



**Guten
Morgen**



**BAG – Fachtagung 2014: Kompetenzentwicklung und Profilbildung
in Beruflichkeit und Fachlichkeit an den Lernorten**

**SmartGrid-Control:
IT- und ET - Kopplung am realen
Pumpspeicherwerk**



Reinhard Geffert
Fachbereich
Elektrotechnik
e-elektro@lsbk.de

**Leo-Sympher-
Berufskolleg Minden
Habsburgerring 53a
32425 Minden
www.lsbk.de**

***BAG – Fachtagung 2014:* Kompetenzentwicklung und Profilbildung
in Beruflichkeit und Fachlichkeit an den Lernorten**

SmartGrid-Control:

IT- und ET - Kopplung am realen
Pumpspeicherwerk



„Die Energie der Zukunft ist nicht nur grün, sie ist auch intelligent“, sagt Dr. Jochen Köckler, Vorstandsmitglied der Deutschen Messe AG. „In Zukunft werden intelligente Stromnetze und Endgeräte miteinander kommunizieren und so ein gewaltiges Energiesparpotenzial zu Tage fördern.“

SmartGrid-Control:

IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk



„Wenn in Zukunft erneuerbare Energien in Kombikraftwerken verknüpft und gesteuert werden, können sie zusammen mit Speichern jederzeit den Bedarf decken und für ein stabiles Netz sorgen“, bilanziert Dr. Kurt Rohrig, stellv. Institutsleiter am Fraunhofer IWES.

SmartGrid-Control:

IT- und ET - Kopplung am realen
Pumpspeicherwerk



Mittlerweile sind Haushaltsgeräte verschiedener Hersteller auf dem Markt, die zu einer Zeit gestartet werden, wenn das Stromangebot im Netz groß ist. Die Geräte ermöglichen mit Hilfe eines digitalen Stromzählers (Smart Meter) des Energieversorgers die einfache Nutzung unterschiedlicher Tarifoptionen .
(MIELE 2013)

SmartGrid-Control:

IT- und ET - Kopplung am realen
Pumpspeicherwerk



**Virtuelle und Kombi-
kraftwerke zeigen: Auch bei
regenerativer Energiever-
sorgung lässt sich die
Spannung im Netz stabil
halten. Auf intelligente
Steuerung kommt es an.**

***BAG – Fachtagung 2014:*
Kompetenzentwicklung und
Profilbildung in Beruflichkeit und
Fachlichkeit an den Lernorten**

SmartGrid-Control:

IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk



BAG – Fachtagung 2014:
Kompetenzentwicklung und
Profilbildung in Beruflichkeit und
Fachlichkeit an den Lernorten

Virtuelle und Kombi-
kraftwerke zeigen: Auch bei
regenerativer Energiever-
sorgung lässt sich die
Spannung im Netz stabil
halten. Auf intelligente
Steuerung kommt es an.
**Wie bitte also geht's zur
Industrie 4.0, den
intelligenten, sich selbst
organisierenden Fabriken /
Kombikraftwerken mit
Internet-Kopplung ?**

SmartGrid-Control:

IT- und ET - Kopplung am realen
Pumpspeicherwerk



BAG – Fachtagung 2014:
Kompetenzentwicklung und
Profilbildung in Beruflichkeit und
Fachlichkeit an den Lernorten

Wie bitte also geht's zur
Industrie 4.0, den
intelligenten, sich selbst
organisierenden Fabriken /
Kombikraftwerken mit
Internet-Kopplung ?

*Industrie 3: SPS- & Bus-
Technologie*

Industrie 2: Fließband

Industrie 1: Dampfmaschine

BAG – Fachtagung 2014:
Kompetenzentwicklung und
Profilbildung in Beruflichkeit und
Fachlichkeit an den Lernorten

Wie bitte also geht's zur
Industrie 4.0, den intelligenten,
sich selbst organisierenden
Fabriken / Kombikraftwerken mit
Internet-Kopplung ?

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.

BAG – Fachtagung 2014:
Kompetenzentwicklung und
Profilbildung in Beruflichkeit und
Fachlichkeit an den Lernorten

Wie bitte also geht's zur
Industrie 4.0, den intelligenten,
sich selbst organisierenden
Fabriken / Kombikraftwerken mit
Internet-Kopplung ?

Wenn also der Beruf eine dauerhafte, auf Spezialisierung der
Fähigkeiten und Kompetenzen beruhende Form der Bereit-
stellung von Arbeitsvermögen ist und Fachlichkeit das
Kriterium für die Qualität der immanenten Fertigkeiten und
Kenntnisse, **welche Profilbildung in Beruflichkeit und
Fachlichkeit braucht die Industrie 4.0 ?**

BAG – Fachtagung 2014:
**Kompetenzentwicklung und
Profilbildung in Beruflichkeit und
Fachlichkeit an den Lernorten**

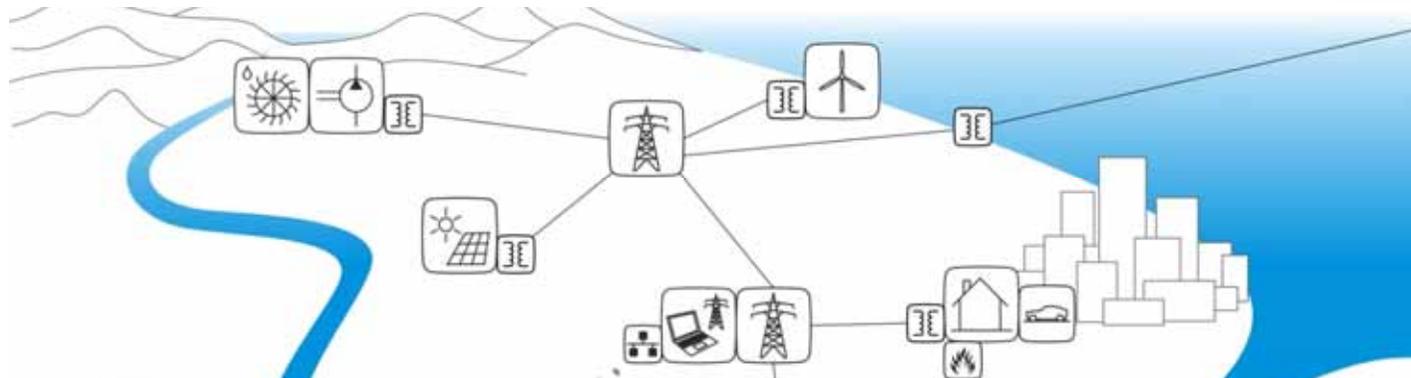
Wie bitte also geht's zur
Industrie 4.0, den intelligenten,
sich selbst organisierenden
Fabriken / Kombikraftwerken mit
Internet-Kopplung ?

**Welche Profilbildung in Beruflichkeit und Fachlichkeit
braucht die *Industrie 4.0* ?**

**Ist aktuelles berufliches Erfahrungswissen die passende
Grundlage beim Zusammenwachsen von IT und ET?**

**Welche beruflichen Handlungssituationen fördern an welchen
Lernorten einen nachhaltigen Ressourcen-Einsatz?**

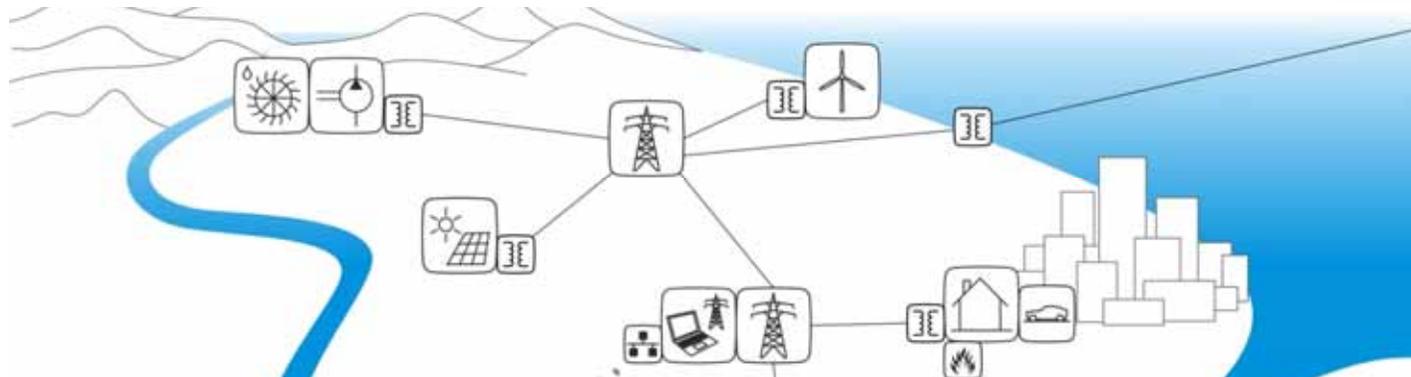
**Industrie 4.0
Lernort Berufskolleg**



**SmartGrid - Control: Energiemix
mit Pumpspeicherwerk – „Schule
der Zukunft“-Lernsystem zur
Förderung Nachhaltigen Handelns
im Zukunftsfeld regenerativer
Energieversorgung**



**Industrie 4.0
Lernort Berufskolleg**



**SmartGrid - Control: Energiemix
mit Pumpspeicherwerk – „Schule
der Zukunft“-Lernsystem zur
Förderung Nachhaltigen Handelns
im Zukunftsfeld regenerativer
Energieversorgung**



Zukunftstrend Smart Grid: Pumpspeicherwerke



Zukunftstrend Smart Grid

Aufbau Lehr-/Lern-Szenario

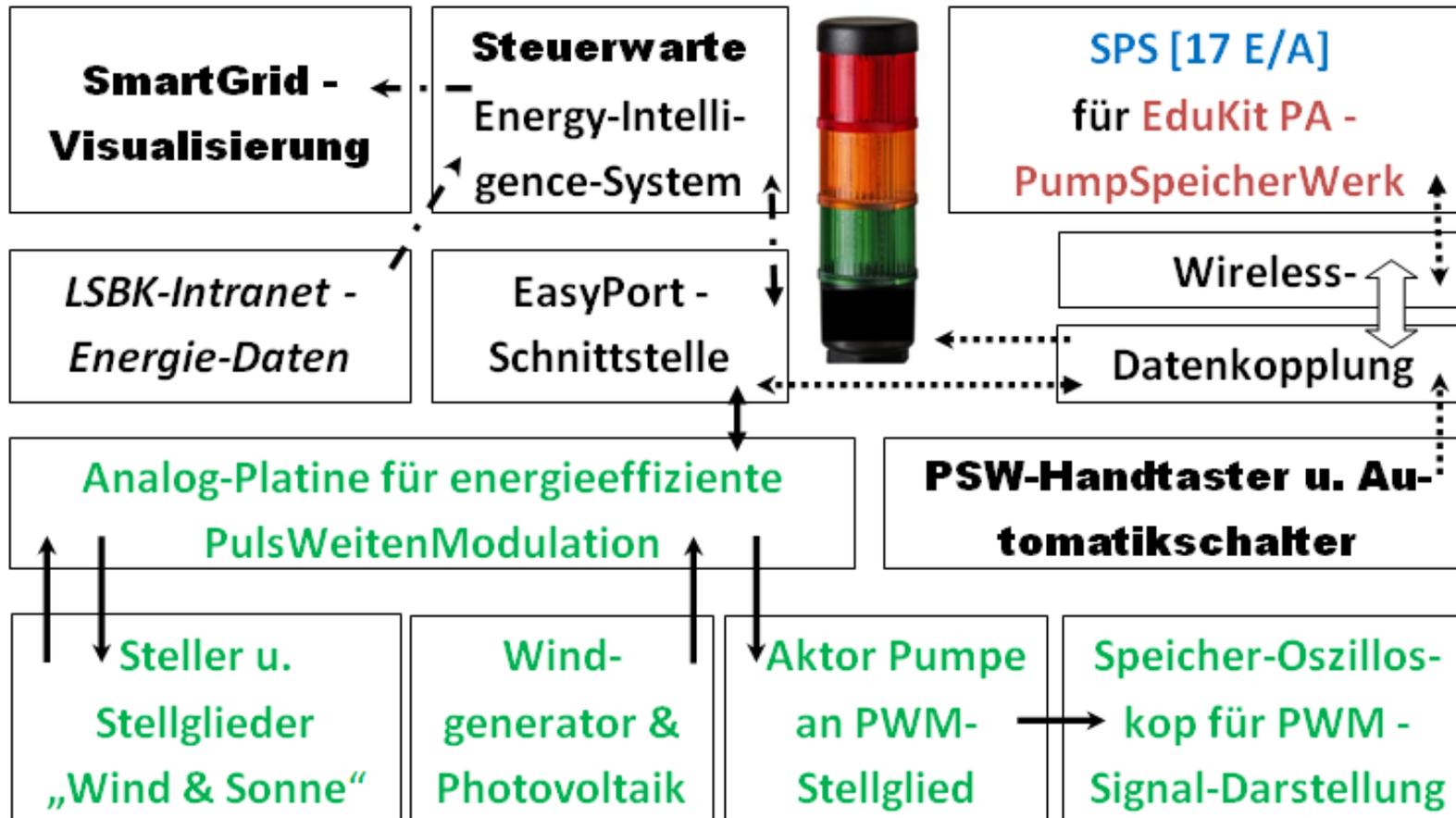
„Nachhaltig Handeln

im Kontext von SmartGrid:

Energiemix mit Pumpspeicherwerk“

**Interbus: Datensammler für SQL-Datenbank +
Intranet** (reale Umweltdaten von Sonne und Wind)
& Smart Grid – Szenario (Simulations-Betrieb
(analog) für Sonne und Wind sowie Real-Betrieb (SPS)
von Pumpspeicherwerk-Modell) *mit Kopplung zum*
EnergyIntelligenceSystem (interaktive Simulation)

SmartGrid-Control: IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk

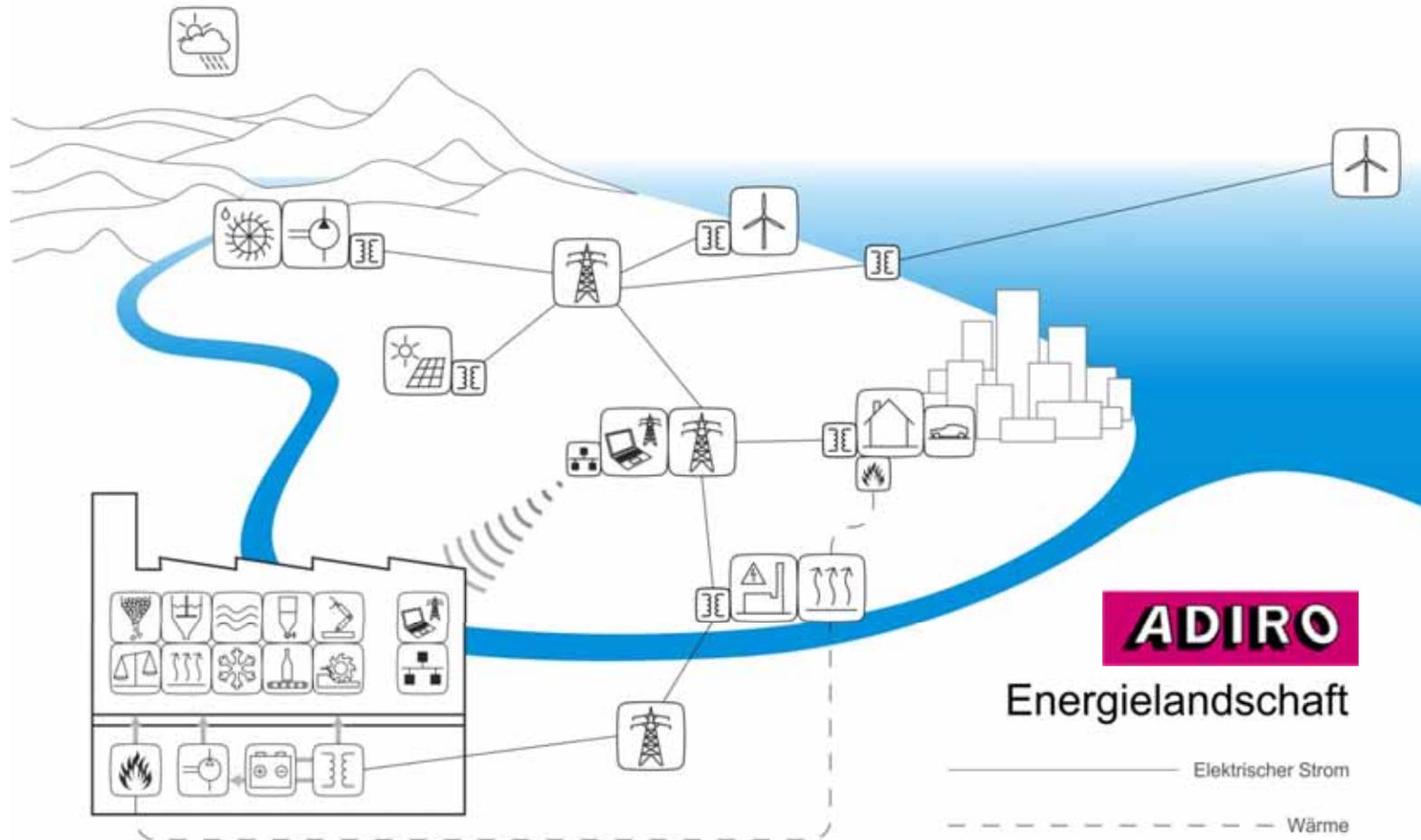


Lehr- und Lernsystem *Industrie 4.0*
„SmardGrid – Energiemix mit Pumpspeicherwerk“

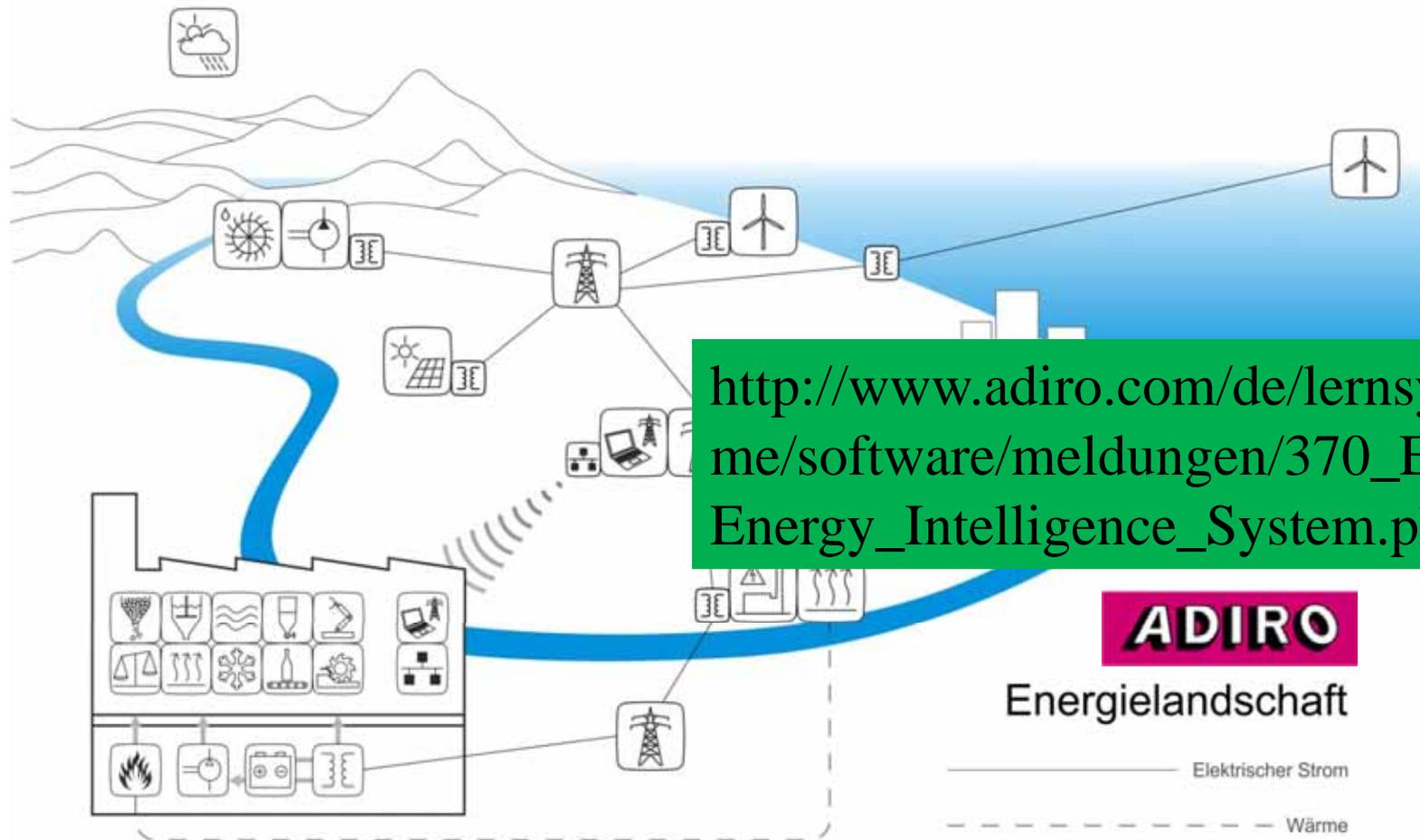
SmartGrid-Control: IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk



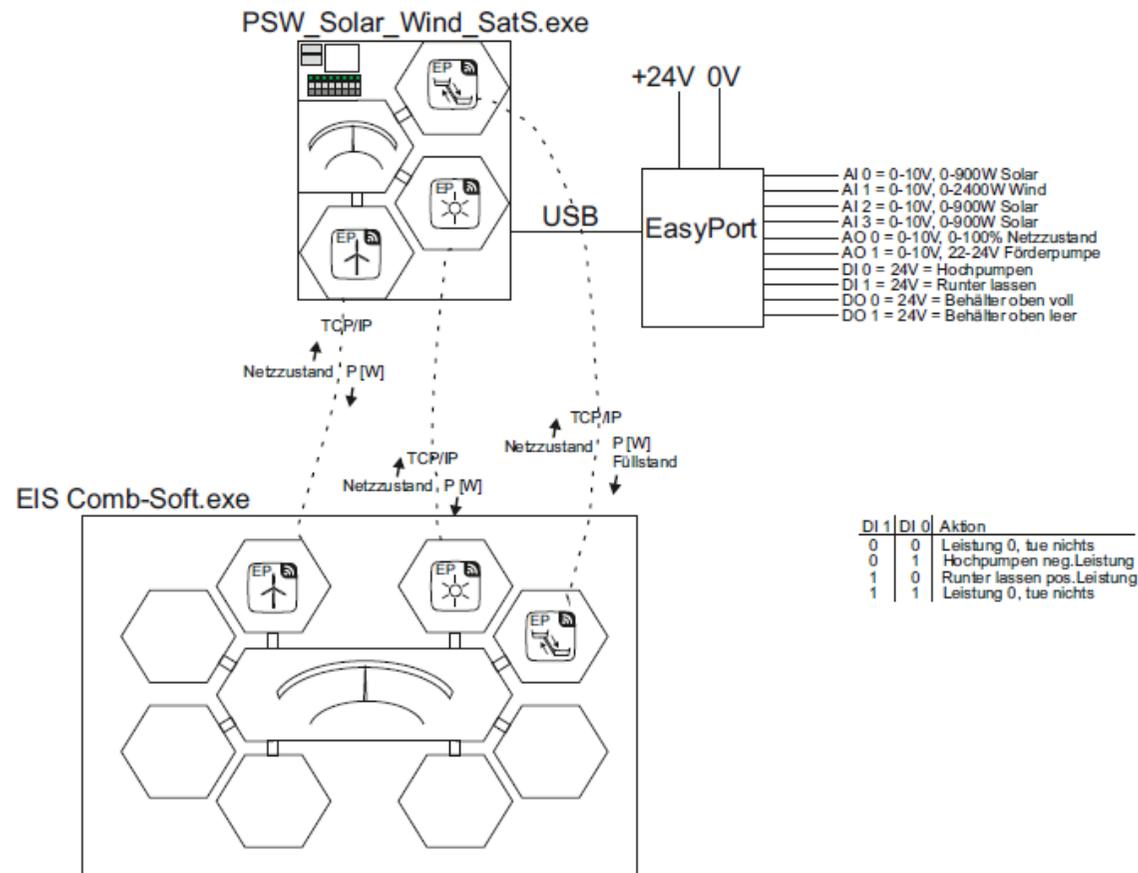
SmartGrid-Control: IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk



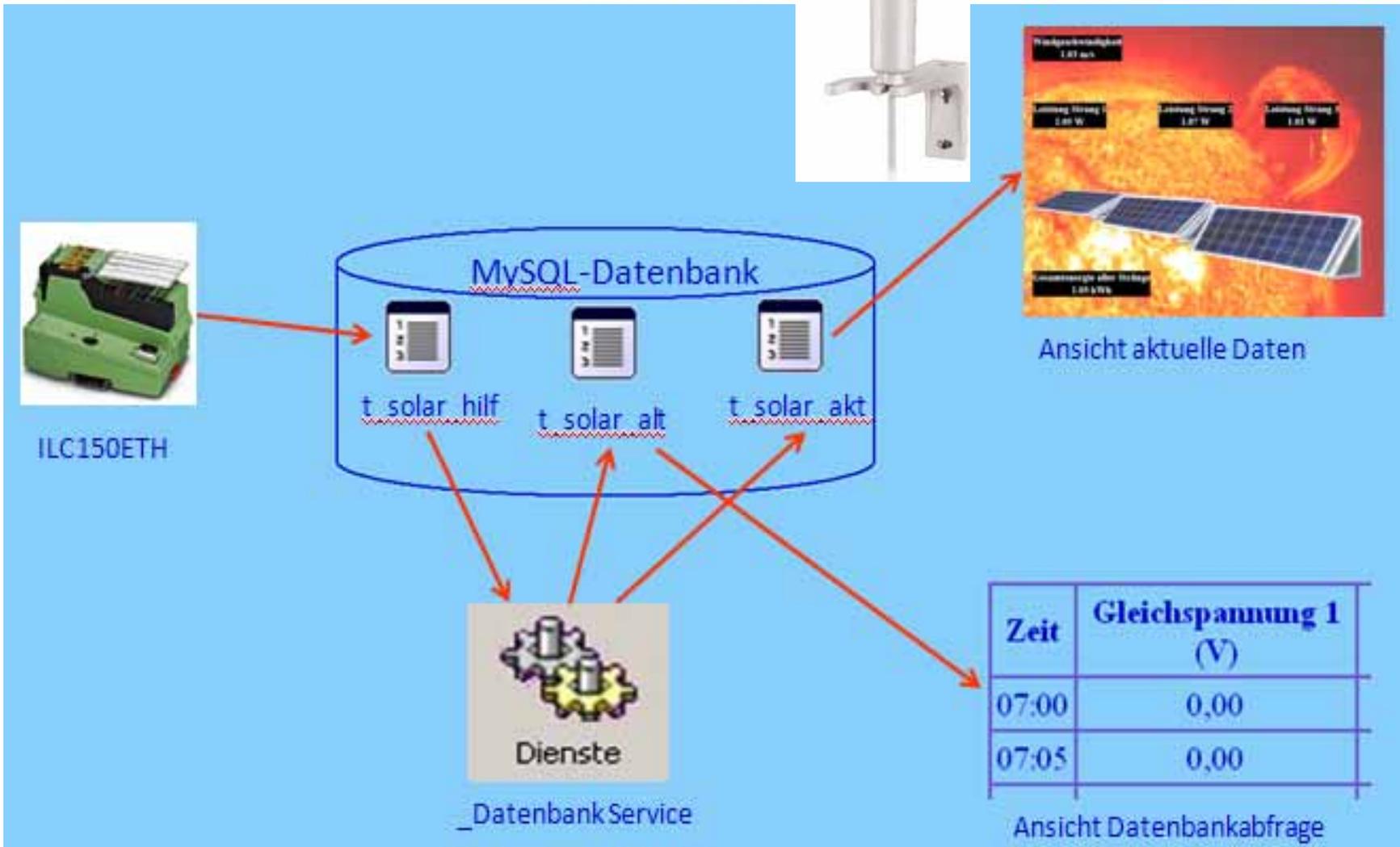
SmartGrid-Control: IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk



SmartGrid-Control: IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk



SmartGrid-Control:
IT- und ET - Kopplung am realen
Pumpspeicherwerk



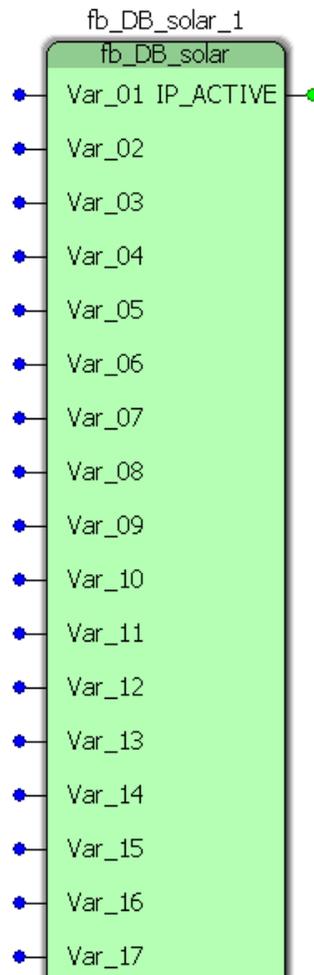
Neu: Einsatz ILC150ETH

Die SPS wird „primärseitig“ über ein Gateway mit den Umweltdaten aus dem AGENDA-Interbus versorgt.

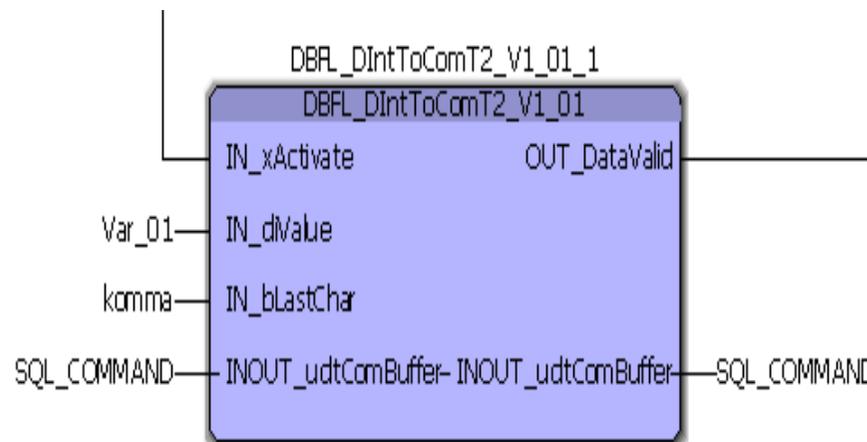
Sie wird „sekundärseitig“ in das vorhandene LAN (Intranet) eingebunden . Mit einer Zusatzbibliothek wird per Ethernet eine Verbindung mit dem Datenbankserver aufgebaut .

Mittels SQL-Befehlen werden die Daten direkt in die Datenbank geschrieben .





Der Funktionsbaustein `fb_DB_solar` übernimmt die gesamte Kommunikation zur Datenbank. Die Daten an den Eingängen werden zyklisch abgerufen und an die Datenbank gesendet.



Wind- und Sonne-Daten können auf Anfrage eines Clients im Intranet gesendet werden.

Abfrage-Möglichkeit mit Browser könnte lauten: *http://solar/Website/festo.php*

**reale LSBK-
Intranet-Daten
via Interbus**

mit folgendem Ergebnis-String: 3.4;198;205;203;685;312

| | |
|---------------|-----------------------------------|
| Var_03 | Leistung Strang 1 in W |
| Var_05 | Leistung Strang 2 in W |
| Var_07 | Leistung Strang 3 in W |
| Var_11 | Tagesenergie in Wh |
| Var_15 | Windgeschwindigkeit in m/s |
| Sy | fiktive Windleistung in W |

Skript "festo.php" für Abfrage von Umweltdaten aus t_solar_aktuell

```
<?php
```

```
Include('funktionen/requestnewdata.php');
```

```
$string=requestnewdata(array('Var_15','Var_03','Var_05','Var_07','Var_11'));
```

```
$arr= explode(";", $string);
```

```
$arr[0]=$arr[0]/2.0; // Anpassung der Anzeige Windgeschwindigkeit
```

```
$x=$arr[0]; // Fiktive Windradleistung
```

```
if($x>24) $x=0;
```

```
$y=(-10.216*pow(($x/10),6) +77.354*pow(($x/10),5)
```

```
-207.37*pow(($x/10),4) +216.00*pow(($x/10),3)
```

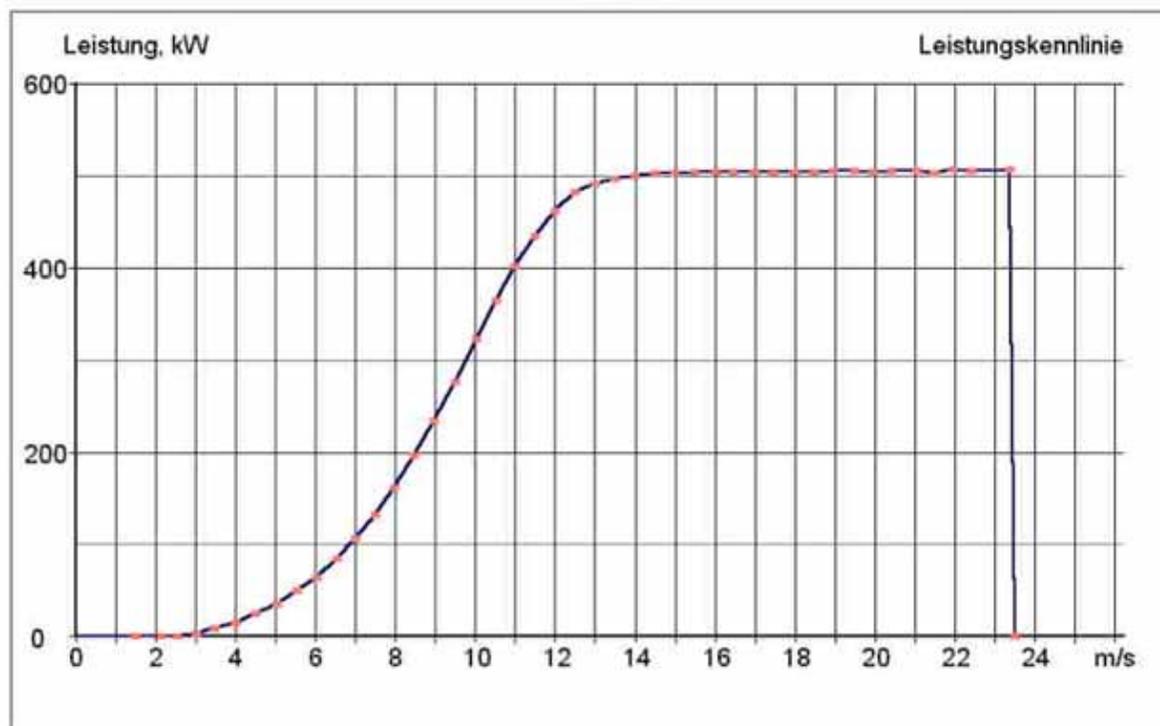
```
-48.919*pow(($x/10),2) +11.897*($x/10)*40.118 / 1000;
```

```
$y=round($y,3);
```

```
echo implode(";", $arr).";". $y;
```

```
?>
```

Die Formel zur fiktiven Windradleistung wandelt auf der Basis von Excel-Trendlinie die lineare Dateneinspeisung 0 – 40m/s um in eine „reale“ Windanlagenkennlinie mit $P_{\max} = 2400\text{W}$:



SmartGrid-Control: IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk

Lehr- und Lernsystem *Industrie 4.0* „SmardGrid – Control: Energiemix mit Pumpspeicherwerk“: Datenkopplung

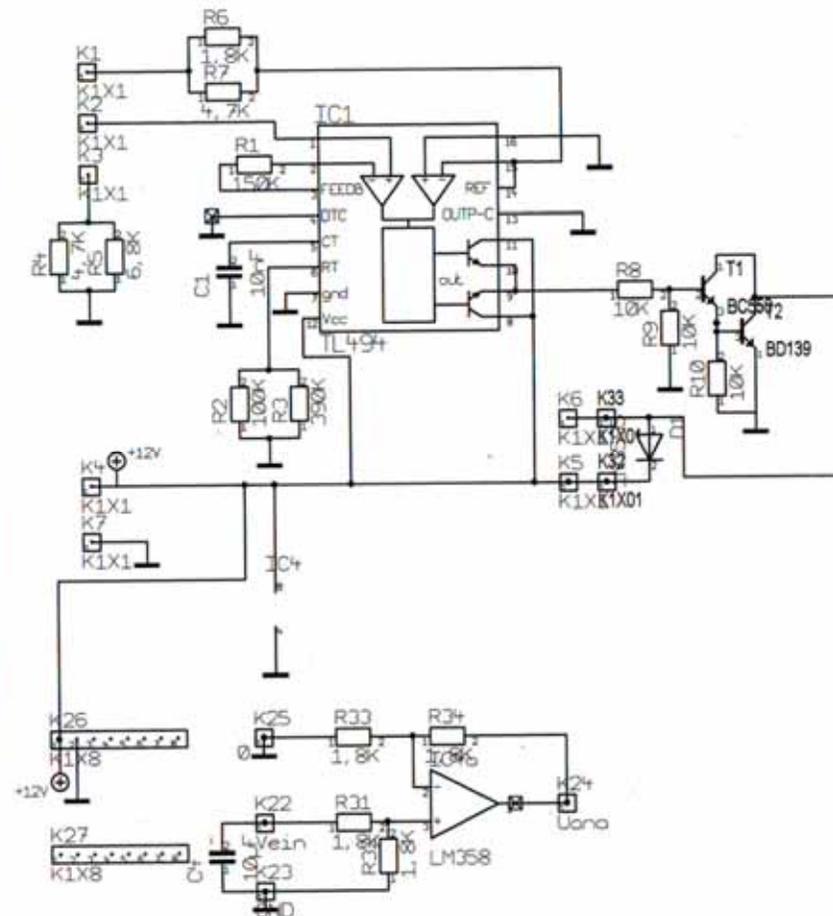
| Analog-System [PWM] | Energy- Intelligence- System | Human Maschine Interface | SPS Hand & Automatik [17 E/A] | | PumpSpeicherWerk [Wireless-DatenKopplung] |
|---|--|---|-------------------------------------|------------|--|
| <p>Wind-Steuerung Licht-Steuerung</p> <p>Windgenerator ⇒ Photovoltaik ⇒ PWM-Aktor ⇐</p> | <p>Variables Kraftwerk intern Aktor Wasserkocher intern</p> <p>Ethernet-Kopplung - LSBK-Energie extern</p> <p>SmardGrid – Energiestatus Energie Pumpspeicherwerk Wasserstand Pumpspeicher</p> <p>Windenergie Sonnenenergie Aktor-Energie</p> | <p>Mangel (rot) Überschuss (gelb) o.k. (grün) Taster Pumpe Ein Taster Abfluss Ein Automatik Ein</p> | Datenkopplung | Wireless - | <p>AI 1.1 ⇐ Wasserhöhe oben AI 1.2 ⇐ Energie Generator AO 1.2 ⇒ Energie Pumpe AO 1.3 ⇒ Abfluss analog DO 1.3 ⇒ Freigabe Abfluss analog DO 1.4 ⇒ Freigabe Kugelhahn DO 1.5 ⇒ Freigabe Pumpe DO 2.1 ⇒ Pumpspeicher-Beleuchtung</p> <p>A-S Alexander Harder Sebastian Cornelius PSW Timo Pohlmann Simeon Wick SPS Jan-Philipp Branahl Baris Aydogan EIS Reinhard Geffert Wilhelm Voss</p> <p>HB1EE1 Leo-Sympher-Berufskolleg Minden FB Elektrotechnik</p> |

Analog-Layout

Basis

- TL494

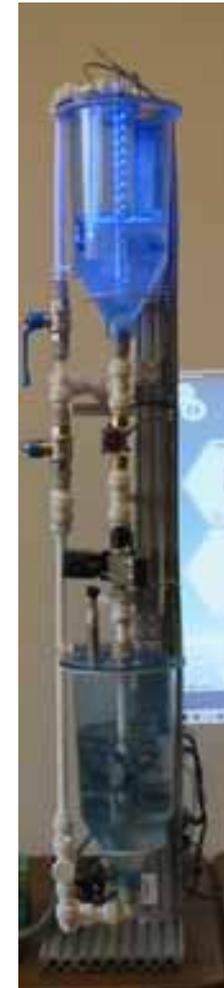
- LM 358



**SmartGrid-Control:
IT- und ET - Kopplung am realen
Pumpspeicherwerk**

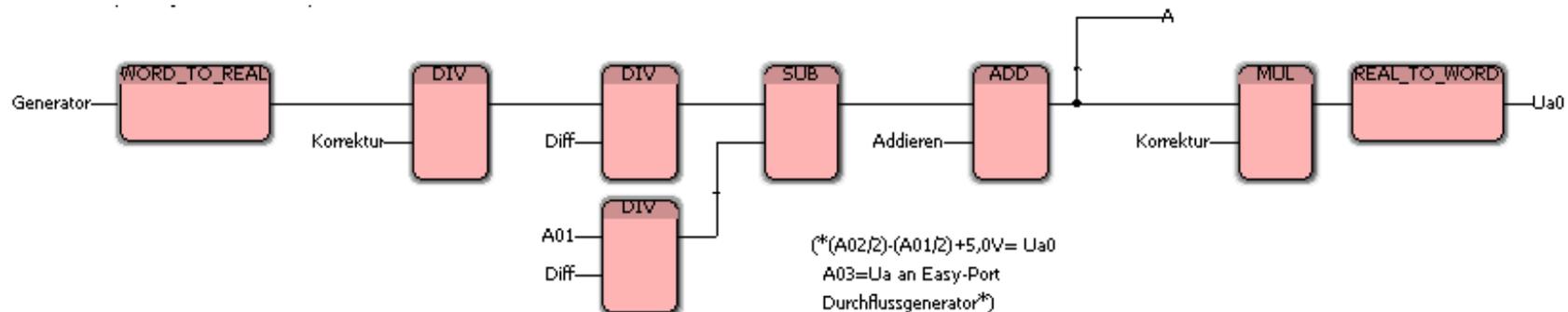
Turbine

mit f/U-Wandler



SPS-Programmierung

-Messwert- anpassungen



Arbeitsblatt zur Förderung Nachhaltigen Handelns im Zukunftsfeld
regenerativer Energieversorgung

Aufgabe 1: Systemanalyse

Eine Systemanalyse ist die systematische Beschreibung einer Problemlösung mit strukturierten Methoden, um die Beziehungen/Interaktionen/Kreisläufe zwischen den Elementen einer Problemsituation zu erfassen und in ihren Wechselwirkungen zu verstehen.

Fachsystematische Information:

Zur Verfügung gestellte elektrische Energie wird in Watt gemessen.

Diese beträgt für Kraftwerke z.B. 300 MW, für Windräder 1,4 MW, für Photovoltaikanlagen 0,1MW.

Ein Wasserkocher zu Hause benötigt $0,001\text{MW} = 1\text{ kW} = 1000\text{W}$.

Die Lernanlage SmartGrid arbeitet beispielhaft (symbolisch) mit Energiewerten bis zu 1500W.

Als symbolischer Energie-„Benutzer“ dient die reale Teichpumpe.

Arbeitsblatt *Fortsetzung*

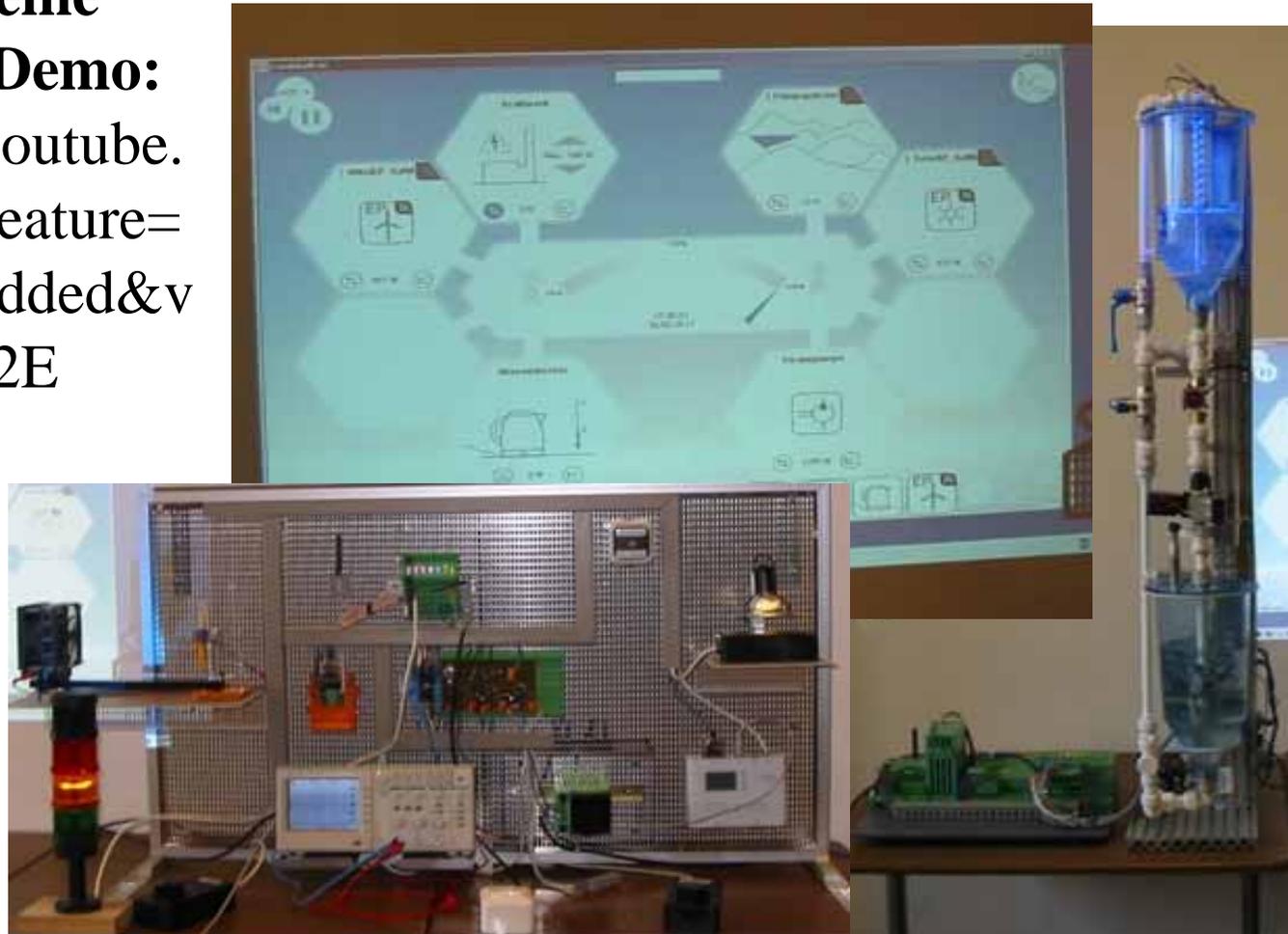
- 1.1 Teste die Sonnenenergie, verändere die Einstrahlung langsam durch deine Hand auf der Photovoltaik-Platte. Notiere den maximalen symbolischen Leistungswert (positiver Wert weil Energie-Erzeuger).
- 1.2 Teste die Windenergie. Notiere den symbolischen Leistungswert.
- 1.3 Simuliere unterschiedlich Wind & Sonne.
 - a) Beobachte die Pumpe. Notiere den maximalen symbolischen Leistungswert (negativer Wert weil Energie-Benutzer) und beschreibe ihr „Verhalten“.
 - b) Beobachte das Kraftwerk. Beschreibe sein „Verhalten“.

Aufgabe 2: Handsteuerung Pumpspeicherwerk

- 2.1 *Denk mal:* wann sollte das Pumpspeicherwerk wie arbeiten? Notiere!
- 2.2 Benutze die Handsteuerung. *Mach mal:*
Nutze die Pumpspeicherwerk-Taster im Einklang mit Angebot von Wind & Sonne optimal! Beschreibe dein Verhalten als „Maschinenführer“!

SmartGrid-Control: IT- und ET - Kopplung am realen Pumpspeicherwerk

... und hier eine
kleine Live-Demo:
http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=ZhsJuim_F2E



Nachtrag: Nachhaltigkeit ist in aller Munde und prägt das Handeln in Gesellschaft und Wirtschaft. Dieser zunehmenden Bedeutung trug die Umweltstiftung der ostwestfälischen Wirtschaft mit der Verleihung des Nachhaltigkeitspreises 2014 Rechnung. Den Sonderpreis in Höhe von 2.500 Euro erhielt am 12.3.2014 das Leo-Sympherberufskolleg aus Minden. Überreicht wurden die Preise während eines "Abends der Nachhaltigkeit" im Miele-Forum in Gütersloh. Jurysprecher Dr. Heinrich Bottermann, Generalsekretär der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, stellte das Projekt mit dem Titel "Herausforderung Energiewende: Nachhaltig Handeln im Kontext von Smart Grid - Energiemix mit Pumpspeicherwerk-Simulation" vor und überreichte den Preis an StD Reinhard Geffert und Alexander Harder, Mitglied der erfolgreichen Projektgruppe der HB1EE1.

**SmartGrid-Control:
IT- und ET - Kopplung am realen
Pumpspeicherwerk**



Danke