

# Smart Metering: Hintergrund und Stand der Technik

Moritz Hartmeier

Fachseminar Verteilte Systeme „Smart Energy“



# Übersicht

- Motivation
- Geschichte der Stromzähler
- Stand der Technik
- Nutzen von Smart Meter-Einsätzen
- Verbreitung

# Motivation



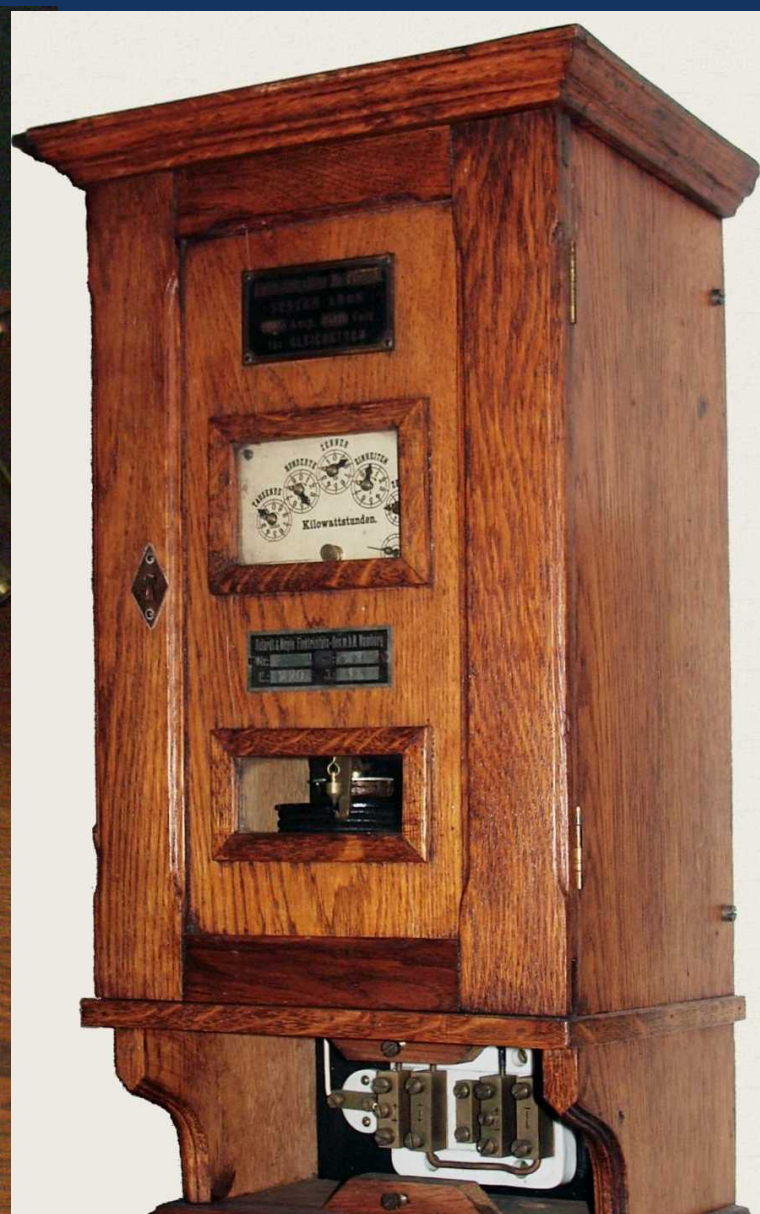
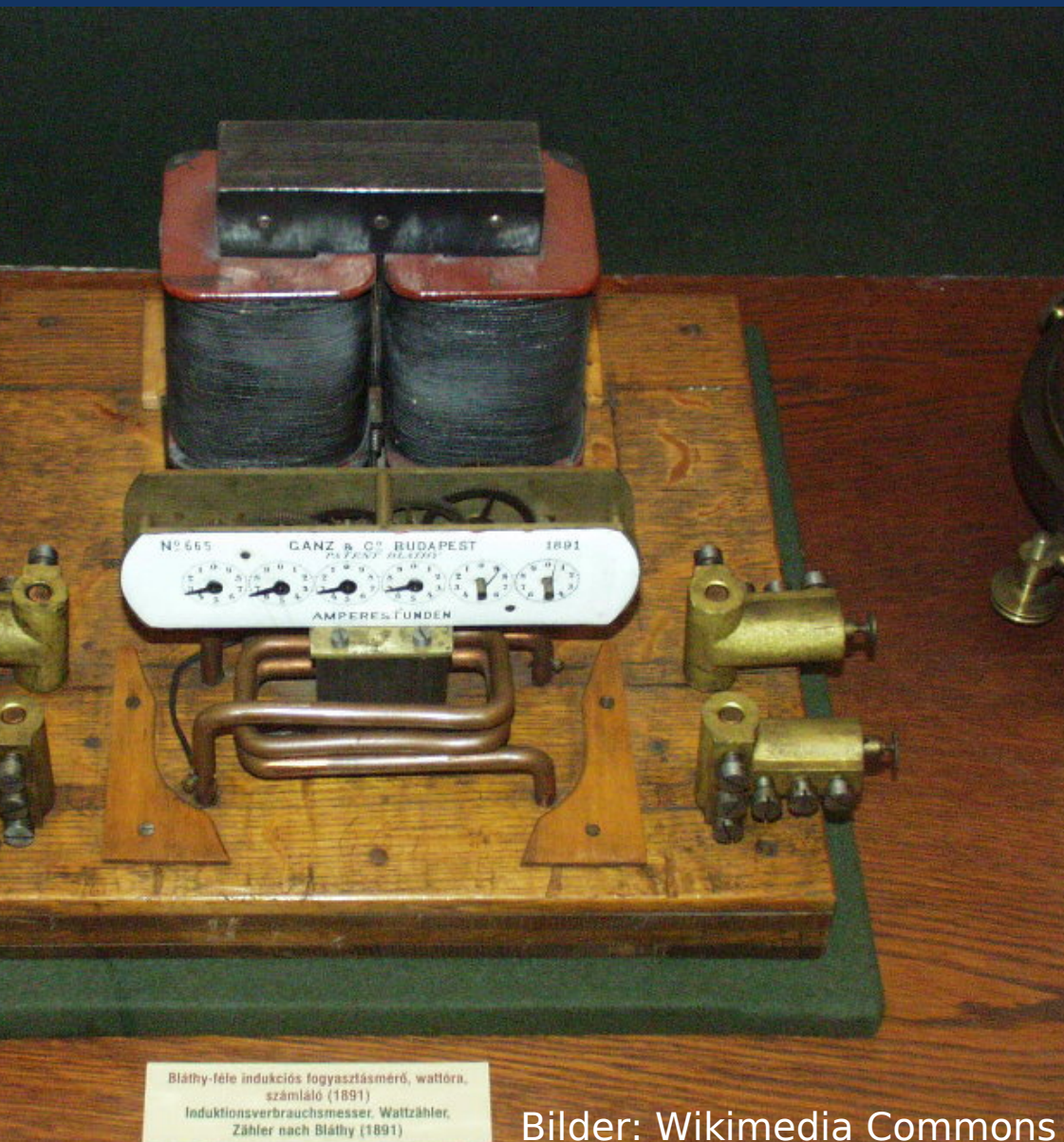
# Motivation

- Elektrischer Strom allgegenwärtig
- Verbrauch weiterhin am Ansteigen
  - Management der Spitzen und Tiefen notwendig
- Energie- und Klimaprobleme
  - Nahe Ziele z.B. der EU 20/20/20
  - Effizienzverbesserung notwendiger Teil
- Erster Schritt zum Smart Grid

# Motivation

- Regelung durch zentrale Gewalt problematisch
  - Politisch
  - Hat Grenzen
  - Nicht individuell
- Dezentrale Lösung notwendig
  - Preisanreize zur Verbrauchsformung
  - Moral- und Preisreiz zur Effizienzerhöhung

# Geschichte der Stromzähler



# Lampenstunden-Stromzähler



- Nur eine Stoppuhr
- Stromkreis ist bekannt
- Gemessen in Lampenstunden

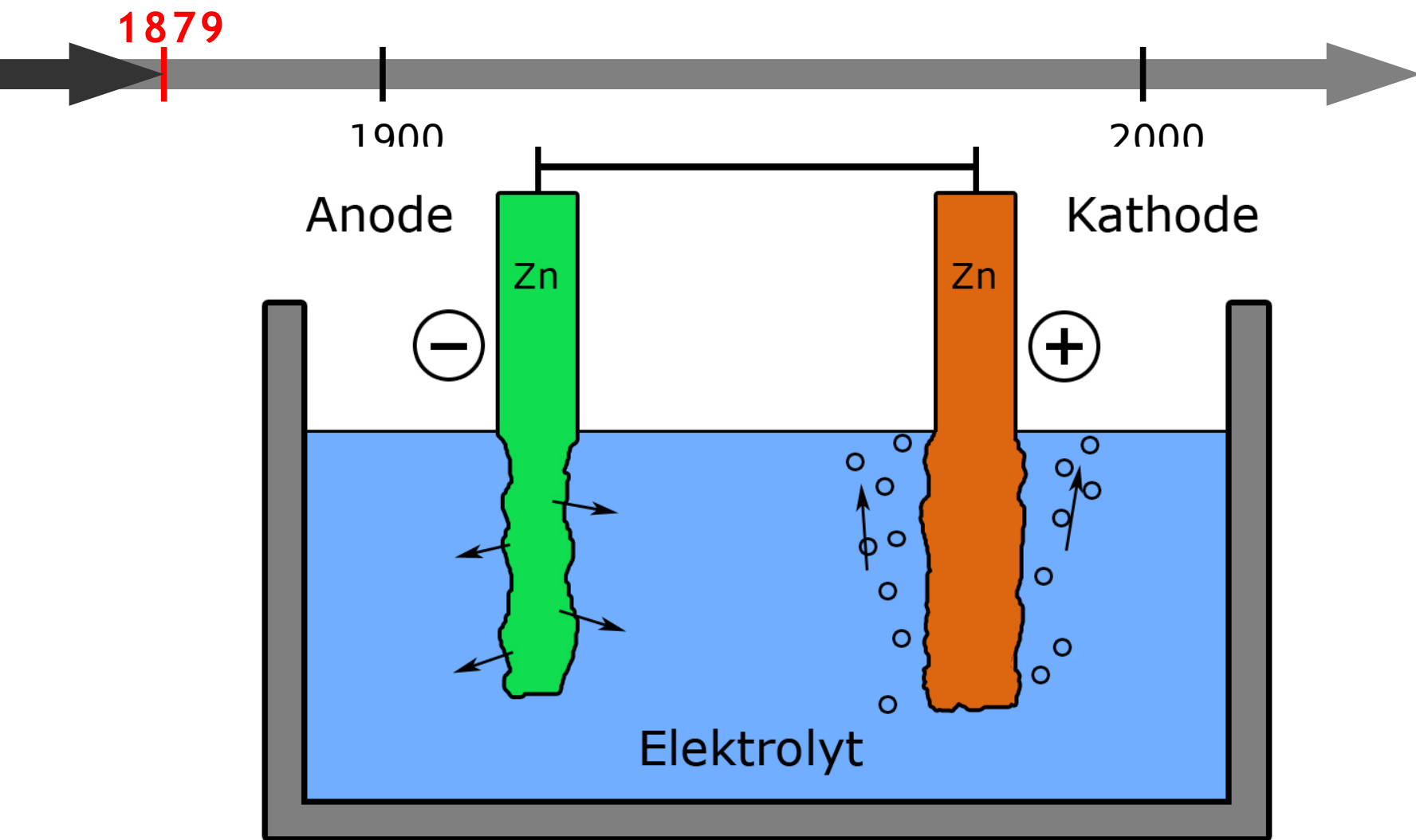
# Chemische Stromzähler



- Basiert auf Elektrolyse
- Misst in Amperestunden
- Sehr unzuverlässig und fehleranfällig



# Chemische Stromzähler



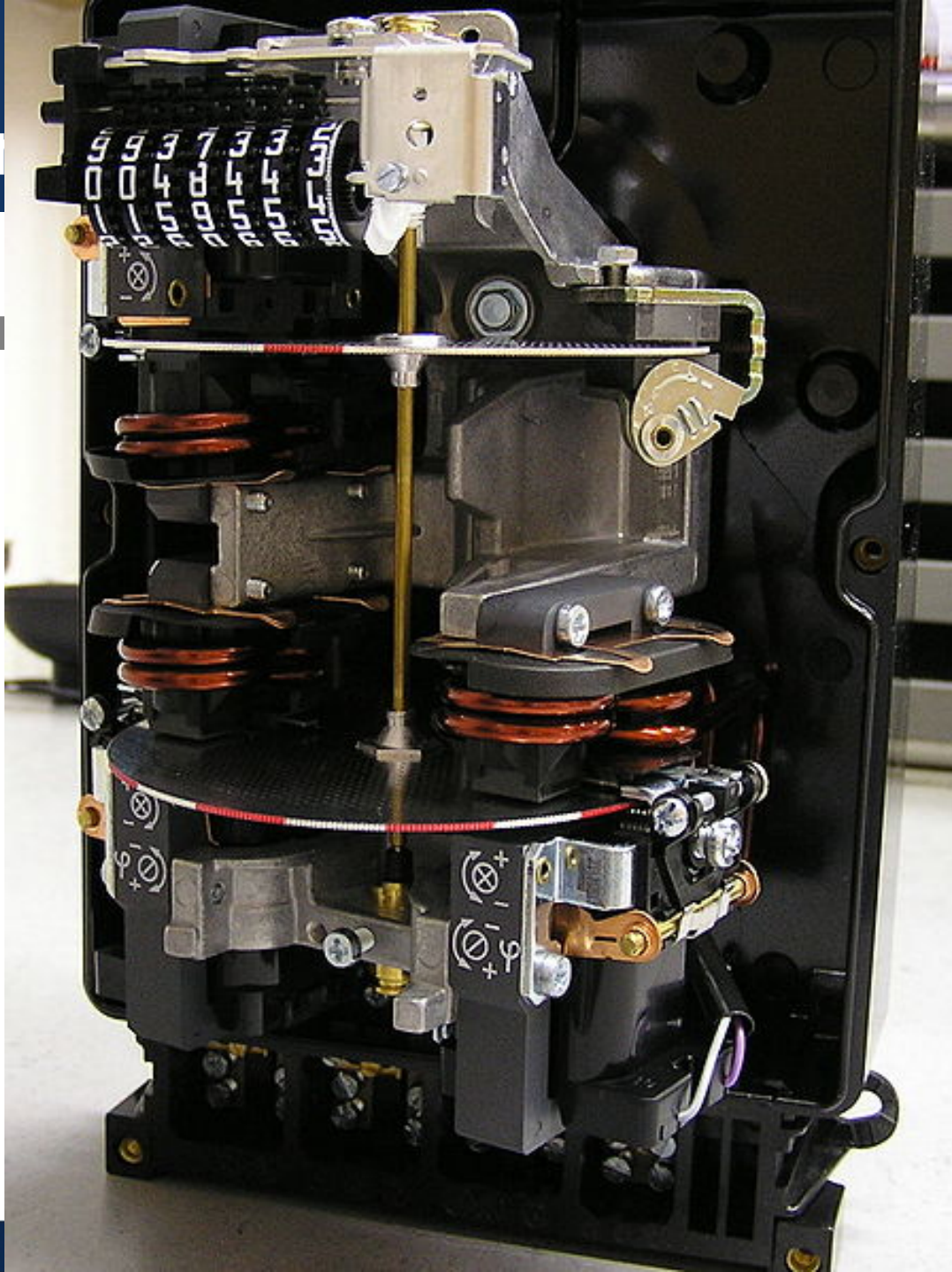
# Induktion-Stromzähler



- Basiert auf Induktion
- Funktioniert nur mit Wechselstrom
  - Netzfrequenz muss konstant sein
- Bis heute im Einsatz

# Induktion

1888



# Wattstundenzähler



- Messung der Leistung
  - Spannung muss nicht bekannt sein
- Standard bis heute

# 20stes Jahrhundert



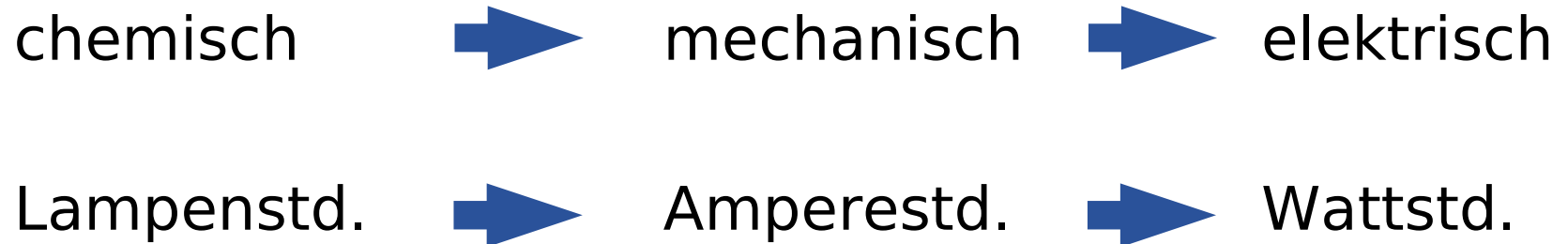
- Reduktion der Fehleranfälligkeit
- Standards festgelegt
- Materialänderungen
  - Zuverlässiger
  - Kleiner

# Elektrische Stromzähler



- Einführung von elektronischen Anzeigen
  - Hybriden: mechanisch/elektrisch
- Ab 1990 vollelektronische Zähler

# Geschichte Zusammenfassung



# Stand der Technik





# Funktionsumfang: AMR

- Automatic Meter Reading
- Ablesung ohne physikalischen Zugriff
  - Kurze Distanzen mit Drive-By-Ablesung
  - Bis zur Zentrale

# Funktionsumfang: AMM

- Advanced Meter Management
- Beidseitige Kommunikation
  - Eingrenzung der Stromzufuhr
  - Abschaltung einzelner Anschlüsse
  - Änderung der Tarifen
- Feedback für Nutzer
- Anschluss von Wasser- und Gasversorgung

# Begriffsdefinition: Smart Meter

- Ausgeklügelste Variante
  - Nutzerfeedback
  - Fortgeschrittene Teile der Beidseitigen Kommunikation
- Überbegriff

# Beispiel: Echelon NES-System



Bilder: echelon.com

# Kommunikation

- Hauptbestandteil des Systems
- Verschiedene Möglichkeiten <sup>3</sup>
  - (Mobil)Telefonnetz
  - Zweckbestimmt (z.B. proprietäre Funktechnologie)
  - Existierende Infrastruktur (Internet)

[3] Metering, Intelligent Enough for Smart Grids? Geert Deconinck

# Relevante Faktoren

- Übertragungsrate
- Multicast
- Zuverlässigkeit
- Kosten

# Relevante Faktoren - Motivation

- Monatliche Ablesung von 3 Millionen Smart Meter<sup>3</sup>
  - 0.5 MiB pro Haushalt pro Jahr
  - 1 TiB Daten pro Jahr
- Wöchentlich, täglich, stündlich → riesige Datenmengen

[3] Metering, Intelligent Enough for Smart Grids? Geert Deconinck

# (Mobil)Telefonnetz

- Konventionelles Telefonnetz
  - Beinahe flächendeckend
  - Kein Multicast
  - Tiefe Übertragungsrate
  
- 2. und 3. Generation (GMS, UMTS)
  - Lückenhaft
  - Mittlere - hohe Übertragungsrate
  - Hohe Kosten



# Zweckbestimmte Verbindungen

- Funk oder Stromnetz
- Lokale Konzentratoren
  - Kann Zuverlässigkeit erhöhen oder vermindern
- Übertragungsrate je nach Technologie
- Niedrige Kosten

# Breitband-Internet

- Hohe Datenübertragungsrate
- Tiefe Kosten wenn vorhanden
- Sehr hohe Kosten bei Neuinstallation

# Beispiel: Echelon NES-System

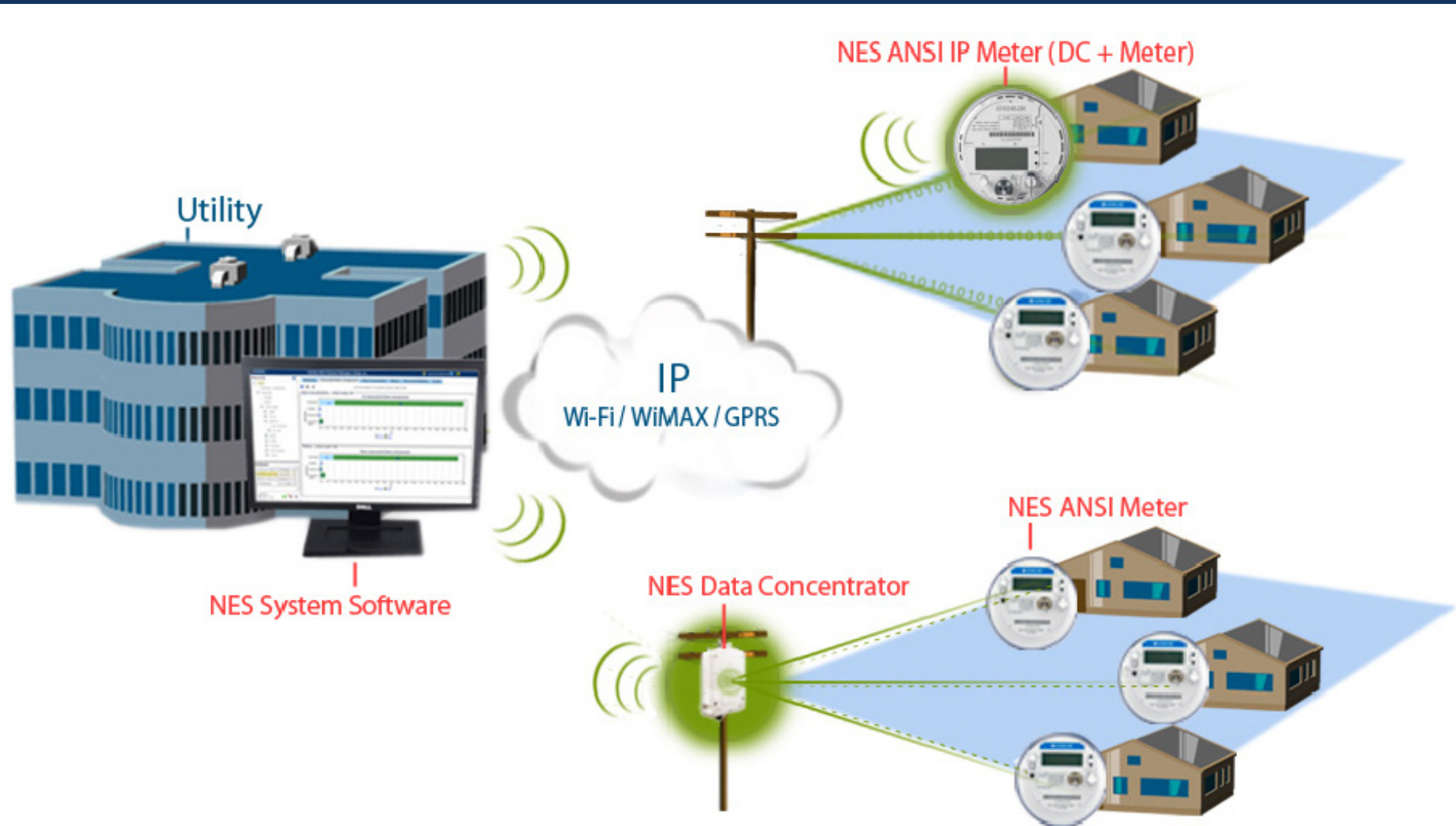


Bild: echelon.com

# Nutzerschnittstellen - Zweckbestimmt

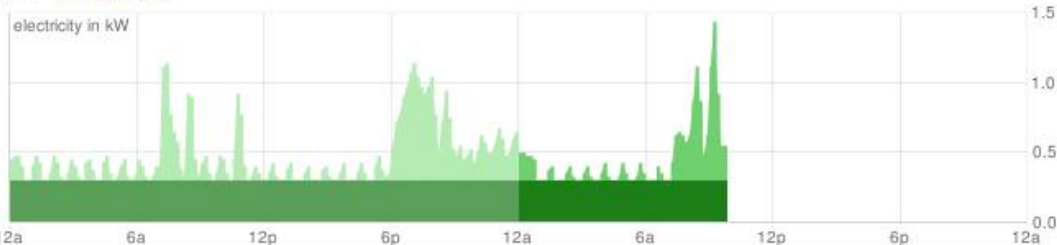


# Nutzerschnittstellen - Internet

Google PowerMeter: Tom's Home [Edit](#) [Delete](#) [Share](#)

Electricity used Oct 30–Oct 31

Day [Week](#) [Month](#)



Previous day

Friday Oct 30  
11 kW-h used  
Always on: 7.1 kW-h used

Saturday Oct 31  
4.1 kW-h used  
Always on: 2.8 kW-h used

Compared to others

Your usage on Oct 31  
4.1 kW-h



Compared to past usage

3% under expected usage so far today



Strom

Erdgas

Home

Meine heutigen  
Energiedaten

Meine archivierten  
Energiedaten

Meine Prognose

Meine Post-Box

Service & Information

Energiespartipps

Viertelstunden

Stunden

Tage

Monate

Jahre

Ihr Stromverbrauch

17.03.2008

Werte aktualisieren

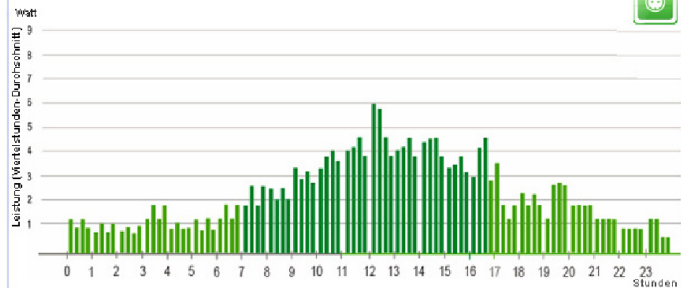
Archiv heute

|      | Jan.  | Feb. | März  | Mo | Di | Mi | Do | Fr | Sa | So |
|------|-------|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| 2006 |       |      |       | 31 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
| 2007 | April | Mai  | Juni  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 2008 | Juli  | Aug. | Sept. | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 2009 | Okt.  | Nov. | Dez.  | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|      |       |      |       | 28 | 29 | 30 | 31 | 1  | 2  | 3  |

Verbrauch

Kosten

CO2



Tipp

- 1) Wählen Sie zwischen den Energiearten Strom und Erdgas.
- 2) Bestimmen Sie ob Sie eine Viertelstunden-, eine Stunden-, Tages-, Monats- oder Jahresübersicht sehen wollen.
- 3) Ändern Sie bei Bedarf im Kalender den Zeitraum der Anzeige.
- 4) Wählen Sie zwischen der



Anteile der Tarife  
Normaltarif  
Spartenf

Impressum

Stand: 13:53 Uhr am 17.03.2008

Bilder: google.com, ewe.de

# Nutzen von Smart Meter-Einsätzen

- Grössere Kontrolle des Verteilers
  - Ablesen in kürzeren Intervallen
  - Reduzieren/Abschalten des Stroms
- Reduktion der Spitzenbelastung
  - Weniger Stromimporte
  - Weniger Energiespeicherung nötig
  - Verminderte Ausfallrisiken
- Verbesserung der Energieeffizienz

# Reduktion der Spitzenbelastung

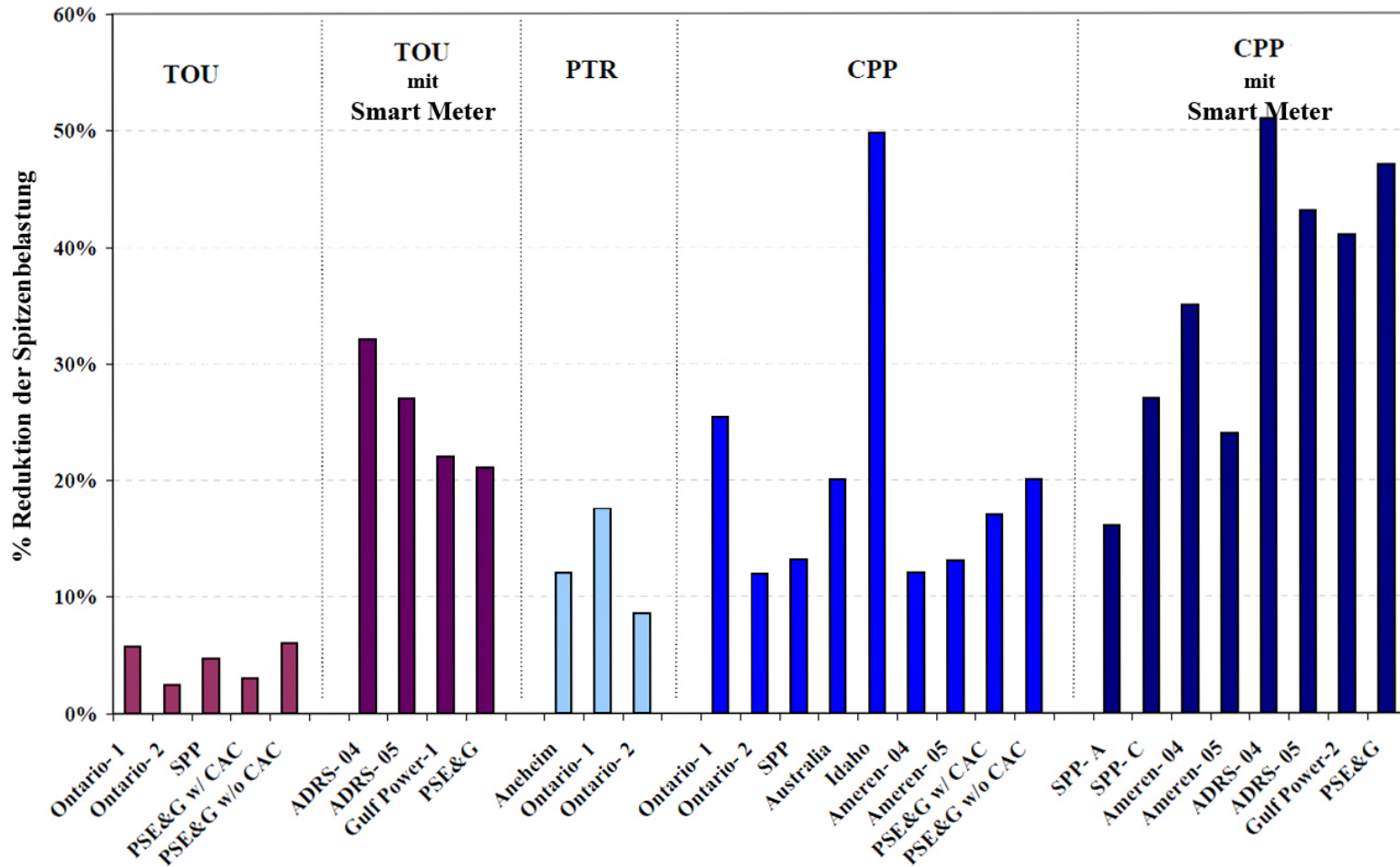


Bild: The power of experimentation – New evidence on residential demand response.

A. Faruqui, S. Sergici

# Verbesserung der Energieeffizienz

- Benötigt Feedback
  - Möglichst in Echtzeit
  - Historische Vergleiche
- Langzeitstudien wichtig
  - Teilweise unklare Resultate
- Um die 5-6% Steigerung erwartet <sup>13</sup>

[13] Smart Metering für die Schweiz - Potenziale, Erfolgsfaktoren und Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz. Eidgenössisches Departement UVEK



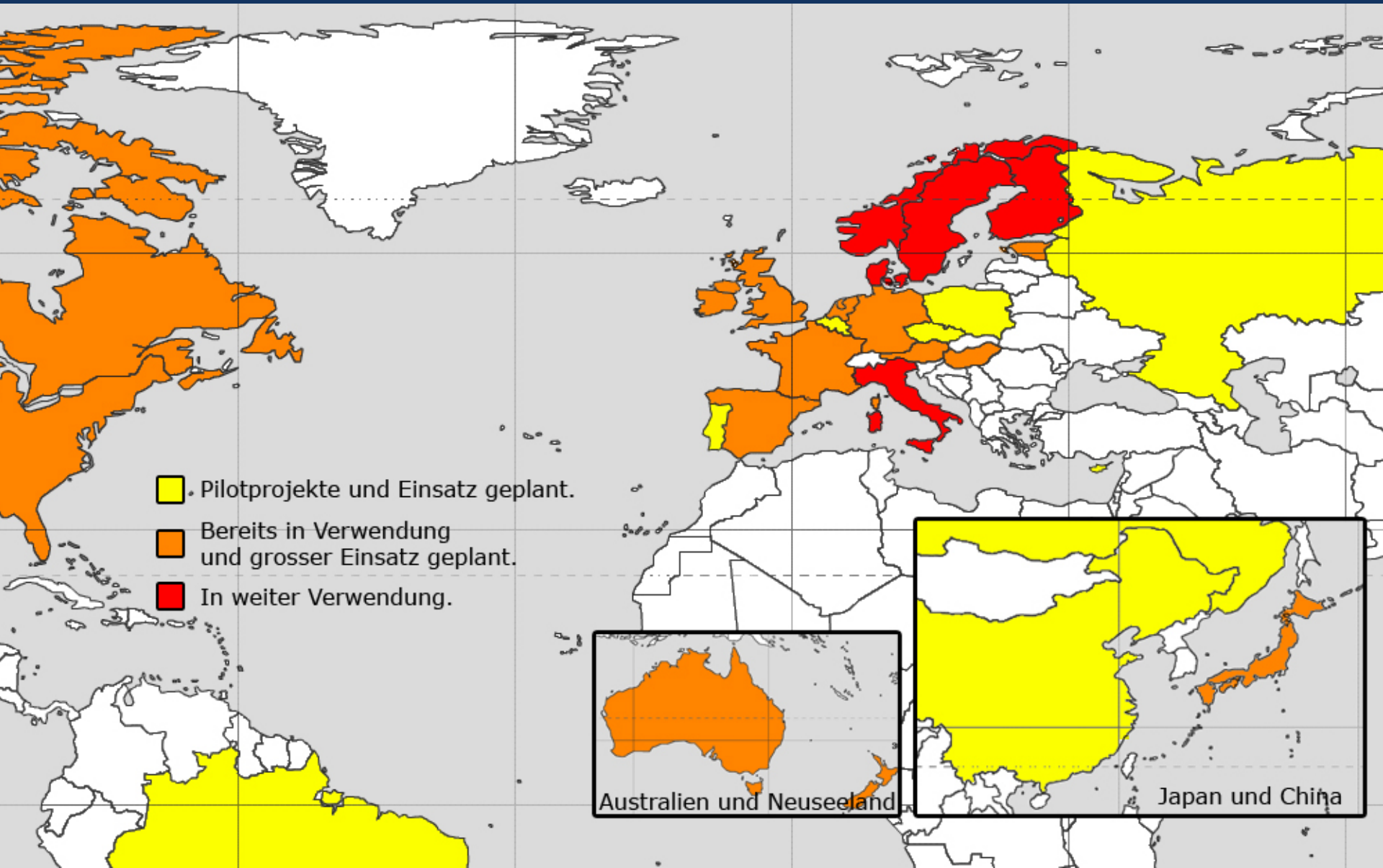
# Verbreitung - Erste Umsetzungen

- 2001-2006: 27 Millionen in Italien <sup>11</sup>
  - Mittlerweile Ausweitung auf Wasser und Gas
- Schweden 2003: Gesetz zum monatlichen Ablesen ab 2009 <sup>11</sup>
- 2004: Finnland und Dänemark ziehen nach <sup>11</sup>
- 2007: Norwegen motiviert Umstellung für 2013 <sup>11</sup>

[11] From policy to implementation: The status of Europe's smart metering market.

Meir Shargal

# Weltweite Verbreitung



# Stand der Schweiz

- Bisher Time-of-Use
- Wenige junge Pilotprojekte
- Eidgenössische Meta-Studie Ende 2009
- 1,5 Mrd. Fr. <sup>13</sup>
  - Einsparungen von 1,2 Mrd Fr. in Lebensdauer <sup>13</sup>

[13] Smart Metering für die Schweiz - Potenziale, Erfolgsfaktoren und Massnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz. Eidgenössisches Departement UVEK

# Aussichten

- Bis 2012: 25-40% Haushalte in Europa <sup>11</sup>
- Standards werden gesetzt
- Viele Ziele und Projektenden um 2020-2025

[11] From policy to implementation: The status of europe's Smart Metering Market. Mei

# Schlusswort

- Technologie vorhanden
  - Vorteile wurden und werden aufgezeigt
  - Grosseinsätze über die nächsten 20 Jahre
- Alle Möglichkeiten benutzen
- Weiterentwicklung der Nutzerschnittstellen

# Fragen & Diskussion