut Jennifer Colgrove, Leiterin der Forschungs- und Beratungsfirma Touch Display Research, die in der Beobachtung von Displaytechnologien spezialisiert ist, baut Apple tatsächlich IGZO-Displays in manche seiner Geräte ein – es sei aber nicht klar, ob es sich dabei um das iPad Mini oder um das iPad Air handle. Auch scheinen nicht alle iPads der neuen Generation IGZO-Displays zu enthalten. Und Apple wäre nicht Apple, wenn es nicht das Geheimnis um technische Neuerungen in neuen iPad-Modellen gut hüten würde. Fakt ist aber: Das Display mancher neuer iPads verbraucht 57 Prozent weniger Strom als frühere Modelle. Laut Experten kann deshalb das Display solcher Modelle nicht auf der Basis von amorphem Silizium beruhen – allerdings könnte es sich auch um die schon länger bekannte LTPS-Alternative handeln.¹⁸

Fertigung sparsamer organischer Leuchtdioden

Den Durchbruch bei der industriellen Produktion großflächiger organischer Leuchtdioden (OLEDs) erzielen. So lautet das ehrgeizige Ziel der strategischen Partnerschaft zwischen den zwei deutschen Spezialmaschinenbauern Aixtron SE mit Hauptsitz in Herzogenrath (Nordrhein-Westfalen) und der Manz AG aus Reutlingen (Baden-Württemberg). Organische Leuchtdioden, die aus hauchdünnen organischen halbleitenden Materialien bestehen, verbrauchen deutlich weniger Strom als traditionelle anor-

¹⁷ M. Orcutt: The Secret Inside the New iPad. MIT Technology Review, VOL. 117 NO. 1 (January/February 2014)

¹⁸ M. Orcutt: The Secret Inside the New iPad. MIT Technology Review, VOL. 117 NO. 1 (January/February 2014)

ganische Leuchtdioden (LEDs), sie gelten deshalb als „die Lichtspender der Zukunft“¹⁹. Zudem können auf Basis von OLEDs Displays und Monitore hergestellt werden, deren Bildqualität und -schärfe „konkurrenzlos“²⁰ sind und die sehr wenig Strom verbrauchen, da keine Hintergrundbeleuchtung erforderlich ist. Solche OLED-Displays kommen bereits in Smartphones sowie kleinen Fernsehern zum Einsatz. Laut Dieter Manz, Vorstandsvorsitzender und Gründer des gleichnamigen Unternehmens, werde „der Anteil der OLED-Technologie im Displaymarkt [...] weltweit rasant zunehmen“²¹.

Organische
Leuchtdioden gelten
als Lichtspender der
Zukunft

Allerdings bleibt die Produktion großflächiger OLEDs (wie sie zum Beispiel für große Displays bzw. Raumbeleuchtung notwendig wäre) aufgrund der noch sehr hohen Ausschussrate sehr teuer. Hier setzen Aixtron SE und die Manz AG an. Beide Unternehmen bringen weitreichende Erfahrungen aus der Halbleiterindustrie mit. Zusammen bauen sie nun eine Demonstrationsanlage in Herzogenrath bei Aachen, mit der die effizientere Produktion von großflächigen OLED-Displays bis hin zu einer Größe von 2,3 x 2,5 m möglich werden soll. Das ist zehnmal größer als heute üblich und nah an den heutigen Fertigungsgrößen von LC-Displays, die bei etwa 2,9 x 3,10 m liegen. Bisher konnte auf den von Aixtron gelieferten OLED-Anlagen lediglich eine Stückgröße von 0,6 x 0,72 m hergestellt werden. Bei der von Aixtron SE und der Manz AG gebauten Demonstrationsanlage soll eine von Aixtron patentierte OVPD²²-Prozesstechnologie zum Einsatz kommen, mit der sich extrem homogene optoelektronische Schichten auf einer Glas- oder Kunststoffgrundlage abscheiden lassen. Materia-

¹⁹ W. Kempkens: Demonstrationsanlage für Leuchten und Displays der Zukunft. Ingenieur.de, 09.01.2014, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Maschinen-Anlagenbau/Demonstrationsanlage-fuer-Leuchten-Displays-Zukunft> (abgerufen am 25.04.2014)

²⁰ W. Kempkens: Demonstrationsanlage für Leuchten und Displays der Zukunft. Ingenieur.de, 09.01.2014, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Maschinen-Anlagenbau/Demonstrationsanlage-fuer-Leuchten-Displays-Zukunft> (abgerufen am 25.04.2014)

²¹ W. Kempkens: Demonstrationsanlage für Leuchten und Displays der Zukunft. Ingenieur.de, 09.01.2014, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Maschinen-Anlagenbau/Demonstrationsanlage-fuer-Leuchten-Displays-Zukunft> (abgerufen am 25.04.2014)

²² OVPD steht für „Organic Vapor Phase Deposition“

effizienz und Abscheideraten sind dabei sehr hoch, so dass die Ausschussrate und somit die Fertigungskosten geringer ausfallen. Die Manz AG bringt Erfahrungen und Expertise hinsichtlich der Reinigung und Handhabung großformatiger Glassubstrate sowie der Fertigung von Vakuumanlagen ein und steuert der Demonstrationsanlage Anlageteile im Wert von ca. 4 Mio. Euro bei. Sollte die strategische Partnerschaft zwischen den beiden deutschen Hightechunternehmen zum angestrebten Ziel führen, könnte damit die internationale Position Deutschlands auf dem bis jetzt von asiatischen Ländern dominierenden OLED-Markt gestärkt werden.^{23, 24}

Elektro- und Elektronikabfall als Rohstoffquelle

Die Versorgung von Seltenen Erden ist kritisch und risikobehaftet

Zukunftstechnologien wie die E-Mobilität, die Photovoltaik oder mobile IuK-Technologien treiben die Nachfrage nach Rohstoffen nach oben. Besonders nachgefragt werden Ermetalle, Edelmetalle und Seltene Erden. Für die deutsche Industrie, und insbesondere für die Hightechindustrie, bedeutet das: Langfristig muss vermehrt mit Engpässen gerechnet werden – und dies trotz momentan sinkender Rohstoffpreise. Laut der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) könnte bei vielen Rohstoffen die Nachfrage im Jahre 2030 um ein Vielfaches höher liegen als die heutige Produktion. Erschwerend kommt hinzu, dass Deutschland bei der Rohstoffversorgung zu einem sehr hohen Grad von Importen abhängig ist. Besonders kritisch und risikobehaftet zeigt sich die Situation bei Seltenen Erden, da sie nur in wenigen Abbauregionen auf der Welt gewonnen werden. So kommen fast 95 Prozent der gesamten Weltproduktion an Seltenen Erden aus China. Vor diesem Hintergrund werden das Recycling und die Rückgewinnung von Wertstof-

²³ W. Kempkens: Demonstrationsanlage für Leuchten und Displays der Zukunft. Ingenieur.de, 09.01.2014, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Maschinen-Anlagenbau/Demonstrationsanlage-fuer-Leuchten-Displays-Zukunft> (abgerufen am 25.04.2014)

²⁴ T. Kletschke: Aixtron und Manz bauen OLED-Demo-Anlage bei Aachen. Invidis.de, 14.01.2014, <http://invidis.de/2014/01/technologie-aixtron-und-manz-bauen-oled-demo-anlage-bei-aachen/>, (abgerufen am 25.04.2014)

fen immer wichtiger. Laut Dr. Volker Steinbach, Leiter der Abteilung für Energie- und Mineralische Rohstoffe in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), könne mehr Recycling „einen deutlichen Beitrag zur Verbesserung des Rohstoffangebots in Deutschland leisten“²⁵. Insbesondere Elektronik-Schrott erscheint als die vielversprechende Rohstoffbezugsquelle der Zukunft: Allein in der EU entstehen jährlich ca. 12 Mio. Tonnen an Elektro- und Elektronikschrott – Tendenz steigend. Aus diesem Abfall könnten wichtige Wertstoffe, darunter Seltene Erden, wiedergewonnen werden.

Eine aktuelle Studie von Frost & Sullivan geht für die nächsten Jahre von steigenden Umsätzen beim europäischen Recycling-Markt von Elektro- und Elektronik-Altgeräten aus. Für Deutschland werden sogar „immense Wachstumschancen“²⁶ gesehen. Das Beispiel des Mobiltelefons verdeutlicht das Potenzial: Ein Handy besteht aus mehr als 40 Elementen – davon können bereits heute einige Elemente wie Kupfer, Silber, Gold und Palladium ohne aufwändiges Verfahren zu 95 Prozent zurückgewonnen werden. Allerdings werden erst 18 Prozent der Althandys in Deutschland eingesammelt und der Wiederverwertung zugeführt. Dass sich hier dezidierte Recycling-Maßnahmen lohnen, zeigt das Beispiel Apple: Seit im Oktober 2013 ein Rücknahme-System für Altgeräte eingeführt wurde, können laut dem Unternehmen fast 90 Prozent der Wertstoffe gemessen am Gewicht der Geräte zurückgewonnen werden.²⁷

²⁵ E. Gaude: Recycling von Rohstoffen wird immer wichtiger. Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., 15.01.2014, http://www.bvse.de/2/7134/Recycling_von_Rohstoffen_wird_immer_wichtiger (abgerufen am 25.04.2014)

²⁶ E. Gaude: Recycling von Rohstoffen wird immer wichtiger. Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., 15.01.2014, http://www.bvse.de/2/7134/Recycling_von_Rohstoffen_wird_immer_wichtiger (abgerufen am 25.04.2014)

²⁷ E. Gaude: Recycling von Rohstoffen wird immer wichtiger. Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., 15.01.2014, http://www.bvse.de/2/7134/Recycling_von_Rohstoffen_wird_immer_wichtiger (abgerufen am 25.04.2014)

3D-Druck und Ressourceneffizienz

Produkte an Ort und Stelle herzustellen, wo sie gebraucht werden, und mit so wenig Rohstoffen, wie tatsächlich notwendig: 3D-Drucker machen das im Prinzip möglich. Auf Basis digitaler Konstruktionspläne ermöglichen 3D-Drucker die additive Fertigung der gewünschten Produkte – meist aus Kunststoffen und Metallen sowie Bindemitteln. Unter additiver Fertigung wird das „computergestützte, schichtweise Zusammenfügen von Materialien zu dreidimensionalen Produkten“²⁸ verstanden. Seit Jahren wird medienwirksam über das Potenzial von 3D-Druckern diskutiert. Von einer „industriellen Revolution“ ist sogar manchmal die Rede. Fakt ist: Tatsächlich verbucht der 3D-Druck hohe Wachstumsraten und im Prinzip sind die möglichen Anwendungsgebiete zahlreich – von der Medizintechnik bis hin zur Automobil- oder Luftfahrtindustrie.²⁹

3D-Drucker könnten unseren Umgang mit Ressourcen revolutionieren

3D-Drucker: Mittel zur Bekämpfung des Klimawandels?

Nun hat die Verheißung des 3D-Druckers Experten eines amerikanischen Think Tanks, des Center for Climate and Security (CCS), zu der radikalen These verleitet: 3D-Drucker sind ein Mittel zur Bekämpfung des Klimawandels. In einer aktuellen Studie führen die Experten Argumente dafür an, wie 3D-Drucker helfen könnten, den Klimawandel einerseits zu verlangsamen und andererseits dessen Folgen besser zu bewältigen. Wenn der Transport der Produkte vom Produzenten zum Konsumenten entfällt, trägt das erheblich dazu bei, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren, so eines der angeführten Argumente. Tatsächlich stellt der Gütertransport, laut einer Schätzung des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik, mit knapp sechs Prozent des

²⁸ R. Klupsch: 3D-Drucker: Hype oder Chance? Informationsdienst Wissenschaft, 27.02.2014, <http://idw-online.de/pages/de/news575263> (abgerufen am 25.04.2014)

²⁹ R. Klupsch: 3D-Drucker: Hype oder Chance? Informationsdienst Wissenschaft, 27.02.2014, <http://idw-online.de/pages/de/news575263> (abgerufen am 25.04.2014)

weltweiten Ausstoßes von Treibhausgasen den viertgrößten CO₂-Produzenten dar.

Auch könnten 3D-Drucker unseren Umgang mit Ressourcen revolutionieren: Da nur so viel Ausgangsmaterial eingesetzt wird, wie tatsächlich erfordert, werden Ressourcen (Rohstoffe und Energie) geschont. Laut den Experten des CCS könnten 3D-Drucker zudem helfen, in Krisengebieten, selbst in abgelegenen, schwer zugänglichen Regionen, benötigte Produkte direkt vor Ort herzustellen – unabhängig von Zufahrts- und Versorgungswegen. Was das US-Militär bereits in Afghanistan erfolgreich praktiziert, käme auch bei Naturkatastrophen wie Überschwemmungen in Frage. Somit wären die schädlichen Folgen des Klimawandels dank des Einsatzes von 3D-Druckern für die Menschen vor Ort einfacher zu bewältigen. Schließlich könnten 3D-Drucker die weltweiten Handels- und Produktionsmechanismen revolutionieren: Nicht mehr mit Produkten, die von einem Ort zum anderen transportiert werden müssen, würde gehandelt, sondern lediglich mit digitalen Druckplänen. Somit würden Produktionsausfälle – egal aus welchem Grund – bei einem Zulieferer keinen Einfluss mehr auf die Produktion dessen Kunden ausüben. Weltweite Abhängigkeiten in der Produktion würden daher reduziert.

Zwar klingen die Argumente der amerikanischen Experten vielversprechend – Risiken bzw. Nachteile birgt die Umstellung der Produktion auf 3D-Drucker dennoch: Erstens haben erst wenige Menschen Zugang zu 3D-Druckern – erst recht in armen Regionen der Welt. Zweitens entstehen neue Formen der Abhängigkeiten: Wenn nicht mehr der Gütertransport relevant ist, sondern die digitale Übertragung von Druckplänen, kommt digitalen Infrastrukturen und Internetverbindungen eine immer kritischere Bedeutung zu. Drittens müssten, um den tatsächlichen Beitrag des 3D-Druckers zur Bekämpfung des Klimawandels einzuschätzen, der Transport der benötigten Druckmaterialien sowie

der Energieeinsatz berücksichtigt werden. Schließlich lässt sich ein möglicher „Rebound-Effekt“ beim 3D-Drucker nicht von vorneherein ausschließen: Wenn jeder einfach und direkt vor Ort Produkte herstellen kann, ist es gut möglich, dass erst einmal mehr und unnötige Produkte hergestellt werden – mit negativen Auswirkungen auf die Umweltbilanz der 3D-Drucker im Allgemeinen.³⁰

3D-Drucker: Hype oder Chance?

Diese noch unklare Umweltbilanz des 3D-Drucks stellt genau das Thema einer aktuellen Studie des Öko-Instituts dar, die im Auftrag der Fraktion „Die Grünen/Europäische Freie Allianz“ im Europäischen Parlament durchgeführt wurde. Werden 3D-Drucker tatsächlich zu Einsparungen beim Material- und Energieverbrauch führen oder werden im Gegenteil mehr Rohstoffe verbraucht, weil Produkte z. B. nicht mehr aus (nachwachsendem) Holz produziert, sondern aus Kunststoffen gedruckt werden? Wird der 3D-Druck tatsächlich weniger Energieeinsatz erfordern, als durch den Wegfall von Transport und Lagerhaltung von Produkten eingespart werden kann?

Laut Dr. Hartmut Stahl, Experte für Stoffstromanalysen am Öko-Institut und Mitautor der Studie, seien „gerade bei der Bewertung des Umweltpotenzials für den Klima- und Ressourcenschutz [...] noch viele Fragen offen“³¹. Ferner sei das Verhalten von Konsumenten schwer einzuschätzen: Wird möglicherweise die Nutzungsdauer von Produkten kürzer, wenn sich jeder problemlos und schnell ein neues Produkt drucken kann? Dies würde sowohl zu einem höheren Materialverbrauch führen als auch erhöhte Anforderungen an das Recycling von Produkten stellen. Laut den Forschern des Öko-Instituts sind weitere Analysen notwendig, um

³⁰ P. Moser: 3D-Drucker: So könnten sie helfen, das Klima zu schützen. Wirtschaftswoche online, 25.02.2014, <http://green.wivo.de/3d-drucker-retten-uns-klimawandel/> (abgerufen am 25.04.2014)

³¹ R. Klupsch: 3D-Drucker: Hype oder Chance?. Informationsdienst Wissenschaft, 27.02.2014, <http://idw-online.de/pages/de/news575263> (abgerufen am 25.04.2014)

Vor- und Nachteile des 3D-Druckens abzuwägen. Denkbar sei, dass sich die Umweltbilanz je nach Branche stark unterscheidet. So können sich die Forscher beispielsweise gut vorstellen, dass der 3D-Druck von Fertigungsteilen in der Luftfahrt tatsächlich zu Ressourceneinsparungen führt, wenn die gedruckten Teile - im Vergleich zu bis jetzt üblicherweise eingesetzten Teilen - eine Reduzierung des Treibstoffverbrauchs ermöglichen.³²

³² R. Klupsch: 3D-Drucker: Hype oder Chance?. Informationsdienst Wissenschaft, 27.02.2014, <http://idw-online.de/pages/de/news575263> (abgerufen am 25.04.2014)

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