



Plug & Play Monitoring

zur kosteneffizienten Erhöhung der Transparenz
in Niederspannungsverteilnetzen

Plug & Play Monitoring zur kosteneffizienten Erhöhung der Transparenz in Niederspannungsverteilstellen

SIEMENS
Ingenuity for life



- Motivation 3
- Gesamtsystem 4
- Sensordesign 6
- Prototyp und Ergebnisse 9
- Schlussfolgerung und Ausblick 11

Motivation

Der klassische Netzbetrieb wird vor große Herausforderungen gestellt

- Der Anteil an dezentralen (erneuerbaren) Erzeugern wird größer
- Die Anzahl an Speichern und Prosumern steigt
- Die Elektromobilität nimmt zu

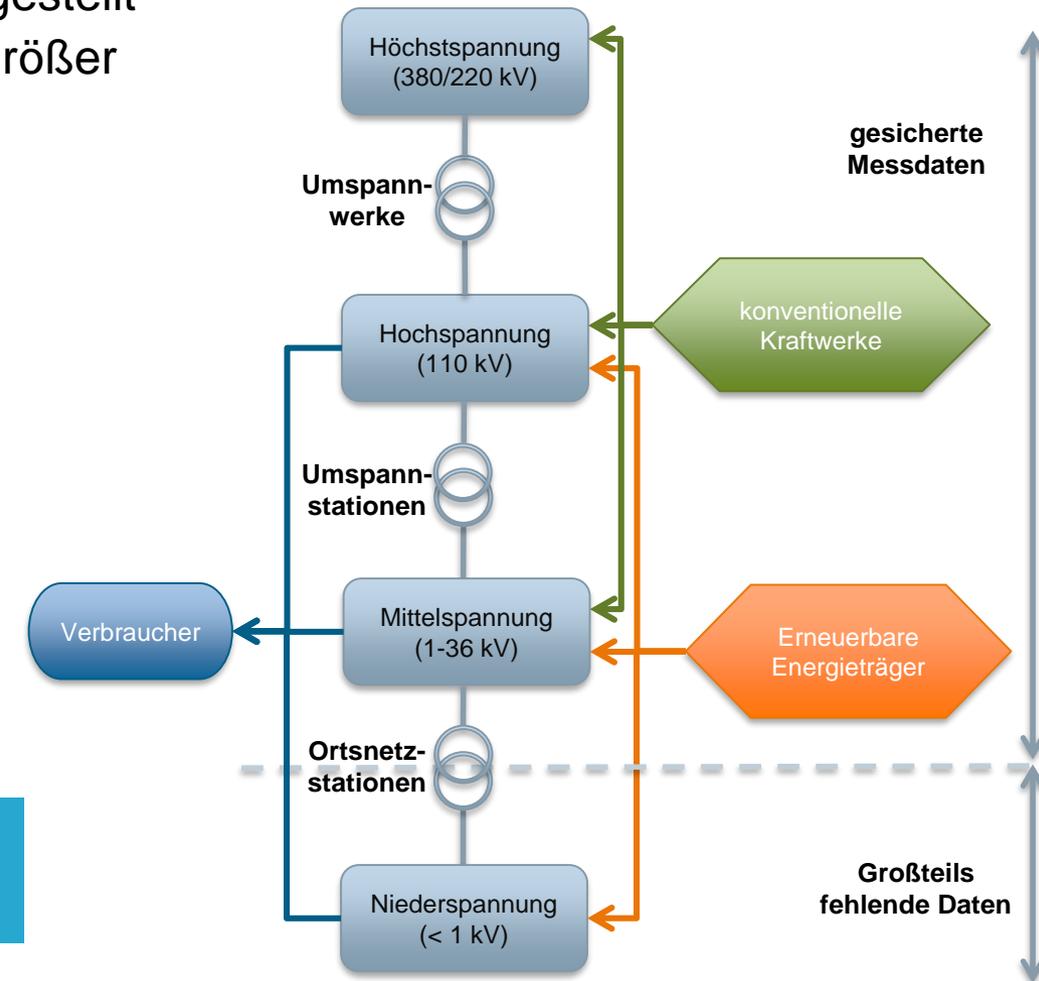
Die Lösung: *“Smart Grid”*

- Intelligente Steuerungs-/Regelungskonzepte
- Bedarfsorientierter Netzausbau

ABER: Dazu sind flächendeckende Messdaten nötig

- Im Niederspannungsnetz fehlen diese noch Großteils
- Bestandsinfrastruktur ist langlebig und meist sensorlos

Bedarf nach einem **Plug & Play Monitoringsystem** mit dem die **Bestandsinfrastruktur nachgerüstet** werden kann



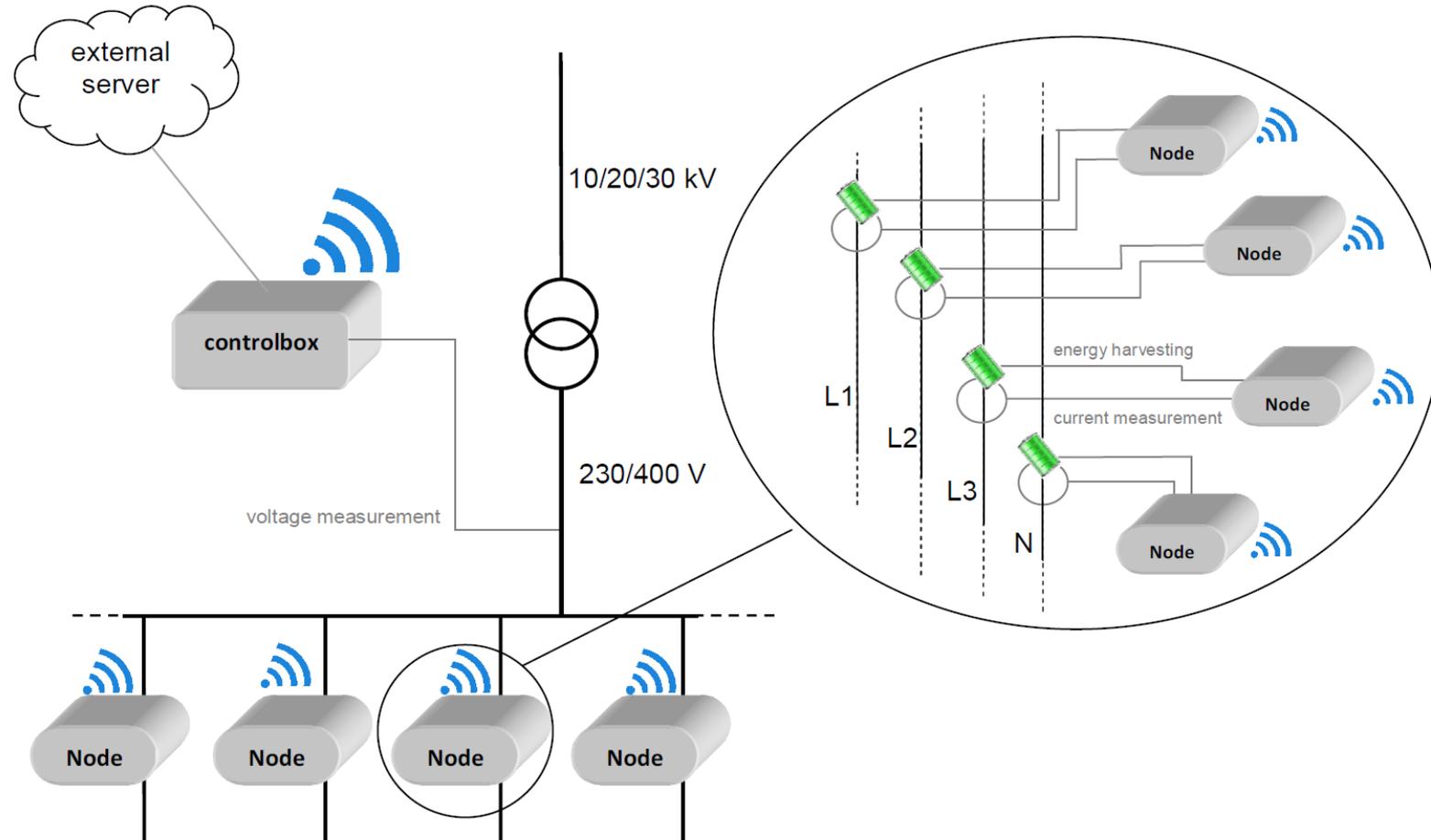
Plug & Play Monitoring Gesamtkonzept

Node

- autonom, drahtlos, nicht-invasiv
- an jedem sekundären Abgang
- misst den Strom und berechnet:
 - Effektivwert
 - Spitzenwerte
 - ...
- sendet Daten an Kontrollbox

Kontrollbox

- misst Spannung an Sammelschiene
- empfängt Daten aller Nodes und berechnet PQ-Daten
- Leitet Daten an einen Server weiter

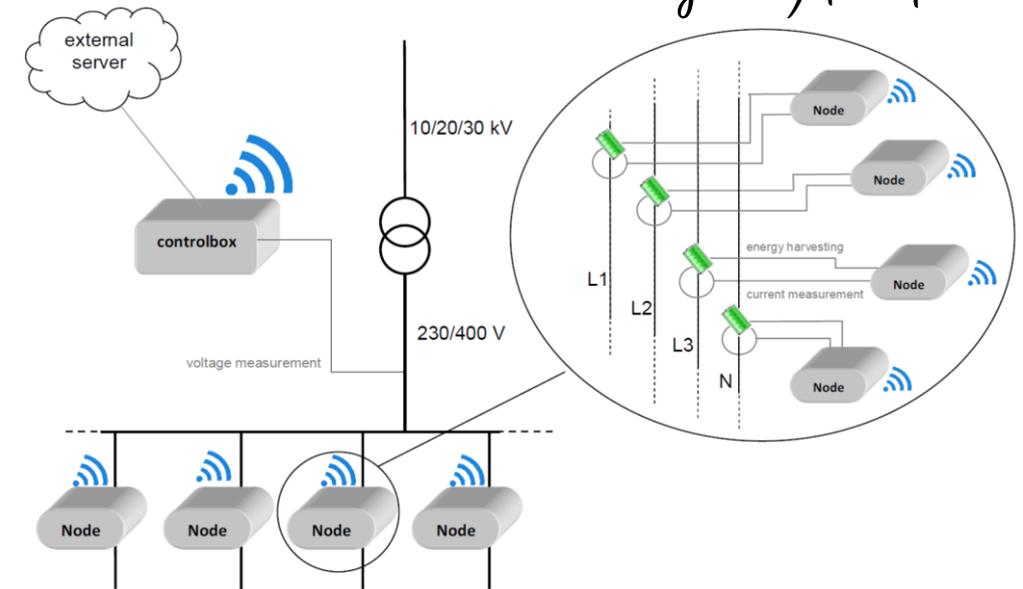


Plug & Play Monitoring Gesamtkonzept



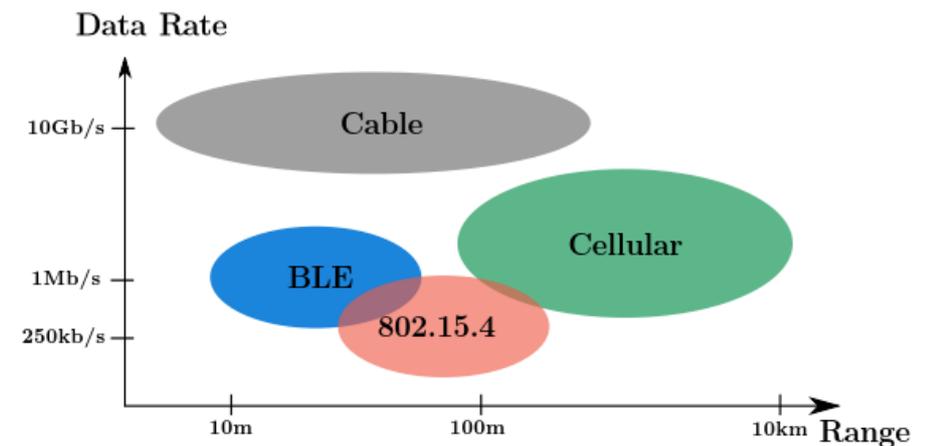
Funkschnittstelle Node → Kontrollbox

- Kontrollbox koordiniert Übertragung
- Zeitlich synchronisierte Datenübertragung ermöglicht PQ-Berechnungen
- **BLE** – Standard:
 - Erfüllt Anforderungen an Topologie
 - Zeitliche Synchronisierung realisierbar



Frequency Band	2.45 GHz (2.402 GHz to 2.480 GHz)
Channels	40 channels with 2 MHz spacing (3 advertising channels/37 data channels)
Data Rate	LE 2M PHY: 2 Mb/s LE 1M PHY: 1 Mb/s LE Coded PHY (S=2): 500 kb/s LE Coded PHY (S=8): 125 kb/s
Max TX Power	Class 1: 100 mW (+20 dBm) Class 1.5: 10 mW (+10 dBm) Class 2: 2.5 mW (+4 dBm) Class 3: 1 mW (0 dBm)
Network Topologies	Point-to-Point (including piconet) Broadcast Mesh

Features von BLE¹



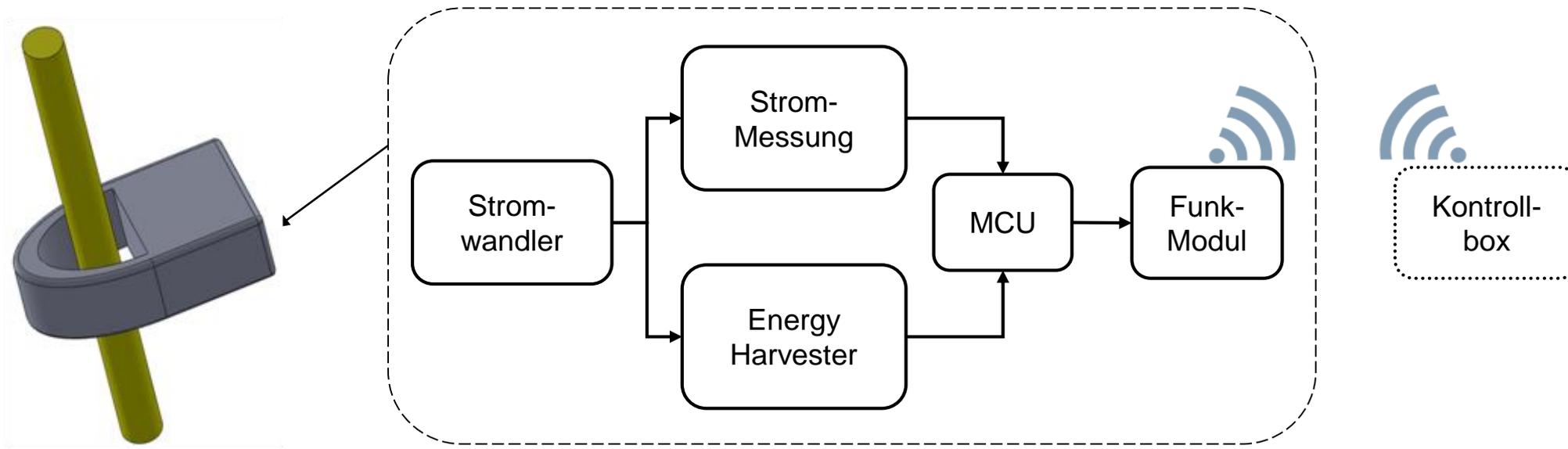
Aufbau einer Node

Stromwandler (CT): ansteckbar, nicht invasiv, verwendbar für Strommessung und Harvesting

Energy Harvester: gewinnt mittels des Stromwandlers Energie aus dem Leiter und speichert diese für die Messphase; Kaltstart-fähig

Messmodul: misst den Primärstrom mittels des Stromwandlers und kompensiert bekannte Drifts

MCU / Funkmodul: Sammelt Messdaten, bereitet diese auf (Effektivwert, Spitzenwerte, Nulldurchgang, etc.) und sendet sie an die Kontrollbox



Energy Harvesting – Schaltungskonzept

Anforderungen:

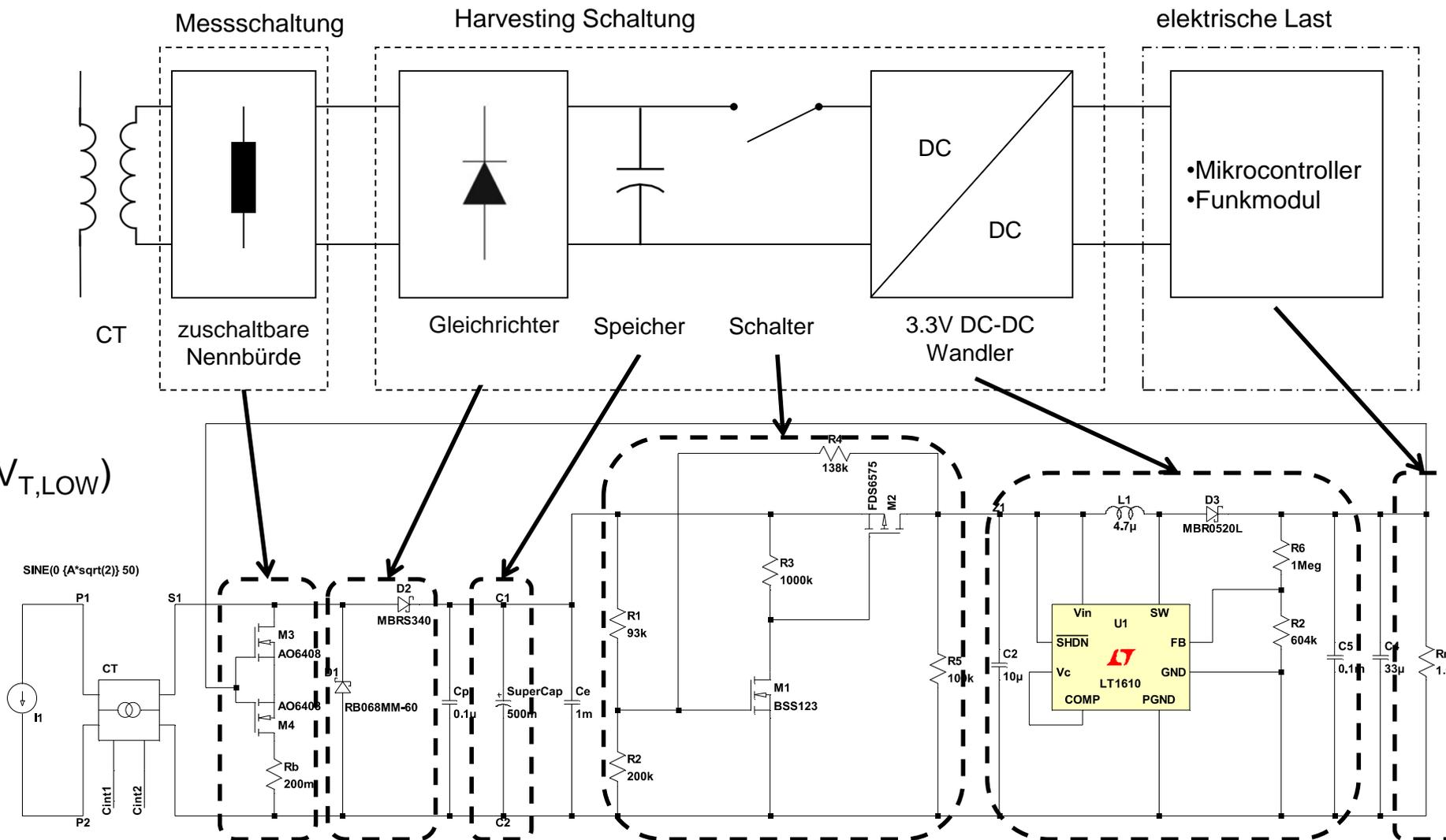
- Keine Batterie
- Schwarzstartfähig
- 3.3 V Versorgung

Realisierung:

- Speicher: SuperCap
- Hystereseschalter ($V_{T,HIGH}$, $V_{T,LOW}$)
- Autarker Modi-Wechsel

Arbeitsbereich:

- Abhängig von $V_{T,HIGH}$
- z.B. ab 22 % Nennstrom



Node: Funktionsprinzip

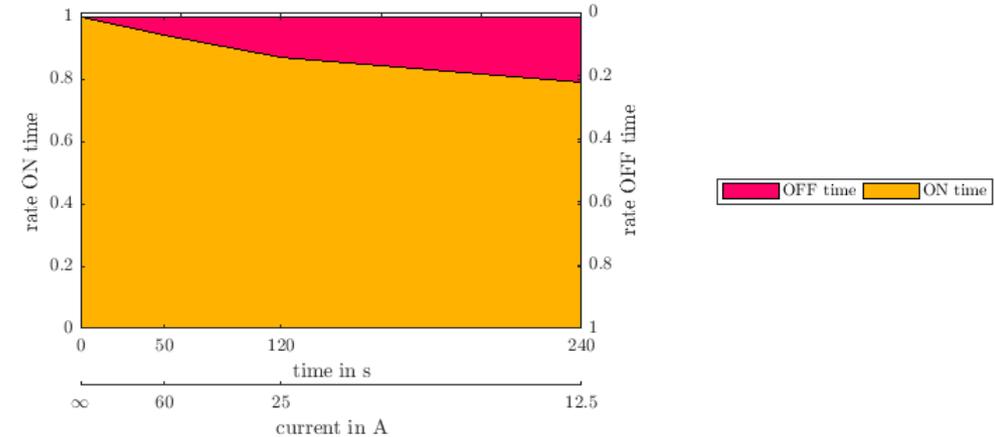
- Autonomer Wechsel zwischen Harvesting- und Messphase
- Ladestrombegrenzung des SuperCaps
- Spannungsbegrenzung mittels Zenerdiode

Harvestingphase

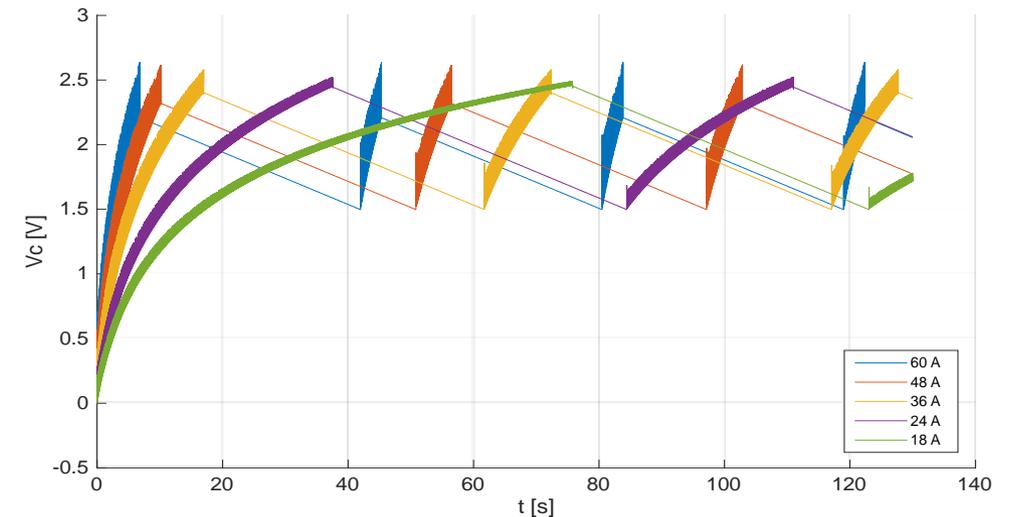
- Bürde getrennt
- MCU stromlos
- Aufladen des SuperCaps auf $V_{T,HIGH}$

Messphase

- Bürde zugeschaltet
- 3.3 V Versorgung für MCU
- Messsignal verfügbar
- Entladen des SuperCaps auf $V_{T,LOW}$



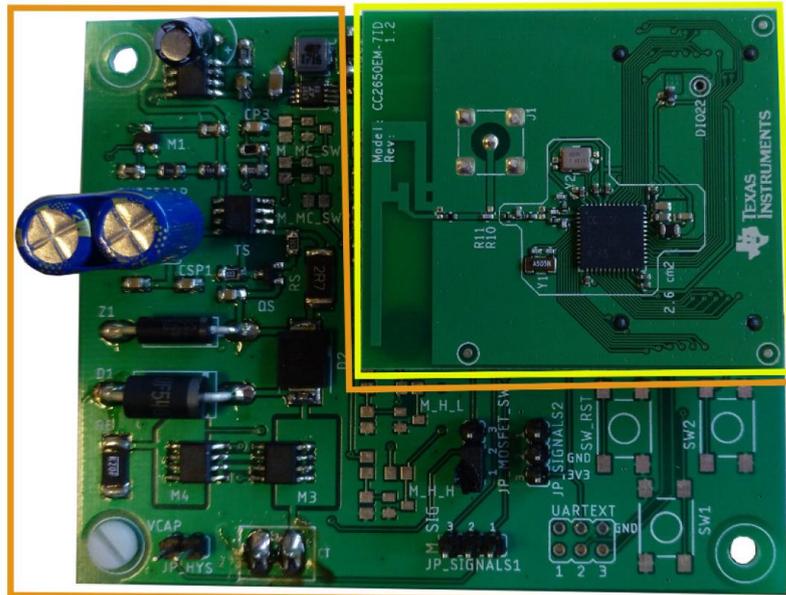
Verhältnis Harvesting- zu Messdauer



Lade- und Entladevorgang am SuperCap

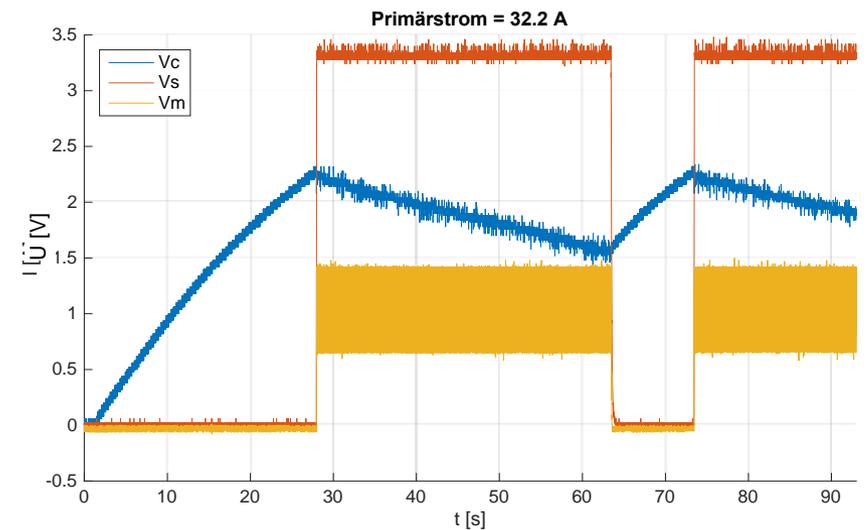
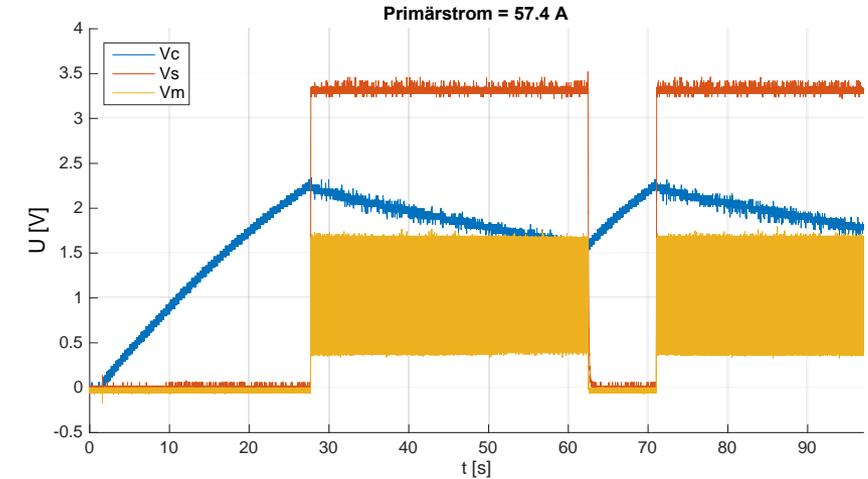
Prototyp

- **Stromwandler:** SC 30 60/1 A¹
- SoC Modul von TI (CC2650²)
- Variables Platinendesign



SoC – Modul von TI

Harvesting- und Messschaltung



Modi-Wechsel bei 10 mA Last

¹<https://www.gmc-instruments.de/produkte/sc30-kabelumbau-stromwandler>

²<http://www.ti.com/product/CC2650#>

Prototyp: Ergebnisse

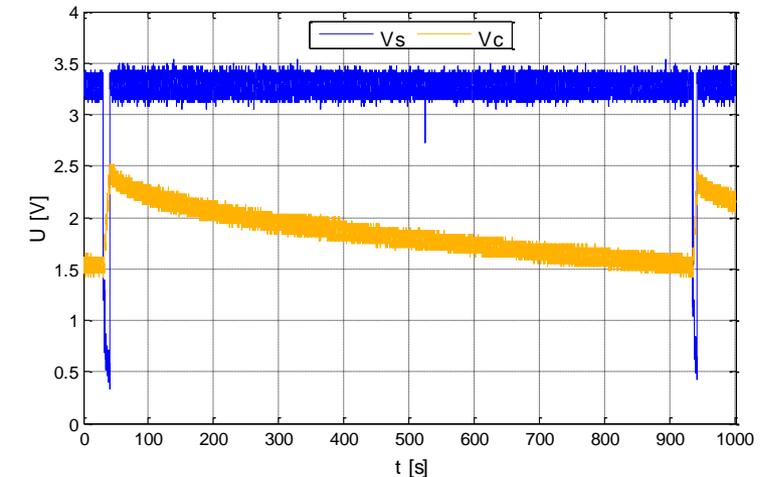
Verifikation der erwarteten Funktionsweise

Prototyp Aufbau:

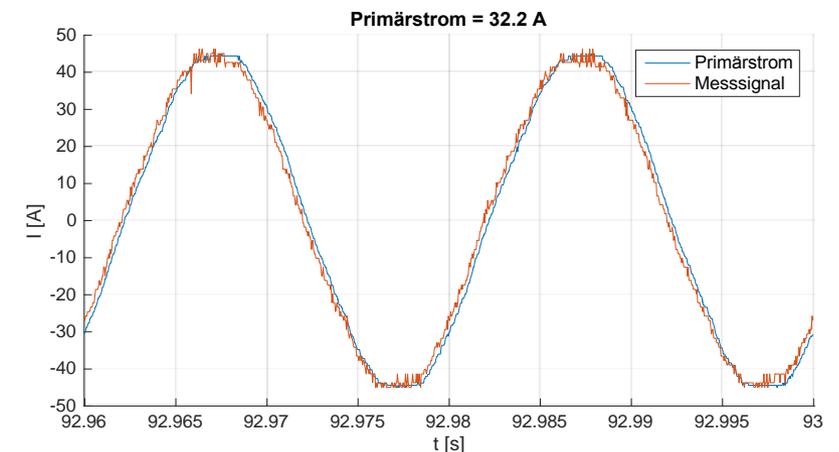
- 1 F SuperCap
- $V_{T,HIGH} = 2.5 \text{ V}$, $V_{T,LOW} = 1.5 \text{ V}$

Ergebnisse:

- Harvesting-Dauer:
 - Lastabhängig, startfähig ab 22 % Nennstrom
 - Mehrere 10 Sekunden
- Dauer der Messphase:
 - Ca. 12 Minuten bei kontinuierlicher Messung und Übertragung
- Messgenauigkeit:
 - Begrenzt durch Genauigkeit des Stromwandlers
 - Nur geringen Zusatzfehler durch Harvesting Schaltung (0.1%, 0.1°)



Vergleich: Dauer Harvesting- und Messphase



Vergleich: Messsignal und tatsächlicher Primärstrom

Die Herausforderung im klassischen Netzbetrieb verlangen nach flächendeckenden Messdaten

Die Vorteile des vorgestellten **Plug & Play Monitoringsystem** sind:

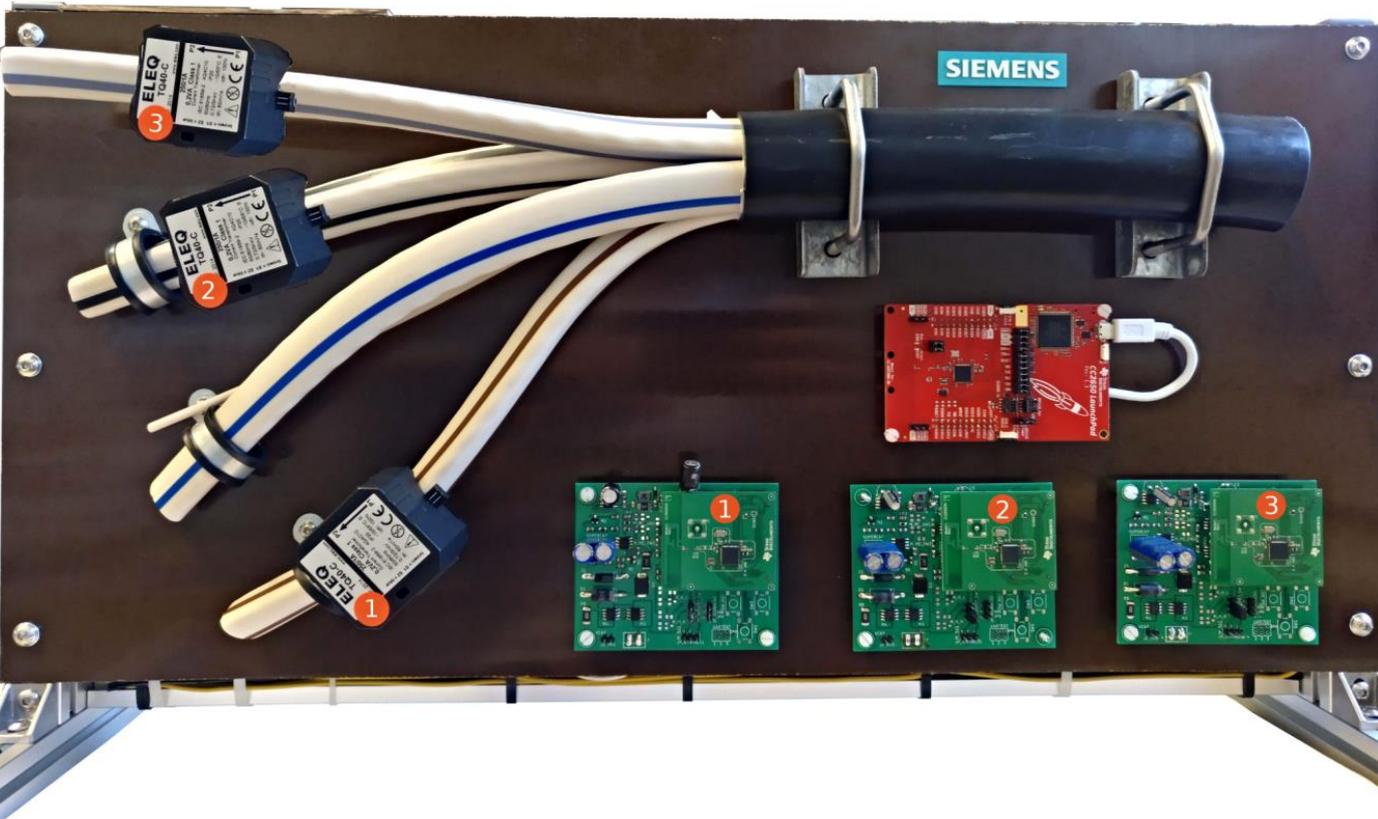
- Kann nachträglich in Bestandsinfrastruktur eingebaut werden
- Nicht-invasiver Aufbau ermöglicht Installation im laufenden Betrieb ohne nötige Umbauten
- Draht- und Batterieloser Aufbau minimiert Installations- und Wartungskosten
- Wiederverwendbarkeit: System kann auch nur temporär in einer Station installiert werden

Ausblick:

- Zeitlich synchronisierte Datenübertragung zur PQ-Berechnung ist Teil eines Folgeprojekts
- Ansätze zur Optimierung/ Weiterentwicklung der Harvesting-Schaltung
- Erweiterung der Messfunktionen (FFT, Harmonische, Mustererkennung, etc.)
- Konfigurationsmöglichkeiten via Smart Device (Tablet, Smartphone, etc.)

Vielen Dank!

SIEMENS
Ingenuity for Life



Dipl.-Ing. Daniel Hauer
CT RDA IOT INN-AT

Siemensstraße 90
1211 Wien

Mobil: +43 (664) 6154879

E-Mail:

daniel.hauer@siemens.com

siemens.com