

A photograph of a house with a red-tiled roof. The roof is covered with numerous blue solar panels. A chimney is visible on the left side of the roof. The house has white walls and a window is visible on the ground floor. The background shows some greenery and a clear sky.

Projektvorstellung:

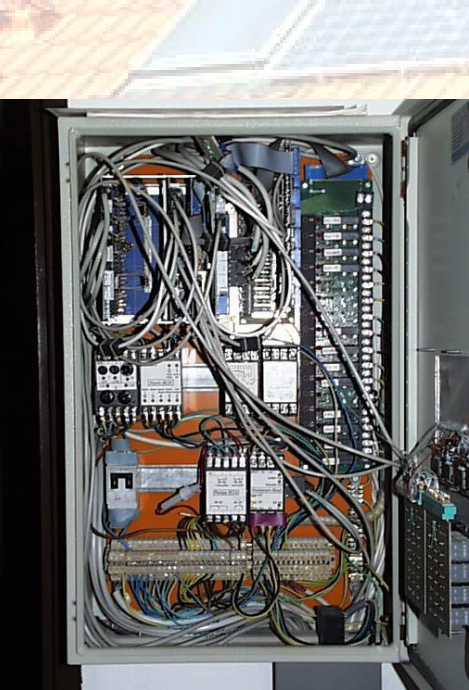
“Lithium-Speicher
aus gebrauchten
Notebook-Akkus”

Ing. Peter Ott

Zu meiner Person

- HTL-Absolvent Nachrichtentechnik & Elektronik
- Seit 1990 Einfamilienhaus in Langenzersdorf
- Klimabündnis-Arbeitskreis Langenzersdorf
- Weinviertler Energie GmbH Stockerau
 - Vier Windräder mit 4x600kW
 - Bis zu 100 betreute Elektroautos
- Brotberuf: EDV-Dienstleistung
- Privater Schwerpunkt: Erneuerbare Energien
- Seit 2015 im Vorstand von Eurosolar Austria

1990



10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 3



2005



10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 4

2006

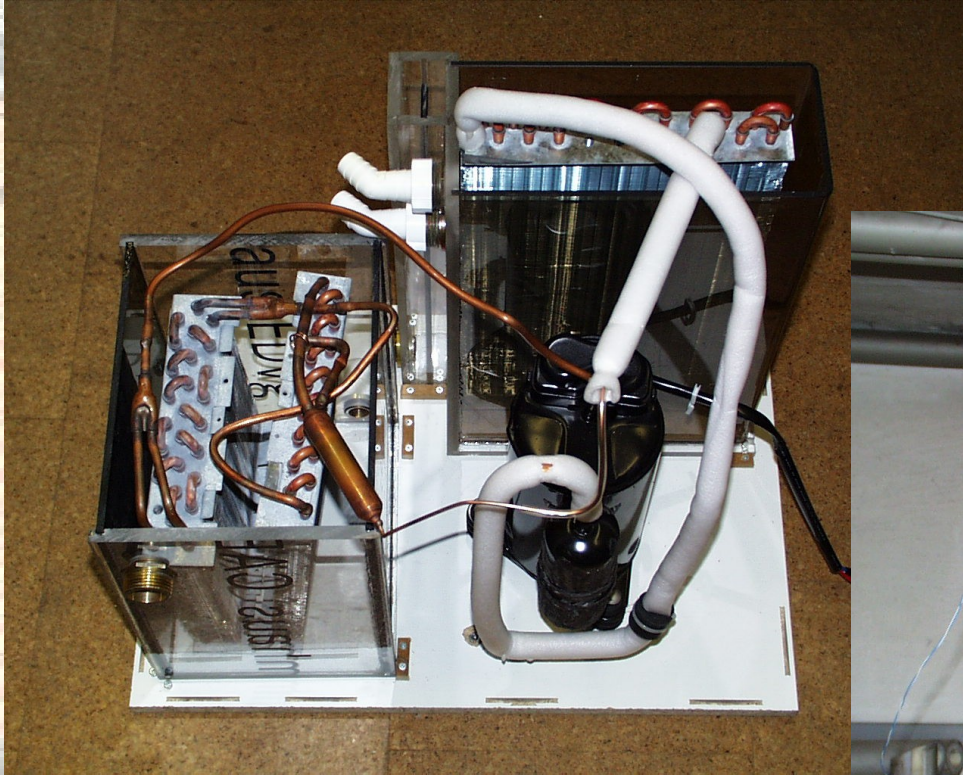


10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 5

2006: Erste Wärmepumpe



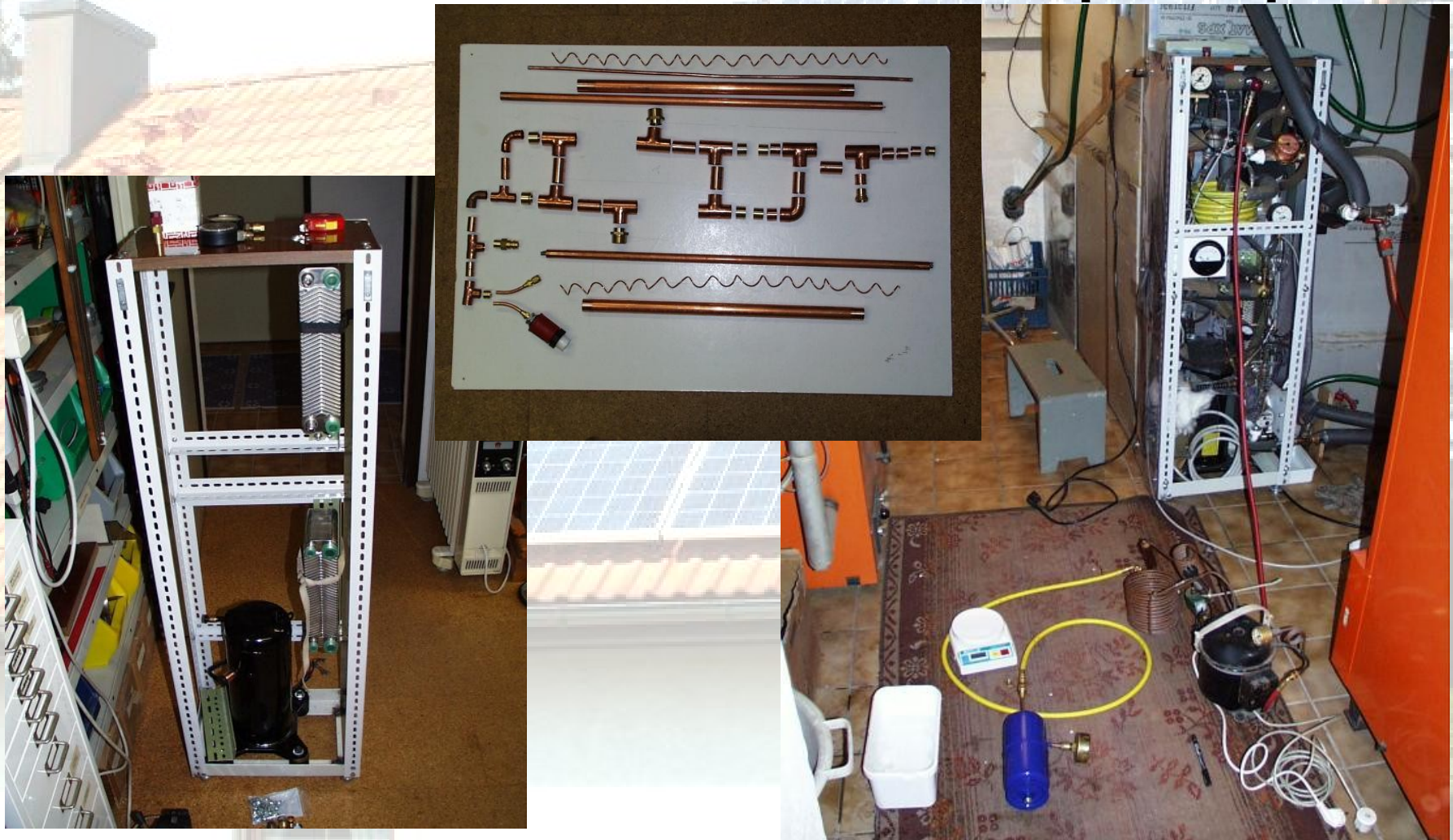
10. März 2016



HTL St. Pölten

Folie 6

2007: „Große“ Wärmepumpe



10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 7

2009



10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 8

2013: PV-Anlage mit 4,9 kWp



10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 9



2014



10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 10



MEHR SONNENSTROM FÜR MI

Optimierter Eigenstromverbrauch



Speichern mit Abfall-Akkus

Wenn jemand die Assoziation mit dem genialen Erfinder der Walt-Disney-Gruppe verdient, dann ist es Ing. Peter Ott aus Langenzersdorf. Seit vielen Jahren arbeitet er an selbst gebauten Wechselrichtern, an Steuerelektronik, Wärmepumpen, Sterlingmaschinen u. v. m.

2016

- Erweiterung der Lithium-Batterie von 25 kWh auf 50 kWh
- Erweiterung der großen PV-Anlage von 4,9 auf 5,8 kW
- Erweiterung der kleinen PV-Anlage von 0,8 auf 1,0 kW
- Erhöhung der Lade/Entladeleistung der Batterie
- Etappenweise Erreichung der Energie-Autarkie bis 2020



Klimawandel und Energiewende

10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 13



Video...

10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 14

Sonnenenergie

- Weltenergiebedarf 2010: 140 PWh/a
- Durchschnittliche Leistung 16 TW
- 2 kW pro Kopf (EU: 4 kW, USA: 8 kW)
- Solare Einstrahlung: 174 PW (1:10000)
- 4 kW -> 32 MWh/a -> **32 kWp pro Kopf!**

Energieverbrauch

- Wärme (Heizung und Warmwasser)
- Elektrische Energie
- Verkehr
- Graue Energie
- -> Ökologischer Fußabdruck!

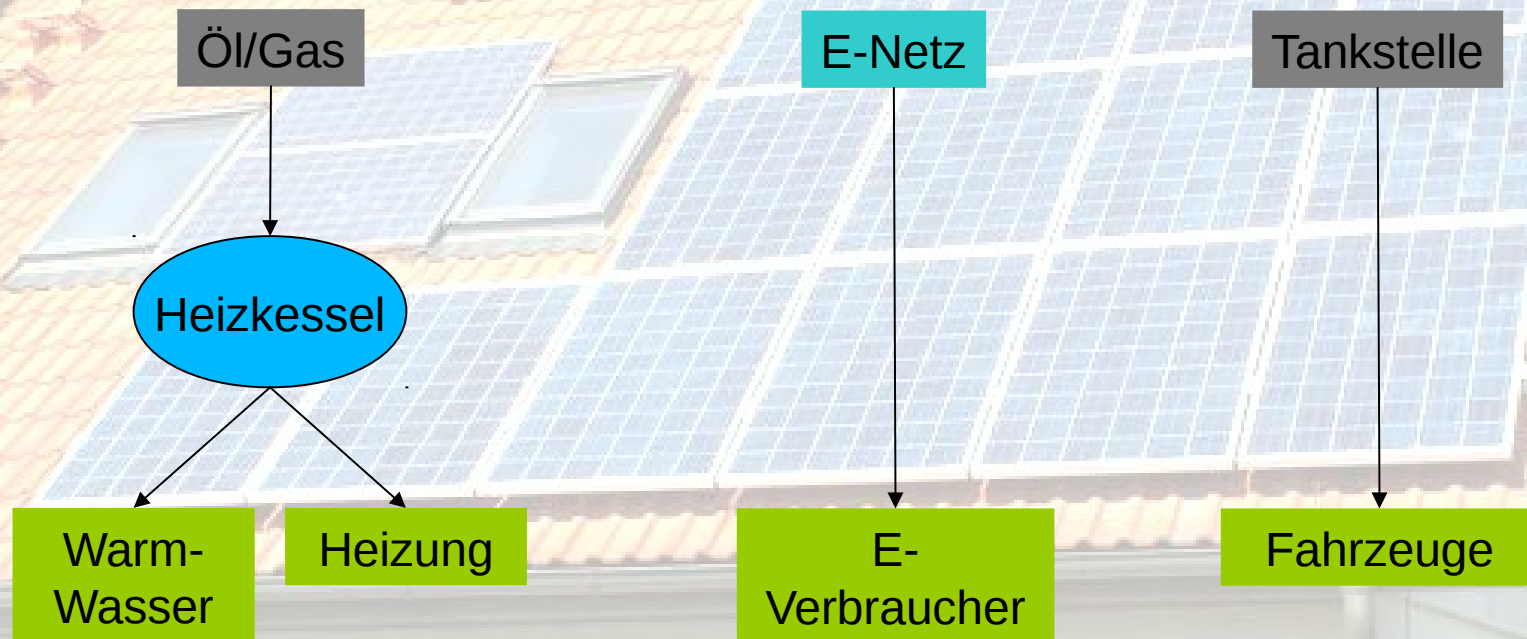
Energieinhalte

- 1 kg Erdöl/Erdgas -> 10 kWh
- 1 kg Holz -> 3-4 kWh (10-facher Platz!)
- 1 kg Lithium-Batterie -> 0,1 bis 0,2 kWh
- 1 kg Blei-Batterie -> 0,05 kWh
- 1 kg Wasser (90 auf 40 Grad) -> 0,05 kWh
- 1 kg Wasser (um 1000 hm) -> 0,003 kWh

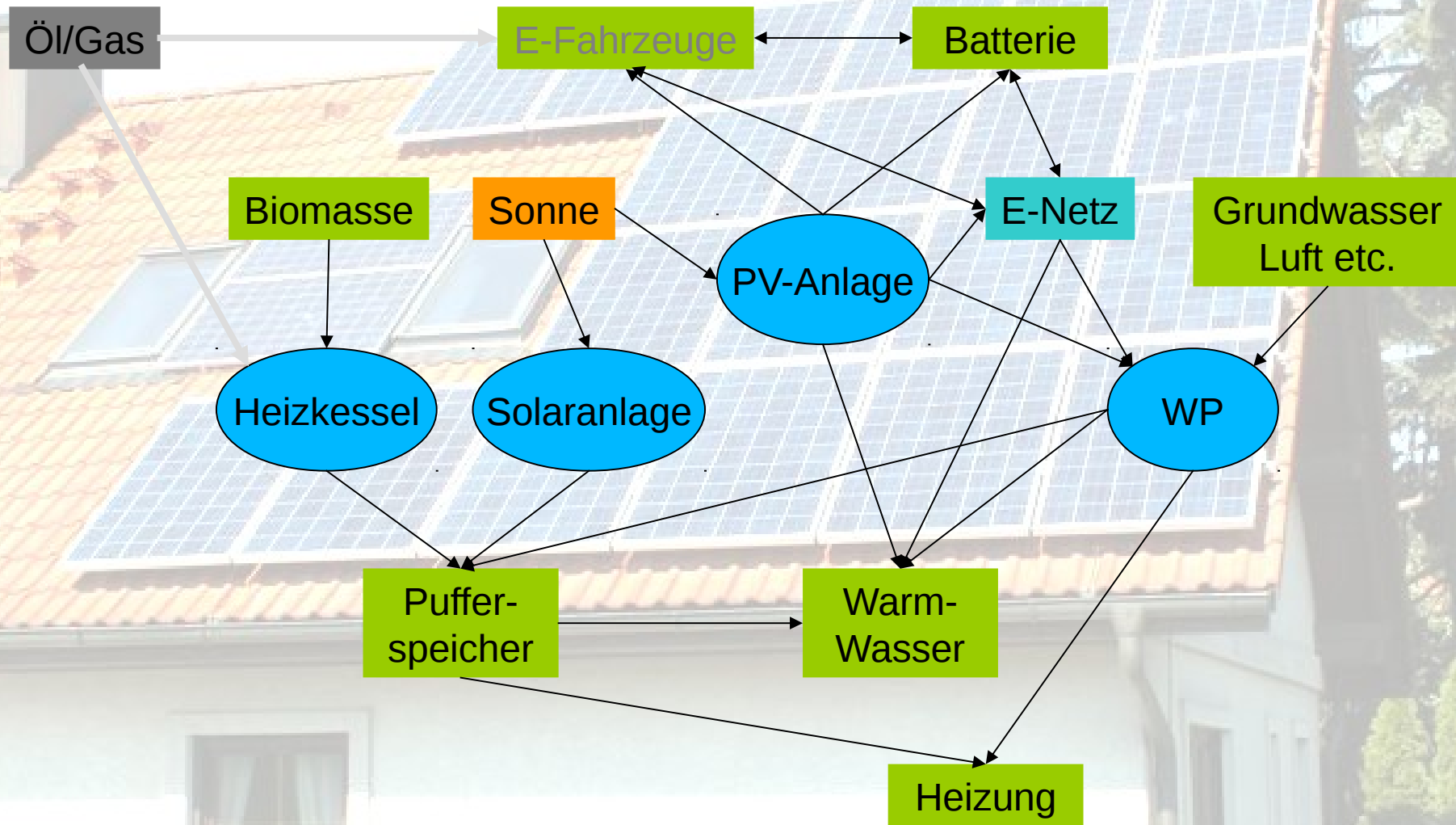
Jährliche Energiekosten

- 20 Watt Standby-Leistung -> 40 Euro
 - 100 Watt Kühlleistung -> 200 Euro
 - 1000x Dusche (50l, dT=30K) -> 150 Euro
 - 2000 kWh diverse Elektrogeräte -> 400 Euro
 - 10000 kWh Heizung -> 1000 Euro
 - 10.000 km PKW mit 6l/100km -> 1000 Euro
-
- 200-300 Euro monatlich
 - **10% Einsparung: 200-300 Euro/Jahr**

Energie einst...



... und jetzt



Energie im Haus(halt)

- Energiequellen
- Verbraucher
- Speicher
- Energie-Management!

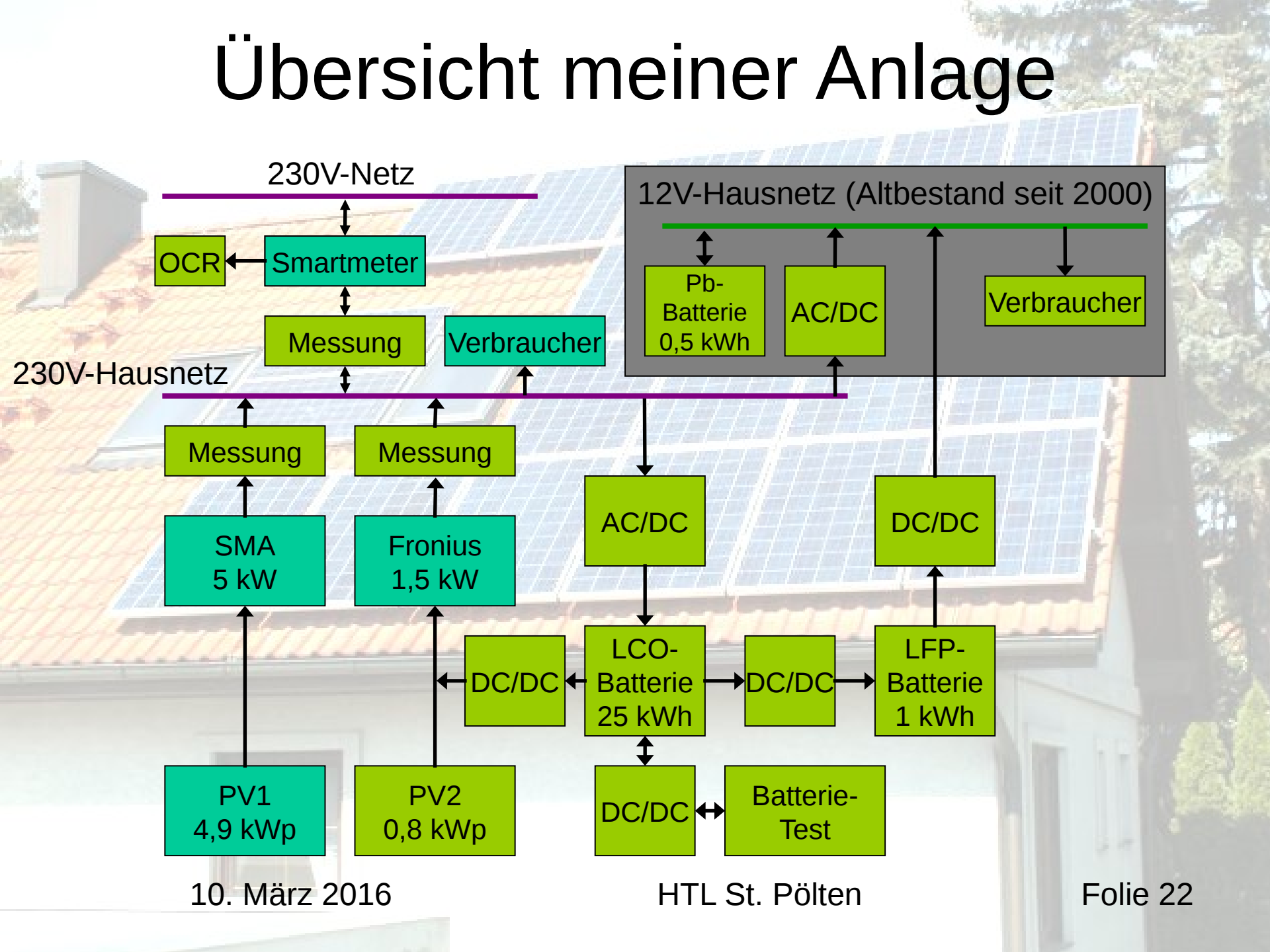
Übersicht meiner Anlage

The diagram illustrates a complex energy system with two 230V grids and a 12V house network. At the top, the '230V-Netz' (purple line) is connected to a 'Smartmeter' (cyan), which is also linked to an 'OCR' (yellow) and a 'Messung' (yellow) block. Below this, the '230V-Hausnetz' (purple line) is connected to two inverters: 'SMA 5 kW' (cyan) and 'Fronius 1,5 kW' (cyan). These inverters are connected to two PV panels: 'PV1 4,9 kWp' (cyan) and 'PV2 0,8 kWp' (yellow). The 'SMA 5 kW' inverter is connected to a 'Messung' (yellow) block, which is then connected to the '230V-Hausnetz'. The 'Fronius 1,5 kW' inverter is connected to a 'Messung' (yellow) block, which is then connected to the '230V-Hausnetz'. The '230V-Hausnetz' is also connected to a 'Verbraucher' (cyan) block. The '230V-Netz' is connected to a 'Verbraucher' (cyan) block. The '230V-Hausnetz' is connected to a '12V-Hausnetz (Altbestand seit 2000)' (grey box). Inside the 12V-Hausnetz, there is a 'Pb-Batterie 0,5 kWh' (yellow), an 'AC/DC' (yellow) block, and a 'Verbraucher' (yellow). The '230V-Hausnetz' is connected to an 'AC/DC' (yellow) block, which is then connected to an 'LCO-Batterie 25 kWh' (yellow). The 'LCO-Batterie 25 kWh' is connected to a 'DC/DC' (yellow) block, which is then connected to an 'LFP-Batterie 1 kWh' (yellow). The 'LFP-Batterie 1 kWh' is connected to a 'DC/DC' (yellow) block, which is then connected to a 'Verbraucher' (yellow). The 'LCO-Batterie 25 kWh' is also connected to a 'DC/DC' (yellow) block, which is then connected to a 'Batterie-Test' (yellow) block. The 'Batterie-Test' block is connected to a 'DC/DC' (yellow) block, which is then connected to the 'LCO-Batterie 25 kWh'.

10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 22



Übersicht meiner Anlage

The diagram illustrates a complex energy system with two 230V grids and a 12V house network. The 230V-Netz at the top is connected to a Smartmeter, which is also linked to an OCR and a Messung block. The 230V-Hausnetz below it features two inverters: SMA 5 kW and Fronius 1,5 kW, each with a corresponding Messung block. PV1 (4,9 kWp) and PV2 (0,8 kWp) feed into these inverters. A central LCO-Batterie (25 kWh) is connected to the 230V-Hausnetz via an AC/DC converter and to a DC/DC converter. This DC/DC converter is part of a battery bank including an LFP-Batterie (1 kWh) and a Batterie-Test unit. A separate 12V-Hausnetz (existing since 2000) contains a Pb-Batterie (0,5 kWh), an AC/DC converter, and a Verbraucher, all connected to the main system's DC/DC converter.

```
graph TD
    subgraph 230V_Netz [230V-Netz]
        Smartmeter
        OCR
        Messung1[Messung]
    end
    subgraph 230V_Hausnetz [230V-Hausnetz]
        SMA[SMA 5 kW]
        Fronius[Fronius 1,5 kW]
        Messung2[Messung]
        Messung3[Messung]
        Verbraucher
    end
    subgraph 12V_Hausnetz [12V-Hausnetz (Altbestand seit 2000)]
        PbBatterie[Pb-Batterie 0,5 kWh]
        ACDC12V[AC/DC]
        Verbraucher12V[Verbraucher]
    end
    subgraph Battery_System [Battery System]
        LCOBatterie[LCO-Batterie 25 kWh]
        DCDC1[DC/DC]
        LFPBatterie[LFP-Batterie 1 kWh]
        BatterieTest[Batterie-Test]
        DCDC2[DC/DC]
    end
    subgraph PV [PV]
        PV1[PV1 4,9 kWp]
        PV2[PV2 0,8 kWp]
    end

    230V_Netz <--> 230V_Hausnetz
    230V_Netz <--> 12V_Hausnetz
    230V_Hausnetz <--> Battery_System
    PV1 --> SMA
    PV2 --> Fronius
    SMA --> Messung2
    Fronius --> Messung3
    Messung2 --> Messung1
    Messung3 --> Messung1
    Messung1 --> OCR
    Verbraucher --> Verbraucher12V
    Verbraucher12V --> ACDC12V
    ACDC12V --> DCDC1
    DCDC1 --> LCOBatterie
    LCOBatterie --> DCDC2
    DCDC2 --> BatterieTest
    BatterieTest --> DCDC1
    DCDC1 --> LFPBatterie
    LFPBatterie --> DCDC2
    DCDC2 --> DCDC1
```

10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 22

Übersicht meiner Anlage

The diagram illustrates a complex energy system with two 230V grids and a 12V house network. The 230V-Netz at the top is connected to a Smartmeter, which is also linked to an OCR and a Messung block. The 230V-Hausnetz below it features two inverters: SMA 5 kW and Fronius 1,5 kW, each with its own Messung block. PV1 (4,9 kWp) is connected to the SMA inverter, and PV2 (0,8 kWp) is connected to the Fronius inverter. Both inverters feed into the 230V-Hausnetz. A central AC/DC converter is connected to the 230V-Hausnetz and a 12V-Hausnetz. The 12V-Hausnetz contains a Pb-Batterie (0,5 kWh), an AC/DC converter, and a Verbraucher. A DC/DC converter connects the 230V-Hausnetz to a battery bank. The battery bank consists of an LCO-Batterie (25 kWh) and an LFP-Batterie (1 kWh), connected via DC/DC converters. A Batterie-Test block is also connected to the battery bank. The diagram is dated 10. März 2016 and is from HTL St. Pölten, Folie 22.

```
graph TD
    230V_Netz[230V-Netz] <--> Smartmeter
    Smartmeter <--> OCR
    Smartmeter <--> Messung1[Messung]
    Messung1 <--> Verbraucher1[Verbraucher]
    230V_Hausnetz[230V-Hausnetz] <--> Messung2[Messung]
    Messung2 <--> SMA[SMA 5 kW]
    SMA <--> PV1[PV1 4,9 kWp]
    230V_Hausnetz <--> Messung3[Messung]
    Messung3 <--> Fronius[Fronius 1,5 kW]
    Fronius <--> PV2[PV2 0,8 kWp]
    230V_Hausnetz <--> AC_DC1[AC/DC]
    AC_DC1 <--> 12V_Hausnetz[12V-Hausnetz]
    12V_Hausnetz <--> Pb_Batterie[Pb-Batterie 0,5 kWh]
    12V_Hausnetz <--> AC_DC2[AC/DC]
    12V_Hausnetz <--> Verbraucher2[Verbraucher]
    230V_Hausnetz <--> DC_DC1[DC/DC]
    DC_DC1 <--> LCO_Batterie[LCO-Batterie 25 kWh]
    LCO_Batterie <--> DC_DC2[DC/DC]
    DC_DC2 <--> LFP_Batterie[LFP-Batterie 1 kWh]
    LFP_Batterie <--> DC_DC3[DC/DC]
    DC_DC3 <--> Batterie_Test[Batterie-Test]
```

10. März 2016

HTL St. Pölten

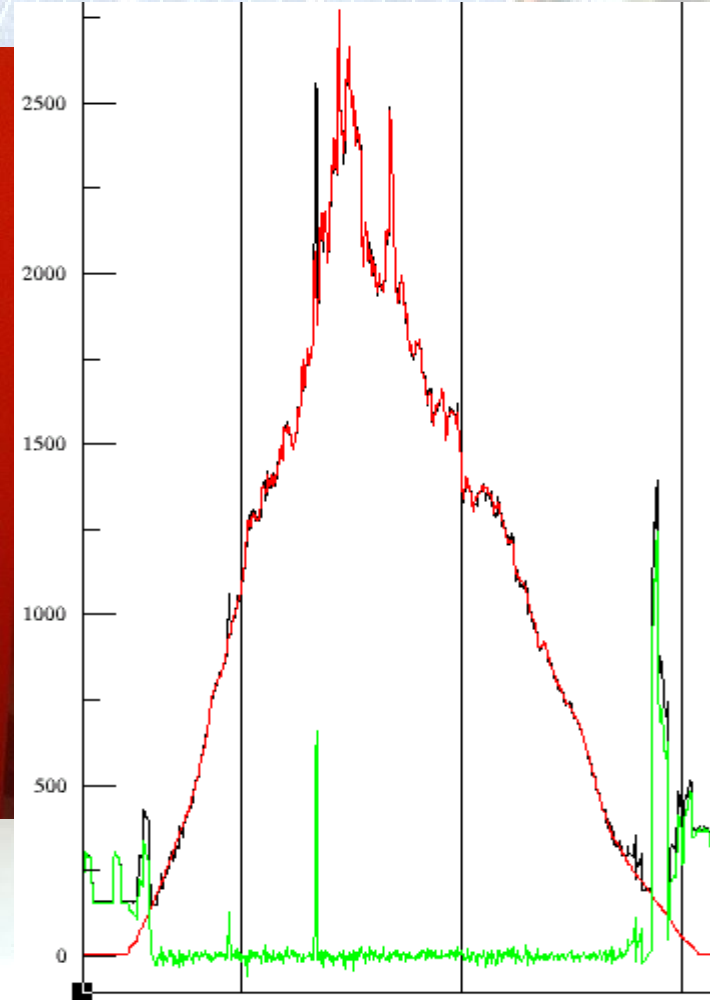
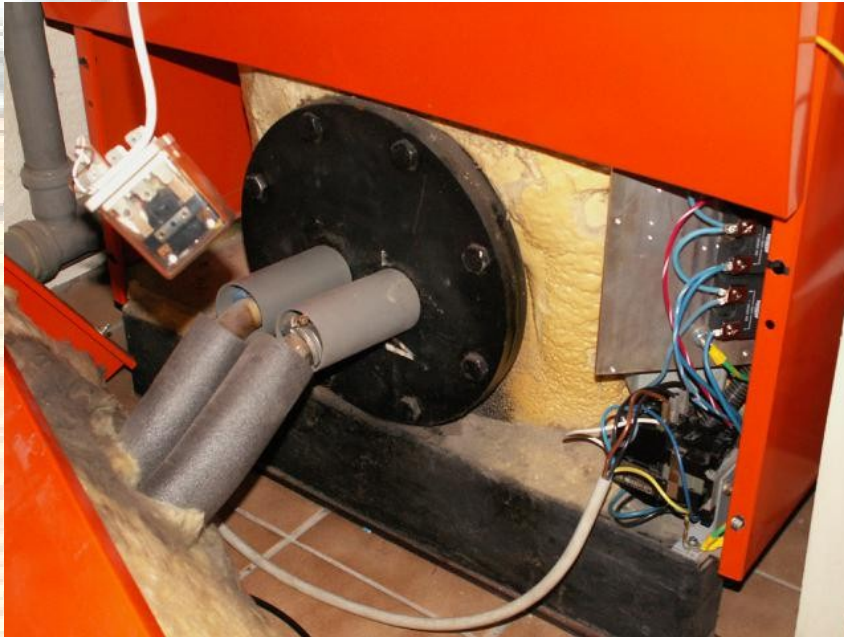
Folie 22

[illegible]

Teilprojekte

- Energiespeicherung/Speichersteuerung
- Energiewandlung (DC/DC, DC/AC, AC/DC)
- Messwerterfassung
- Kommunikationstechnik
- Datenerfassung
- Steuerungstechnik
- Beschaffung der Lithium-Zellen

Gesteuerte Boilerheizung



10. März 2016

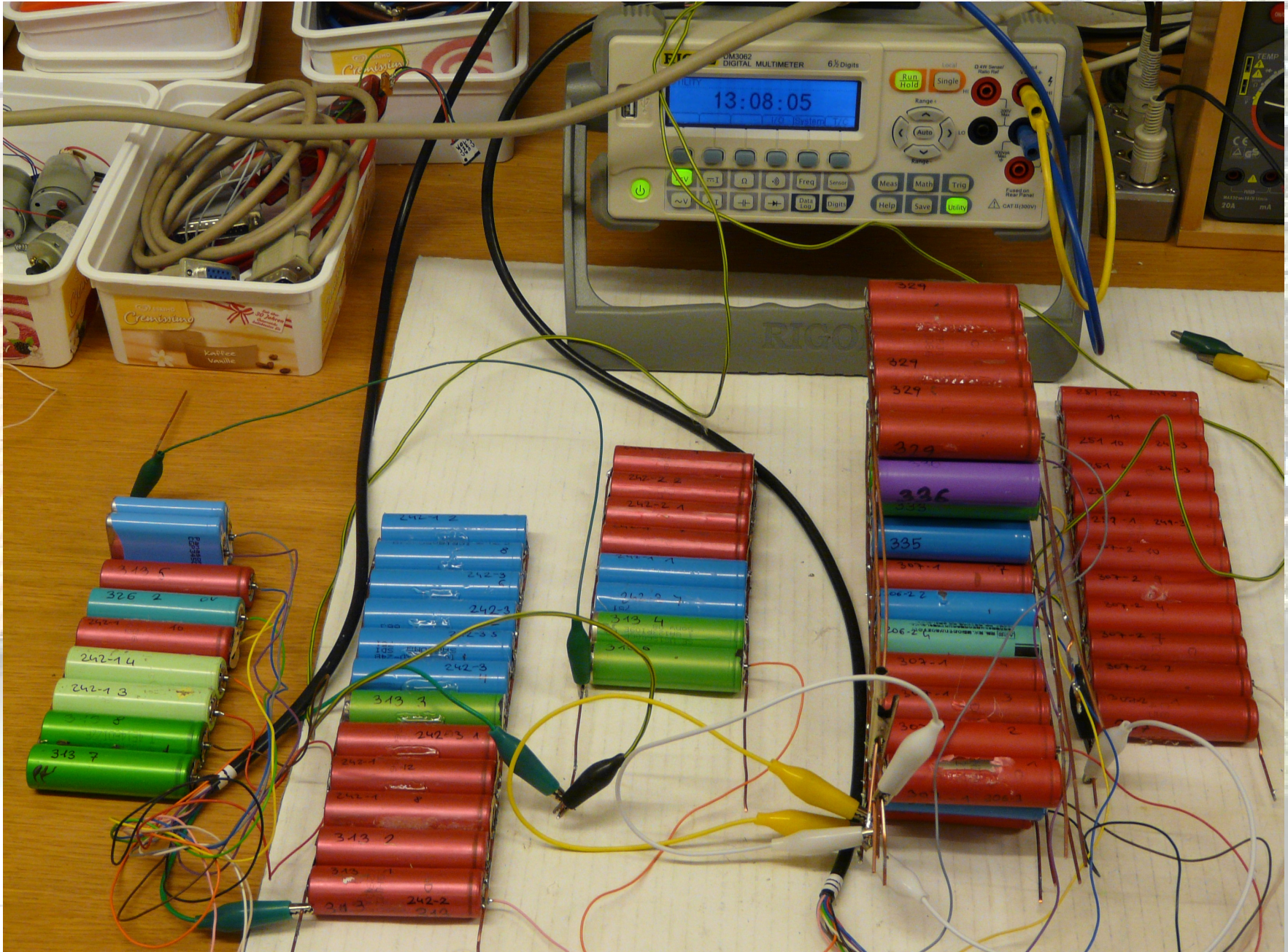
HTL St. Pölten

Folie 24

Elektrische Energiespeicherung



Test der Lithium-Zellen



Test von Traktionsbatterien

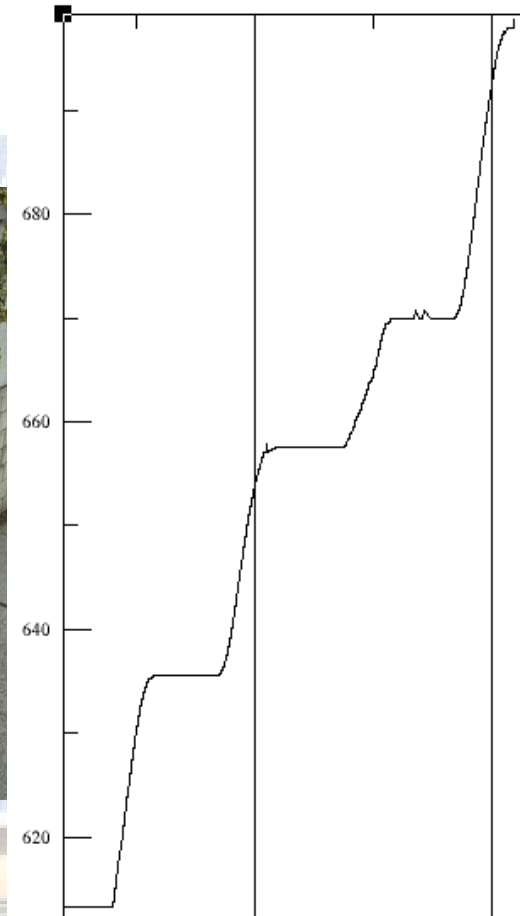


10. März 2016

HTL St. Pölten

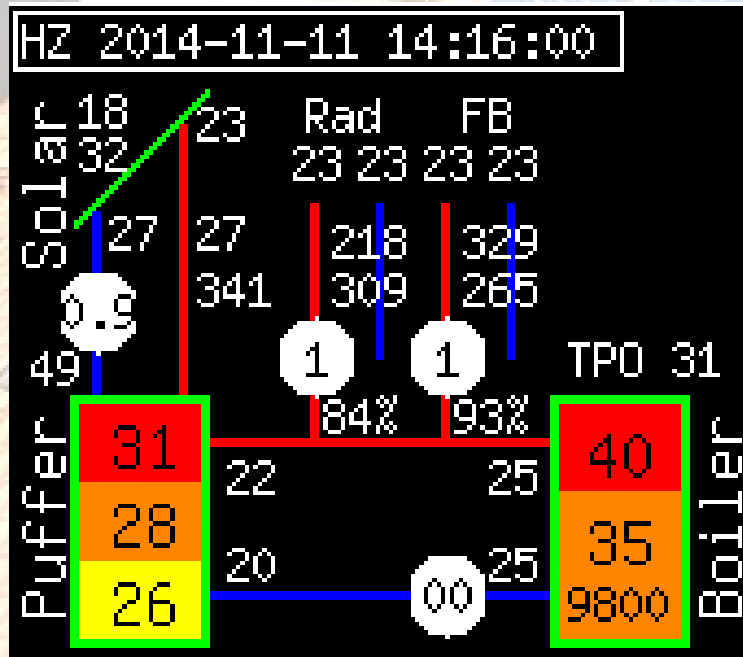
Folie 27

Smart Metering



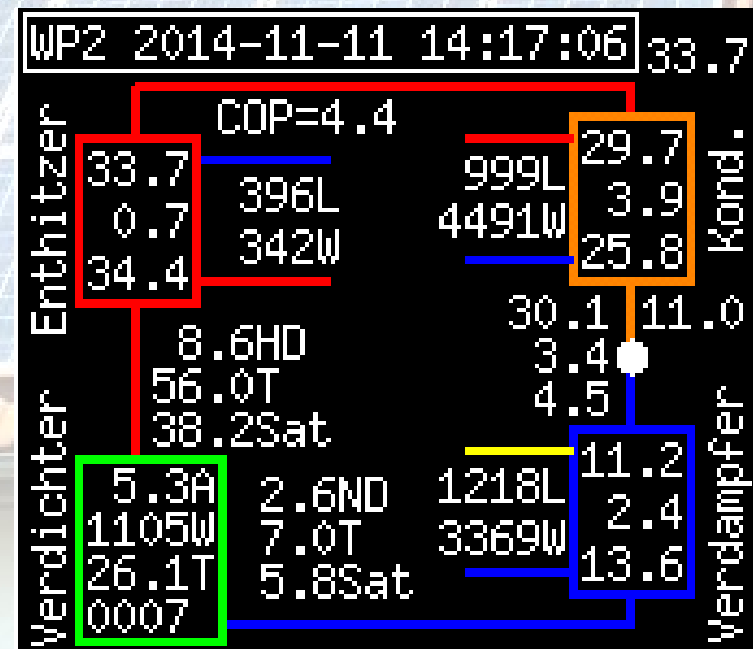
2014-05-02	06:32:51	010	16	+
2014-05-02	06:33:01	140	03_0000	+
2014-05-02	06:33:11	240	03_0066	+
2014-05-02	06:33:21	180	_0041627	+
2014-05-02	06:33:31	181	_0012901	+
2014-05-02	06:33:42	182	_0028726	+
2014-05-02	06:33:51	280	_0007233	+
2014-05-02	06:34:01	281	_0000131	+
2014-05-02	06:34:11	282	_0007102	+

Visualisierung am Mobiltelefon



seit 2006

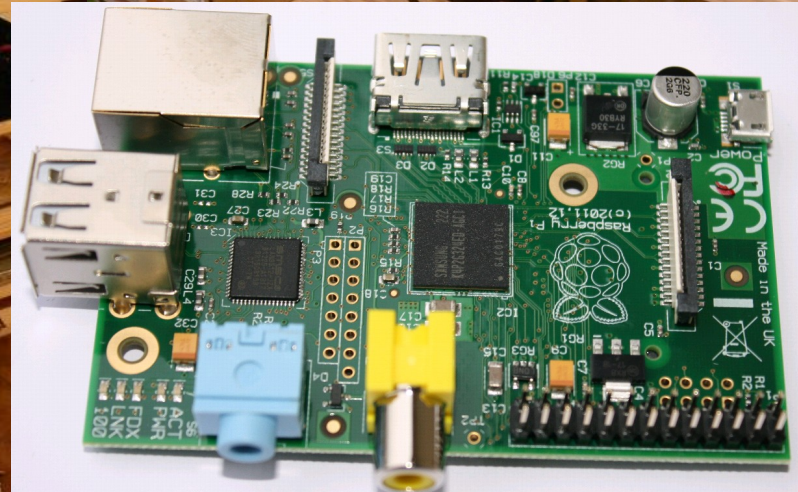
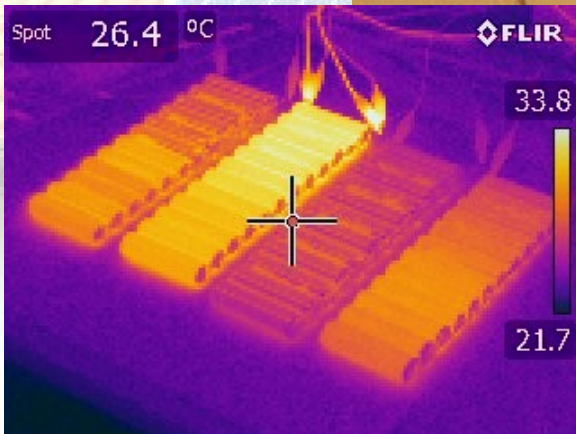
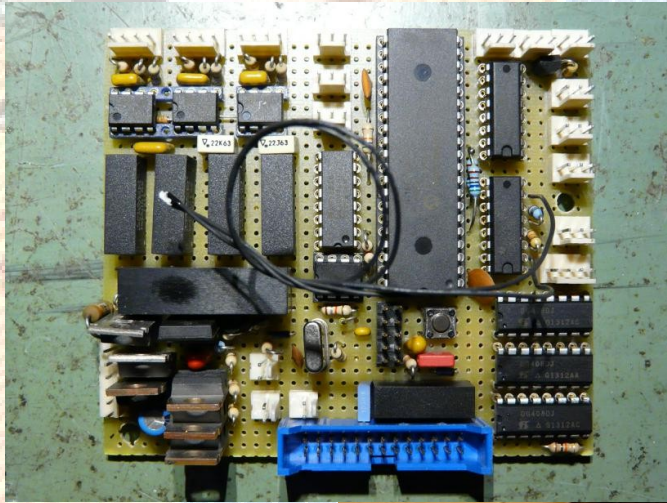
10. März 2016



HTL St. Pölten

Folie 29

Ende des ersten Teils...



10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 30

Themenkreise für Diplomarbeiten

- Rund um die Lithium-Batterie
- Messwerterfassung und Kommunikation
- Leistungselektronik / Funktionskleinspannung
- Leistungselektronik / Netzgekoppelt
- Datenerfassung, Steuerungstechnik

Lithium-Batterie (1)

- Beschaffung der Lithium-Zellen
 - Quellen
 - Mengengerüste
 - Wirtschaftliche Betrachtungen
- Batterie-Design
 - Systemspannung
 - Zellengruppierung
 - Batterie-Management (Monitoring, Balancing)
 - Sicherheitseinrichtungen und -Maßnahmen







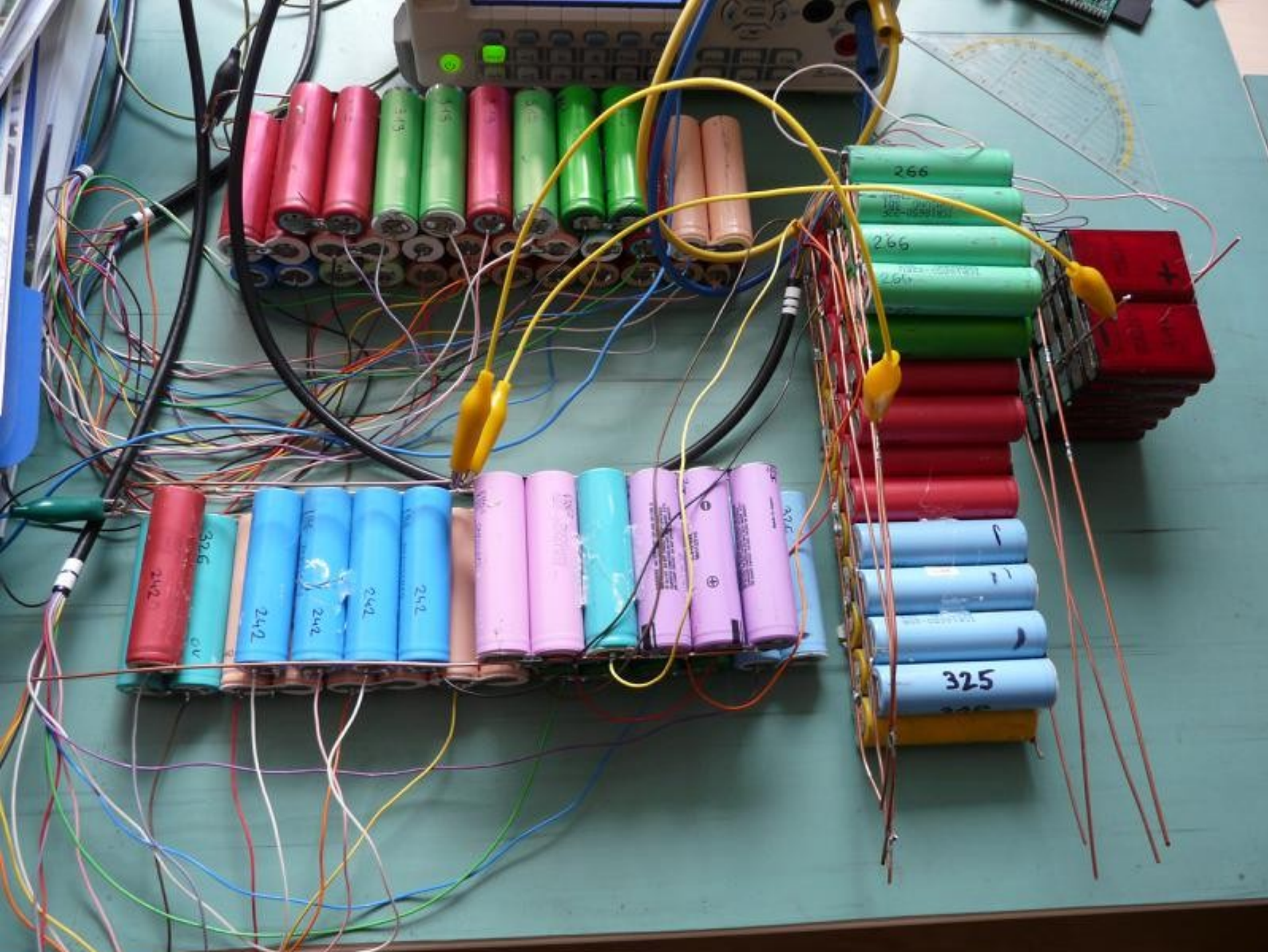


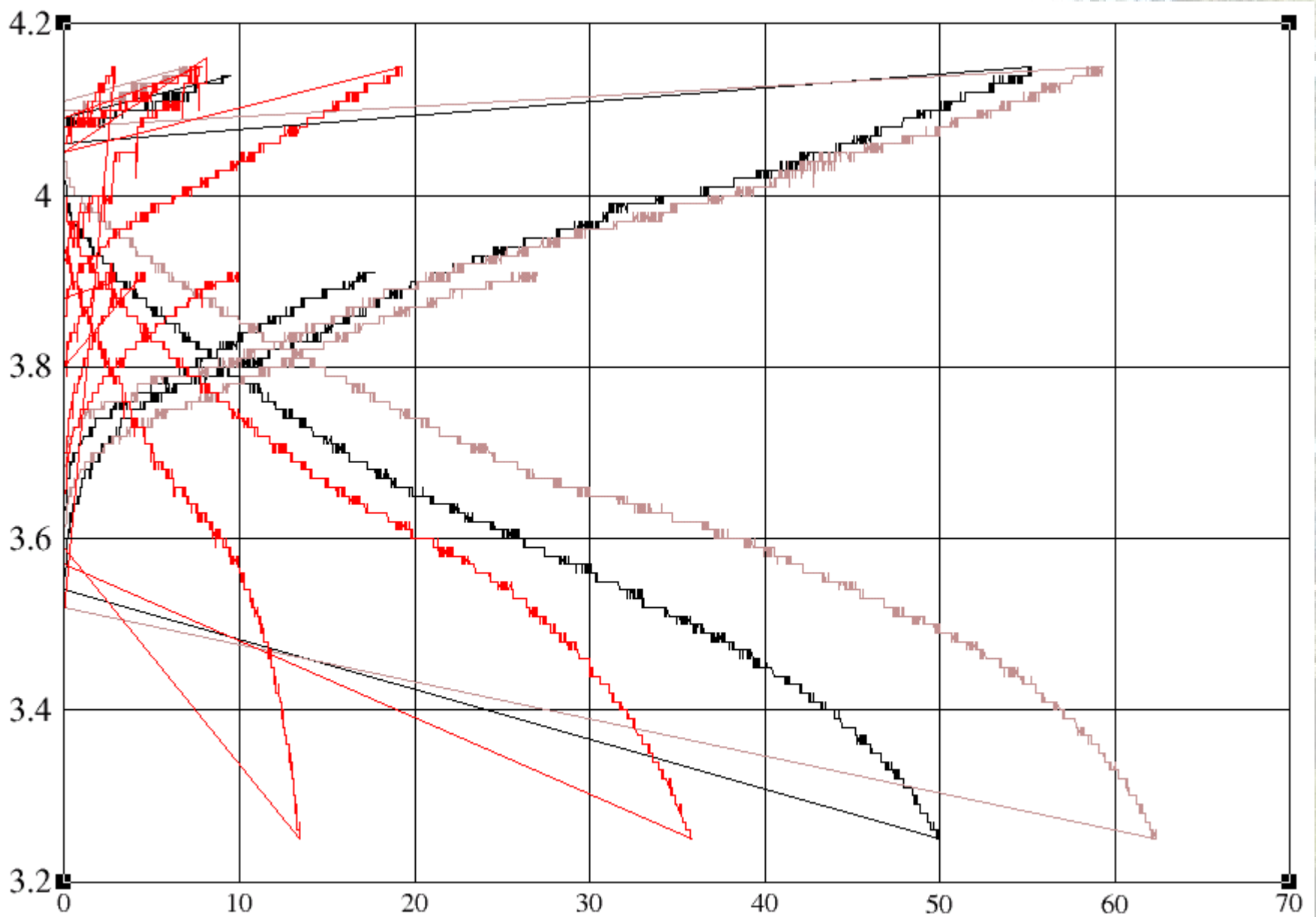


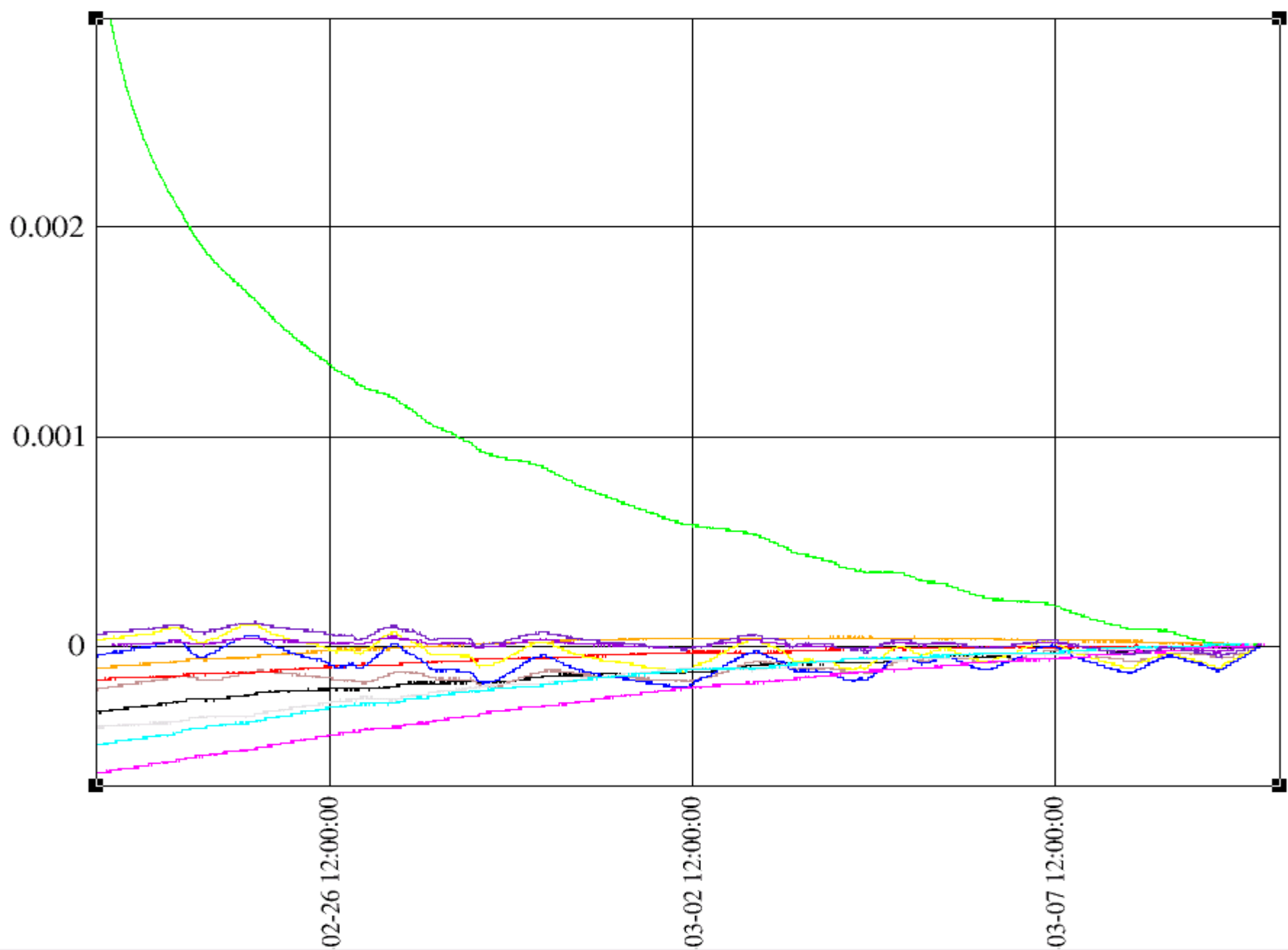
Lithium-Batterie (2)

- Vermessung und Gruppierung der Zellen
 - Eingangskontrolle
 - Entwicklung eines Lade-Entladegeräts
 - Regenerativ mit höchstem Wirkungsgrad
 - Mehrkanalig
 - Computersteuerung und Datenerfassung
 - Selbstentladungs-Messung
 - Vielkanalig
 - Höchste Auflösung (10uV)
 - Inventarisierung/Datenbank







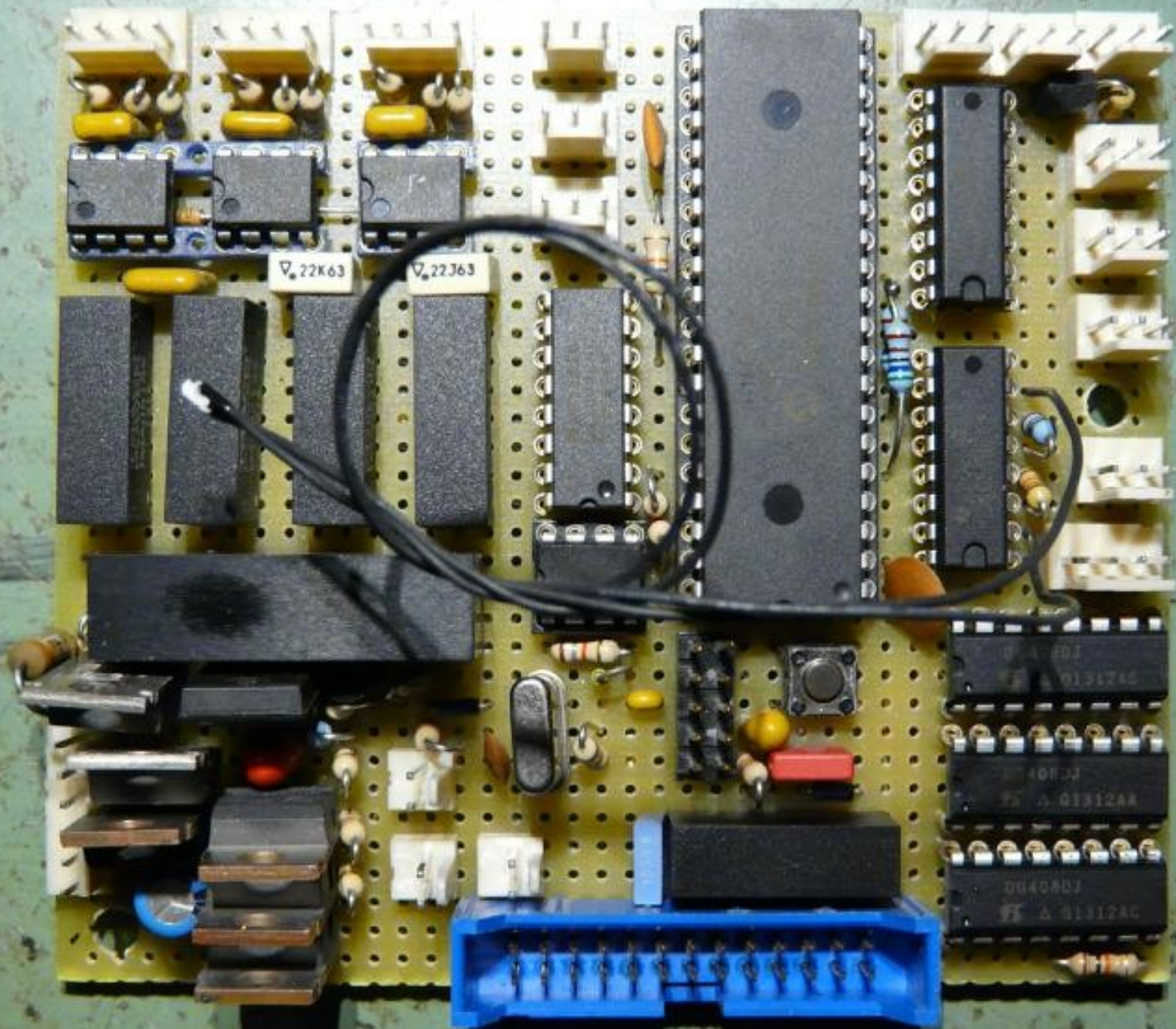


Lithium-Batterie (3)

- Entwicklung eines Monitoring-Moduls
 - Messung von U, I, T
 - Galvanische Trennung
- Entwicklung eines Balancers
 - Aktiv mit höchstem Wirkungsgrad
 - Mehrkanalig, ggf. galvanisch getrennt

Messwerterfassung (1)

- Anfertigung von Sensoren
 - Temperatursensoren (NTC aus Akkus)
 - Stromsensoren (Ferritkerne, Hallsensoren)
- Entwurf von Peripheriemodulen
 - Microcontroller-Technik -> „KISS“
 - Fokus auf einfachstem Aufbau (vs. IoT)
 - Arbeitsteilung zwischen Peripherie und Pi
 - Standardmodule für U, I, T



Messwerterfassung (2)

- Design eines Smartmeter-Moduls
 - Minimale Schaltungstechnik
 - Minimaler Leistungsbedarf
 - Mehrkanalig
 - Alle Werte (U,I,P,Q,eff,peak,avg,phi,f)
 - Messintervall < 1 Sekunde, eher 0,1s
- Optionaler Daten-Logger
 - Internet-Anbindung
 - Notstromversorgung > 24 h

Messwerterfassung (3)

- Auslesung des elektronischen Zählers
 - Vorzugsweise über optische Schnittstelle
 - Alternativ mittels OCR

Kommunikation

- Entwicklung einer modularen Schnittstelle
 - Einfachstes Klartext-Protokoll
 - Realisierung mit minimalster Hardware
 - Bus/Multipoint-fähig
 - Direkt kompatibel mit RS232/V.24
 - Direkt am PC („Hyperterm“) zu testen
- Entwicklung einer Kommunikations-SW
 - Zum Beispiel basierend auf Raspberry

Elektronik / Kleinspannung

- Entwicklung eines MPP-Ladereglers
 - DC-Kopplung zwischen PV-Modul und Batterie
 - Modular
 - Integrierte Sensorik
 - Standard-Schnittstelle
 - Parametrisierbar
- Entwicklung eines 12V-Versorgungsgeräts
 - Kopplung zwischen Batterie und 12V-Verbrauchern
 - Modular
 - Integrierte Sensorik
 - Standard-Schnittstelle

Elektronik / Netzgekoppelt (1)

- Entwicklung eines „Power2Heat“-Moduls
 - Schaltung ohmscher Lasten im Nulldurchgang
 - Pulspaketsteuerung mit 20ms Auflösung
 - Netzsynchron
 - Mehrphasig
 - Reaktionszeit $< 100\text{ms}$

Elektronik / Netzgekoppelt (2)

- Vierquadranten-Wechselrichter
 - Kopplung zwischen Batterie und Netz
 - Ladung und Entladung mit voller Leistung
 - Steuerung über Standardschnittstelle
 - Reaktionszeit $< 100 \text{ ms}$
 - Strom rein sinusförmig („PFC“)
 - Blindleistungsfähig (vier Quadrantenbetrieb)
 - Geringe Standby-Leistung
 - DC-Glättung (kapazitiver Zwischenspeicher)

Steuerungstechnik

- Entwicklung einer modularen Steuerung
 - Beliebig viele Quellen und Verbraucher
 - Umfassende Parametrisierung
 - Datenspeicherung
 - Visualisierung (z.B. Web-Interface)
 - Preiswert (z.B. Raspberry)
 - Offene Standards und Programmiersprachen
 - Autarke Stromversorgung und Funktion



Ende des zweiten Teils...

Was ich beitragen kann

- Vertiefende Diskussionen
- Workshops
- Projektbegleitung
- Anlagenbesichtigungen
- Zugriff auf Daten bestehender Anlagen
- „Live-Demos“

Womit ich arbeite

- PIC-Microcontroller der Firma Microchip
- Assembler-Programmierung dieser Chips
- Linux, Embedded Linux, Raspberry & Co
- Programmierung in Perl, HTML, div. Libs
- Leiterquerschnitte bis 50 mm²
- Ströme bis 400A
- Spannungen bis 10uV



Danke!

10. März 2016

HTL St. Pölten

Folie 56