

---

## **Regenerative Energien nachhaltig "be"nutzen: Smart Energy**

---

### **Abstract**

Die Nutzung elektrischer Energie zu jeder Zeit ist in Deutschland eine Selbstverständlichkeit; denn „Bei uns kommt der Strom aus der Steckdose!“. Doch das muss sich jetzt ändern: Atomkraftwerke abschalten erfordert auch, aktiv Strom zu sparen. Und es wird der Anspruch gestellt, mit den wetterbedingt zeitlich nur noch ungleichmäßig verteilt zur Verfügung stehenden Energieangeboten optimal umzugehen. Strom-Erzeugung mit erneuerbaren Energien, ihre Übertragung und der Verbrauch müssen deshalb intelligent verknüpft werden mit aktivem Stromsparen wie z.B. durch tageslichtabhängige Beleuchtung und dadurch, dass z.B. Kühl-, Heiz- und Waschsyste me möglichst nur bei Sonne oder Wind eingeschaltet werden. Damit wird aus dem passiven Nutzen das aktive Benutzen elektrischer Energie.

Schüler der Technischen Assistenten-Klassen der Elektrotechnik am Leo-Symphor-Berufskolleg Minden (LSBK) entwickelten dazu ein Beispiel-Projekt für intelligenten Energieeinsatz: „Smart Energy für solare Wasserspiele“. Die dabei eingesetzte Wasserspiel-Pumpe dient als gut visuell vermittelbares Beispiel für industrielle und haushaltsbezogene Energiesysteme.

Die mit dieser Prozesstechnologie mögliche Optimierung der Energieeffizienz und -nutzung entspricht somit dem aktuellen beruflichen Bildungsziel, „dass die jetzige Generation der Auszubildenden sich nachhaltig daran beteiligt, die eigene Zukunft erträglich zu gestalten“. (vgl. LSBK MINDEN 2013)

## **1 Herausforderung Energiewende**

„Wozu Kraftwerke? Bei uns kommt der Strom aus der Steckdose!“

Dieser vielzitierte Kalauer beschreibt das Grundgefühl vieler Menschen, das auf der tagtäglich erlebten hohen Versorgungssicherheit mit elektrischer Energie basiert. In Deutschland ist die Gewährleistung eines sicheren Systembetriebs nach §12 Energiewirtschaftsgesetz die Aufgabe der Netzbetreiber. Dabei dient als Maß für die Zuverlässigkeit der Stromversorgung die durchschnittliche Nichtverfügbarkeit. Dies sind die Jahresminuten, während derer die Haushalte nicht mit Elektrizität versorgt werden. Im Jahre 2011 zeigte dieser Wert für Deutschland mit ca. 15 Minuten ein gewohnt hohes Zuverlässigkeitsniveau, in Frankreich betrug er z.B. mehr als 1 Stunde.

Doch mit der Energiewende und der damit verbundenen Abschaltung aller Atomkraftwerke ab 2020 wird sich die Verfügbarkeit nicht mehr nur aus der Netzsicherheit ergeben, sondern auch aus der Erzeugungssicherheit; denn der starke Zubau der erneuerbaren Energie erhöht zwar die Erzeugungskapazitäten, bringt aber aufgrund der schwankenden Produktion auch Schwierigkeiten bei der Erzeugungssicherheit. Damit aber tritt das längst im Hintergrund ver-

schwundene Problem der Energienutzung zurück in den Focus des täglichen Lebens mit der Fragestellung: Was kann jeder Mensch persönlich zu einer nachhaltigen Energienutzung beitragen?

## **2 Energie benutzen statt nutzen**

### **2.1 Mangel an Bereitschaft zur persönlichen Verhaltensänderung**

Natürlich war es praktisch, den preiswerten Strom aus der Steckdose ohne Nachdenken benutzen zu können. 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. Doch 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 die 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 kleines Teil eines ökologischen Gesamtsystems ist.

### **2.2 Wie sag ich's meinem Kinde?**

„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 7.11.07, ist seit nunmehr 5 Jahren Richtschnur für das Handeln am LSBK im Rahmen der „Schule der Zukunft in NRW“ - Aktivitäten.

Doch wie sag ich's meinem Kinde respektive Azubi - 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 integriert werden können getreu dem Motto: „Zukunftsvisionen schon heute real erlebbar machen“. Da kam das Angebot zur Teilnahme am „German-American Automation Contest 2011“ der Fa. Phoenix Con-

tact Didaktik, Blomberg gerade recht. Integriert in die Ausbildungsinhalte im Fachbereich Elektrotechnik entwickelten Technische Assistenten der Höheren Berufsfachschule Elektrotechnik (Klasse HB9EE1) das Präsentationsmodell „SmartEnergy für solare Wasserspiele“. Lohn der Arbeit war auch die Auszeichnung mit dem zweiten Platz im Wettbewerb.

### 2.3 Energie aktiv und pfiffig „be“nutzen

Basis der Systementwicklung 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 die Tag-aktive Nutzung notwendig; denn Photovoltaik-Anlagen produzieren ihren Strom natürlich am Tag. Windenergie ist generell wetterabhängig. Hier hilft nur intelligente Nutzung nach dem Motto: wenn der Wind weht – 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 Pumpspeicherwerke wird noch lange auf sich warten lassen.

Deshalb ist nachhaltiges Handeln verantwortungsbewusster Menschen beim Energiesparen dringend erwünscht:

- Systemabschaltung statt stand-by,
- Energienutzung für Waschgeräte möglichst nur bei Sonne oder Wind,
- nachhaltiger Umgang mit Lichtenergie durch bewusstes Abschalten.

Oder anders formuliert: Aus Energie passiv nutzen wird Energie intelligent bzw. pfiffig „be“nutzen = SMART ENERGY.

LEO-SYMPHER   
BERUFSKOLLEG



*damit deine Welt  
nicht baden geht*



**SMART ENERGY**

*Energie intelligent sparen und benutzen*

Abb. 1: SmartEnergy - Slogan

### 2.4 Automatisierungstechnik zur Umsetzungs-Optimierung

Energie sparen und Energie effizient nutzen ist notwendig. Automatisierungstechnik kann dabei im Prozess des nachhaltigen Handelns die Aktivitäten verantwortungsbewusster Menschen beim Energiesparen optimal unterstützen.

Als Möglichkeiten erarbeiteten die Schüler:

Smarte Energienutzung

- für Kühl-, Heiz- und Waschgeräte möglichst nur bei Sonne oder Wind
- beim nachhaltigen Umgang mit Lichtenergie durch Präsenzmelder und durch tageslichtabhängiges Dimmen
- bei der Energiedrosselung durch getaktete Energiezufuhr statt durch Wärme-Verluste: Pulsweitenmodulation (PWM) statt Vorwiderstand.

Und als Präsentationsmodell entschieden sie sich für den Aufbau einer Anlage mit smarter Energie-Nutzung möglichst nur bei Sonne oder Wind mit effizienter Energiedrosselung durch Pulsweitenmodulation am Beispiel einer Teichpumpe.

### 3 „SmartEnergy für solare Wasserspiele“

#### 3.1 Systemaufbau

Die Schüler ermittelten als Anforderung, dass der Verbraucher ein technisches System aus der Automatisierungs- und IT-Technik erwartet, das

- sensorgesteuert und energieeffizient arbeitet
- die Erzeugung von Sonnen- und Windenergie und den regionalen Verbrauch rund um die Uhr eng miteinander verbindet.

Inhaltlich wurde dieser Entwicklungs-Anspruch durch vier Lern-Kompetenzbereiche angesprochen und realisiert:

- analoge SPS-Programmierung für Energie-Sensoren und -Management
- digitale SPS-Programmierung für abgeleitete gestufte Pumpenansteuerung
- PWM-Analogtechnik incl. DA-Converter zur SPS-Ankopplung
- Leistungselektronik für Pumpenbetrieb.

Mit diesem von den Schülern im Theorieunterricht entwickelten und im Fachpraxisunterricht realisierten Smart Energy-Konzept wird die ausgewählte 12V- Wasserspiel-Pumpe in Abhängigkeit von vorhandener Sonnenenergie in 7 von der „nanoLine-SPS“ software-gesteuerten Leistungs- bzw. Geschwindigkeitsstufen betrieben (Q0 ... Q2). Dazu wurde eine mehrstufige Eingangs-Tabelle unter Einschluss von Windstärke (Sturm ... Flaute), Sonnenlicht-Helligkeit (sonnig ... dunkel) und zusätzlichem Ein-Taster erstellt. Den 7 Ausgangs-Stufen wurde jeweils eine energie-bezogene wenn ... dann – Beziehung als Grundlage der nanoLine-Programmierung zugeordnet. Bei wenig Sonne und Wind arbeitet das System mit der Leistungsstufe 1 = geringe Wassermenge, bei viel Sonne oder Wind mit der Stufe 7 = hohe Wassersäule. Für Sonder-Anforderungsfälle kann per zeitbezogenem Taster die Stufe 7 jederzeit aktiviert werden.

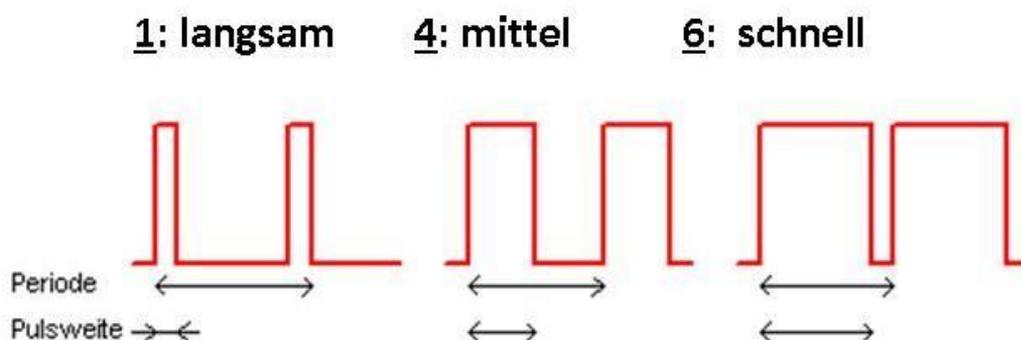


Abb. 2: PWM-gesteuerte Leistungsstufen

Da kein analoges SPS-Ausgangsmodul zur Verfügung stand, wurde die Ansteuerung der Pulsweitenmodulation über einen Digital-Analog-Wandler mit R2R-Widerstandsnetzwerk realisiert. Das PWM-IC (Pulse Width Modulation Control Circuit TL494) steuert dann einen Leistungstransistor als Schalter an.

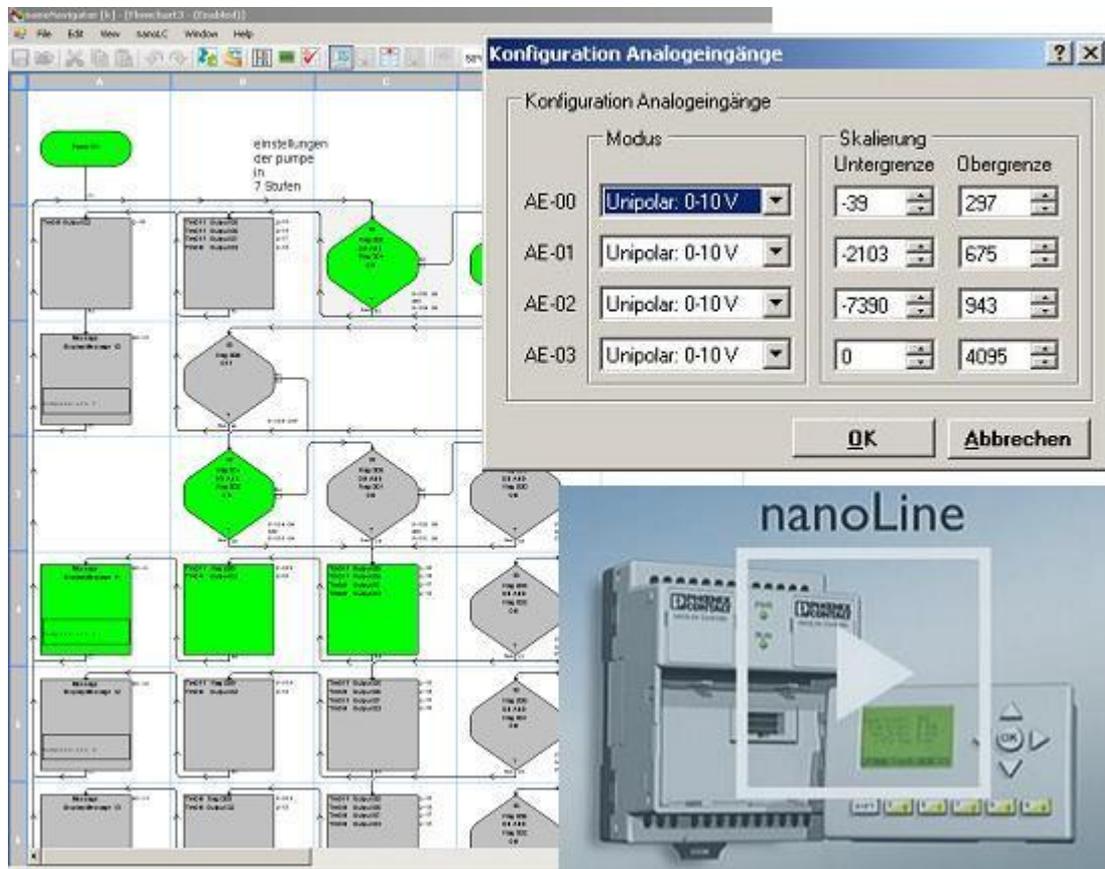


Abb. 3: Auszug aus der nanoLine-Umgebung

### 3.2 Das System als Botschafter für Smart Energy

Das real erstellte Projekt zur Energiewende dient seitdem allen Elektroklassen im LSBK als Lernanlage und als von Schülern begleitetes Ausstellungsprojekt auf Klima-Messen etc. der Region. Es wurde mehrfach öffentlich präsentiert, z.B. 2011 im Rahmen des Mindener Altstadtfestes auf dem dortigen „Markt der Möglichkeiten“ und 2012 auf den „8. Holztagen Mindenerwald“ des Kreises Minden-Lübbecke mit den Sonderthemen Umwelt und Energie. Dabei wurde den angehenden Elektrofachleuten im Rahmen ihres „Messestand-Schichtdienstes“ schnell klar, dass der Aufruf zum Energiesparen zwar in aller Munde ist, aber dass die Anzahl der Menschen, die sich zu diesem Thema konkret informieren wollen, dennoch relativ klein ist.



Abb. 4: Technische Assistenten präsentieren ihr SmartEnergy-Modell

Am 3. Juli 2012 wurde das Leo-Symphor-Berufskolleg Minden zum dritten Mal ausgezeichnet für seine Aktivitäten im Rahmen der nordrhein-westfälischen Landeskampagne "Schule der Zukunft - Bildung für Nachhaltigkeit". Nach realen Systemaufbauten zur Nutzung regenerativer Energien mit busgestützter Datenbank-Kopplung sowie zum Energiesparen mit optimierten Beleuchtungsanlagen stand im Mittelpunkt der dritten Kampagne das Thema „Smart Energy“; denn Atomkraftwerke abschalten erfordert auch aktiv Strom sparen. Das Demonstrationsprojekt zur intelligenten Energiebenutzung wurde von Dr. Beate Scheffler vom Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW und Landrat Dr. Ralf Niermann durch Überreichung von Fahne, Urkunde und Schild zur "Schule der Zukunft" gewürdigt, weil, so Dr. Scheffler, hier gezeigt wurde, „dass Menschen nicht hilflos vor Problemen stehen, sondern dass sie tatkräftig handeln“.

Im Sommer 2012 ersetzten Schüler der Nachfolge-Klasse HB0EE1 das bisher von einem Schiebepotentiometer symbolisierte Windstärke-Signal durch einen Windgenerator und ein Windrad zur symbolischen Windenergiemessung. Außerdem installierten sie eine schaltbare Sonnenlicht-Simulation vor dem Lichtstärke-Sensor. Damit stehen jetzt gut erfassbare Wind- und Sonnenenergie-Sensoren zur Verfügung, die mit jeweils einem Interaktions-Taster durch Wind und Licht real aktiviert werden können.

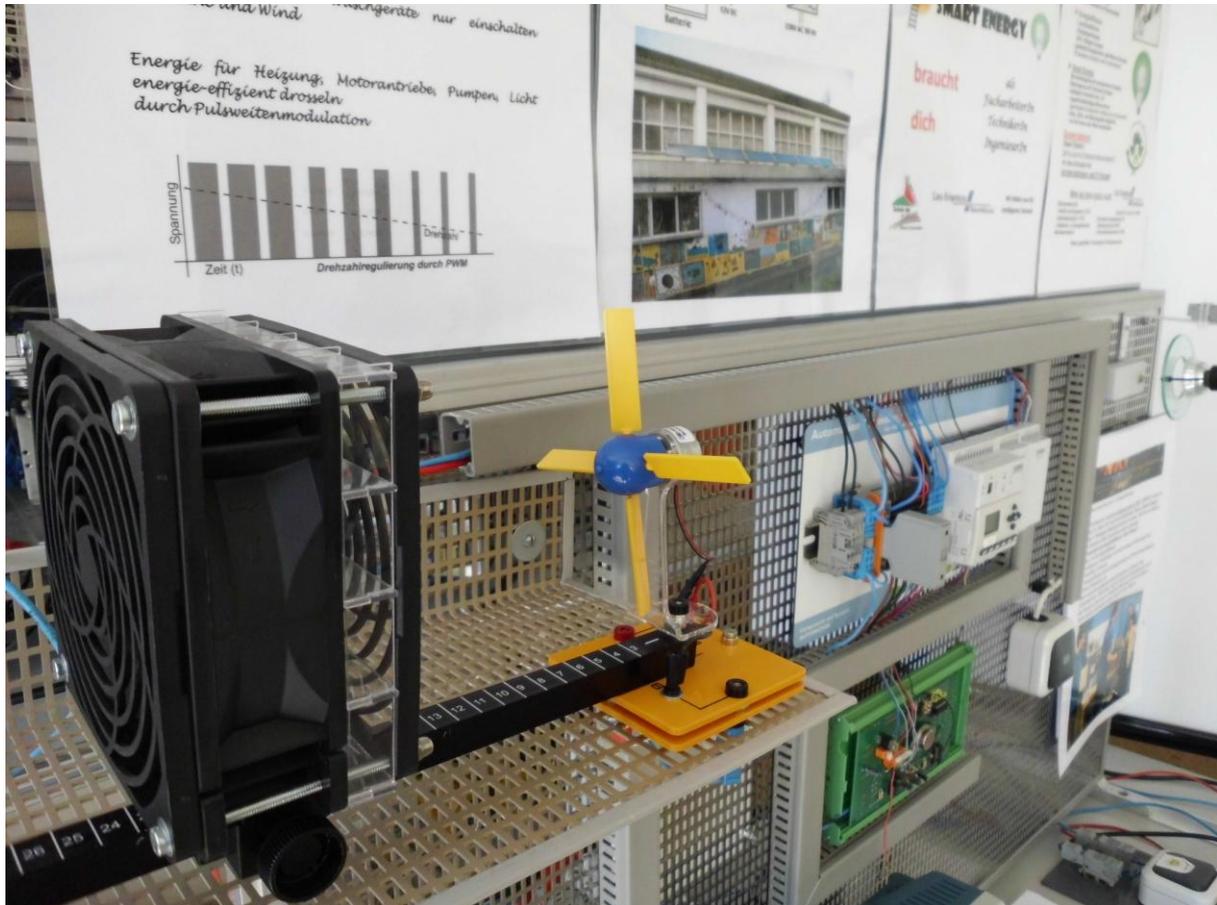


Abb. 5: Ergänzungsbausteine zur interaktiven Wind- und Sonnen-Simulation

Die so erweiterte Demonstrationsanlage „SmartEnergy“ gewann im September 2012 nach einer eintägigen Wettbewerbspräsentation durch die Schüler im Rahmen der Klimawoche Bielefeld den „Bielefelder ECO-Award für Klimaschutz 2012“!

Im März 2013 wurde die Anlage von den Schülern auf der jährlich in Minden stattfindenden Ausbildungsplatz-Börse „go future“ als Umweltinformation und als Ausbildungsanreiz vorgestellt.

### 3.3 Poster als ergänzendes Werbemittel

Im Herbst 2012 entstand eine Kooperation zu den SchülerInnen der Technischen Assistenten-Klassen der Gestaltungstechnik im LSBK. Die SchülerInnen 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. Dabei tritt dies heute gängige technische Informationsmittel als „Lockvogel“ an die Stelle differenzierter Textinformationen direkt auf dem Poster.

Die beteiligten Technischen Assistenten der Elektrotechnik und Gestaltung wählten gemeinsam aus 8 erstellten Plakaten ein „Siegerplakat“ aus. Es wurde im Poster-Wettbewerb der 17. Hochschultage Berufliche Bildung im März 2013 an der Universität Duisburg-Essen präsentiert. Der integrierte Slogan „YOU CAN CHANGE IT! SMART ENERGY“ wurde gleichzeitig zum Leitmotiv des LSBK für die jetzt bestartete vierte NRW-Landeskampagne „Schule der Zukunft“ (2012 – 2014). Es dient zudem als Werbeplakat bei der Beteiligung auf regionalen Veranstaltungen wie bei dem von der Deutschen UNESCO-Kommission offiziell anerkannten BNE-Bildungsprojekt der Stadt Minden "Klima für Energiewandel - eine Herausforderung" [BNE = Bildung für nachhaltige Entwicklung – Weltdekade der Vereinten Nationen 2005 – 2014]. (vgl. BNE MINDEN 2013)

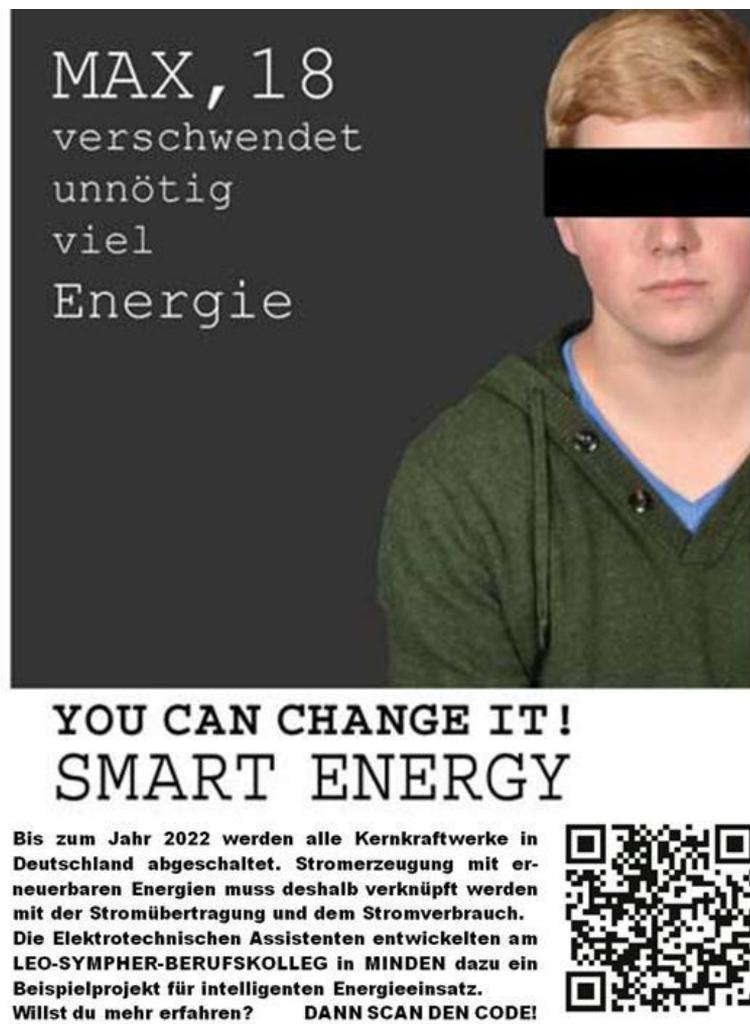


Abb. 6: SmartEnergy-Poster mit QR-Code

## 4 Zukunftstrends für SmartEnergy

### 4.1 Smarte Haushaltsgeräte und abschaltbare Lasten in Firmen

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. Smart Grid-fähige Miele Hausgeräte erkennen Sie an dem SG-Ready-Zeichen.“ (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. VOGEL BUSINESS MEDIA 2013)

#### 4.2 Smartes Energie-Management als berufliche Zukunftsperspektive



##### Infos: Stromnetz, Anteil erneuerbarer Energien

Die Bundesregierung forciert den Einsatz erneuerbarer Energien in Ihrem Energiekonzept. Das Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) sieht eine stufenweise Steigerung der Anteile am Bruttostromverbrauch vor: <sup>1)</sup>

- 2020: 35 %
- 2030: 50 %
- 2050: 80 %

Die Maßnahmen zeigen schon heute Wirkung, der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch lag 2011 bei 20 %. <sup>2)</sup>

Zwangsläufig ergeben sich Probleme im Stromnetz. Wie können Unterschiede zwischen Stromangebot und -nachfrage angeglichen werden?

1) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Energiekonzept, Stand: Oktober 2011  
2) Deutsches Statistisches Bundesamt, Wirtschaftsbereiche, Energie, Erzeugung (vorläufiger Wert)

Abb. 7: EEG-Information

Auch im Ausbildungssektor ist inzwischen die Erneuerbare-Energien-Problematik als Herausforderung für Energiemanagement-Aufgaben angekommen.

So stellt z.B. die Fa. ADIRO Automatisierungstechnik GmbH Esslingen die aktuelle Frage nach Angleichung von Stromangebot und -nachfrage (Abb. 7) und bietet als interaktive Antwort eine Ausbildungs-bezogene Energielandschaft EIS an, die entweder im reinen Simulationsprozess oder im real gekoppelten Soft- und Hardwaremodus betrieben werden kann (Abb. 8). (vgl. ADIRO 2013)

## ■ Energy Intelligence Software: Schalt- und Überwachungszentrale

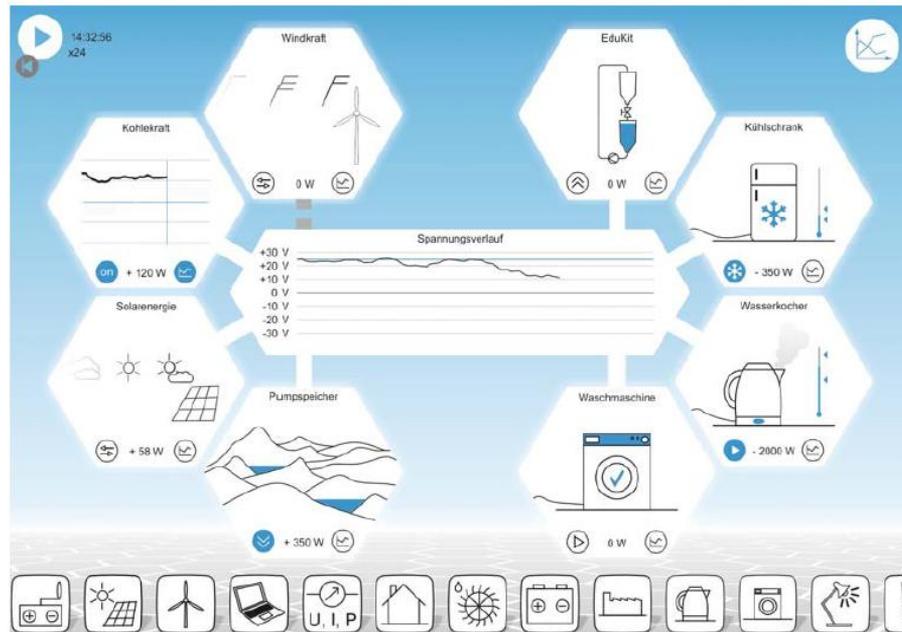


Abb. 8: Smarte Energielandschaft

### 4.3 LSBK-Ausblick und Transferbereitschaft

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 2014 vom Anspruch „YOU CAN CHANGE IT! SMART ENERGY“ geprägt und soll auf „Smarte Energielandschaften“ und „Lastmanagement“ erweitert werden.

Anfragen an den Fachbereich sind erwünscht unter [e-elektro@lsbk.de](mailto:e-elektro@lsbk.de)!



Abb. 9: NRW-Kampagnen-Logo

### Literatur

ADIRO (2013): Online:  
<http://www.adiro.com/de/lernsysteme/software/index.php>

BNE MINDEN (2013) Online:  
<http://www.minden.de/internet/page.php?typ=2&site=7000657>

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 21, Sonder-H 2, 43.

LSBK Minden (2013): Online:

[http://www.lsbk.de/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=100003](http://www.lsbk.de/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=100003)

MIELE (2013): Online:

[http://www.miele.de/de/haushalt/produkte/44669\\_44674.htm](http://www.miele.de/de/haushalt/produkte/44669_44674.htm)

VOGEL BUSINESS MEDIA (2013): Online:

<http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanale/erneuerbareenergien/articles/384615/>

## Der Autor

---



**Dipl.-Berufspäd. Dipl.-Ing. (FH) Reinhard Geffert, StD**

Leo-Symphor-Berufskolleg Minden

E-Mail: [e-elektro \(at\) lsbk.de](mailto:e-elektro@lsbk.de)

Homepage: [www.lsbk.de](http://www.lsbk.de)