

The Internet of Energy



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Patrick Wiederkehr

pawi@student.ethz.ch

1. April 2008

Übersicht

Woher kommt der Strom aus der Steckdose?

Heutige Energiesysteme – Probleme, Grenzen

Wohin geht der Strom in der Steckdose?

Jeder von uns wird zum Stromproduzent

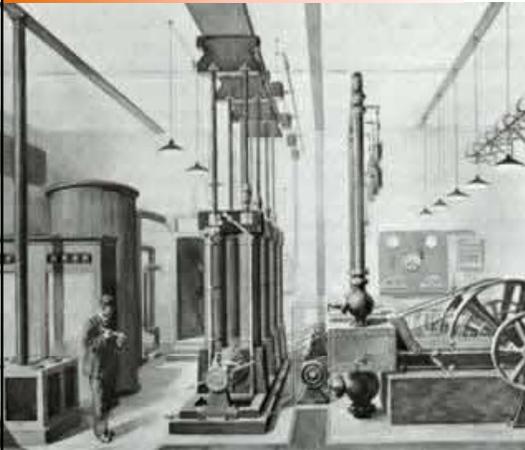
The Internet of Energy

Was kann der Strom aus der Steckdose?

PowerLine, digitalSTROM

Die Geschichte des Stroms

Erstes deutsches Kraftwerk
versorgt bis zu 30 Glühbirnen



Erstes Atomkraftwerk
liefert Strom ins Netz



Erste **Starkstrom-Freiluftleitungen**
werden in Betrieb genommen



Das **grosse Umdenken**: umweltfreundliche Energieproduktion
Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft, Biomasse, ...



1882

1923

1955

Seit 1980

Der Energiemarkt

- Früher wurde Strom dort produziert, wo er gebraucht wurde
- Heute Produktion und Verbrauch weit auseinander
- Folge: grosse Transportwege, **Transportverluste**

zeichnung

Ihr Stromlieferant: **EW 50000 - Südpolstern & Sohn AG**
Kontakt: **www.ew50000.ch**
500 018 11 11
2005 (Zahlenbericht)

Der an unsere Kunden gelieferte Strom wurde produziert aus:	Total	aus der Schweiz
In %		
Erneuerbare Energien	44.0%	44.0%
Wasserkraft	0.0%	0.0%
Übrige erneuerbare Energien	44.0%	44.0%
Nicht erneuerbare Energien		
Kernenergie	51.8%	0.0%
Fossile Energieträger	0.0%	0.0%
Abfälle	0.0%	0.0%
Total		100.0%

Abfälle 0.0%

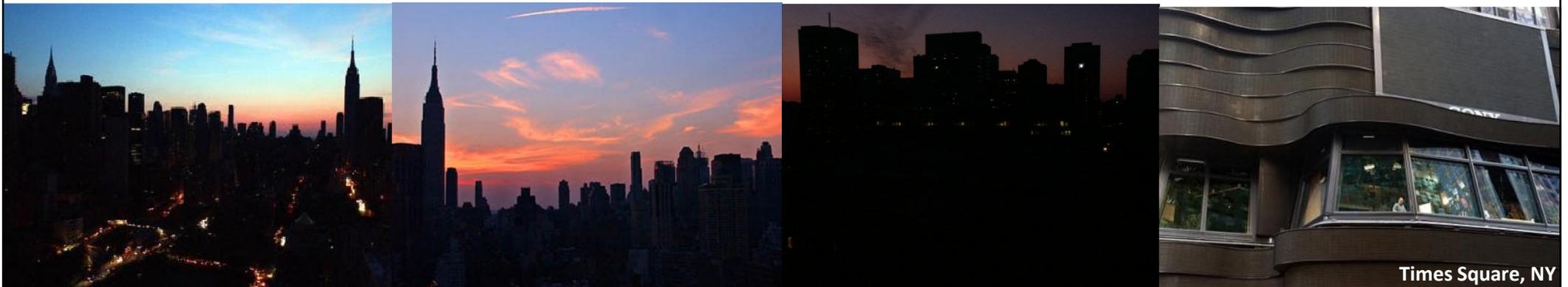
Nicht überprüfbar
Energieträger 0.0%





Probleme heutiger Stromnetze

- immer häufiger grossflächige Stromausfälle
 - USA & Kanada, 14. August 2003
 - Northeast Blackout: **50 Millionen Menschen bis zu 3 Tagen ohne Strom**
 - Italien, 28. September 2003
 - ganz Italien (> 56 Millionen Einwohner) **9 Stunden ohne Strom**

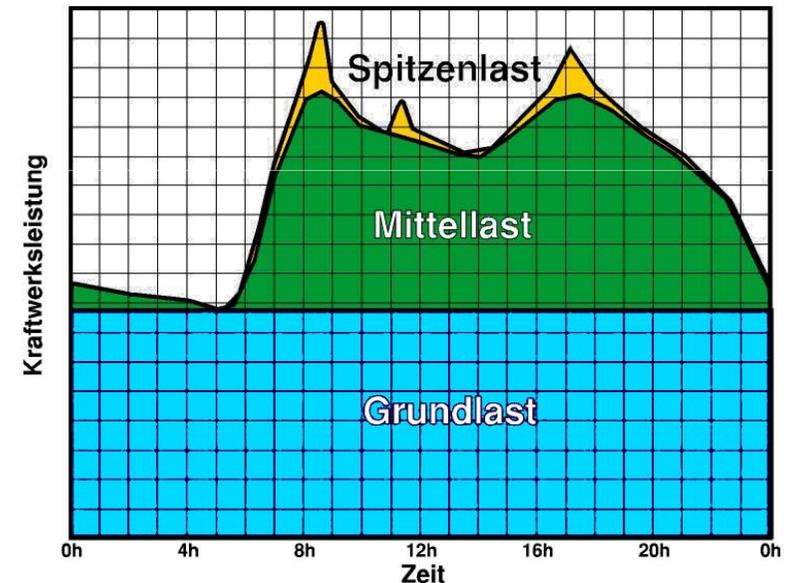


Times Square, NY

[Ref: 2]

Probleme heutiger Stromnetze 2

- Stabile Stromversorgung ist mit **enormen Aufwand** verbunden
- Verbrauch = Produktion
- bei **Spitzenlast** muss schnell reagiert werden
 - Abhängig von Spitzenlastkraftwerken
 - macht Stromversorgung teuer!
 - Planung des Verbrauchs wichtig



[Ref: 3]

Wohin geht der Strom in der Steckdose?

- **Trend: umweltfreundliche, effiziente Stromproduktion**
 - Stromproduktion **nahe beim Verbraucher**
 - viele ‚kleine‘ Anlagen (Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft, Biomasse, ...)
 - Blockheizkraftwerke (Kraft-Wärme-Kopplung)
- Eigenverbrauch decken, bei Überproduktion verkaufen
- Einspeisung ins bestehende System problematisch
 - Energieproduktion **schlecht planbar** → Netz instabil



Neue Herausforderungen...

- bestehende Verteilnetze sind ca. 50 Jahre alt
- Kapazitätsgrenzen oft schon erreicht
- immense Investitionen in Erneuerung nötig
 - einmalige Chance, neue, zukunftssichere Systeme einzuführen

...neue Systeme.



„The Internet of Energy“

- Internet bietet eine solide Basis
- Vielzahl laufender Projekte
- **Ziele:**
 - Förderung umweltfreundlicher Energieproduktion
 - lokale Stromproduktion in Nähe des Verbrauchers
 - Selbstorganisation der Verbraucher / Erzeuger
 - exakte Planung von Verbrauch/Produktion → Stromspitzen vermeiden

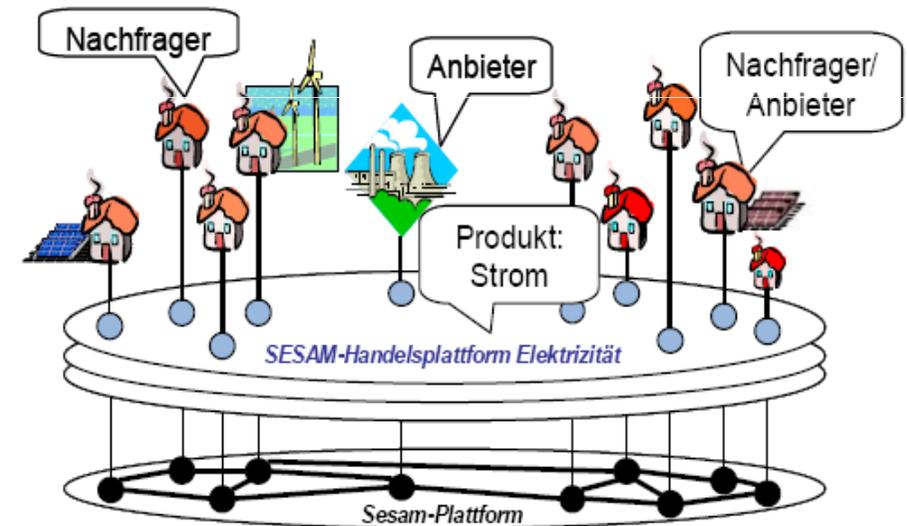


SESAM - Virtuelle Kraftwerke

- ‚Selbstorganisation und Spontaneität in Energiemärkten‘
- nebst konventionellen Grosskraftwerken **möglichst viele dezentrale Energieumwandlungsanlagen (DEA)**
- Vernetzung zu ‚**Virtuellen Kraftwerken**‘ garantieren
Versorgungssicherheit
 - Planung der Verbraucher in Abhängigkeit der Strompreise
 - An- und Verkauf des benötigten Stroms

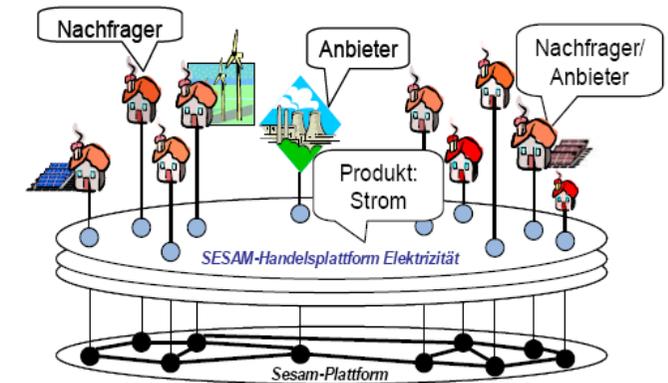
Die SESAM Handelsplattform

- Akteure:
 - Betreiber der DEA (Anbieter)
 - Nachfrager bzw. Verbraucher
- Rollen nicht festgelegt
- wichtigster Aspekt: Selbstorganisation
 - Verhandlungen, Vertragsabschlüsse, rechtliche Bewertung, Funktionalitäten zur Beweissicherheit
 - elektronische Anwälte (Software-Agent)



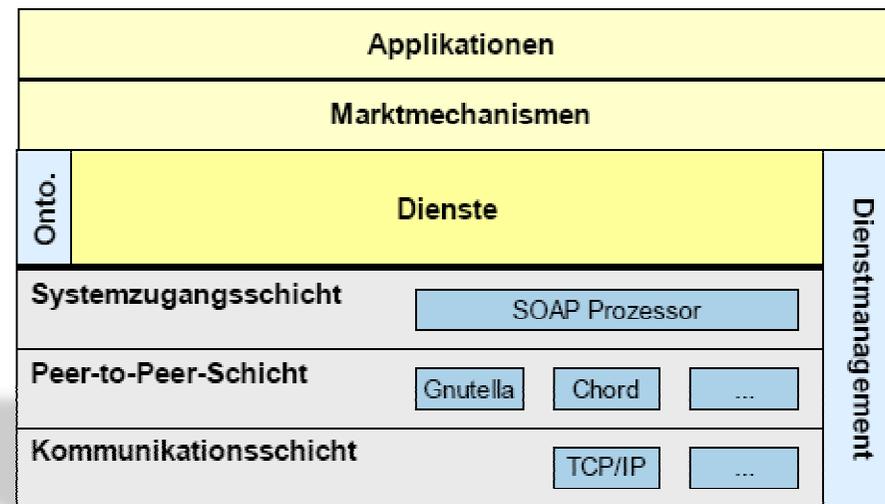
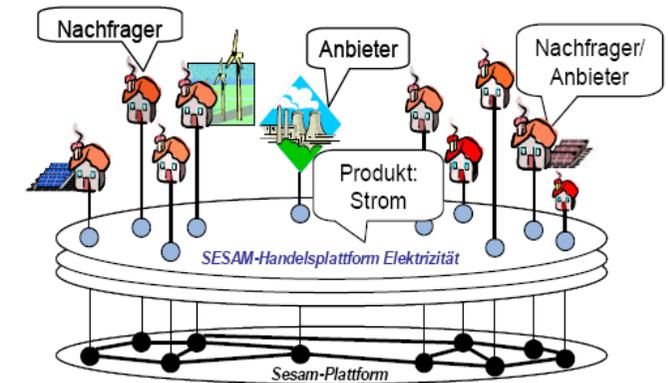
Elektronische Anwälte

- Software-Agent berücksichtigt:
 - Verbraucherprofil
 - aktuelle Strompreise
 - individuelle Anforderungen (Ökostrom, ...)
- ‚Posted Offers‘
 - Verkäufer veröffentlichen ihre Tarife, Agent durchsucht Angebote
- ‚Virtuelle Auktionen‘
 - Agent veroffenlicht Anforderungen, Verkäufer bieten



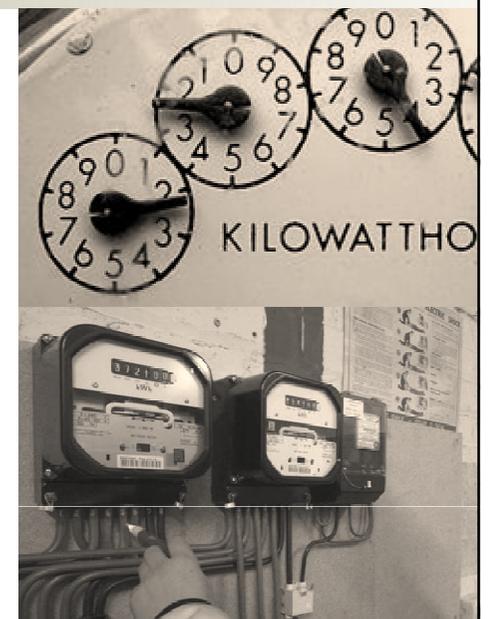
Systemarchitektur SESAM

- Internet als Basis der Kommunikation
- Peer-to-Peer-Netzwerk
- Service-Orientierte Architekturen (SOA), WebServices
- übergeordnete Marktmechanismen und Applikationen



Intelligente Stromzähler

- heutige Zähler vergleichsweise unterentwickelt
 - Strom wird nur in eine Richtung gemessen
- von zentraler Bedeutung „Internet of Energy“
 - Steuerung und Planung der Verbraucher
 - Verbrauchsprofile
- Intelligente Stromzähler (Smart Meters)
 - zentrale Recheneinheit, Speicher, Messgeräte, Kommunikationsmittel
 - stark mit der Gebäudeautomatisierung verknüpft



Was kann der Strom aus der Steckdose?

- Informationen übers Stromnetz übermitteln
- Vorteile:
 - keine Neuverkabelung,
 - alle Geräte brauchen Strom -> universelle Ansteuerung möglich
- Probleme:
 - sehr anfällig auf Rauschen in der Leitung
 - gegenseitiges Stören auf dem Kanal
 - Hardware relativ gross und teuer

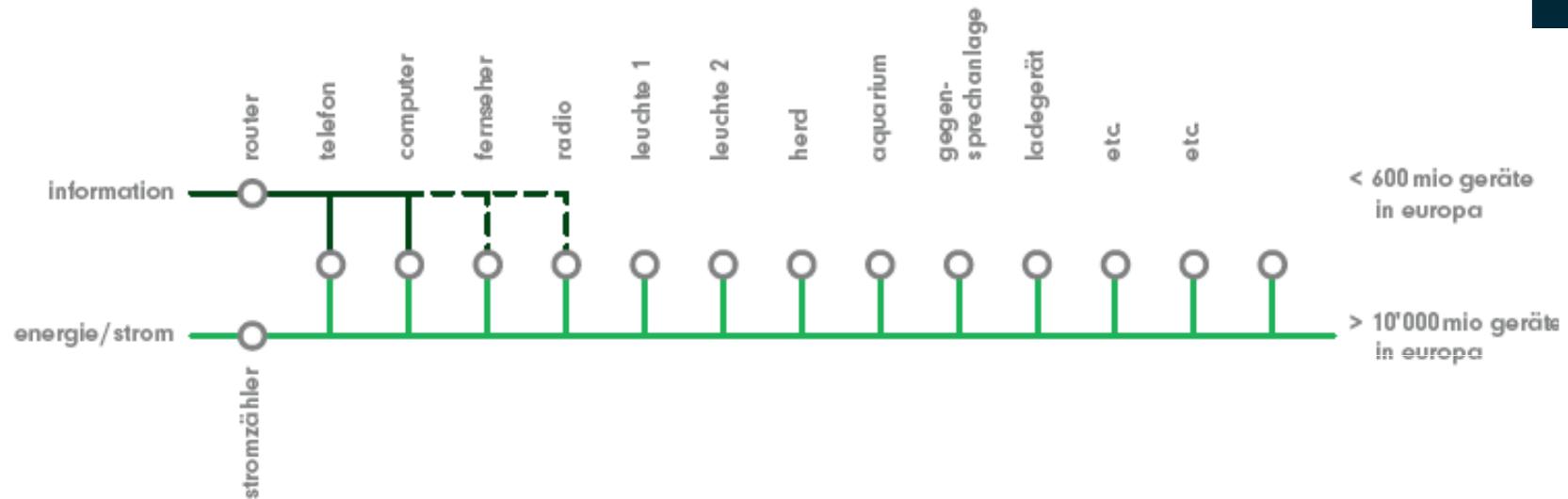




PowerLine

- PowerLine Access
 - Internet / Telefonie aus der Steckdose
 - erwarteter Markterfolg blieb aus (v.a. technische Gründe)
 - relativ geringer Datendurchsatz (wenige MBit/s)
- PowerLine ‚Inhouse-Networks‘
 - gute Alternative zu WLAN, Ethernet
 - HomePlug AV bis zu 200 MBit/s
 - QoS von Gebäudeverkabelung abhängig

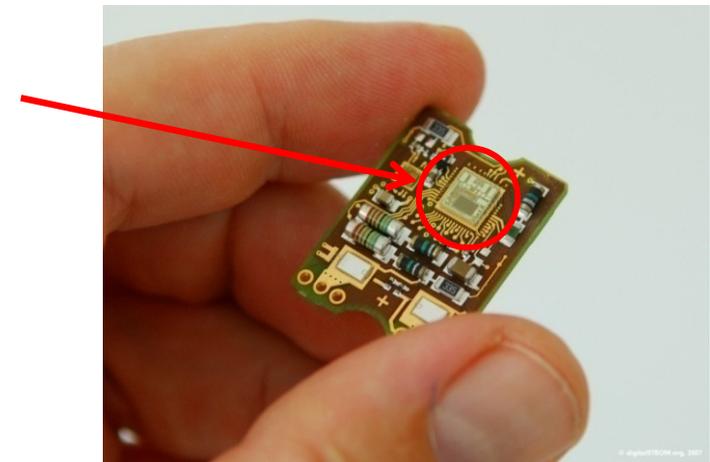




digitalSTROM[®]

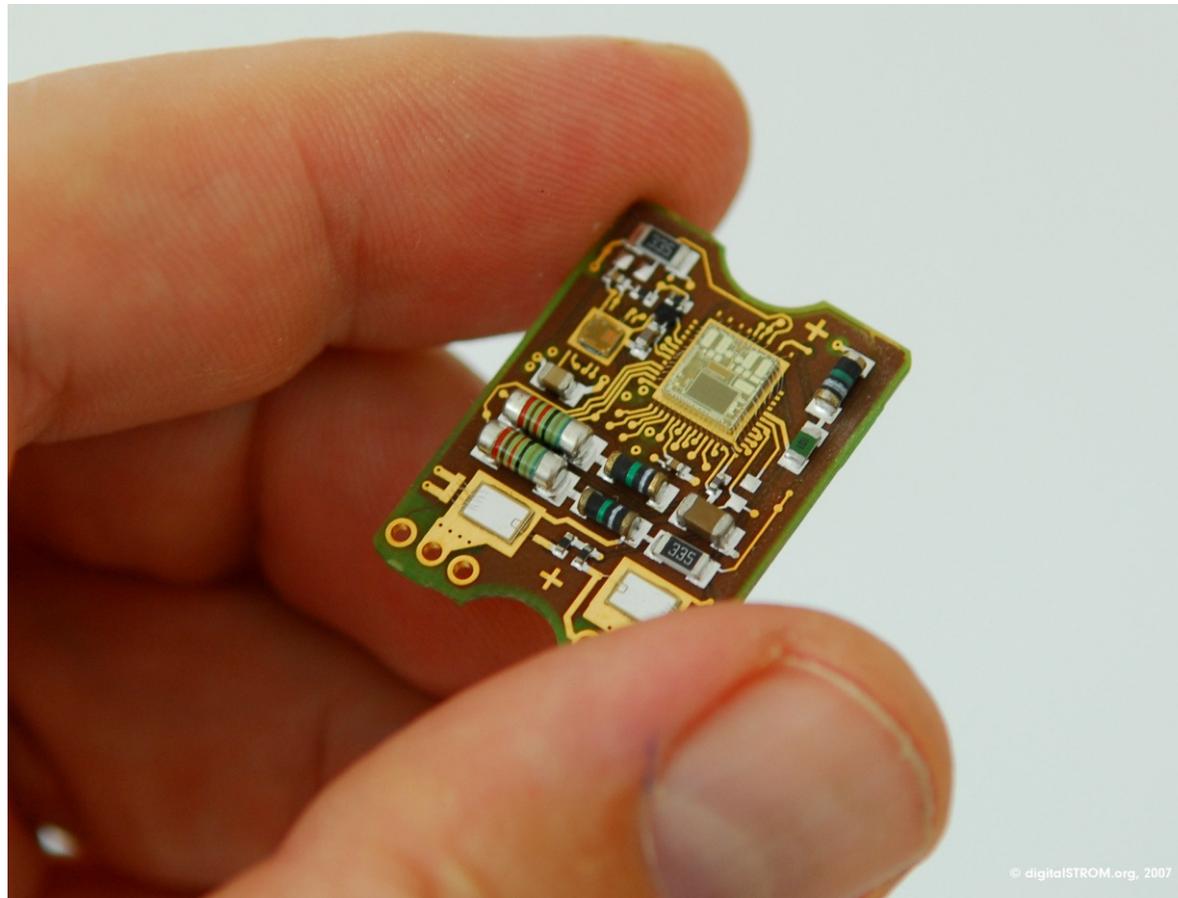
- Netzteil, Prozessor, Kommunikationsmittel, sowie diverse Analoge- und digitale Schnittstellen für Sensoren **alles auf einem 6x4 mm kleinen Chip integriert**
- 230 und 110 Volt
- nur 0.3 Watt Eigenverbrauch
- integrierter Überlast- und Blitzschutz

[Ref: 5]



„Strom ist nicht länger dumm...“

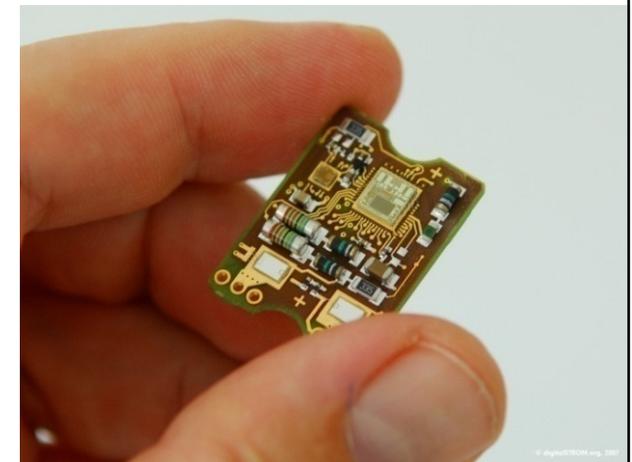
Prof. Dr. L. Hovestadt von der ETH Zürich



© digitalSTROM.org, 2007

digitalSTROM®

- digitalSTROM-Allianz
 - am 7.7.2007 gegründet
 - Non-Profit Organisation, mit dem Ziel:
weltweiter Standard digitalSTROM®
- erste ***dS-Ready***-Geräte ab Q3 2009
- technische Details leider nicht verfügbar



digitalSTROM®

- wichtigster Aspekt ist einfache Bedienung der Systeme



VS.



Quelle: The Greener Grass

- Bindeglied zwischen Stromlieferant und Verbraucher

Zusammenfassung

Woher kommt der Strom...

- neue Ära des Stromes angebrochen
- neue Herausforderungen, neue Systeme (?)

Wohin geht der Strom...

- umweltfreundlichere, effektivere Stromproduktion
- dezentrale Strukturen, **„The Internet of Energy“**

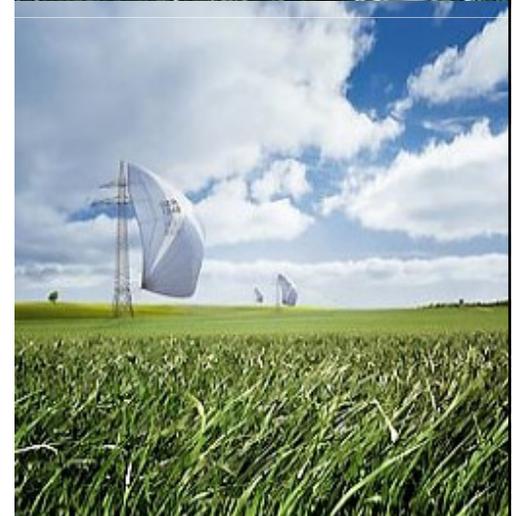
Was kann der Strom...

- PowerLine, digitalSTROM[®]

Fazit

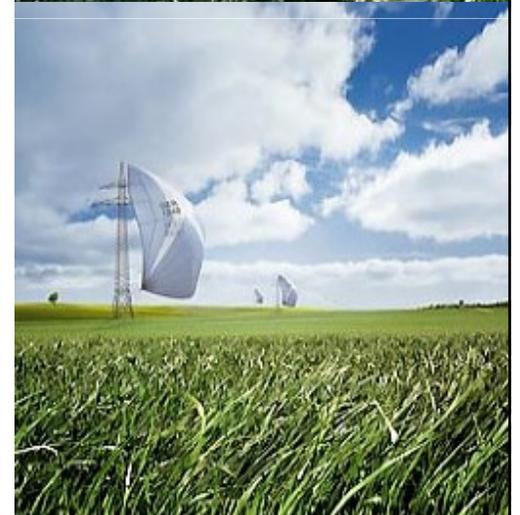
Strom ist nicht länger dumm.

Energieproduzenten sowie auch die Verbraucher werden in Zukunft intelligenter mit Strom umgehen müssen.



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit.

Fragen? Diskussion...



Referenzen

- [1] ENBW - <http://www.enbw.com/content/de/magazin/verstehen/geschichte/>
- [2] Northeast Blackout of 2003 – *Wikipedia, The free encyclopedia*,
zugegriffen am 28.3.2008 auf http://en.wikipedia.org/wiki/2003_electricity_blackout_in_New_York
- [3] Kraftwerksmanagement – *Wikipedia, Die freie Enzyklopädie*,
zugegriffen am 28.3.2008 auf <http://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerksmanagement>
- [4] SESAM Projekt-Seite: <http://www.sesam.uni-karlsruhe.de>
- [5] digitalSTROM Projekt-Seite: www.digitalSTROM.org