

SmartGrid-Control: IT- und ET-Kopplung an einem realen Industrie-4.0-Lernsystem

Abstract

Smart Grid stellt, verbunden mit dem Anspruch der Nachhaltigkeit, ein Zukunftsfeld dar. Um die Stabilität der Netze sicherzustellen, müssen künftig Stromerzeuger, Netzbetreiber und Verbraucher viel enger miteinander kommunikativ vernetzt werden als bisher. Die Vernetzungsstrategie muss in der beruflichen Bildung vermittelt werden. Dazu entwickeln Technische Assistenten Elektrotechnik am Leo-Sympher-Berufskolleg Minden (LSBK) aktuell das Industrie-4.0-Lernszenario „SmartGrid-Control“. Neben diesem technischen Lernszenario stellt es gleichzeitig ein umweltpolitisches Lernszenario dar, in dem das nachhaltige Zusammenwirken künftiger Smart-Grid-Energienetze mit bewusstem Verbraucherverhalten „anschaulich und begreifbar“ in einem interaktiven, d. h. vom Nutzer beeinflussbaren, Prozess nicht nur für angehende Elektrofachkräfte erfahrbar wird. (1)

1 Intelligente Steuerung für regenerative Energieversorgung

Jahrzehntelang war es gelebte Praxis, den preiswerten Strom aus der Steckdose ohne Nachdenken zu benutzen. Doch mit dem Aufbau regenerativer statt nuklearer Energieerzeugung ist zuerst einmal der auch wegen der EEG-Umlage (Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, Kurztitel Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG) gestiegene Strompreis beim Verbraucher angekommen. Aber statt den Verbrauchern Hilfestellung und Mut zum aktiven kostensenkenden Energiesparen zu vermitteln, fordern Verbraucherschützer trotz des hohen Wirkungsgrads lieber die Abkehr von Offshore-Windanlagen. Damit zeigen sie deutlich, dass die Akzeptanz der Energiewende noch längst keine Selbstverständlichkeit geworden ist, obwohl die Atomkraftwerke weiterhin jedes Jahr etwa 12.000 Tonnen hochradioaktiven Müll erzeugen, für den es bisher kein Endlager gibt.

Generell haben wir alle ein hohes Maß an Umweltbewusstsein. Im Einzelnen mangelt es aber offensichtlich an der Bereitschaft zur persönlichen Verhaltensänderung, die einen wichtigen Beitrag liefern würde, auch wenn jeder nur ein kleiner Teil eines zusammengefasst riesigen ökologischen Gesamtsystems ist.

„Es muss ein mentaler Wandel in den Köpfen der Menschen etabliert werden, damit sie mehrheitlich bereit sind, Tag für Tag ihren persönlichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Und genau diese womöglich nur sehr kleinen persönlichen Verhaltensänderungen sind dringend notwendig, damit der längst nicht mehr aufzuhaltende Klimawandel auf erträgliche Werte begrenzt wird.“ Dieses Statement von Prof. Dr. GERHARD DE HAAN, Vorsitzender des Nationalkomitees der UN-Dekade Deutschland, anlässlich der Fachtagung „Prima Klima?! – Ideen und Konzepte für nordrhein-westfälische Schulen zum Klimawandel“ im Gustav-Stresemann-Institut Bonn am 07.11.2007, ist seit nunmehr sechs Jahren Richtschnur für das Handeln am LSBK im Rahmen der „Schule der Zukunft in NRW“-Aktivitäten.

Doch wie sag ich’s meinem Kinde, respektive dem Auszubildenden, und zwar so, dass auch die jetzige Generation der Auszubildenden sich nachhaltig daran beteiligt, die eigene Zukunft umweltträglich zu gestalten? Diese rhetorische Frage macht deutlich, dass ein erhobener Zeigefinger oder die Informationsflut im Netz allein noch keine Lösung produzieren. Gefragt sind pädagogische Lösungen, die visuell und haptisch unterstützt im beruflichen (Ausbildungs-)Alltag getreu dem Motto „Zukunftsvisionen schon heute real erlebbar machen“ integriert werden können.

Smart Grid – die Koppelstelle zwischen Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie mit dem Anspruch der Nachhaltigkeit – stellt ein solches Zukunftsfeld dar. Um die Stabilität der Netze bei wachsendem Anteil regenerativer und damit fluktuierender Energien sicherzustellen, müssen künftig Stromerzeuger, Netzbetreiber und Verbraucher viel enger miteinander kommunikativ vernetzt werden als bisher. Zur Vermittlung von Überblickswissen und mehr dient jetzt das von den Technischen Assistenten Elektrotechnik am Leo-Symphor-Berufskolleg Minden realisierte Industrie-4.0-Lernszenario „SmartGrid-Control“.

2 Energie aktiv und pfiffig „be“nutzen

Basis der mehrjährigen stufenweisen Systementwicklung, an der sich nacheinander mehrere Klassen der Technischen Assistenten Elektrotechnik beteiligten, war ein Brainstorming zur Frage der zu verändernden Energienutzung. Als der Strom noch unbeachtet aus der Steckdose kam, war die Nacht-aktive Nutzung erwünscht, weil tagsüber deutlich mehr Energie verbraucht wurde als in der Nacht. Da jetzt der Anteil der erneuerbaren Energien steigt, ist ein Paradigmenwechsel zur Tag-aktiven Nutzung notwendig, denn Photovoltaik-Anlagen produzieren ihren Strom am Tag. Auch Windenergie ist generell wetterabhängig. Hier hilft nur intelligente Nutzung nach dem Motto: Wenn der Wind weht oder die Sonne scheint – Energienutzung EIN. Dieses aktive Mitdenken und -handeln zum optimierten Einsatz regional erzeugter und verbrauchter Energie wird noch lange Zeit notwendig sein, denn die ausreichende Zwischenspeicherung überschüssiger regenerativer Energie z. B. durch Pumpspeicherkraftwerke (Abb. 1) wird noch lange auf sich warten lassen.

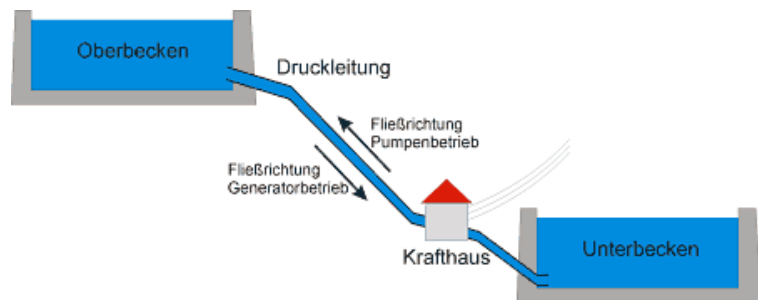


Abb. 1: Schema eines Systems „Pumpspeicherwerk“

Deshalb ist nachhaltiges Handeln verantwortungsbewusster Menschen beim Energiesparen dringend erwünscht:

- Geräte aktiv abschalten statt stand-by,
- Energienutzung für Heiz-, Kühl- und Waschgeräte vorwiegend Tags einschalten bei Sonne/Wind,
- nachhaltiger Umgang mit Lichtenergie durch bewusstes Abschalten bzw. tageslichtabhängiges Dimmen.

Oder anders formuliert: Aus Energie passiv nutzen wird Energie intelligent bzw. pfiffig „be“nutzen = Smart Energy. Und so stand es am 08.06.2012 bei Spiegel-Online im Netz:

„Die Energiewende könnte viel effizienter sein: Laut einer Studie, die SPIEGEL ONLINE vorliegt, würde der Strombedarf zu bestimmten Tageszeiten deutlich sinken – wenn man Netze, Fabriken und Haushaltsgeräte mit moderner Kommunikationstechnologie aufrüstet. (...)

Denn auch die Stromversorgung schwankt immer stärker, je mehr Solar- und Windanlagen ans Netz gehen. Anders als zum Beispiel Kohlekraftwerke liefern diese nur dann Strom, wenn die Sonne scheint und der Wind weht. Das Stromnetz der Zukunft soll diese Schwankungen mittels moderner Kommunikationstechnologie ausgleichen: Ein Kühlhaus etwa soll mit voller Kraft arbeiten, wenn das Stromangebot besonders hoch ist. Sinkt das Angebot, kann es sich eine Weile abschalten und Energie sparen, so lange, bis sich die Temperatur einem zulässigen Höchstwert nähert.“ (Schulz 2012)

Unter dem Slogan „SmartStart“ wirbt die Gütersloher Firma Miele & Cie. KG für Haushaltsgeräte, die eine Kopplung von Energieangebot und Energieverbrauch zulassen:

„Im Rahmen des intelligenten Stromnetzes, dem Smart Grid, werden Strompreise angeboten, die im Tagesverlauf variieren. Smart Grid-fähige Hausgeräte können automatisch zu einer Zeit gestartet werden, wenn der Strom zu günstigen Preisen im Netz verfügbar ist. Diese SmartStart-Funktion von Miele ermöglicht mit Hilfe eines digitalen Stromzählers (Smart Meter) Ihres Energieversorgers die einfache Umsetzung solcher Tarifoptionen.“ (MIELE 2013)

Zudem hat die Bundesregierung 2012 eine „Verordnung zu abschaltbaren Lasten“ auf den Weg gebracht. Sie bezieht sich auf solche Unternehmen, die rund um die Uhr Strom in erheblichen Mengen verbrauchen und gleichzeitig in der Lage sind, ohne nachteilige Eingriffe in ihren Produktionsprozess kurzfristig ihre Verbrauchsleistung zu reduzieren oder nahezu komplett einzustellen. Diese Lastmanagement-Möglichkeiten, den Stromverbrauch zu verringern (d. h., Lasten abzuschalten), sollen zukünftig die Übertragungsnetzbetreiber nutzen können, um so die Stromnetze bei z. B. wetterbedingten Energie-Unterangeboten zu stabilisieren. (vgl. SCHEVEN/PRELLE 2012)

3 SmartGrid-Control: Energiemix mit Pumpspeicherwerk

3.1 Automatisierungstechnik zur Umsetzungsoptimierung

Beruflichkeit ist funktional betrachtet ein Produkt der gesellschaftlichen Arbeitsteilung: Die übergroße Vielfalt möglicher Arbeitsanforderungen und Qualifikationsprofile in ausdifferenzierten Gesellschaften wird auf eine Anzahl standardisierter Berufsbilder reduziert. Das erleichtert Arbeitgebern und Arbeitnehmern die Orientierung auf dem Arbeitsmarkt.

Wenn also der Beruf eine dauerhafte, auf Spezialisierung der Fähigkeiten und Kompetenzen beruhende Form der Bereitstellung von Arbeitsvermögen ist und Fachlichkeit das Kriterium für die Qualität der immanenten Fertigkeiten und Kenntnisse, welche Profilbildung in Beruflichkeit und Fachlichkeit braucht dann die Industrie 4.0 z. B. für den Aufbau der notwendigen Kombikraftwerk-Technologie?

Die Wege zu solchen Profilbildungen im Rahmen beruflicher Ausbildung werden vielfältig sein. SmartGrid-Control stellt als einen ersten Schritt dazu als „Schule-der-Zukunft“-Lernsystem das Zukunftsfeld regenerativer Energieversorgung vor, in dem dezentrale ET- und IT-Systeme hier beispielhaft funkgekoppelt zu einem intelligenten Gesamtsystem zusammenwachsen.

3.2 Systemkonzeption

Das SmartGrid-Control-System umfasst zentral die IT-gesteuerte Vernetzung (Energy Intelligence System, Fa. ADIRO) eines simulierten Gas-Kraftwerks sowie interaktive Wind- und Sonnenenergieerzeugung mit energie-effizient leistungsgesteuerten Verbrauchern (Pulsweiten-Modulation) einerseits und eine funkgekoppelte SPS-Steuerung für ein 3-Liter-Pumpspeicherwerk-Modell andererseits. Das SPS-Programm errechnet und realisiert autonom agierend aus den IT-Daten flexibel und intelligent optimale Speicherwerk- und Netz-Bedingungen.

Das System wurde in einem dreijährigen Entwicklungsverfahren von Oberstufe-Klassen im Zusammenspiel von Theorieunterricht zur Entwicklung und Fachpraxisunterricht zur eigenständigen Realisierung aufgebaut. Die Systemcollage (Abb. 2) zeigt die integrierten ET-Subsysteme:

- verstellbarer Windsimulator und Windrad-Generator mit analoger Kennlinienanpassung für Einheitssignal 0 bis 10 V,
- verstellbarer Sonnenlichtsimulator und Photovoltaik-Zelle,
- Lastsystem Förderpumpe mit energieeffizienter Pulsweitesimulation PWM und direkt gekoppelter Oszilloskop-Anzeige,
- Ampelleuchte zur Darstellung des aktuellen SmartGrid-Energiestandes gut (grün), Mangel (rot), Überschuss (gelb),

- funkverbundene SPS-Steuerung mit realem 3-Liter-Pumpspeicherwerk-Modell, die autonom agierend aus den IT-Netzdaten flexibel und intelligent optimale Speicherwerk- und Netz-Bedingungen errechnet und realisiert. Zentrale Komponenten sind dabei die Pumpe und die Schaufelrad-Turbine.

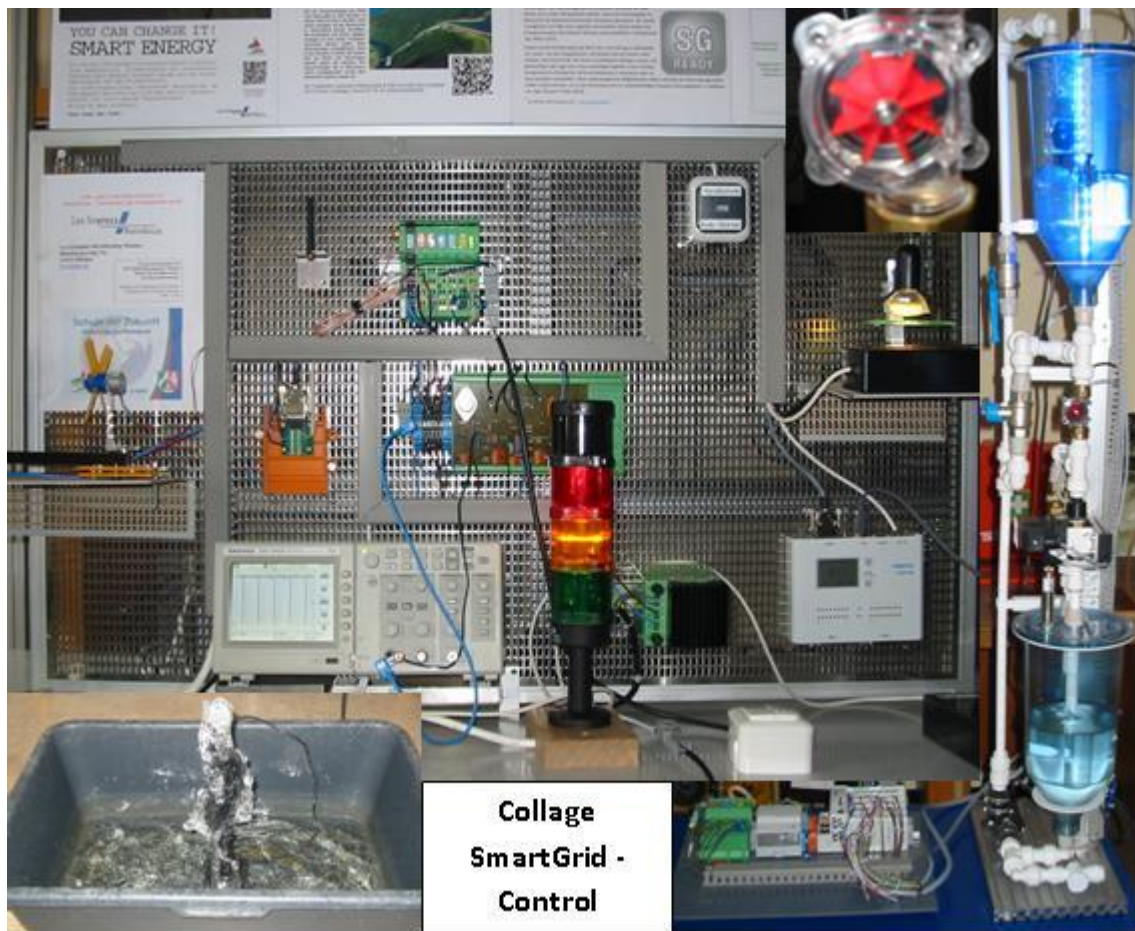


Abb. 2: Systemcollage „SmartGrid-Control“

3.3 Industrie 4.0: Kombikraftwerk durch ET-/IT-Kopplung

Intelligentes Herz der Anlage ist das von Fa. ADIRO entwickelte „Energy Intelligence System EIS“ (Abb. 3). Das System empfängt die oben beschriebenen Einheitssignale der Subsysteme über die EASY-Box der Fa. Festo mittels USB-Kopplung. Es berechnet mit ergänzender Kraftwerksimulation wie z. B. einer bedarfsabhängigen Gasturbine den aktuellen Energiemix-Status und liefert dabei die notwendigen Regeldaten hier per Funk an das autonome Pumpspeicherwerk. Dabei wird das reale Pumpspeicherwerk-Niveau rückgekoppelt und exakt auf der Simulationsfläche im EIS abgebildet. Im Handmodus können zudem geeignete Pumpspeicherwerk-Funktionen in Abhängigkeit vom Statusampel-Lichtsignal auch von Lernenden per Taster-Funktion realisiert werden. Das interaktive Zusammenspiel mit verstellbaren Energieerzeugern (Potentiometer für variable Wind- und Sonnensimulation) und virtuellem Wasserkocher verdeutlicht dabei den Lernenden die Stabilitätsproblematik im Kontext der Kombikraftwerke.

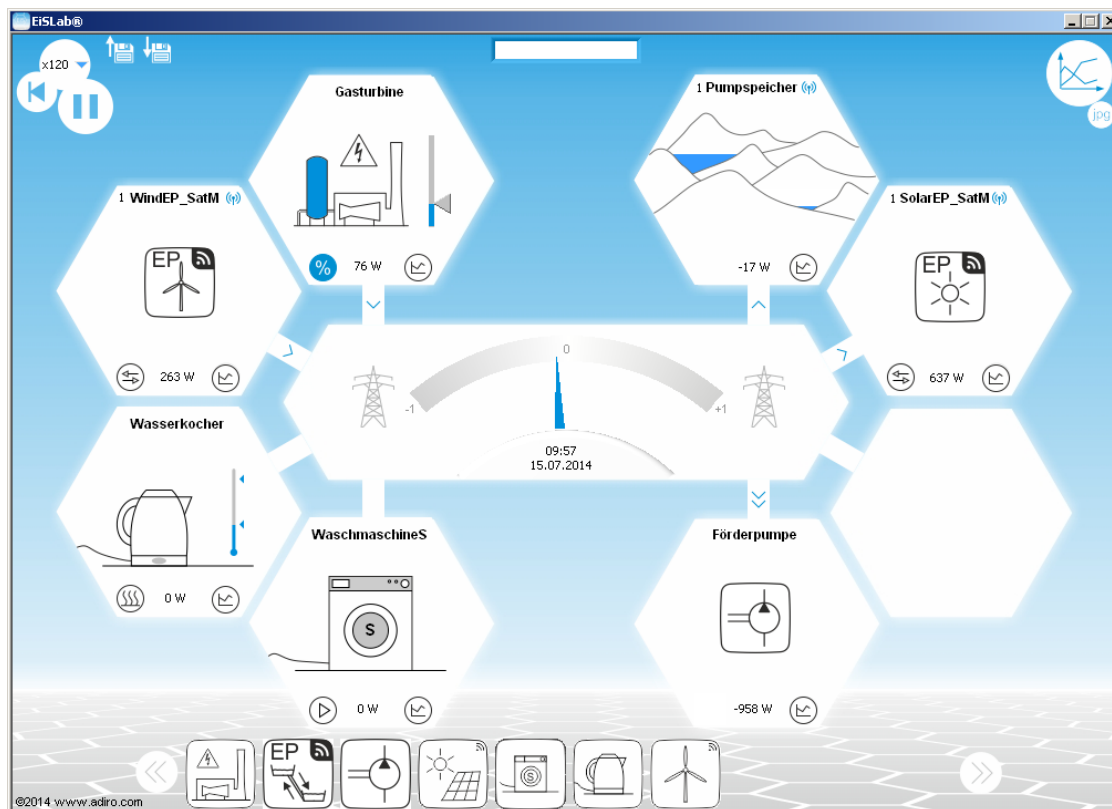


Abb. 3: Energy Intelligence System (EIS)

Das verantwortungsbewusste Verbraucherverhalten wird zudem durch die integrierte Waschmaschine angesprochen. Sie wurde mit einer „SmartStart“-Funktion ausgestattet, d. h., sie startet nach dem Einschalten ihr Waschprogramm mit zeitgesteuerten unterschiedlichen Energieverbräuchen erst, wenn eine ausreichende Energieeinspeisung gegeben ist (vgl. ADIRO 2014).

4 Ausblick und Transfer

Das real erstellte SmartGrid-Control-Projekt zur Energiewende dient auch allen dualen Elektroklassen im LSBK als Lernanlage. Es fungiert zudem als von Schülerinnen und Schülern begleitetes Ausstellungsprojekt auf Klima-Messen etc. der Region. Mehrfach wurde es öffentlich präsentiert, z. B. auf den „9. Holztagen Mindenerwald“ des Kreises Minden-Lübbecke mit den Sonderthemen „Umwelt“ und „Energie“ im März 2014. Dabei wurde den angehenden Elektrofachleuten im Rahmen ihres „Messestand-Schichtdienstes“ schnell klar, dass der Aufruf zum bewussten Energieverhalten zwar in aller Munde, aber die Anzahl der Menschen, die sich zu diesem Thema konkret informieren wollen, dennoch relativ klein ist.

SmartGrid-Control diente zudem im Juni 2014 als Lernträger an den Projekttagen der Mindener Kurt-Tucholsky-Gesamtschule im Rahmen des von der Deutschen UNESCO-Kommission offiziell anerkannten Bildungsprojektes der Stadt Minden „Klima für Energiewandel – eine Herausforderung“ (vgl. BNE MINDEN 2013).

Im Herbst 2012 entstand eine Kooperation zu den Schülerinnen und Schülern der Technischen Assistenten-Klassen der Gestaltungstechnik im LSBK. Die Schüler/-innen entwickelten nach einer Systemdemonstration Plakate, die anregen sollen, persönlich entsprechend den Anforderungen an „SmartEnergy“ zu handeln. Die Ausrichtung erfolgte auf die Zielgruppe junger Menschen. Dementsprechend wurde ein QR-Code integriert, der über ein Smartphone den direkten informativen Zugriff auf die AGENDA21-Seite des LSBK vermittelt. Die aktuellen Aktivitäten

rund um die SmartGrid-Problematik können somit direkt aufgerufen werden. (LSBK MINDEN 2014)

Seit 2003 läuft im Rahmen der AGENDA21-Aktivitäten am Leo-Symphor-Berufskolleg Minden das vom Fachbereich Elektrotechnik initiierte „Lokale Aktionsprogramm für die nachhaltige Entwicklung von umweltentlastenden Verhaltensweisen durch Energieeffizienz in Industriellen Prozessen & Haushalts-Anwendungen“ (vgl. GEFFERT 2006). Es wird in der aktuellen 4. NRW-Landeskampagne „Schule der Zukunft“ bis Ende 2014 vom Anspruch „YOU CAN CHANGE IT! SMART ENERGY“ geprägt und dabei auf „Smarte Energielandschaften“ erweitert. Anfragen an den Fachbereich sind erwünscht unter e-elektro@lsbk.de.



Anmerkung

(1) Die Anlage steht allen Auszubildenden im LSBK als nachhaltiges Lehr- und Lernobjekt zur Verfügung. Darüber hinaus wird sie u. a. bei der Kooperation mit der Mindener BNE-Bildungskampagne „Klima für Energiewandel – eine Herausforderung“ eingesetzt (BNE MINDEN 2013).

SmartGrid-Control wurde im März 2014 während eines „Abends der Nachhaltigkeit“ vor 300 Gästen durch Jurysprecher Dr. HEINRICH BOTTERMANN, Generalsekretär der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, mit dem Nachhaltigkeitspreis der Umweltstiftung der ostwestfälischen Wirtschaft ausgezeichnet.

Literatur

- ADIRO (2014): Online: <http://www.adiro.com/de/lernsysteme/software/index.php> (03.07.2014)
- BNE MINDEN (2013): Online: <http://www.minden.de/internet/page.php?typ=2&site=7000657> (03.07.2014)
- GEFFERT, R. (2006): „Agenda 21 in der Schule“ – Lehren & Lernen für eine nachhaltige Entwicklung von umweltentlastenden Verhaltensweisen im Beruf und im Privatleben. In: lernen & lehren, Sonderheft 2, S. 43-48
- LSBK MINDEN (2014): Online: http://www.lsbk.de/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=100003 (03.07.2014)
- MIELE (2013): Online: http://www.miele.de/de/haushalt/produkte/44669_44674.htm (03.07.2014)
- VON SCHEVEN, A./PRELLE, M. (2012): Lastmanagement-Potentiale der stromintensiven Industrie. Online: <http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanale/erneuerbareenergien/articles/384615> (03.07.2014)
- SCHULZ, S. (2012): Intelligente Systeme können Stromverbrauch drastisch senken. <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/smart-grid-kann-nachfrage-nach-strom-energie-drastisch-senken-a-837517.html> (03.07.2014)

Autor

GEFFERT, REINHARD

StD, Dipl.-Berufspäd. Dipl.-Ing. (FH), Leo-Symphor-Berufskolleg Minden,
E-Mail: r.geffert@t-online.de