

# Konzeption und Analyse zur Überwachung der Spannungsqualität in Verteilnetzen

Stefan Arthofer, Stefan Wilker, Thilo Sauter



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

**SIEMENS**

# Agenda

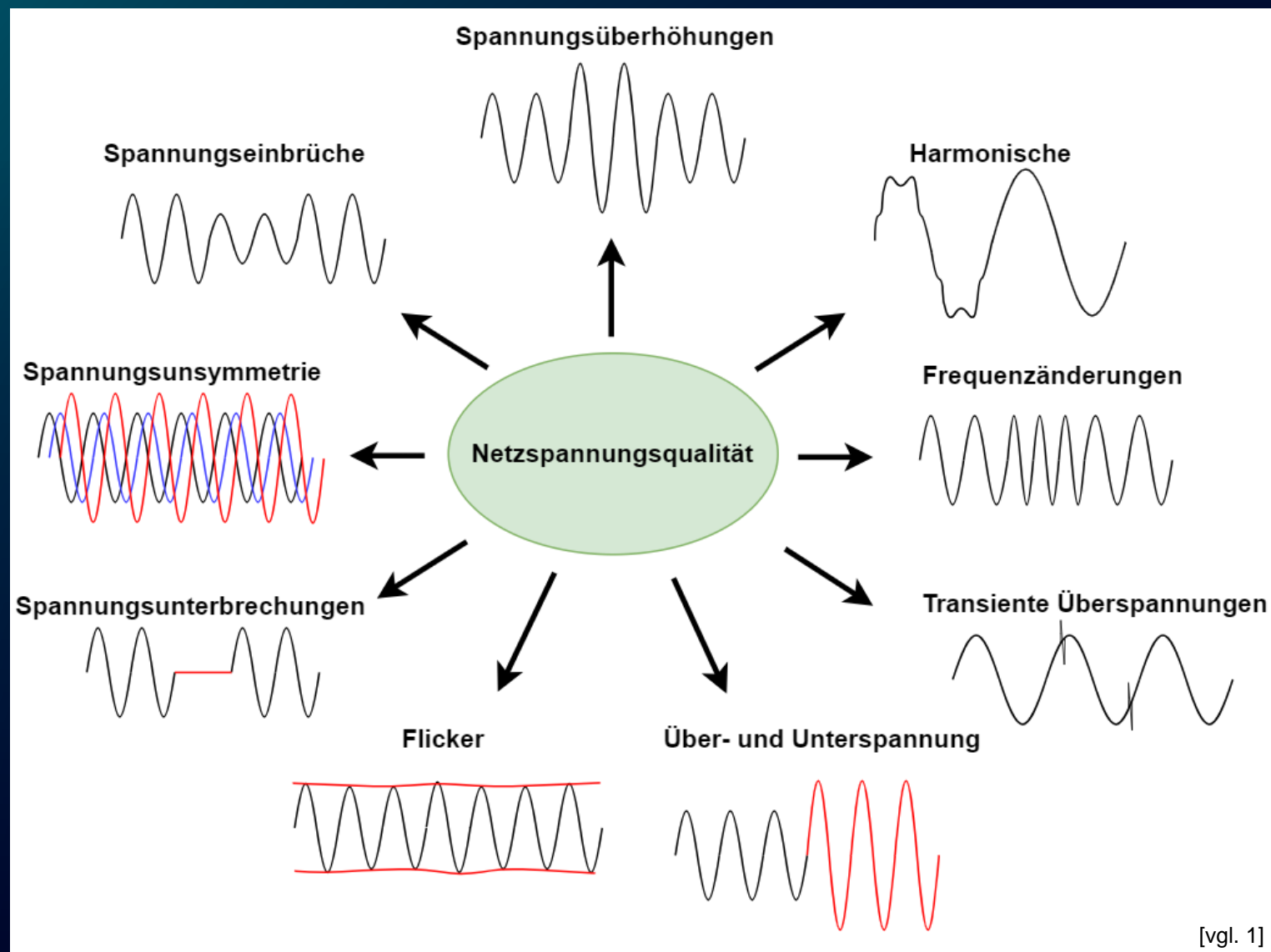
- Power Quality Grundlagen
- Motivation
- Methodik
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

# Power Quality Grundlagen

Einhaltung der Grenzwerte

Power Quality Normen

- EN 50160
- IEC 61000-4-30



[vgl. 1]

# Motivation

Die europäische Energiewirtschaft befindet sich in einem raschen Wandel

Anpassung an erneuerbare Energieträger erforderlich

Wichtige Ziele für Niederspannungs-Verteilnetze:

- Überwachung der Spannungsqualität und des aktuellen Lastflusses
- Nähere Betrachtung der Auswirkungen von dezentralen Erzeugungsanlagen
- Steigerung der Messdaten

Netzausbaupläne Burgenland, Wien

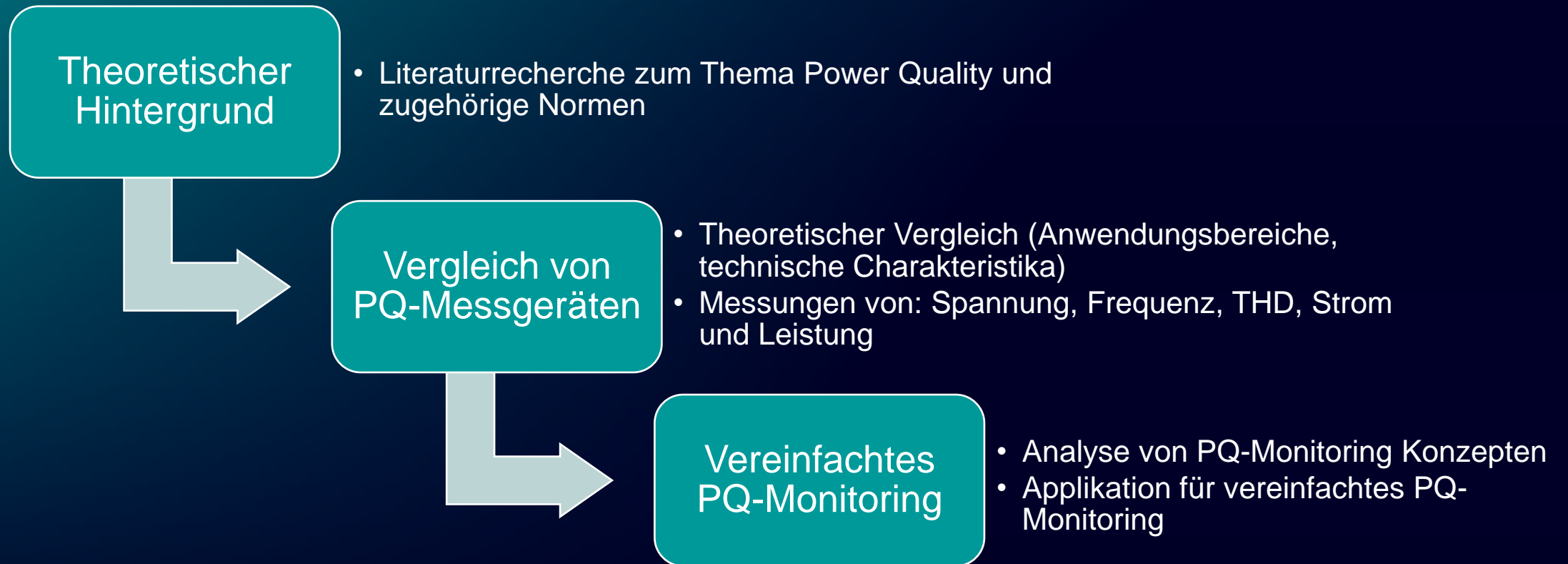
# Motivation

	IST - Zustand			Plan
	Hochspannung	Mittelspannung	Niederspannung	Niederspannung
Überwachung und Fehlererkennung				
Manuelle Steuerung durch Mitarbeiter:innen vor Ort				
Automatisierungsgrad (Fernsteuerung und Meldung)				
Versorgungszustand				
Visualisierung der Netze				
Monitoring (Auslastung und Spannungsband)				
Echtzeitfähige Lastflussrechnung				
Meldungsverdichtung				
Dokumentation zentralisiert mit IT-Unterstützung				
Schaltungsplanung zentralisiert mit IT-Unterstützung				
Überwachung von Störungsstatistiken mit IT-Unterstützung				
Mit sehr geringem Ausbaugrad vorhanden				
Mit mittlerem Ausbaugrad vorhanden				
Mit sehr hohem Ausbaugrad vorhanden				

[vgl. 2]

# Methodik

Inwiefern sind verteilte Messgeräte, die synchronisierte aggregierte Messungen im Niederspannungsnetz durchführen, geeignet, um valide und effiziente Aussagen über die Netzspannungsqualität zu treffen?



# Power Quality Messgeräte

IEC 61000-4-30: Klasse A, Klasse S

- Funktionen
- Anwendungsbereiche
- Messgenauigkeit
- Power Quality Normen



[3]



[4]



[7]

Power Quality Messgeräte



[5]



[6]

# SICAM Enhanced Grid Sensor

## Technische Eigenschaften

- 3-Phasen Messungen von Spannung und Strom und Ableitung der elektrischen Größen Frequenz, P, Q, S und  $\cos \phi$
- IEC 61131, IEC 61850
- Modbus, Ethernet interface, LTE

## Anwendungsbereiche

- Monitoring der Energieverteilung in NS/MS Schaltanlagen
- Überwachung von Transformatoren
- IoT Gateway



# SICAM Enhanced Grid Sensor



[6]

# SICAM Q200

## Technische Eigenschaften

- 3-Phasen Messungen von Spannung und Strom und Berechnung der elektrischen Größen  
Frequenz, P, Q, S und  $\cos \phi$
- IEC 61000-4-30 Klasse A (Messstandard)
- EN 50160 Berichte
- Messung von Harmonischen bis zur 63. Ordnung + Supraharmonische (2-150kHz)

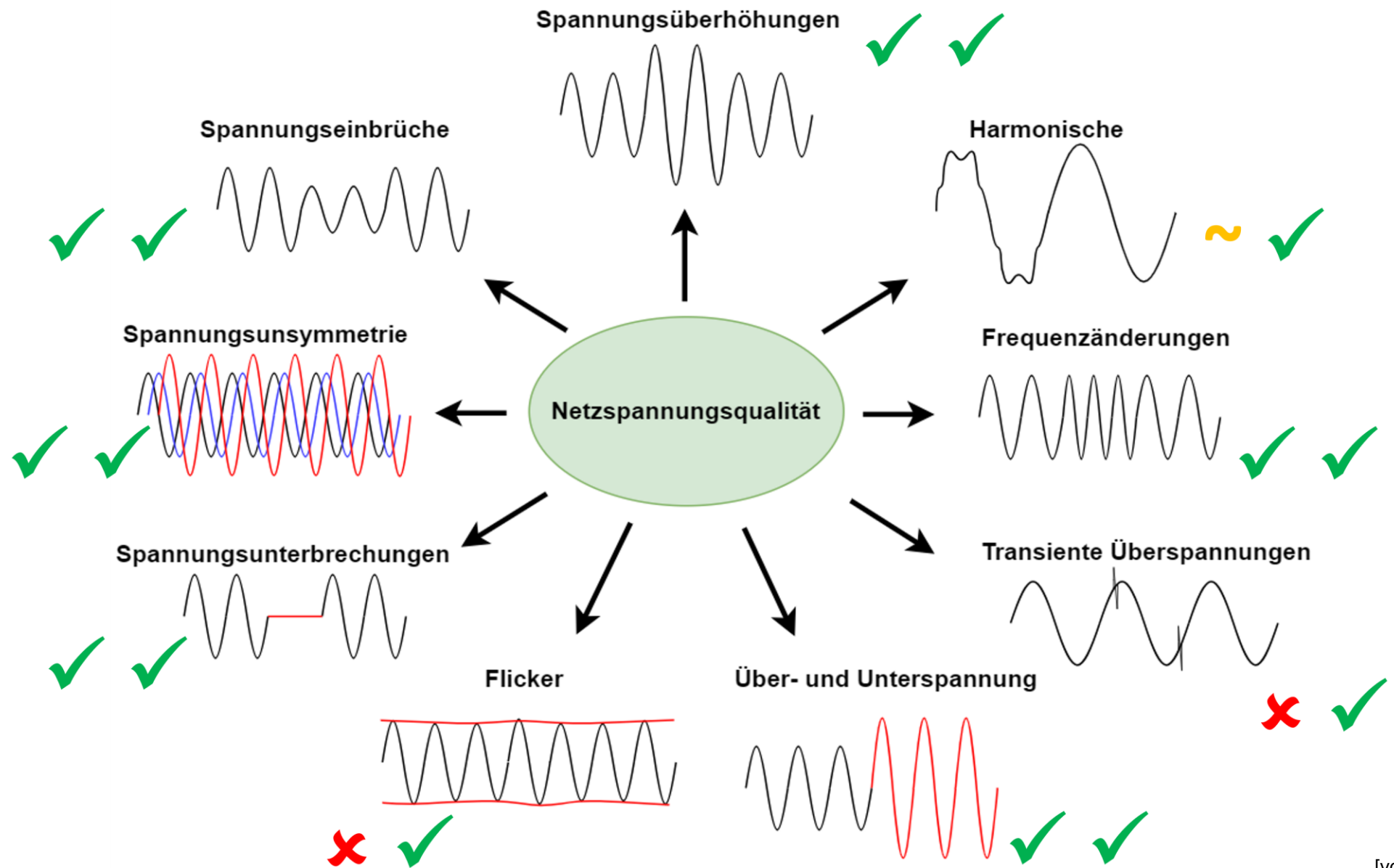
## Anwendungsbereiche

- Aufzeichnung und Evaluierung der Netzspannungsqualität in Energieversorgungsnetzen

# SICAM Q200



[4]



[vgl. 1]

SICAM EGS    SICAM Q200



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

SIEMENS

# Vergleichsmessungen

## Spannungsmessungen

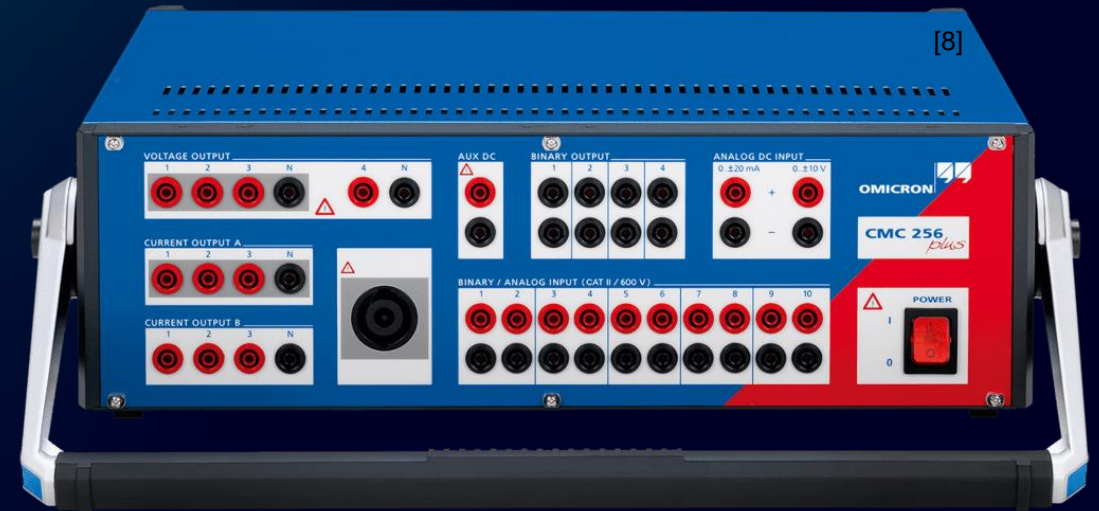
- Sternspannungen  $U_1, U_2, U_3$
- Außenleiterspannungen  $U_{12}, U_{31}$

## Frequenzmessungen

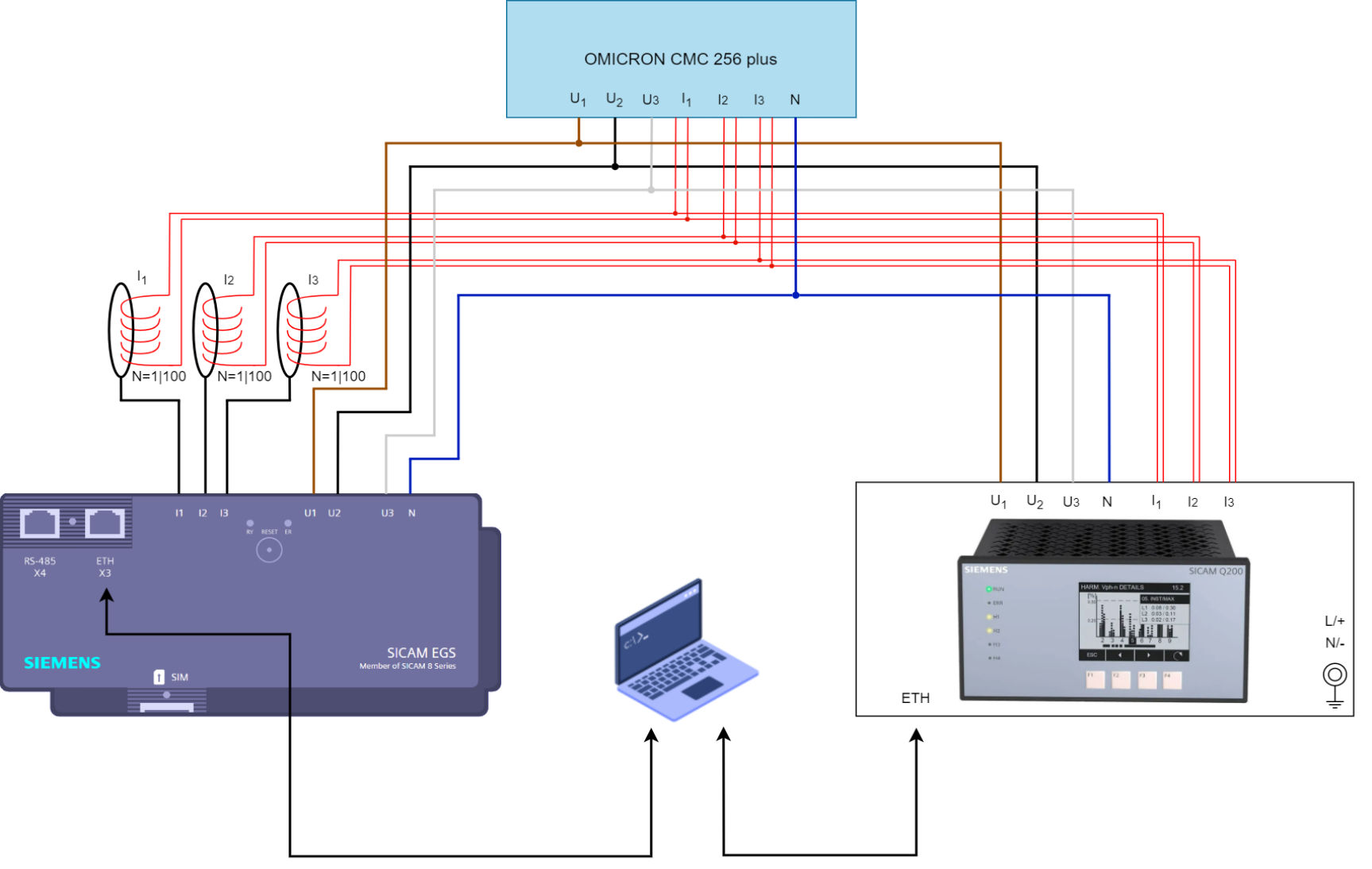
## Oberschwingungsverzerrungsgehalt (THD)

- $$THD = \frac{\sqrt{U^2 - U_1^2}}{U_1}$$

## Strom- und Leistungsmessungen

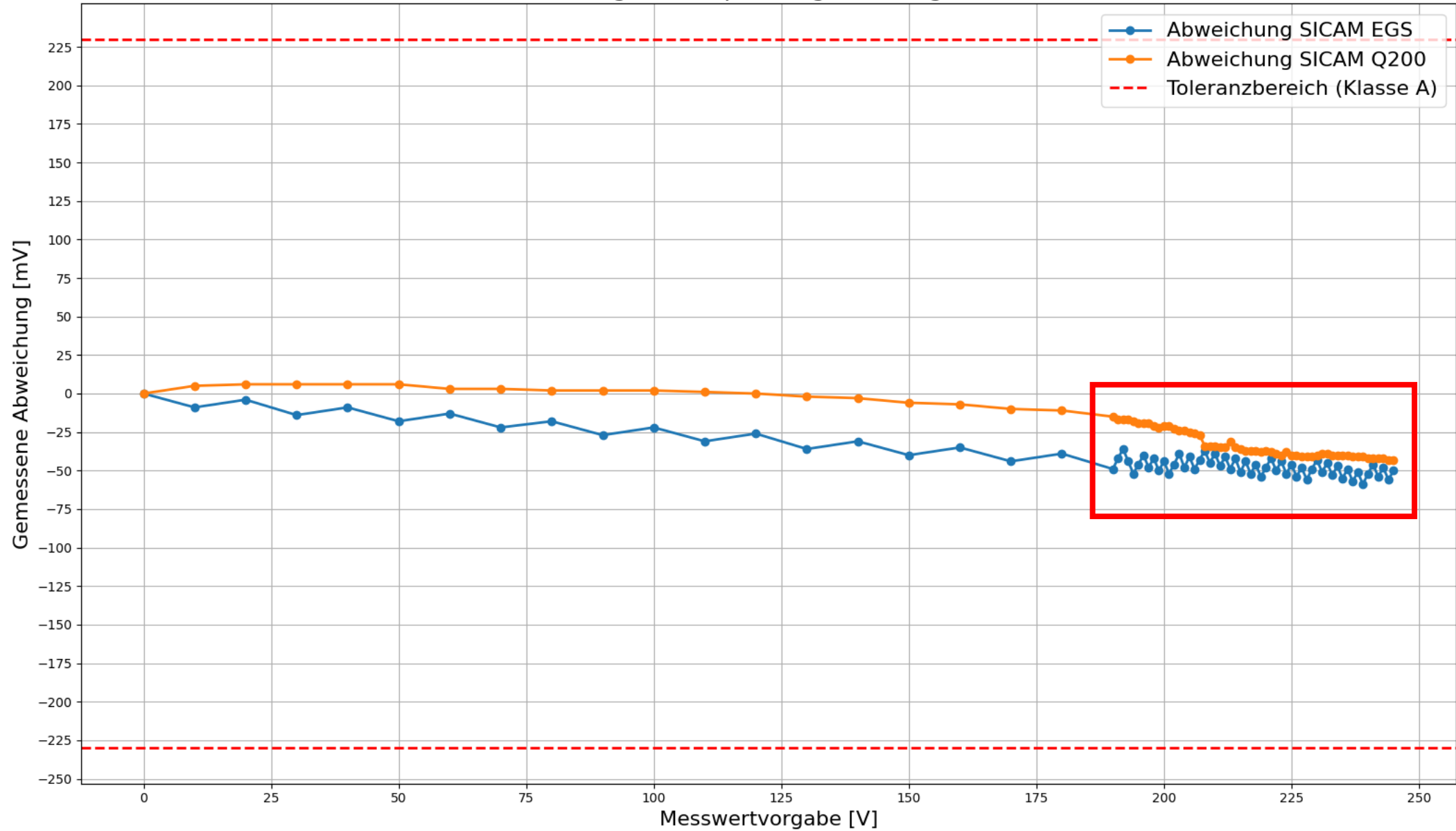


# Vergleichsmessungen



# Spannungsmessung

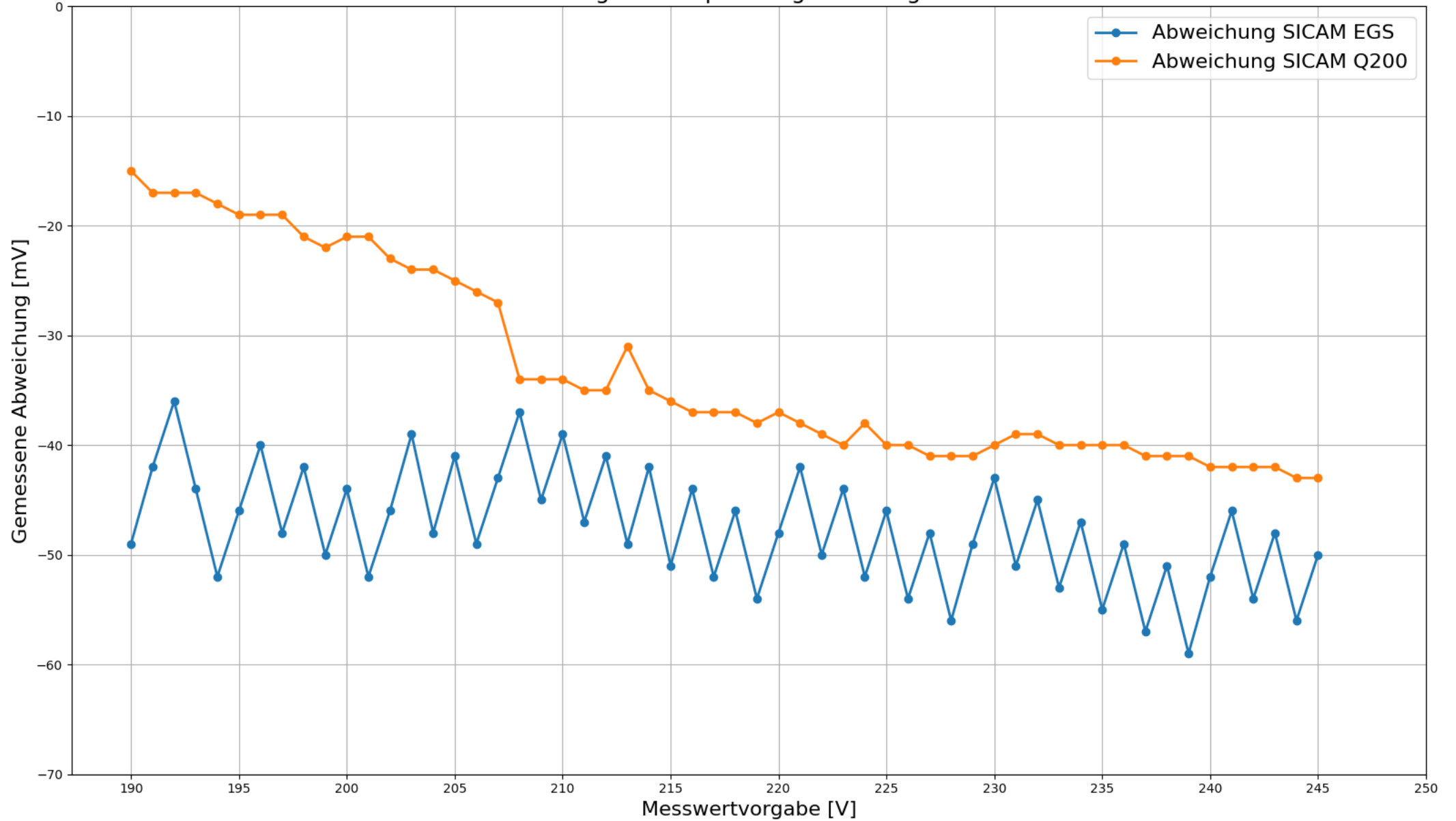
Abweichungen der Spannungsmessungen für U1





# Spannungsmessung

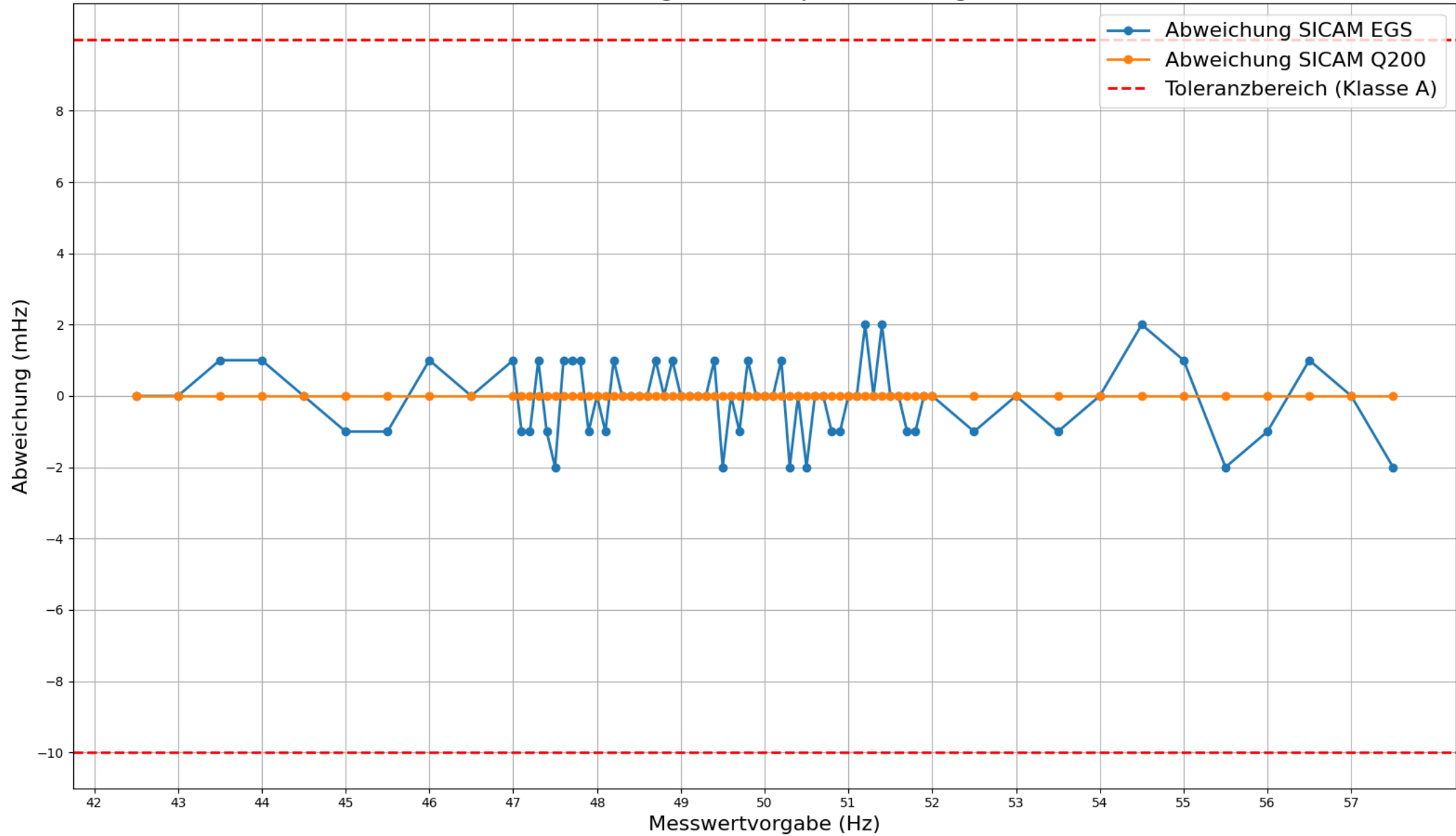
Abweichungen der Spannungsmessungen für U1





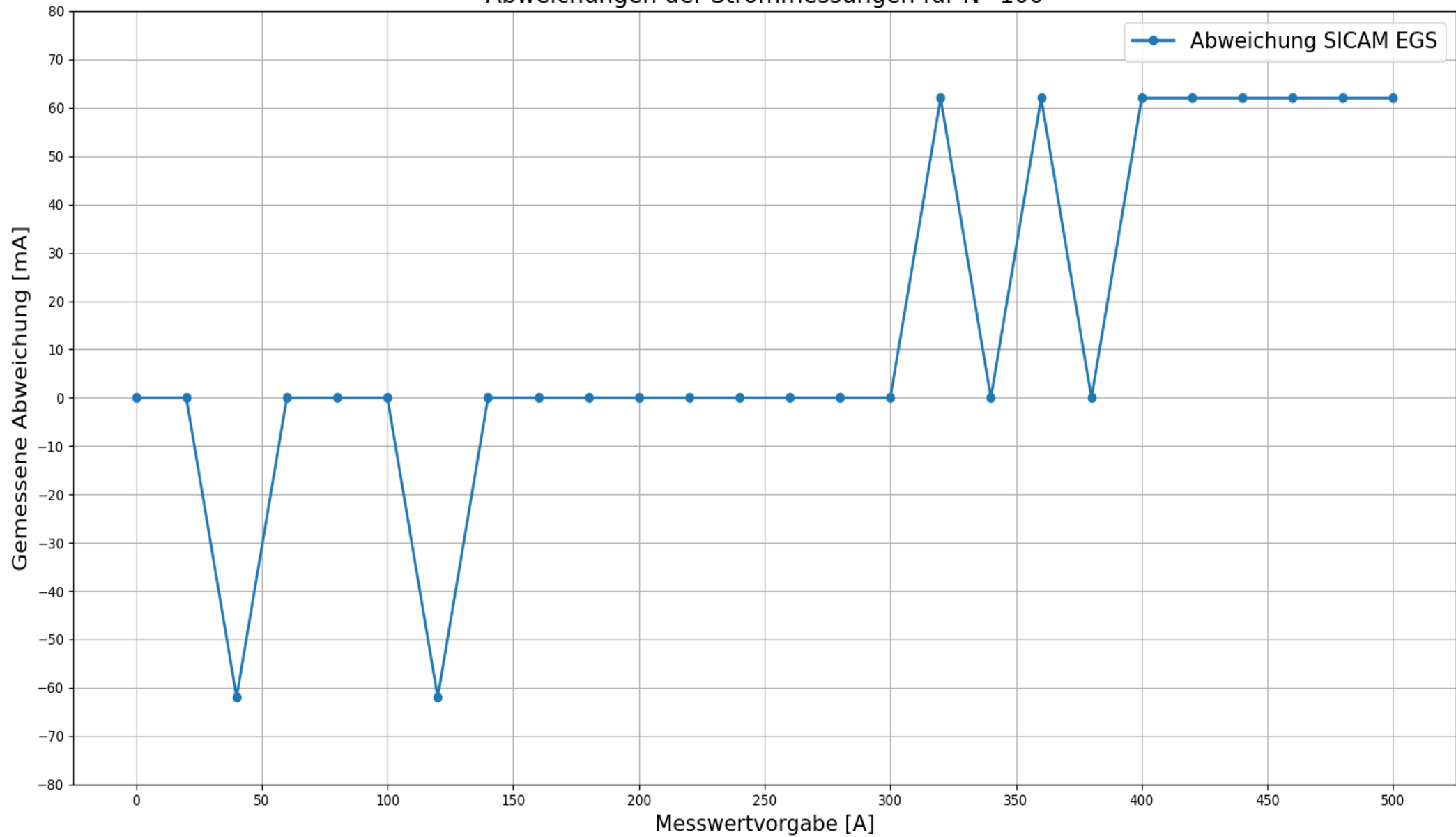
# Frequenzmessung

Abweichungen der Frequenzmessungen



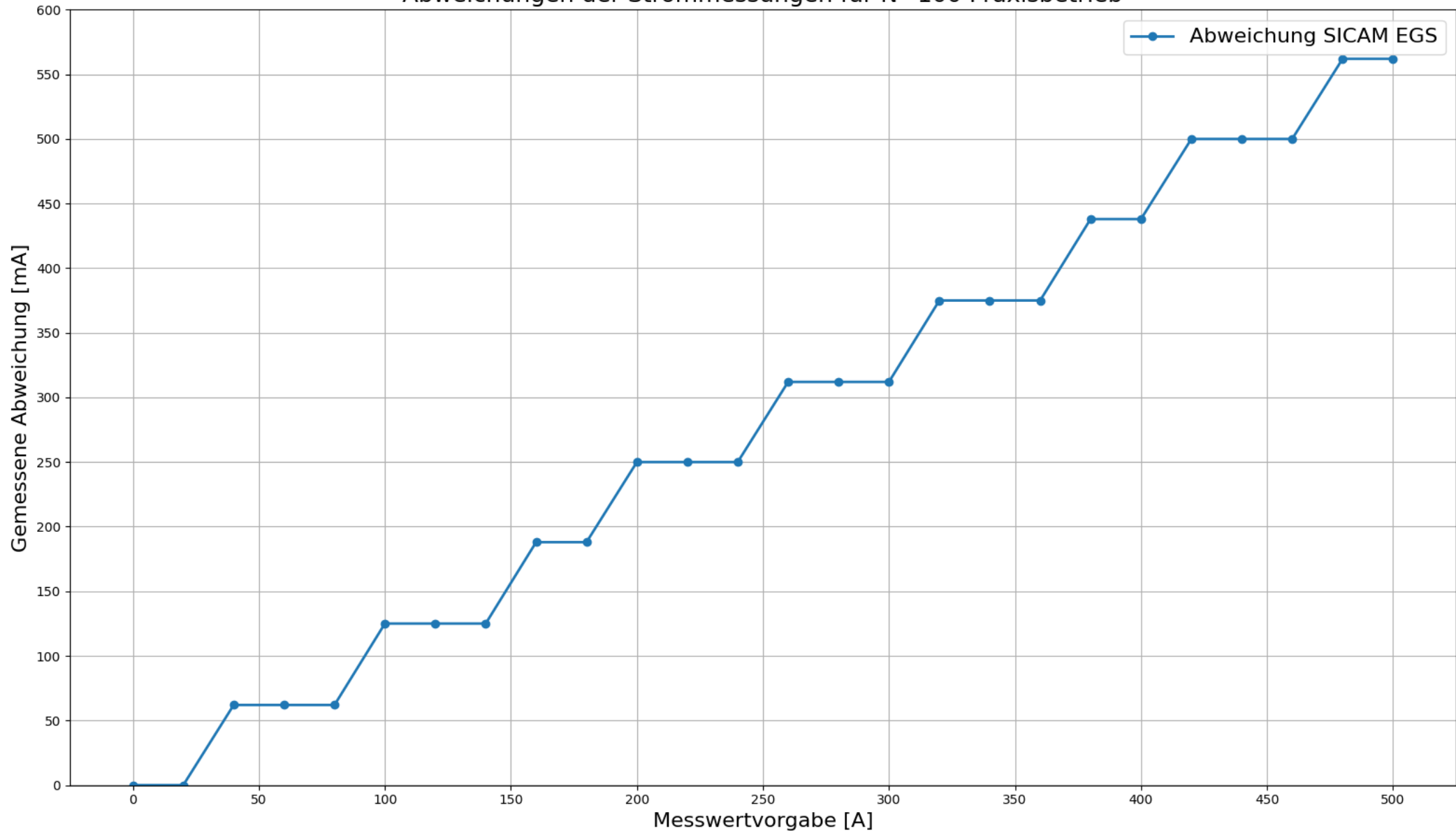
# Strommessung

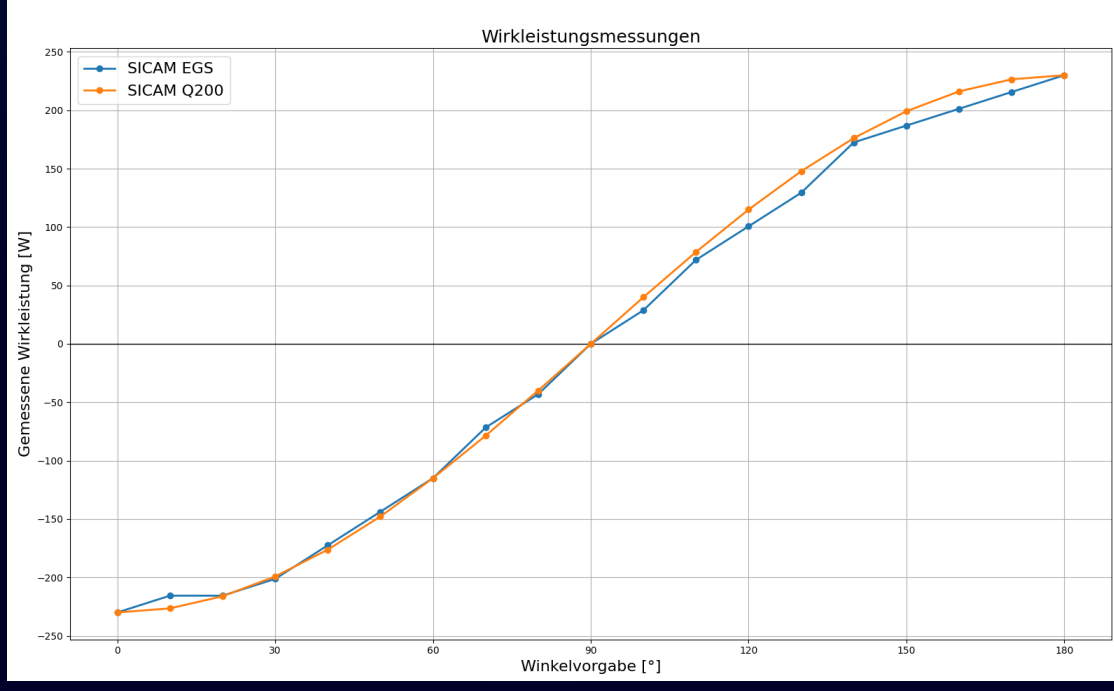
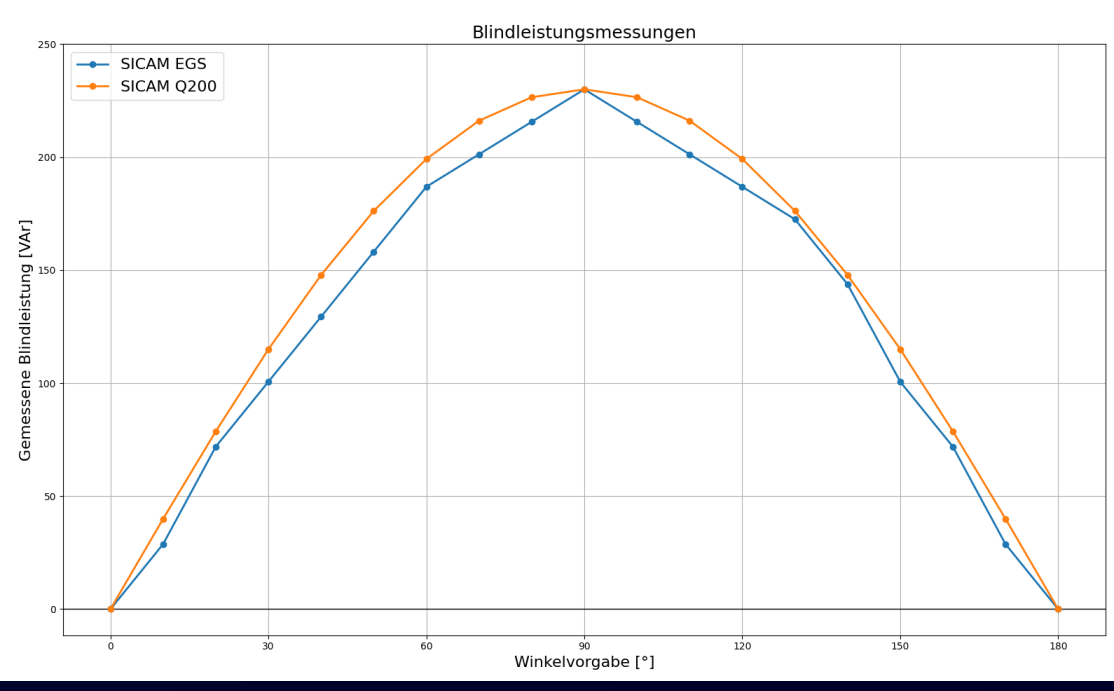
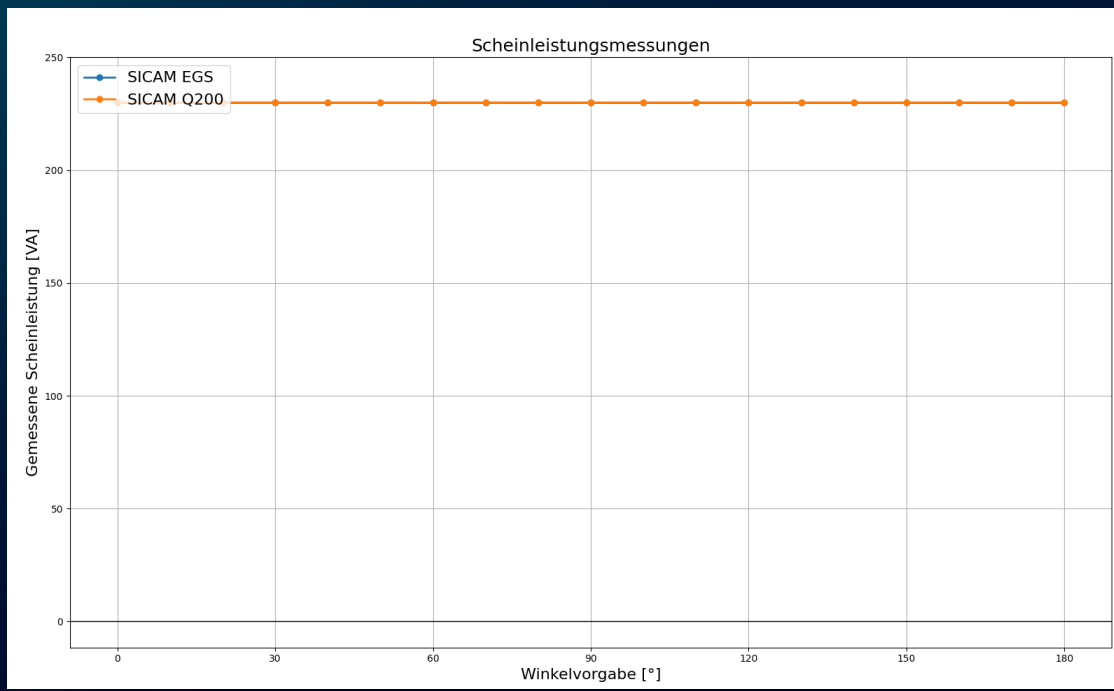
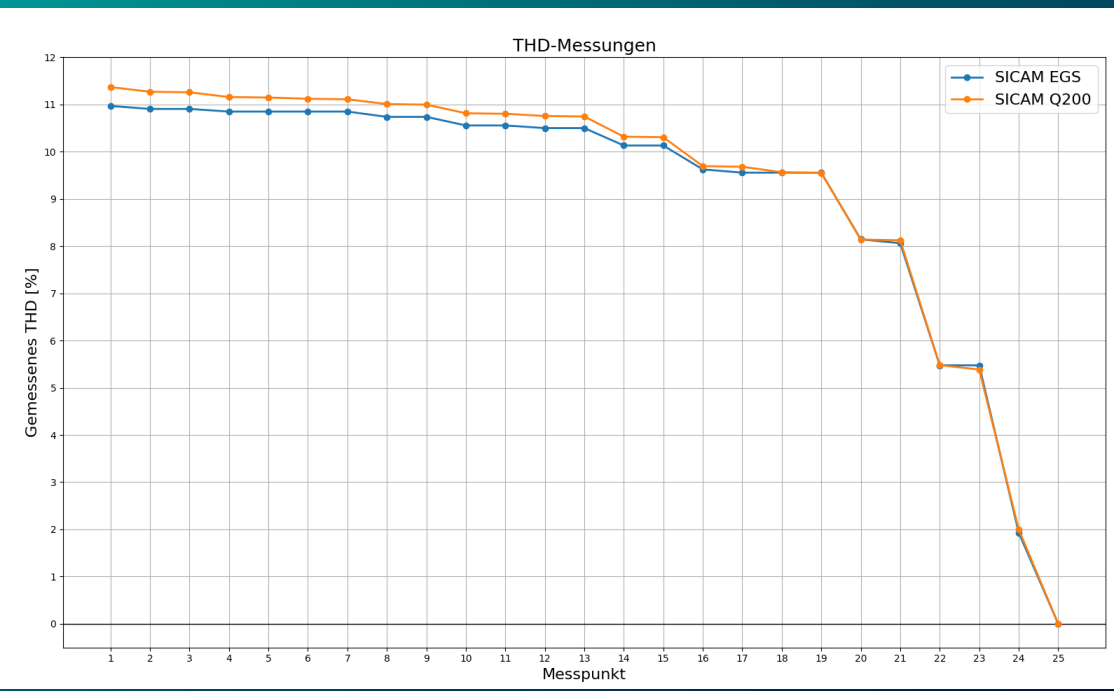
Abweichungen der Strommessungen für N=100



# Strommessung

Abweichungen der Strommessungen für N=100 Praxisbetrieb





# Power Quality Index

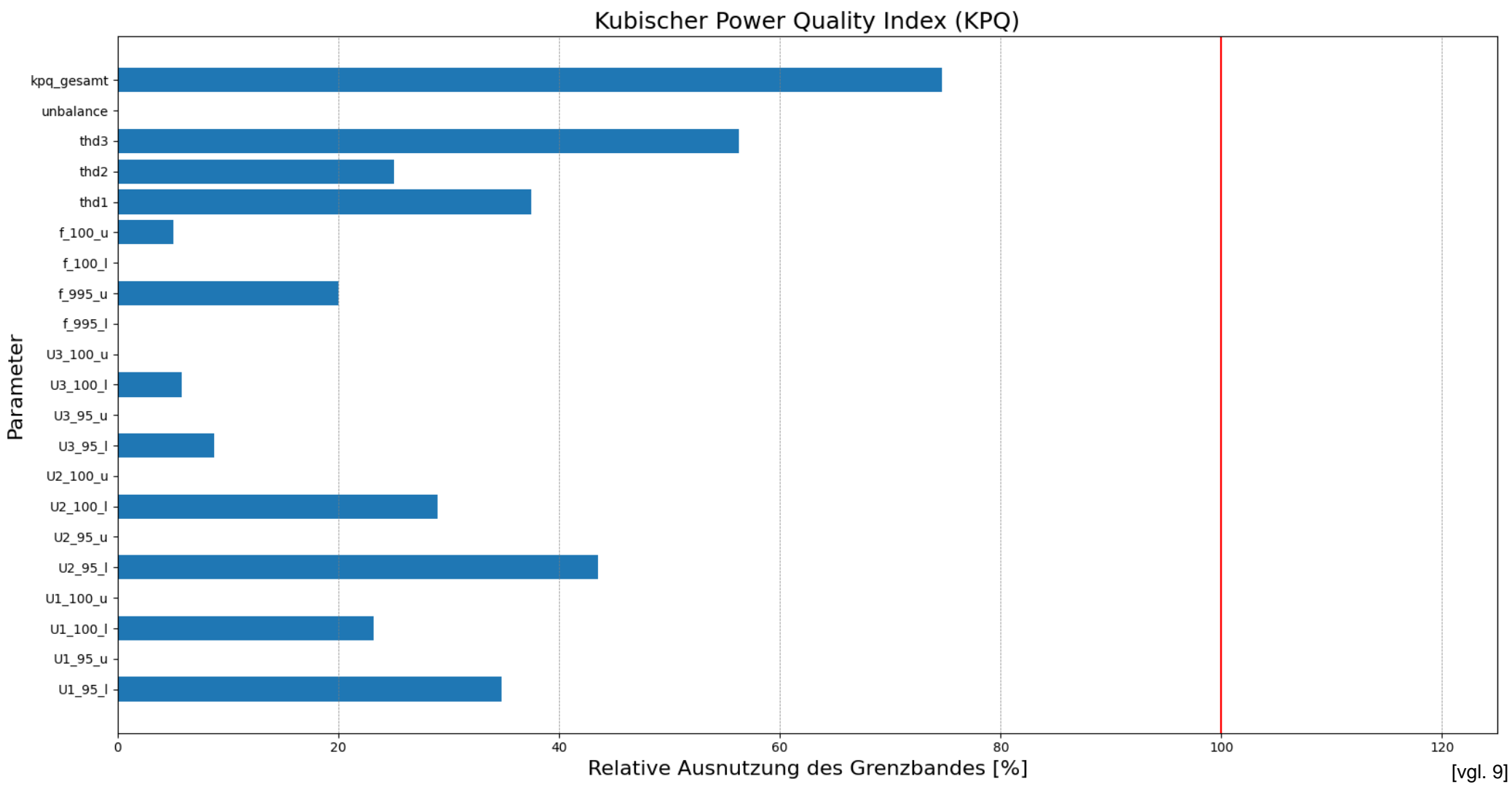
Kubischer Power Quality Index

Zusammenfassung der PQ-Parameter nach EN 50160

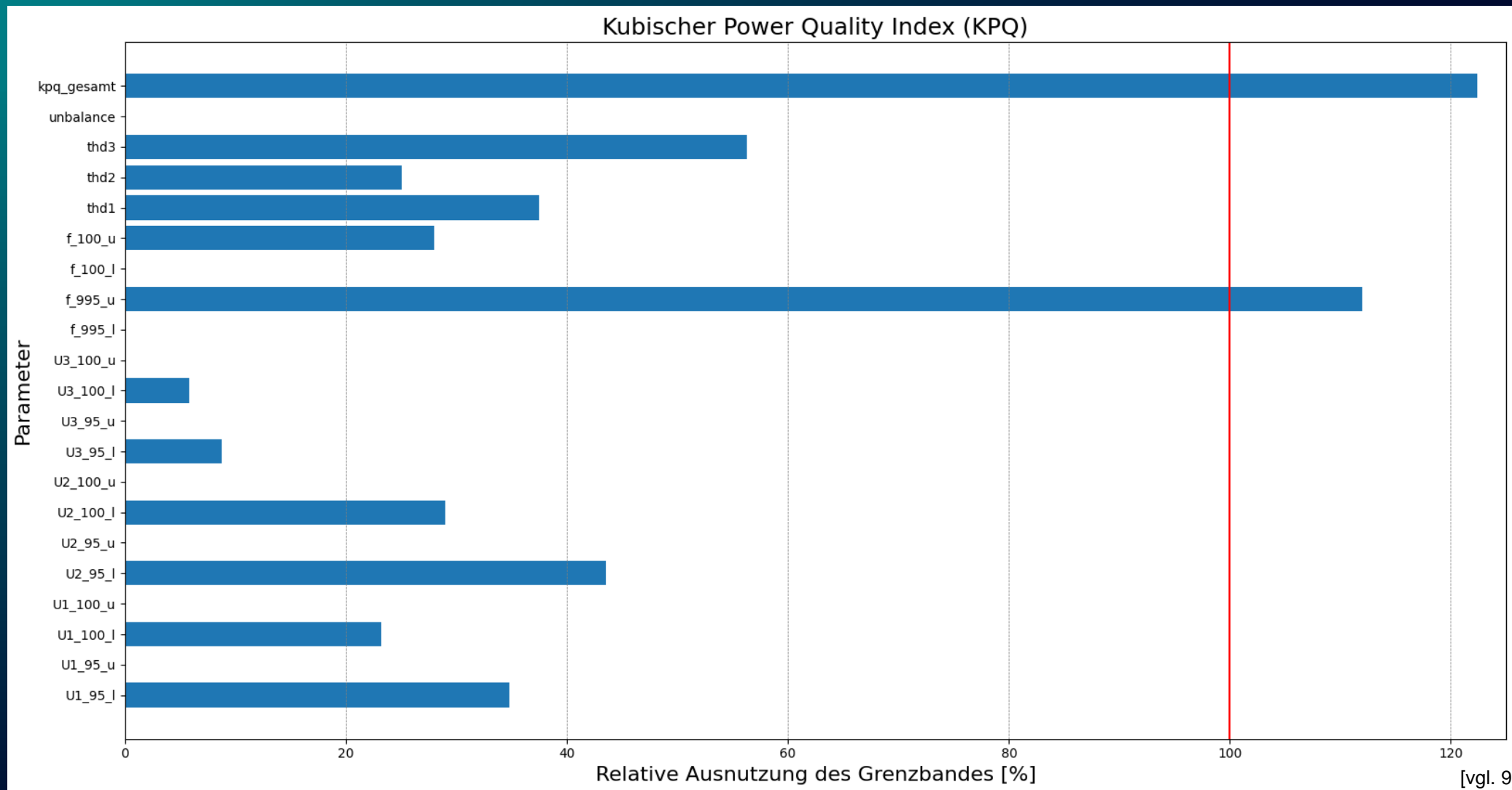
$$KPQ = \sqrt[3]{\sum (KPQ\_parameter)^3}$$

Applikation auf dem SICAM EGS

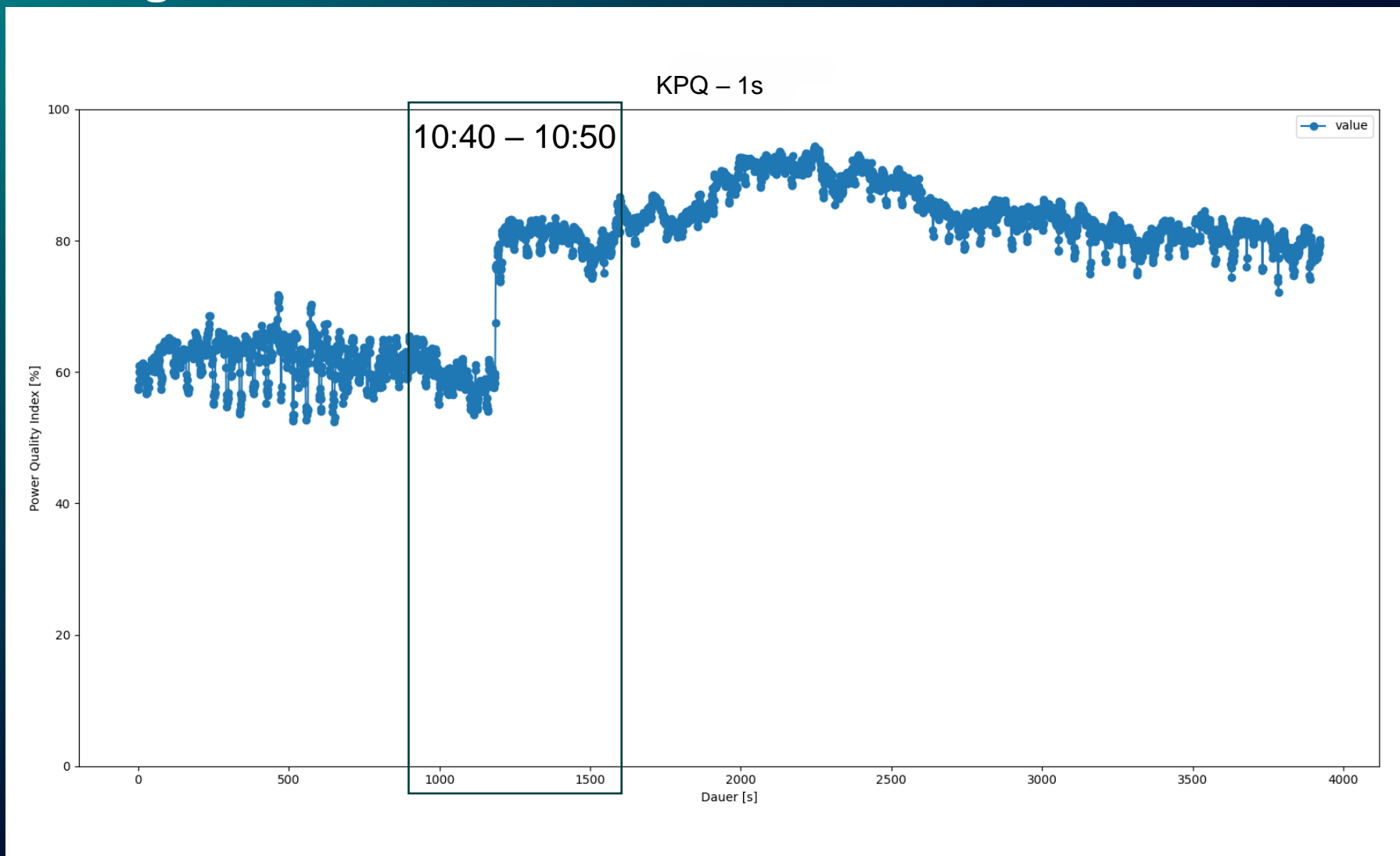
# Power Quality Index



# Power Quality Index

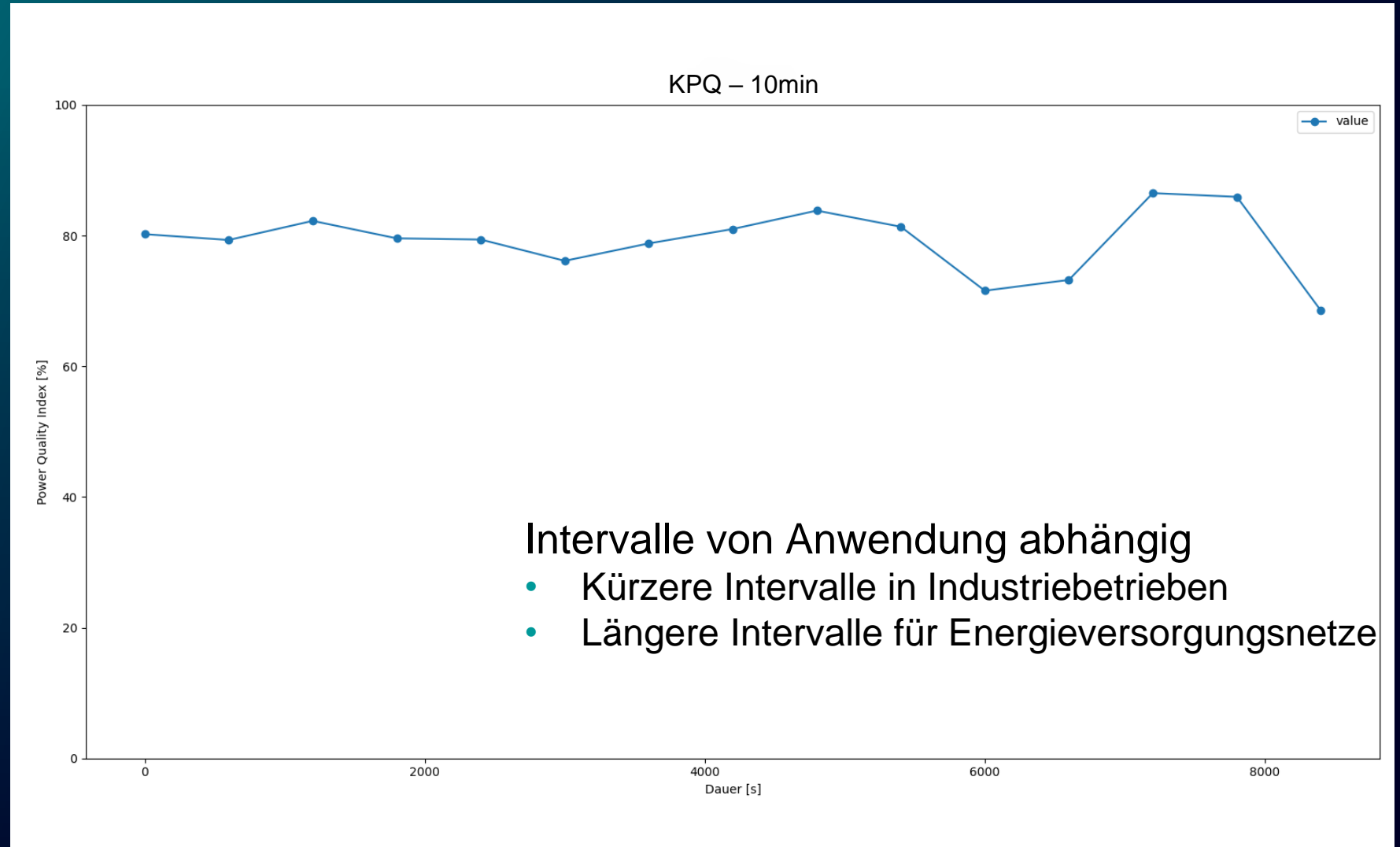
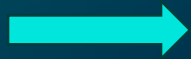
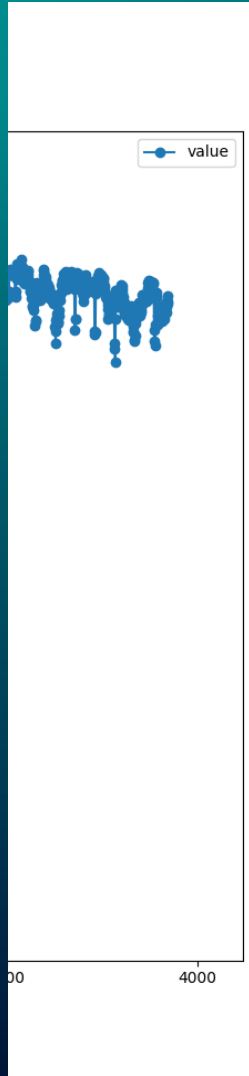


# Reale Messung





# Reale Messung

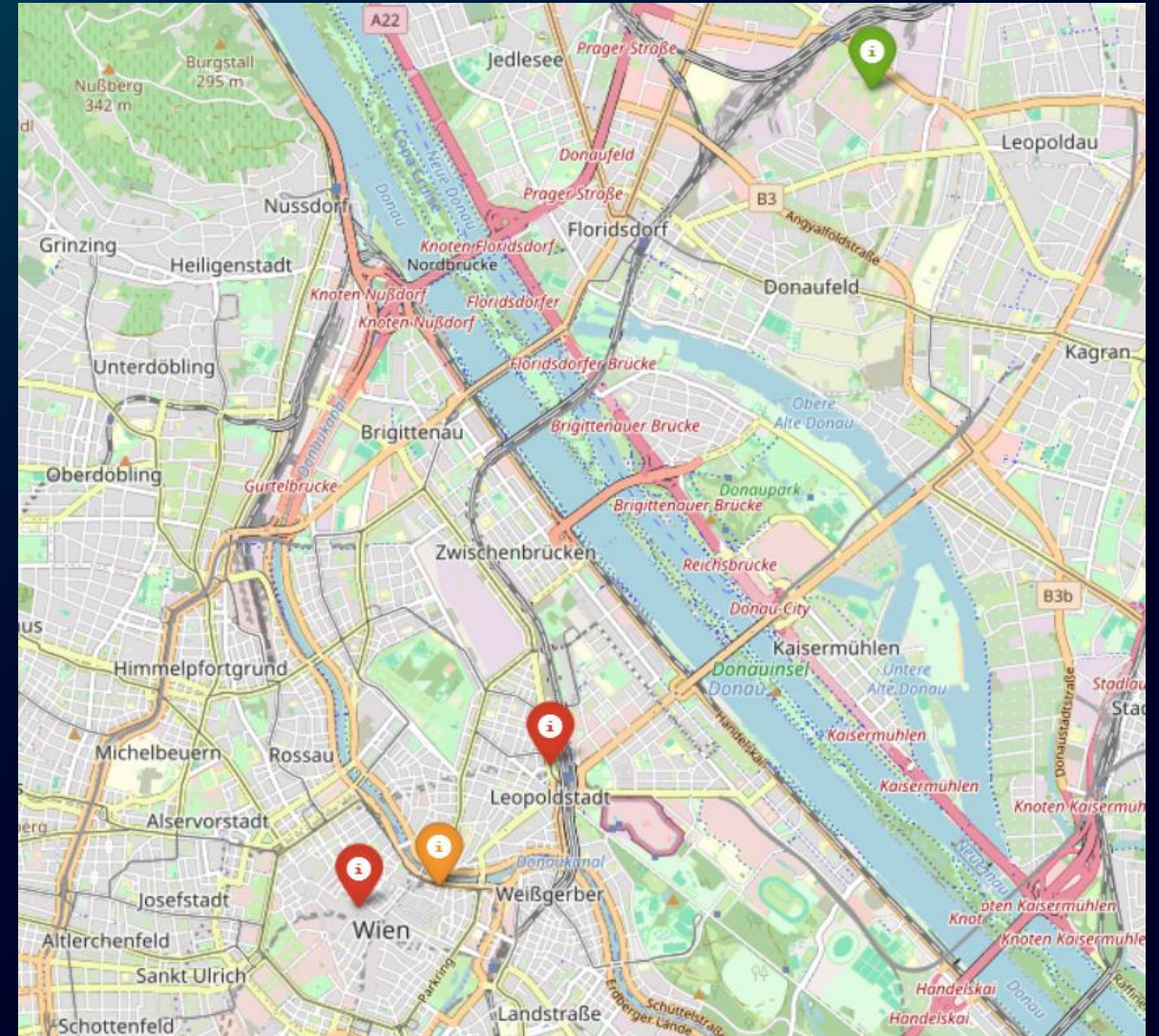


# Visualisierung im Verteilnetz

Eintrag der Messergebnisse in einer Karte

Farben zeigen aktuellen PQ-Status

- Grün:  $KPQ \leq 80\%$
- Orange:  $80\% < KPQ \leq 100\%$
- Rot:  $KPQ > 100\%$



# Zusammenfassung und Ausblick

SICAM EGS erreicht Klasse A nach IEC 61000-4-30

Intervalle sind anwendungsabhängig

Konzept vielseitig anwendbar

Ausblick

- Mehrere Messstandorte wünschenswert
- Weitere Aggregationsintervalle

# Literaturverzeichnis

- [1] R. S. Kumar, I. G. C. Raj, S. Saravanan, P. Leninpugalhanthi, and P. Pandiyan, "Impact of power quality issues in residential systems," in *Power Quality in Modern Power Systems*. Elsevier, 2021, pp. 163–191.
- [2] U. Tauschek, M. Baumann, R. Bergmayer, G. Bitzan, L. Fiedler, M. Liesinger, M. Radauer, W. Schaffer, R. Schmaranz, K. Schüller et al., "Digitalisierung der Netzführung im Verteilernetz– Netzführung 2025," *Österreichs Energie*, März, 2018.
- [3] Fluke, „Dreiphasige Netzqualitätsanalysatoren Fluke Serie 1770“, Letzter Zugriff: 18.12.2024. [Online]. Available: <https://www.fluke.com/de-de/produkt/elektrische-pruefungen/netzqualitaet/1773-1775-1777>
- [4] Siemens AG, "Digital Asset Management: SICAM Q200," Letzter Zugriff: 16.07.2024. [Online]. Available: <https://assets.new.siemens.com/content/siemens/assets/ui/en/search.html#/asset/sid:12815cee-c32a-4adc-ab99-865843d746ee>
- [5] PCE Instruments [PCE Instruments Website]. Letzter Zugriff: 18.12.2024. [Online]. Available: [https://www.pce-instruments.com/deutsch/messtechnik/messgeraete-fuer-alle-parameter/digitalmultimeter-digital-multimeter-pce-instruments-digital-multimeter-pce-gpa-62-ica-inkl.-iso-kalibrierzertifikat-det\\_5852320.htm](https://www.pce-instruments.com/deutsch/messtechnik/messgeraete-fuer-alle-parameter/digitalmultimeter-digital-multimeter-pce-instruments-digital-multimeter-pce-gpa-62-ica-inkl.-iso-kalibrierzertifikat-det_5852320.htm)
- [6] Siemens AG, "Digital Asset Management: SICAM EGS," Letzter Zugriff: 16.07.2024. [Online]. Available: <https://assets.new.siemens.com/content/siemens/assets/ui/en/search.html#/asset/sid:615fd1e9-1cbb-425e-b887-7e7ed6143882>
- [7] Rotec. [Rotec Website]. Letzter Zugriff: 18.12.2024. [Online]. Available: <https://www.rotec-gmbh.at/produkte/a-eberle-pq-box-150/>
- [8] CMC 256plus. [Omicron Energy Website]. Letzter Zugriff: 21.09.2024. [Online]. Available: <https://www.omicronenergy.com/de/produkte/cmc-256plus/>
- [9] W. Schoeffer, "Beitrag zur Definition eines Power Quality Index," 15. Symposium Energieinnovation, Graz, 2018.



# Disclaimer

© Siemens 2025 & INFRADAPT

Subject to changes and errors. The information given in this document only contains general descriptions and/or performance features which may not always specifically reflect those described, or which may undergo modification in the course of further development of the products. The requested performance features are binding only when they are expressly agreed upon in the concluded contract.

All product designations may be trademarks or other rights of Siemens AG, its affiliated companies or other companies whose use by third parties for their own purposes could violate the rights of the respective owner.

The project INFRADAPT is funded by the Climate and Energy Fund and is carried out under the program “Energieforschung 2022”.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

**SIEMENS**

# Kontakt

**Dipl.-Ing. Stefan Arthofer, BSc**  
Siemens Aktiengesellschaft Österreich  
Smart Infrastructure  
Electrification & Automation  
SI EA R&D AU AT4 1  
Siemensstraße 90  
1210 Wien, Österreich



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

**SIEMENS**