

volkszaehler.org

Smart Meter im Selbstbau und Selbstversuch

Justin Otherguy
justin@justinotherguy.org

Easterhegg 2010 - 2.-5.4.2010, München

Smart Meter – was ist das?

- Intelligente Energiezähler –
hier: Stromzähler *)

*) genau genommen geht's hier natürlich nicht um Strom, sondern um elektrische Leistung

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – was ist das?

• vorher:

zeitliche Auflösung: 1 Messwert/Jahr

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – was ist das?



Quelle: nl.wikipedia.org/wiki/Quistnix (CC-BY) [1]

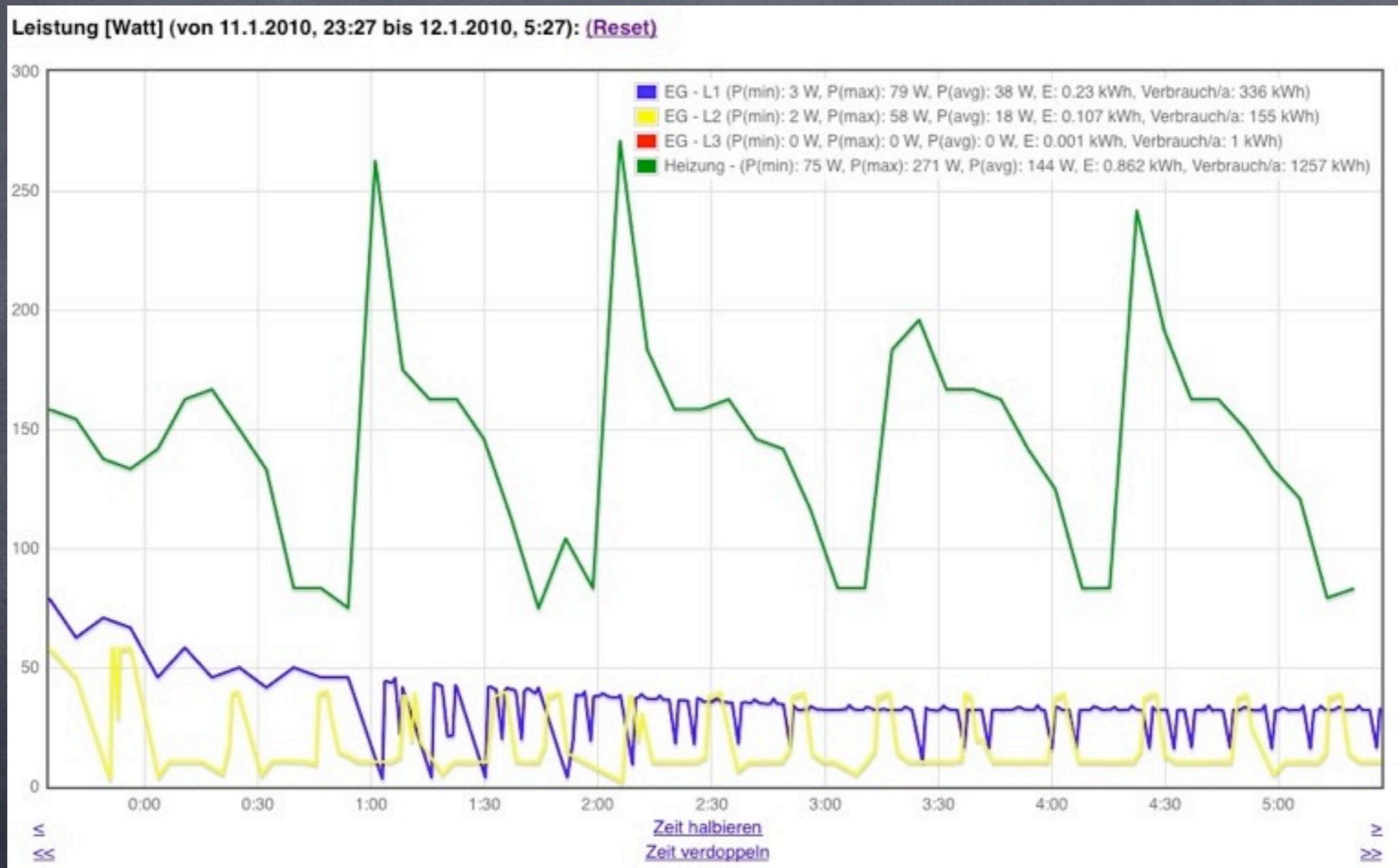
volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – was ist das?

- nachher:
zeitliche Auflösung: > 1 Messwert/Sekunde

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – was ist das?



volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – wozu?

- <http://www.youtube.com/watch?v=HXVCoTUcCsQ>
- Stromverbrauchsprofil analysieren:
 - wie hoch ist mein Verbrauch nachts? (im Leerlauf)
1 Watt => 8,760 kWh/a
 - lohnt der Ersatz eines Altgerätes durch ein modernes Gerät?
 - Anteil von Geräten mit hoher Leistung und kurzer Laufzeit? (Backofen, Fön, ...)
 - der Versorger möchte die Daten auch gerne nutzen um sein Netz und die Versorgung zu optimieren

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – wozu?

- spätestens zum 30.12.2010 sind die Versorger lt. EnWG [2] verpflichtet „einen Tarif anzubieten, der einen Anreiz zu Energieeinsparung oder Steuerung des Energieverbrauchs setzt“
- später: monatliche Stromabrechnung

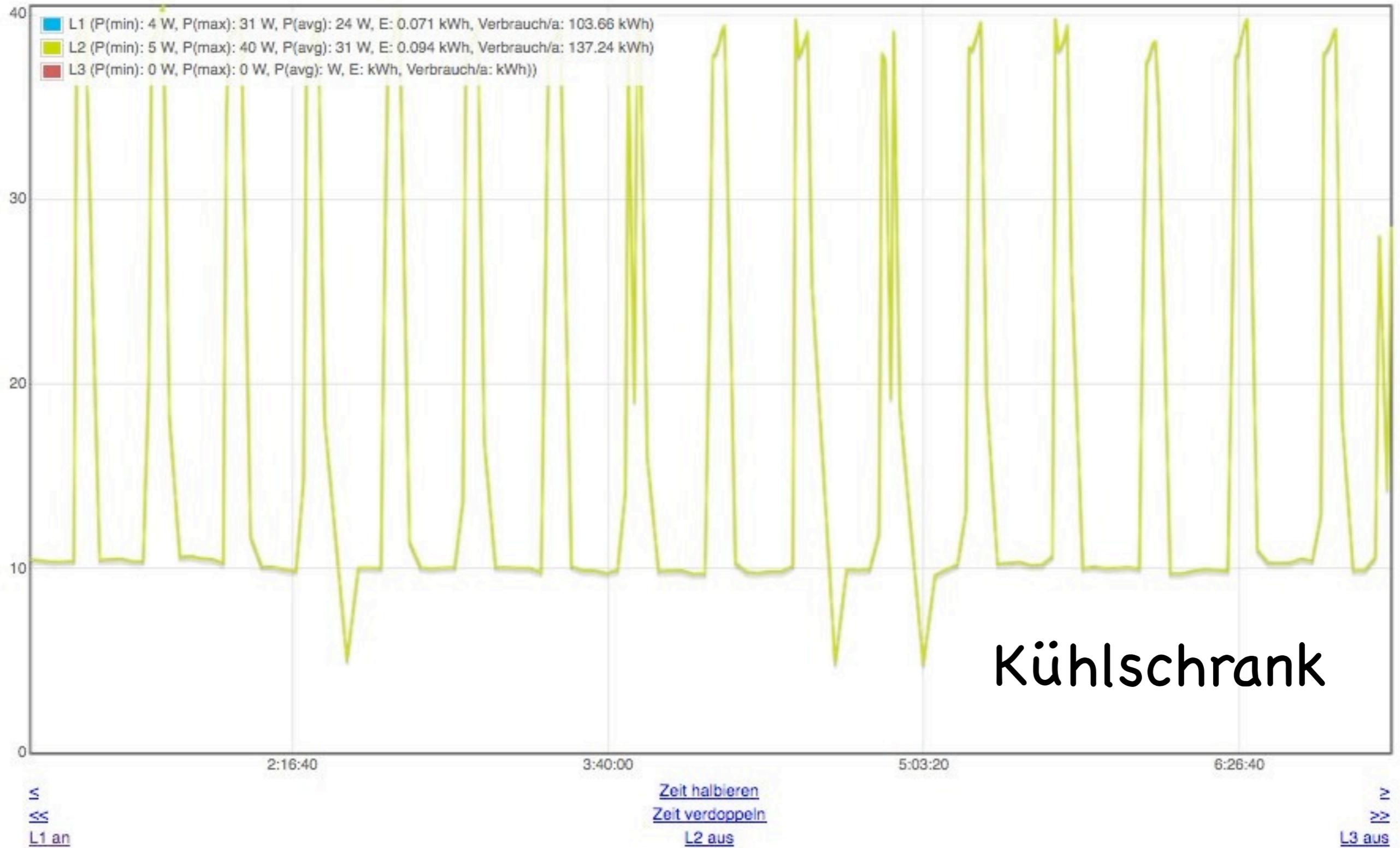
volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter

- Und jetzt:
heiteres Profileraten!

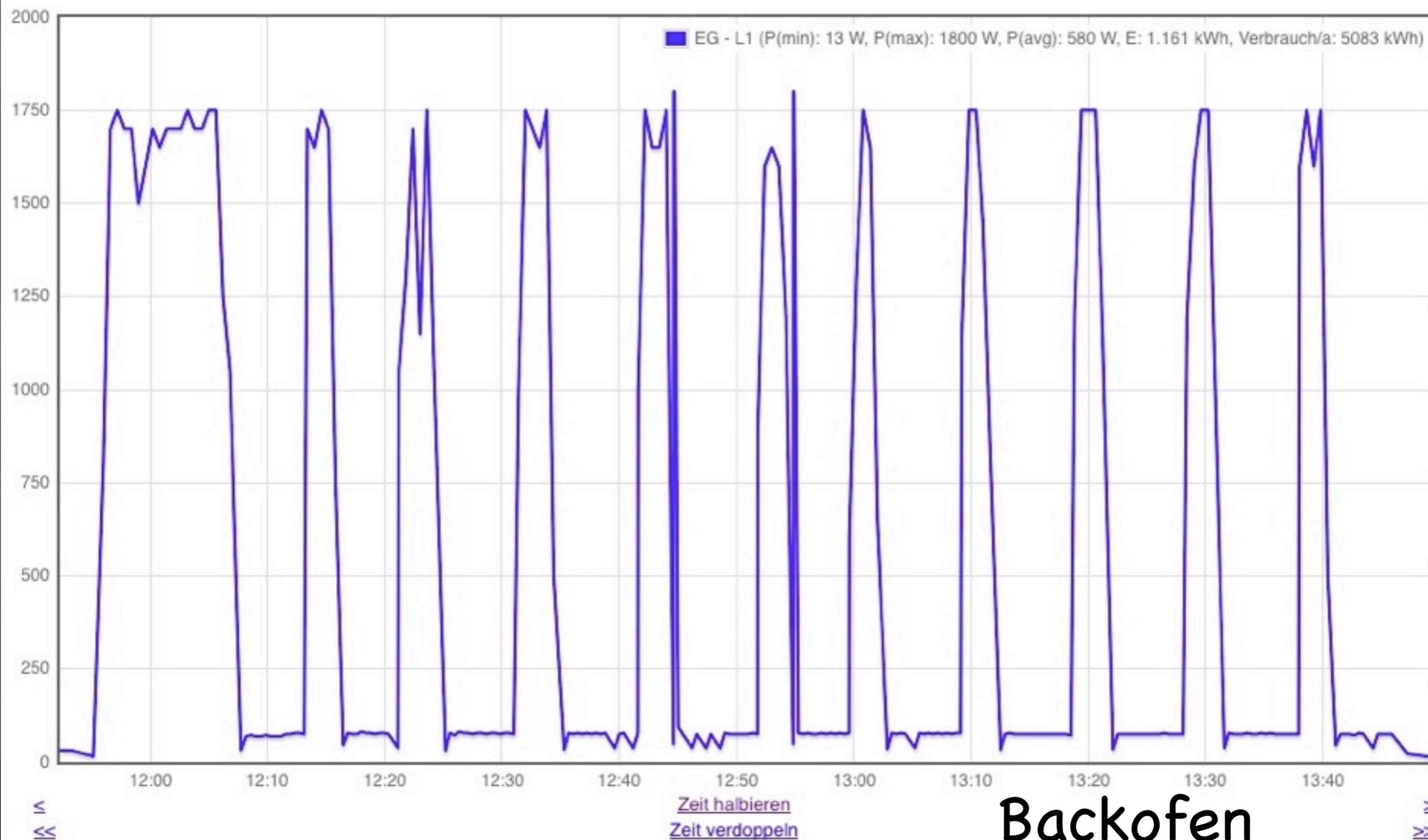
volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

Leistung [Watt] (von 13.11.2009, 1:07 bis 13.11.2009, 7:07): [\(Reset\)](#)



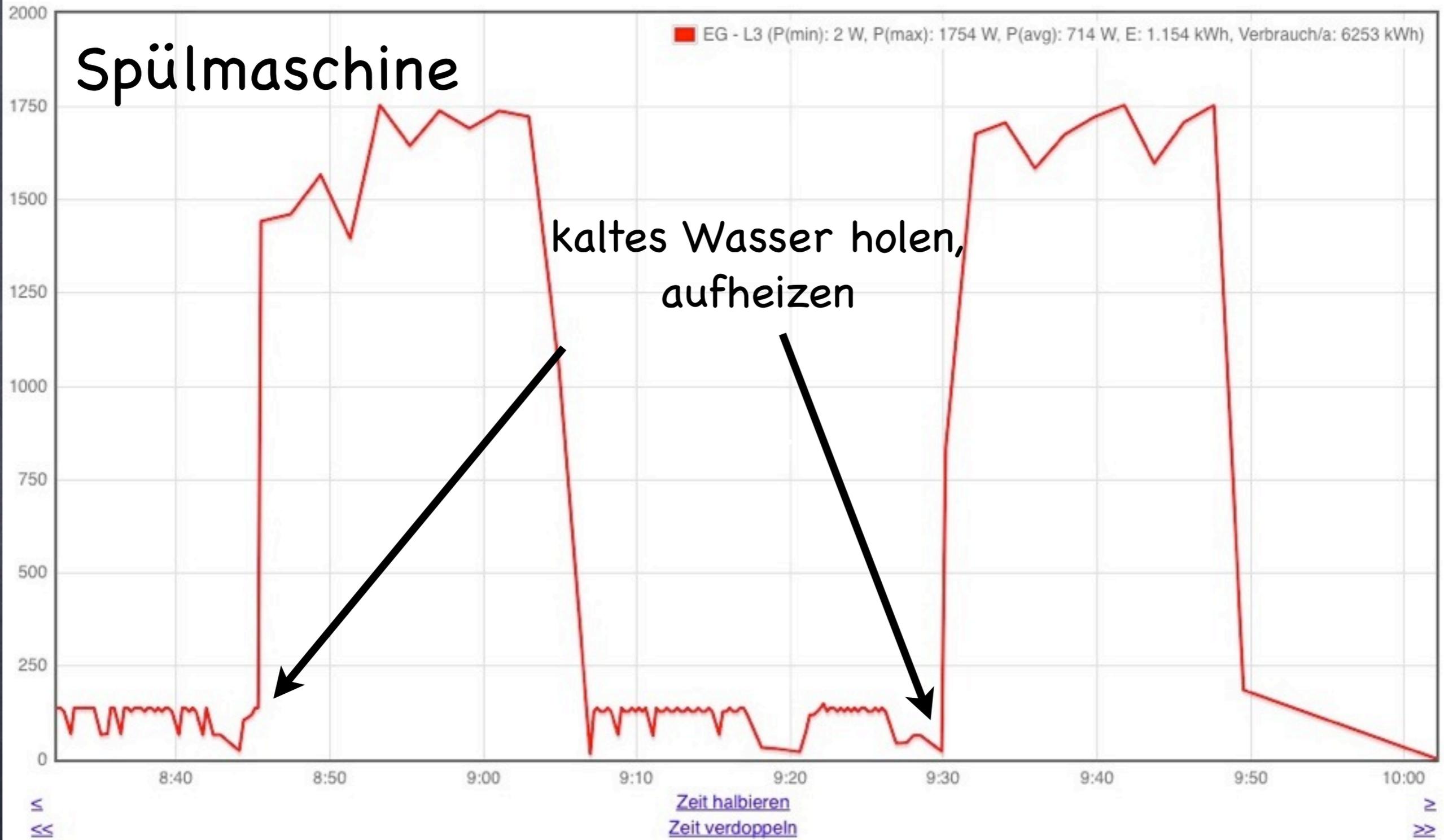
volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

Leistung [Watt] (von 13.11.2009, 11:50 bis 13.11.2009, 13:50): [\(Reset\)](#)



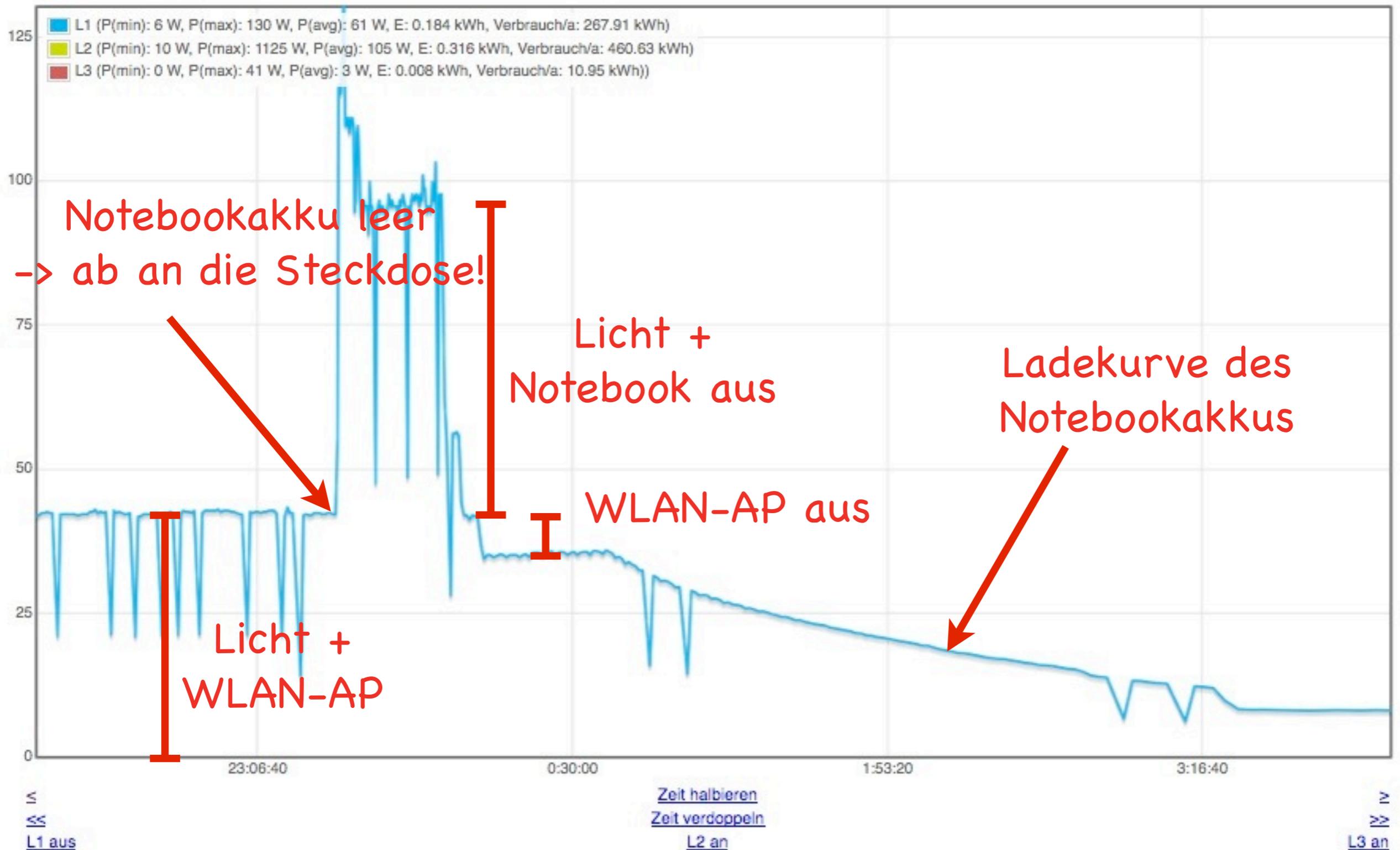
volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

Leistung [Watt] (von 13.11.2009, 8:30 bis 13.11.2009, 10:07): [\(Reset\)](#)



volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

Leistung [Watt] (von 13.11.2009, 22:07 bis 14.11.2009, 4:07): [\(Reset\)](#)



volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

Smart Meter – was sieht man da?

- typische Verbrauchsprofile und Nutzungszeitpunkte von Geräten erlauben eine eindeutige Identifikation:
 - Kühlschrank
 - Backofen
 - TV
 - Mikrowelle
 - Fön

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – was sieht man da?

- Rückschlüsse auf Lebensgewohnheiten:
 - aufstehen? zu Bett gehen? nächtliche Toilettenbesuche? (Licht)
 - Kochen: wann? wie oft? mit mehreren Herdplatten? mit dem Backofen?
 - Abweichungen? (Gäste, veränderte Lebensgewohnheiten, ...)
- > bessere Überwachung als mit einer Kamera?

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – was sieht man da?

- Der Stromversorger ist per EnWG [2] seit dem 1.1.2010 verpflichtet, für Neubauten und bei umfangreichen Renovierungen ein Smart Meter anzubieten
- geregelt:
 - Kunde muss Daten lesen können, um seinen Verbrauch zu optimieren
 - Versorger muss spätestens zum 30.12.2010 [sic!] einen Tarif anbieten, der einen Anreiz zur Energieeinsparung setzt

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – was sieht man da?

- nicht geregelt (und daher nicht eingeschränkt):
 - Randbedingungen, unter denen der Versorger die Daten nutzen darf:
 - zeitliche Auflösung
 - Pseudonymisierung/Anonymisierung
 - Aggregation
 - Weitergabe, ...
- „Lösung“ in der Praxis: Kunde unterschreibt eine Einwilligungserklärung, die die Verwendung erlaubt

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – was sieht man da?

- Kombination folgender Randbedingungen machen Smart Meter kritisch:
 - Benutzeridentifikation – Daten werden zum Versorger übertragen → Nutzer kann das nicht ausschliessen
 - hohe zeitliche Auflösung – gesetzliche Obergrenze?

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – woher?

- vom Versorger, z.B. YelloStrom; Kosten:
 - einmalig: EUR 79 (Gerät incl. Installation)
 - monatlich: ca. EUR 8 (incl. Eigenverbrauch des Zählers)

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – woher?

- Yellostrom:

- sekundengenau Auflösung verbleibt (lt. Yellostrom, [3]) im Haus
 - per PC abrufbar („Sparzähler“ hat einen Webserver)
- viertelstündliche Verbrauchswerte werden zu Yellostrom übertragen
 - per Web abrufbar (verschlüsselt, authentifiziert)

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – woher?

- von einem Drittanbieter, z.B. „The Energy Detective“
zusammen mit „Google PowerMeter“
 - einmalig: EUR 100 (Gerät ohne Installation – diese ist sehr einfach)
 - monatlich: EUR 0

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Smart Meter – woher?

• Flukso

- Stromwandler + WLAN-Router + Controller-Huckepack-Platine + flukso.net
- einmalig: EUR 110 (Gehäuse, SSL, sehr einfache Montage)
- monatlich: EUR 0

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

volkszaehler.org

volkszaehler.org

- Bereitstellung der kompletten Software und Dokumentation für einen Smart Meter im Eigenbau (Verarbeitung, Protokollierung, Auswertung)
- alternativ kann der Server (volkszaehler.org) direkt kostenlos für Protokollierung und Auswertung genutzt werden (und wo ist dann der Unterschied zu yellostrom et al.?)

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org - Status

Prototyp läuft:

- Zähler (Hutschiene mit SO-Schnittstelle)
- Controller (für max. 12 Zähler mit SO-Schnittstelle, seit Kurzem im Interruptbetrieb und mit Puffer für HTTP-Requests)
- Protokollierung via HTTP durch Apache in PostgreSQL
- Visualisierung im Browser mittels JS-Bibliothek
- Anzeige der minimal, maximal und durchschnittlich für das aktuelle Zeitintervall angeschlossenen Leistung, Hochrechnung des Verbrauchs auf ein Jahr

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org - Aufbau

- Messung
- Verarbeitung
- Protokollierung
- Auswertung

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org

1. Messung

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org: Messung

- Stromzähler für Hutschienenmontage
(3 Stück bei ebay ca. EUR 50)



WECHSELSTROMZÄHLER STROMZÄHLER HUTSCHIENE WATTMETER ZD1

Artikelzustand: **Neu**

Stückzahl: 5 verfügbar

Preis: **EUR 9,99** (inkl. MwSt.)
EUR 8,39 (exkl. MwSt.)

[Sofort-Kaufen](#)

[Angebot beobachten](#)

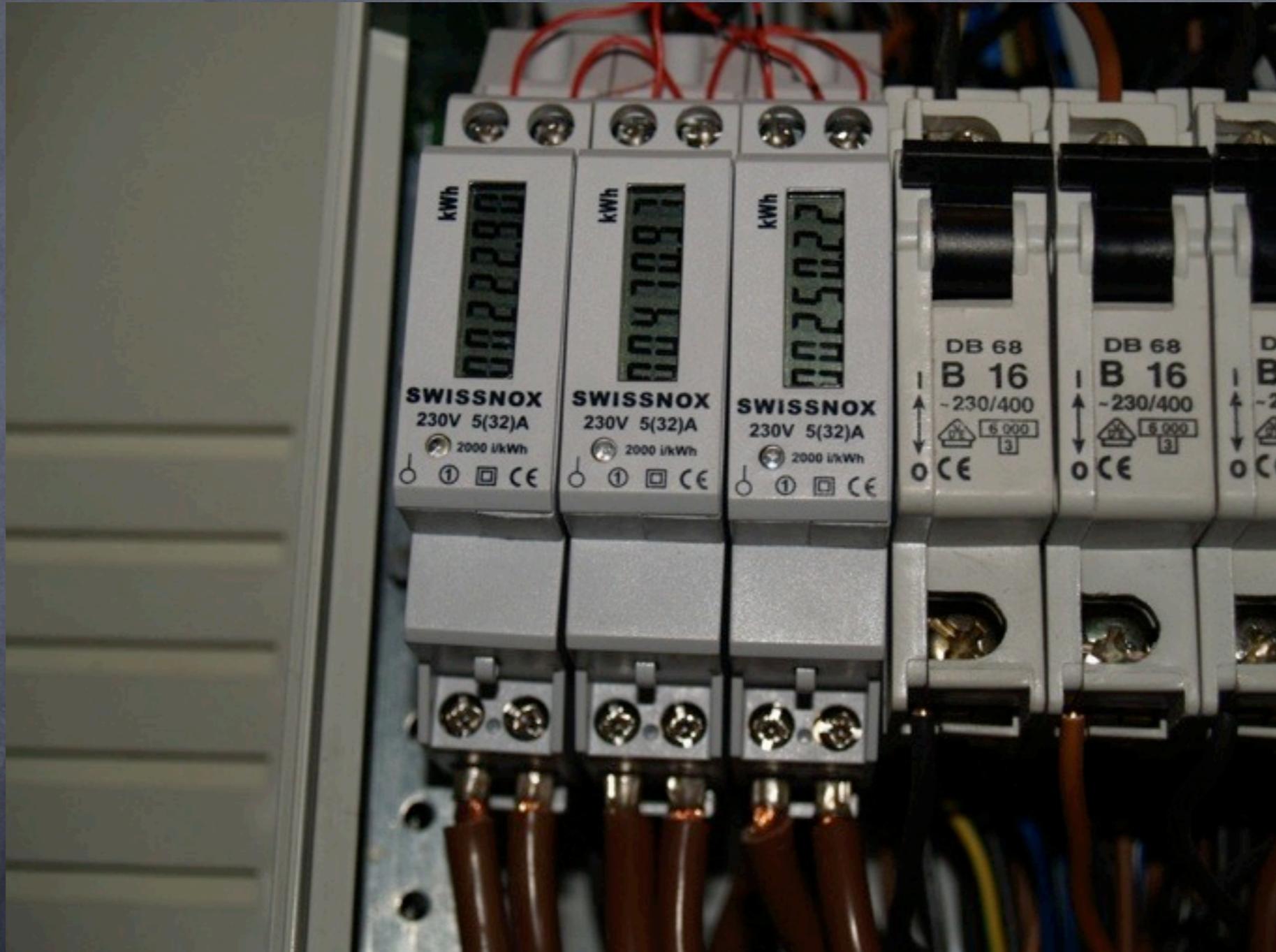
Versand: **EUR 9,90** Expressversand [Versandrabatte](#) | [Details aufrufen](#)
Versandfertig in 1 Werktagen nach Zahlungseingang.

Zahlungen: **PayPal**, [Überweisung](#) | [Weitere Details](#)
Kostenloser PayPal-Käuferschutz in unbegrenzter Höhe. [Mehr Info](#)

Rücknahmen: Verbraucher können den Artikel zu den unten angegebenen Bedingungen zurückgeben | [Details aufrufen](#)

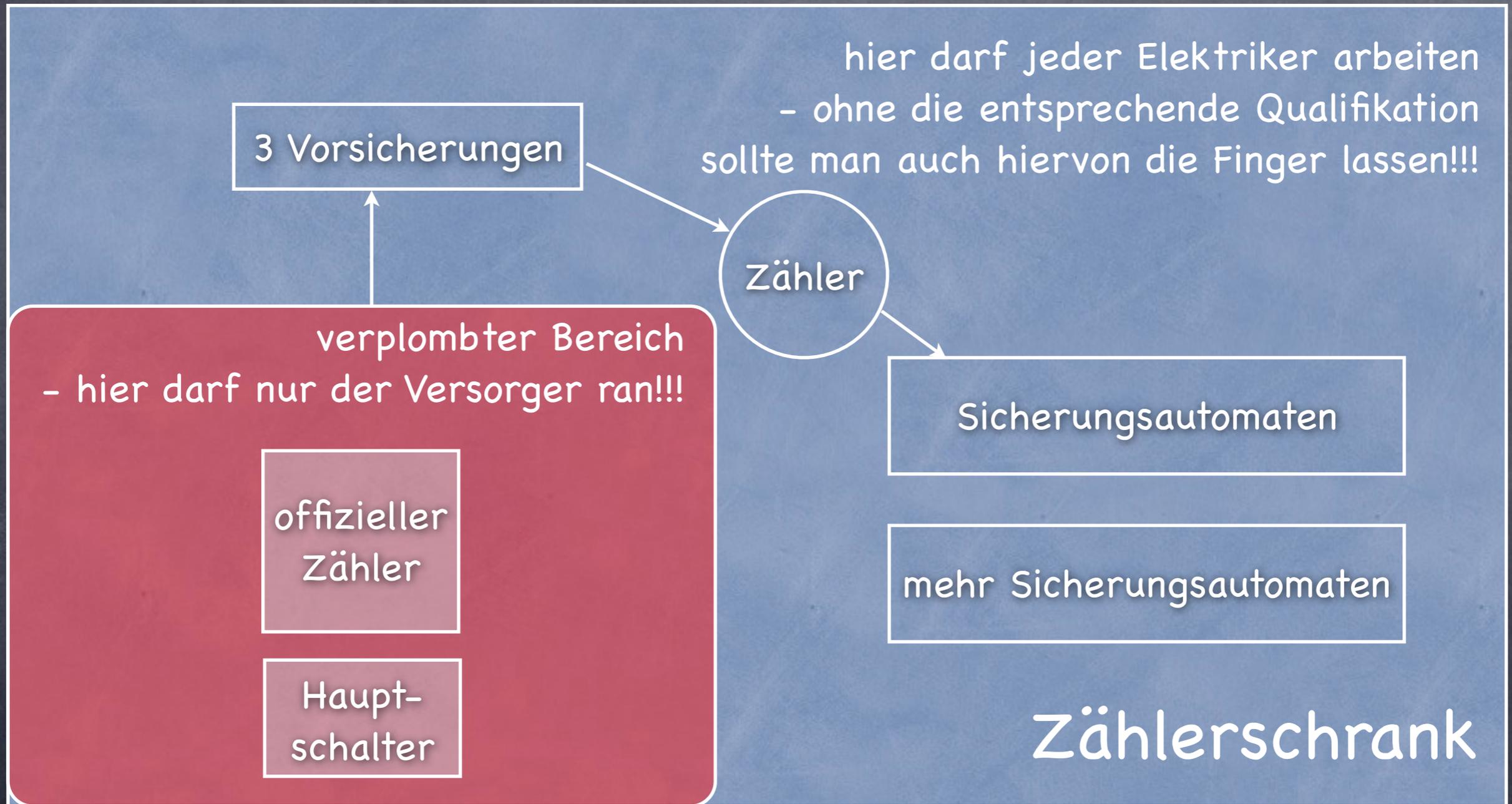
volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

volkszaehler.org: Messung



volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org: Messung



volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org

2. Verarbeitung

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org: Verarbeitung

- Controllerboard (als Fertigmodul bei pollin.de)

AVR-NET-IO - Fertigmodul



Fertigmodul - kein Löten mehr!

Bestellnummer: 810 073

Preis: **27,95 €**

Inkl. MwSt., zzgl. Versandkosten

Verfügbarkeit: ✓ Artikel verfügbar.

1 Stück  **In den Einkaufswagen**

[Download verfügbar](#)

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org: Verarbeitung

- ethersex



- DNS, NTP, ...

- HTTP-GET-Client (auf Basis des vorhandenen twitter-Clients erstellt)

- Debugging via RS232

- sehr einfache „Überwachung“ der μ C-Ports möglich

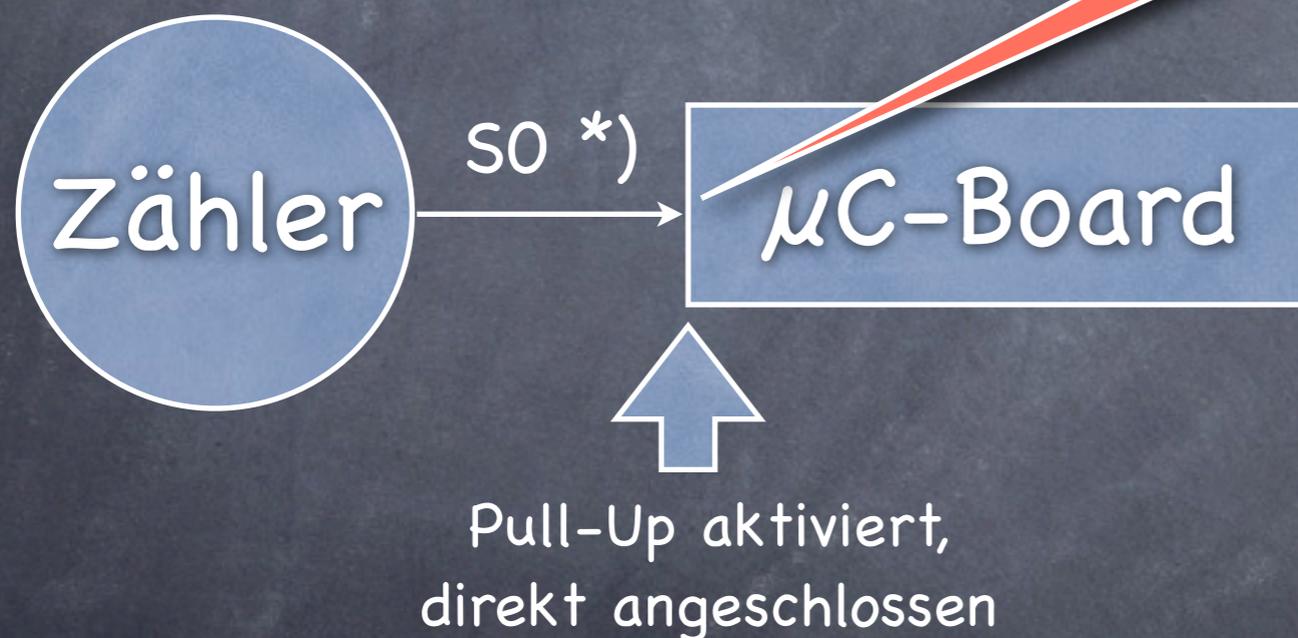
→ mit minimalen Erweiterungen war hier bereits alles getan!

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org: Vernebelung

Neu!

Jetzt auch mit Interrupts!
Gegen Impulsverlust! **)



*) S0: nix ISDN - potenzialfreier Schaltausgang

**) erfordert einen ATmega644(p)

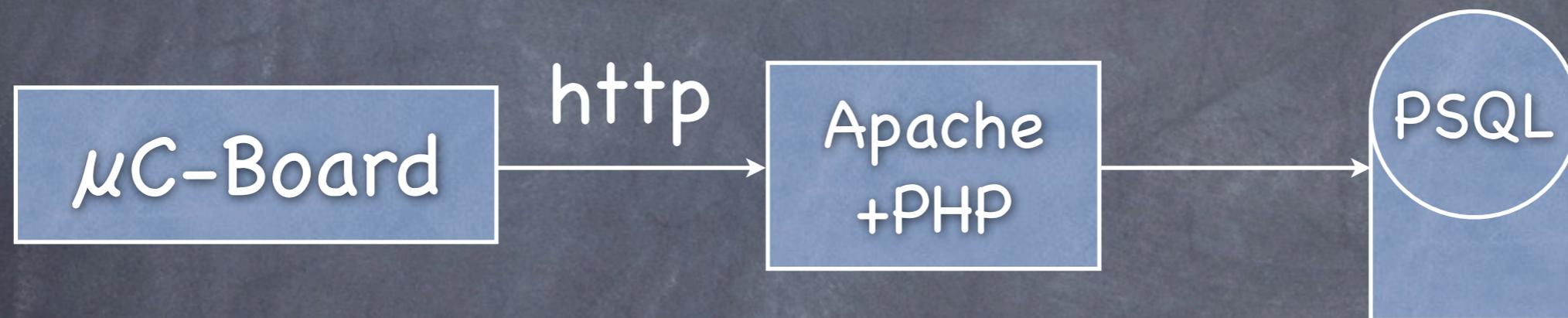
volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org

3. Protokollierung

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org: Protokollierung



1. übermittelt werden: uuid, Kanal (für mehrere Zähler)
2. der aktuelle Zeitstempel (in ms) wird zusammen mit der uuid und dem Kanal in der Tabelle „pulses“ geloggt

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org

4. Auswertung

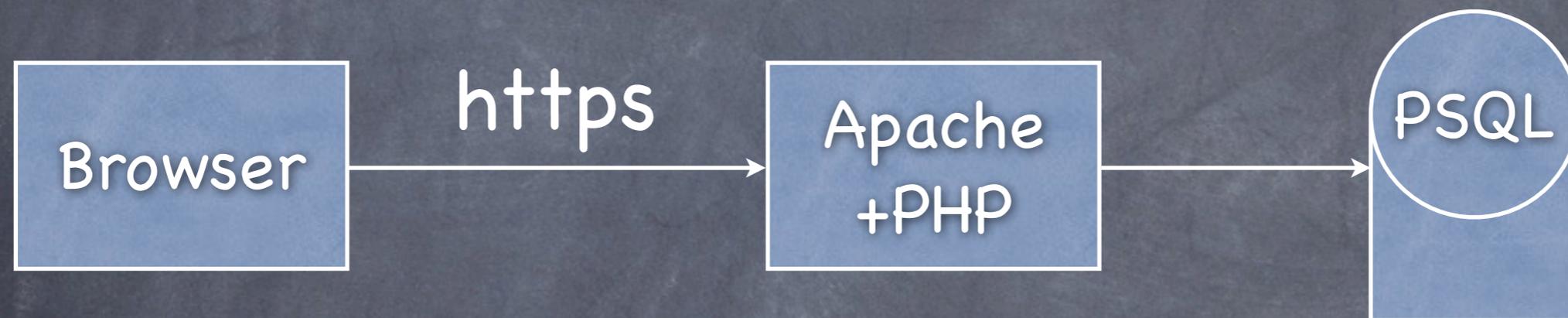
volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org: Auswertung

- Linux-Server mit Apache, PHP+PostgreSQL
- Darstellung der Messwerte im Browser via JS-Bibliothek („flot“)

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org: Auswertung



1. Browser übergibt uuid als GET-Parameter
2. aus der DB werden die passenden Zeitstempel ausgelesen
3. aus der Zeitdifferenz zwischen 2 aufeinanderfolgenden Impulsen lässt sich die angeschlossene Leistung berechnen
4. Visualisierung des Verbrauchsprofils im Browser

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org

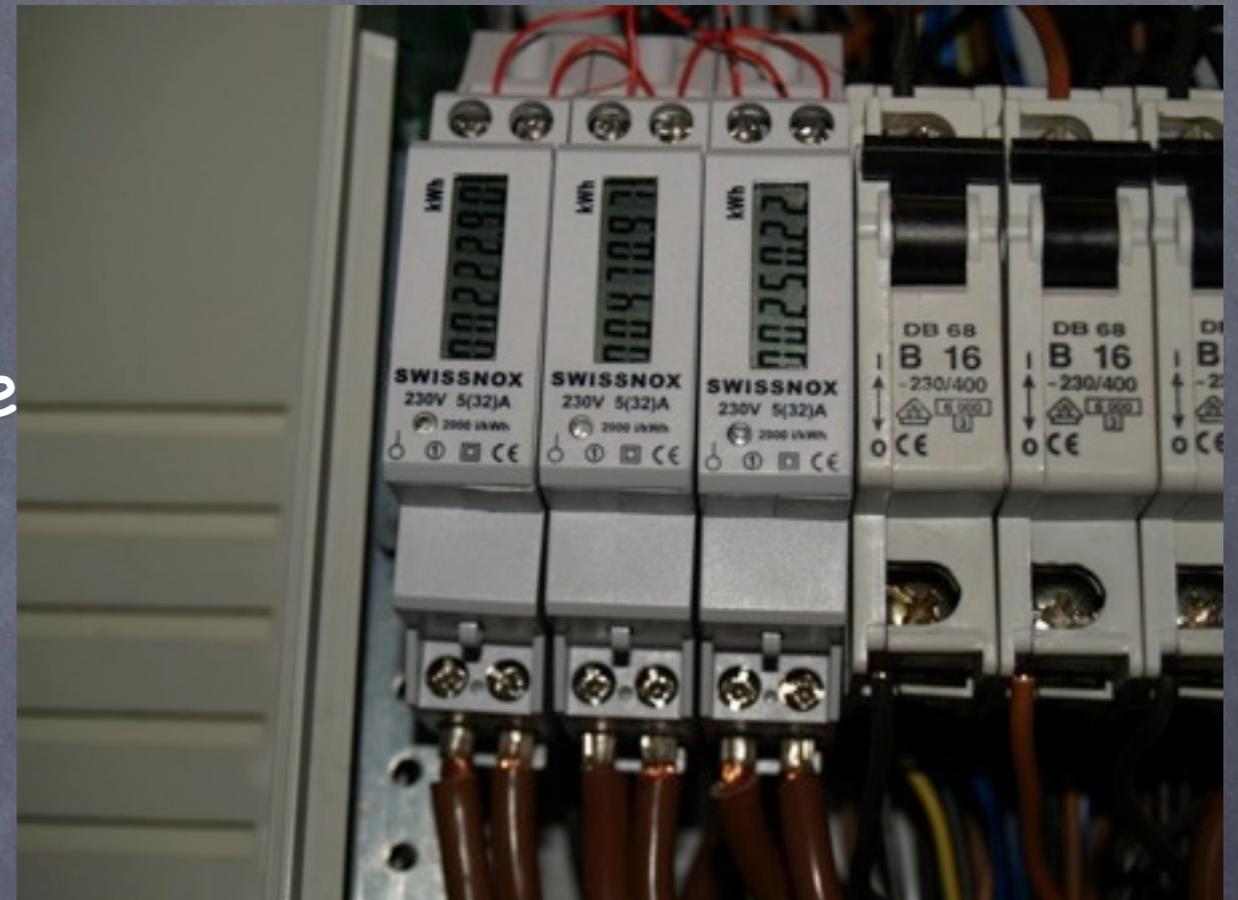
Alternativen

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

Messung – Hutschienenzähler

Hutschienenzähler mit
SO-Ausgang (3 St. ca. EUR 50)

- + Wirkleistungsmessung
- + Alle angeschlossenen Geräte werden berücksichtigt
- + sehr hohe Auflösung (1.000 – 2.000 Imp./kWh)
- Fachkraft für Montage erforderlich



volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

volkszaehler.org – Messung

Messeinrichtung	Pro	Contra	Status
Hutschienezähler mit SO-Ausgang	zuverlässig, Wirkleistung	Fachkraft für Montage erforderlich	funktioniert

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Messung – optischer Aufsatz

ELV EM 1000-WZ (ca. EUR 40)

- + keine Arbeit an Elektrik erforderlich
- + Wirkleistungsmessung
- + Alle angeschlossenen Geräte werden berücksichtigt
- sehr (sehr) unzuverlässig
- relativ geringe Auflösung (75 Imp./kWh)



volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

volkszaehler.org – Messung

Messeinrichtung	Pro	Contra	Status
Hutschienezähler mit SO-Ausgang	zuverlässig, Wirkleistung	Fachkraft für Montage erforderlich	funktioniert
optischer Aufsatz	sehr einfache Montage, Wirkleistung	unzuverlässig, geringe Auflösung	funktioniert

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Messung – Stromwandler

Oregon Scientific (EUR 50 für Messklemmen, Sender (433 MHz), Empfänger+Displayeinheit)

- + kaum Arbeit an Elektrik erforderlich
 - + alle angeschlossenen Geräte werden berücksichtigt
 - reine Strommessung; Spannung ist nicht konstant
 - > Messfehler! Scheinleistung!
 - (noch) keine Anbindung an μ C-Board
- direkte Anbindung der Stromwandler an die ADC des ATmega?
FUNKSchnittstelle mit 433 MHz – RFM12?!?



volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

volkszaehler.org – Messung

Messeinrichtung	Pro	Contra	Status
Hutschienenzähler mit SO-Ausgang	zuverlässig, Wirkleistung	Fachkraft für Montage erforderlich	funktioniert
optischer Aufsatz	sehr einfache Montage, Wirkleistung	unzuverlässig, geringe Auflösung	funktioniert
Stromwandler	einfache Montage	unpräzise (keine Spannungsmessung, Scheinleistung)	offen (ADC)

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Messung – Zwischenstecker

KD302 (EUR 10 bei reichelt.de)

- + keine Arbeit an Haus-Elektrik erforderlich
- + Wirkleistungsmessung
- (noch) keine Anbindung an μ C-Board
- ungeeignet, um versteckte/vergessene Verbraucher aufzuspüren



Funk-Schnittstelle (ZigBee?) anbauen?

Kosten für ZigBee-Anbindung bei ca. EUR 30

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

volkszaehler.org – Messung

Messeinrichtung	Pro	Contra	Status
Hutschienenzähler mit SO-Ausgang	zuverlässig, Wirkleistung	Fachkraft für Montage erforderlich	funktioniert
optischer Aufsatz	sehr einfache Montage, Wirkleistung	unzuverlässig, geringe Auflösung	funktioniert
Stromwandler	einfache Montage	unpräzise (keine Spannungsmessung, Scheinleistung)	offen (ADC)
Zwischenstecker	sehr einfache Montage, Wirkleistung	nur Teilmessung	offen (Anbindung)

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Messung - „Stromwandler+“

genau wie „Stromwandler“, aber zusätzliche Messung der Spannung

Idee: zusätzliches Steckernetzteil an ADC des Net-IO anbinden (pro Phase)

- + Wirkleistung
- + Berücksichtigung der Spannung
- (noch) keine Anbindung an μ C-Board



volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org – Messung

Messeinrichtung	Pro	Contra	Status
Hutschienenzähler mit SO-Ausgang	zuverlässig, Wirkleistung	Fachkraft für Montage erforderlich	funktioniert
optischer Aufsatz	sehr einfache Montage, Wirkleistung	unzuverlässig, geringe Auflösung	funktioniert
Stromwandler	einfache Montage	unpräzise (keine Spannungsmessung, Scheinleistung)	offen (Anbindung)
Zwischenstecker	sehr einfache Montage, Wirkleistung	nur Teilmessung	offen (Anbindung)
Stromwandler+	einfache Montage, Wirkleistung	?	offen (Anbindung)

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

volkszaehler.org – Verarbeitung

Plattform	Pro	Contra	Status
AVR-Net-IO mit Ethersex	minimale Energieaufnahme	Programmierung, Stromversorgung, kein SSL, Gehäuse	funktioniert
Embedded Linux	SSL, Programmierung, Gehäuse	Energieaufnahme?	offen

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

volkszaehler.org - Auswertung

Auswertung	Pro	Contra	Status
volkszaehler.org	kein eigener Server erforderlich (Energie, Administration)	Profil in fremden Händen	funktioniert
mein.volkszaehler	Profil in eigenen Händen	eigener Server erforderlich	funktioniert fast
loggen auf SD-Karte (schicker Name gesucht!)	„großer“ Rechner nur zur Auswertung erforderlich	Performance bei der Auswertung? umständlichere Handhabung?	offen

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

volkszaehler.org

- Pseudonymisierter Zugriff:
 - Zugriff (Protokollierung und Auswertung) erfolgt auf Basis einer eindeutigen Benutzerkennung, die der Benutzer selbst wählt (16 Byte in Form von 32 Hex-Zeichen 8-4-4-4-12, z.B.
12345678-1234-1234-1234-123456789ABC -> ca.
 5×10^{38} Möglichkeiten)
 - Zugriff erfolgt ohne Passwort und ohne Identifikation

volkszaehler.org - was - wozu - wow - woher - wie

Selbstbau – wie geht's weiter?

- Allgemein:
 - Verarbeitung und Auswertung umstellen vom Logging jedes Impulses auf „Impulse pro Intervall“?
 - Unterstützung weiterer Messgeräte:
 - Stromwandler: Nutzung der ADC des ATmega?
 - Anbindung 433/866 MHz-Geräte?
 - ZigBee-Anbindung KD 302?

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Selbstbau – wie geht's weiter?

- Controller:
 - Embedded Linux?
 - Schreiben auf SD-Karte

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

Selbstbau – wie geht's weiter?

- Auswertung:
 - PHP-Code entspaghettisieren (prototype2schoen.sh)
 - Anzeige Momentanverbrauch
 - AJAX für angenehmere Benutzung?
 - Flash-Bibliothek OFC? MRTG? ...?
 - Bessere Analysemöglichkeiten (Erkennung von Geräten, Bestimmung Jahresverbrauch pro Gerät, verschiedenste Vergleiche, ...)

volkszaehler.org – was – wozu – wow – woher – wie

interesse@volkszaehler.org ?

volkszaehler.org - was - wozu - wow - wie - woher - wer

Danke!

- Jens Wilmer
- ethersex
- Prof. Dr. Tom Rüdibusch
- Tobias Paepke
- MITO
- Ernst Ahlers
- Tim Pritlove
- P. J.

Links

- <http://volkszaehler.org/>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligenter_Zähler
- <http://ethersex.de/>
- <http://code.google.com/p/flot/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Universally_Unique_Identifier

Quellen

- [1] http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Kilowattuhrmeter_dubbel_tarief.jpg&filetimestamp=2007110003251
- [2] EnWG: http://bundesrecht.juris.de/enwg_2005/
- [3] <http://www.yellostrom.de/datenschutz/index.html>

Wo krieg ich das Zeug her?

- Hardware:

μ C-Board: AVR NET-IO (Anm.: ist zeitweise im Shop nicht gelistet - kommt dann aber wieder...)

http://www.pollin.de/shop/dt/NjI5OTgxOTk-/Bausaetze/Diverse/AVR_NET_IO_Fertigmodul.html

Stromzähler Hutschiene

http://shop.ebay.de/i.html?_nkw=stromz%C3%A4hler+hutschiene&_odkw=stromz%C3%A4hler+hutschiene+so

Stromzähler KD302

<http://www.reichelt.de/?ARTICLE=88135>

Stromzähler Oregon Scientific

<http://www.elv.de/output/controller.aspx?cid=74&detail=10&detail2=27879>

- Software für μ C-Board: ethersex

<http://www.ethersex.de/>