

14. Symposium Energieinnovation – TU Graz

Intelligente Netze und Endkundenanwendungen

Reduktion von Verteilernetzadaptierungen durch
intelligente Smart Grid Ergänzungstechnologien auf
der Endkundenseite

Dipl.-Ing. Dr. Uwe Trattnig

Dipl.-Ing. Melanie Rogetzer

Dipl.-Ing. Tina Sovec

Dipl.-Ing. Dr. Christof Sumeder

Motivation

Ausgangssituation: Klassisches Top-Down Design der Netze

- Leistungsüberforderung speziell am Ende von Strahlennetzen
- Leistungsflussumkehr durch erneuerbare Energieerzeugung

→ „Basis“ für Spannungsqualitätsprobleme

Motivation

Lösungsvorschläge: Klassische Smart Grid Konzepte

- Netzbetreibersicht
- Spannungs- und Blindleistungsregelung

Aber:

***Auf diese Weise lassen sich nicht alle
Spannungsqualitätsprobleme beherrschen!***

Motivation

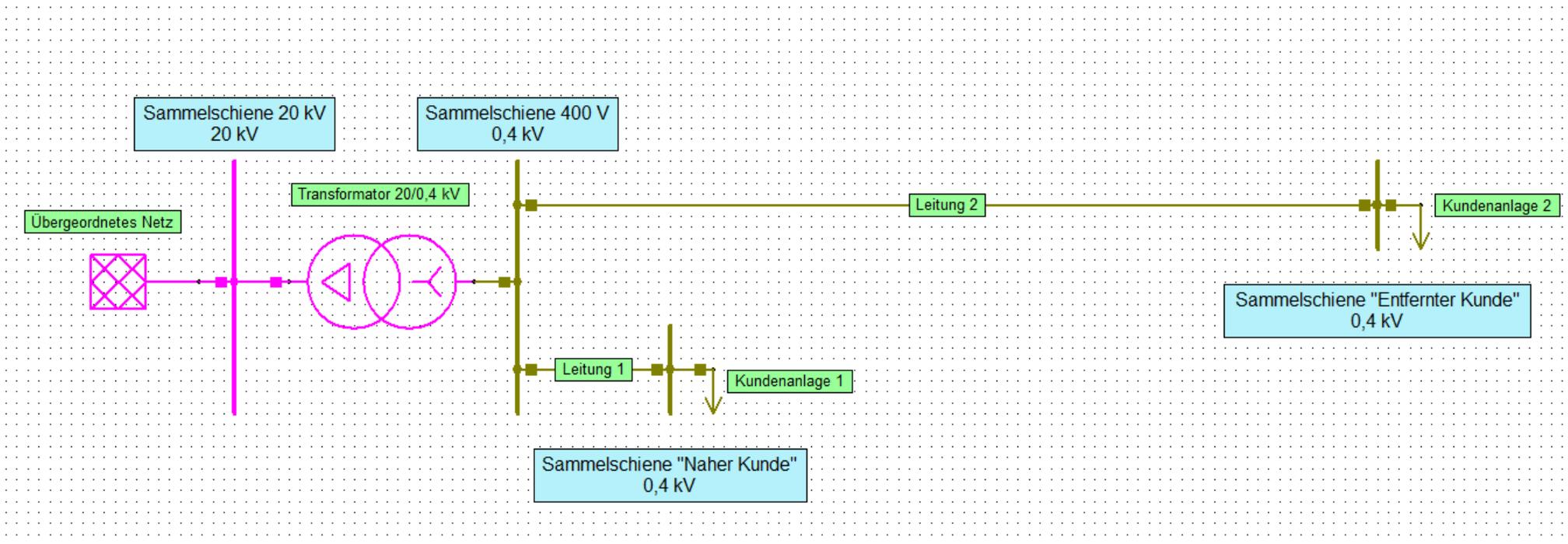


Abb. 1: Problematik „Naher Kunde“ – „Entfernter Kunde“

Motivation

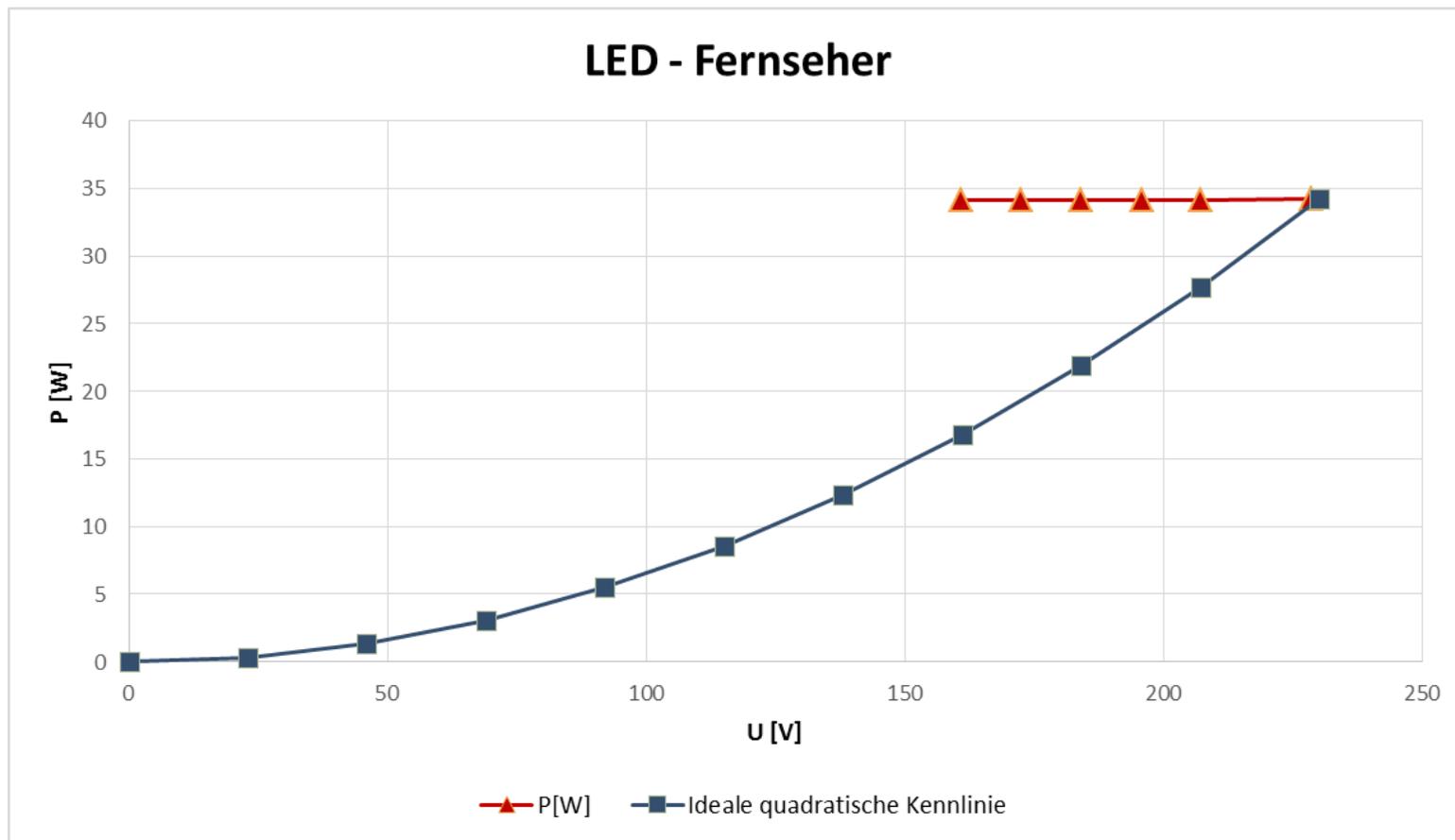
- Derzeit gesteuerter intelligenter Verteilnetzbetrieb durch NB
- Optimierungspotential im Endkundenbereich?
 - Endkundengeräte : intelligente und eigenständige Reaktion auf Spannungsqualitätsveränderungen im Verteilnetz?
 - Inwieweit ist selbständiges Ausgleichen von Spannungsqualitätsänderungen möglich?
 - Größere Spannungstoleranzen ↔ Erhöhung der beobachteten Versorgungsqualität beim Endkunden?
- Bieten Spannungsrestaurationskonzepte Lösungen?
- Einsparungspotential an CO2 Emissionen?
- Können insgesamt klassische Netzausbauten verringert werden?

Methodische Vorgehensweise

- Untersuchung von empirisch definierten Fallbeispielen:
 - Erfassung von netztechnischen Situationen aus Anlagenerrichter-/Netzbetreibersicht.
 - Analyse der von diesen Netzsituationen betroffenen Endkunden.
 - Erhebung der zu betrachtenden Endkundengeräte.
 - Erheben der realen Leistungsfähigkeit der Endkundengeräte in einem erweiterten Betriebsspannungsbereich durch Labormessungen (Reaktion auf Spannungs- und Frequenzänderungen).
 - Analyse des Einsparungspotenzials an klassischen Netzausbauten durch Referenzszenarios.

Ergebnisse der Messungen

Gerät mit konstanter Leistung (z.B. LED-Fernseher)



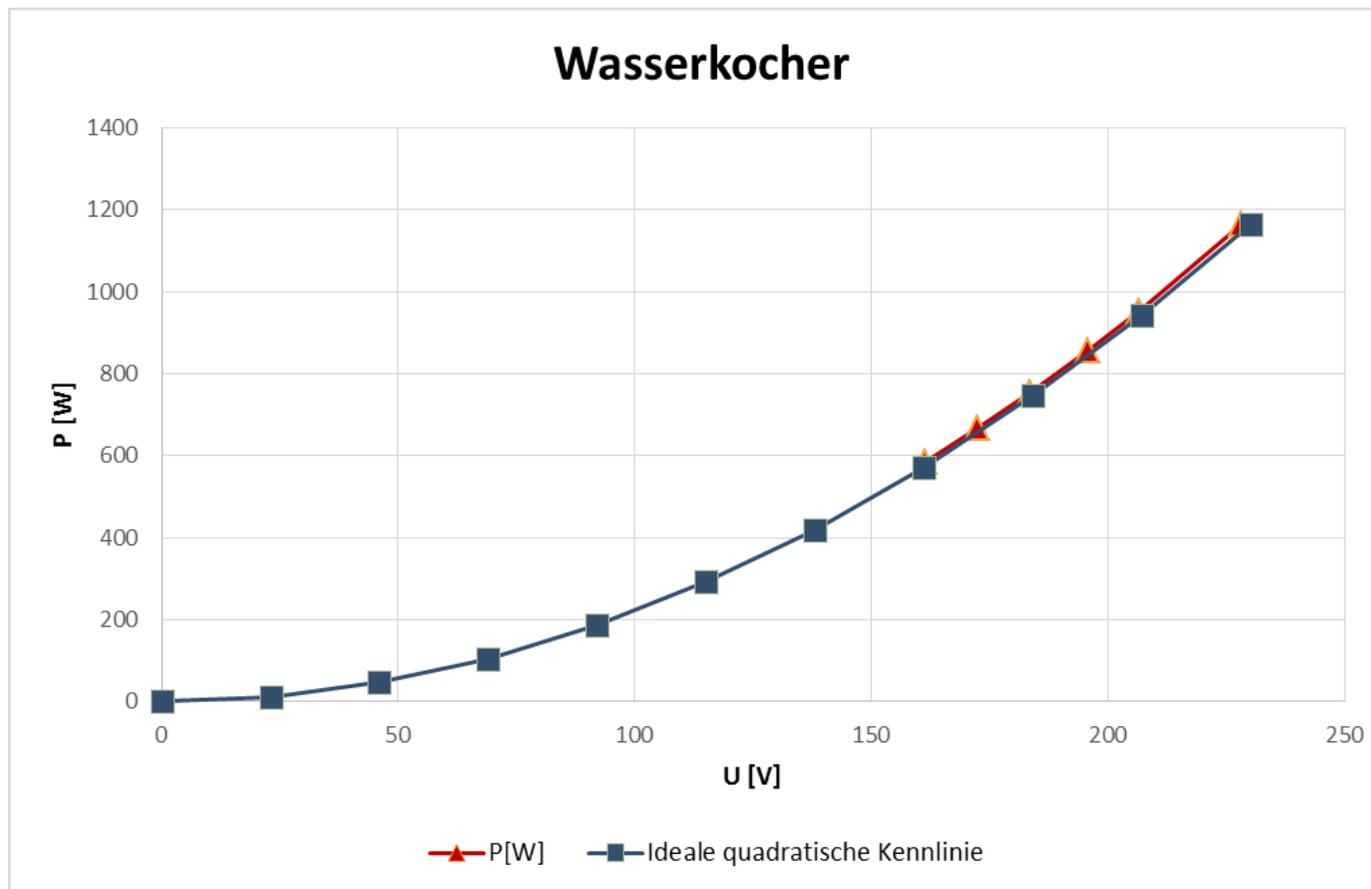
Ergebnisse der Messungen

Kommentar

- Viele elektronische Geräte können die Leistung konstant halten.
- Optimal für unterschiedliche Spannungen.
- Kein Qualitätsverlust erkennbar.

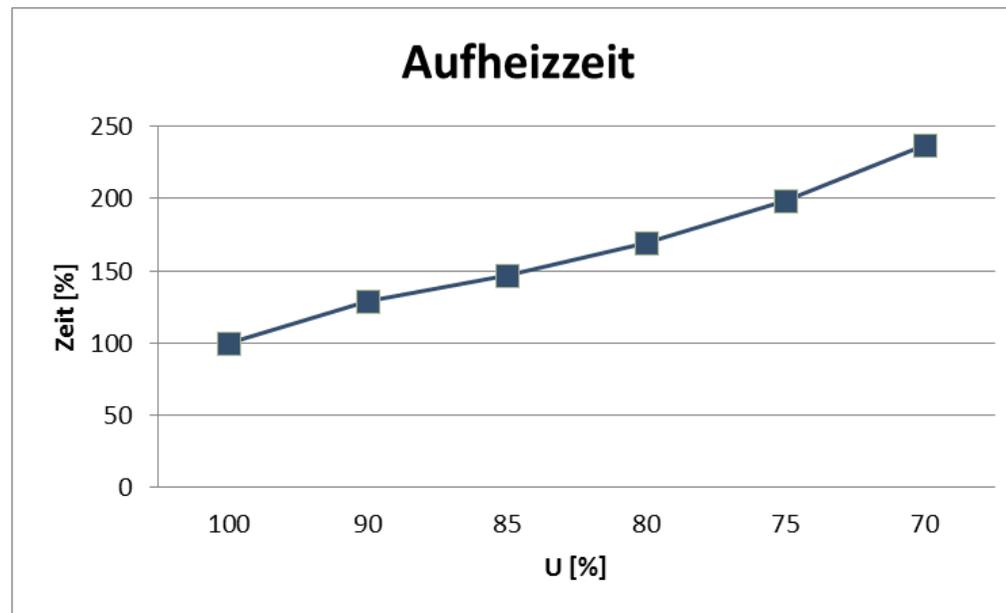
Ergebnisse der Messungen

Gerät mit quadratischer Leistung (z.B. Wasserkocher)



Ergebnisse der Messungen

Gerät mit quadratischer Leistung (z.B. Wasserkocher)



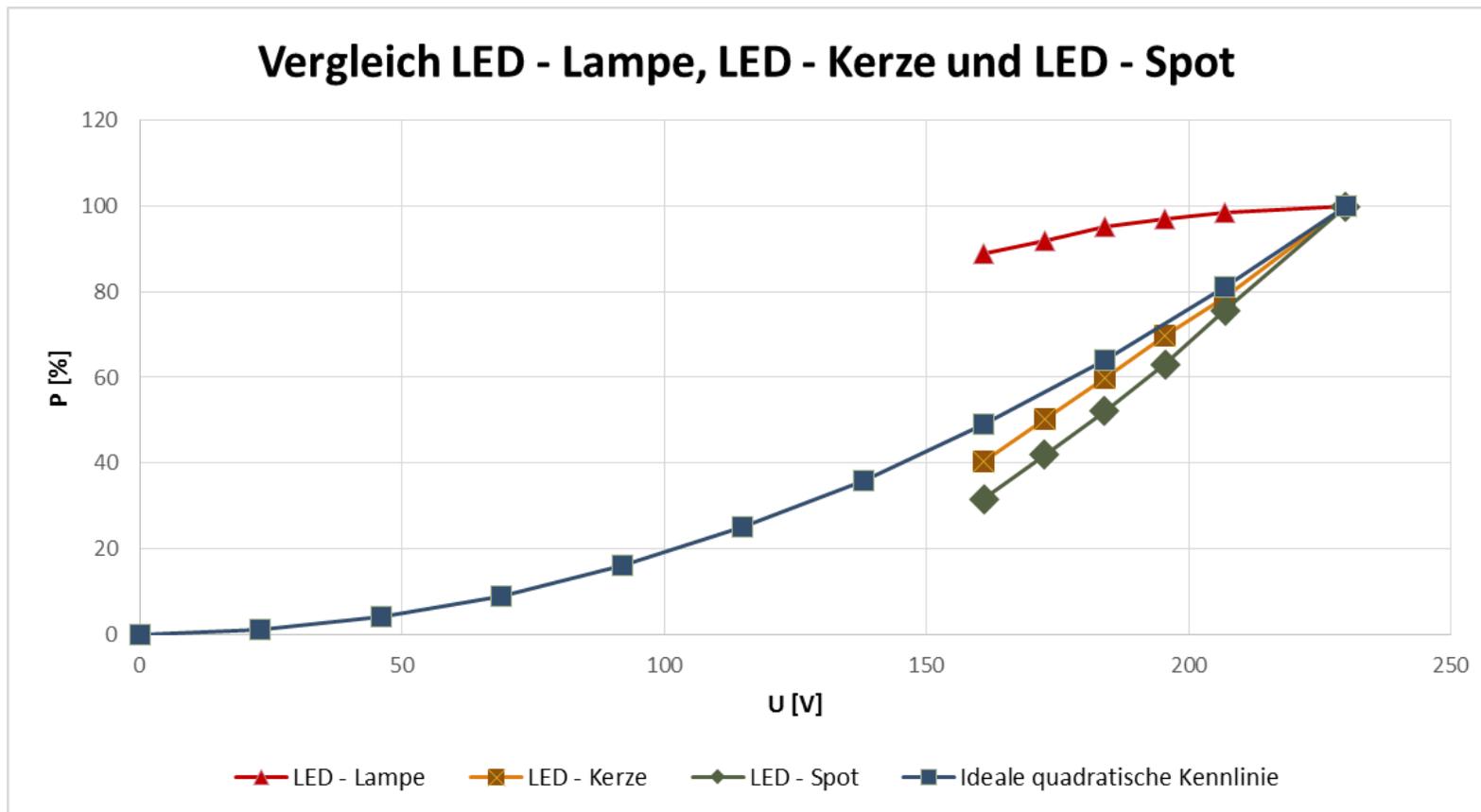
Ergebnisse der Messungen

Kommentar

- Funktion ist meistens noch gegeben.
- Ein Qualitätsverlust ist erkennbar (bei geringer Spannung treten längere Wartezeiten auf):
 - Die Aufheizzeit für Wasser verlängert sich zwar, aber die Garzeit bleibt in etwa gleich
 - z.B. bei 20 % Spannungsverringerung braucht man für das Aufwärmen von Wasser zum Eierkochen ≈ 70 % länger. Das Eierkochen selber bleibt dann in etwa gleich.
 - Dieses Verhalten war auch bei speziellen Eierkochern zu beobachten. Bei 80 % der Spannung brauchten die Eier ≈ 77 % länger (inkl. Aufheizzeit).
 - Psychologische Aspekte
 - Beispiel Herdplatten: Leistung $\approx 600 - 1200$ W.

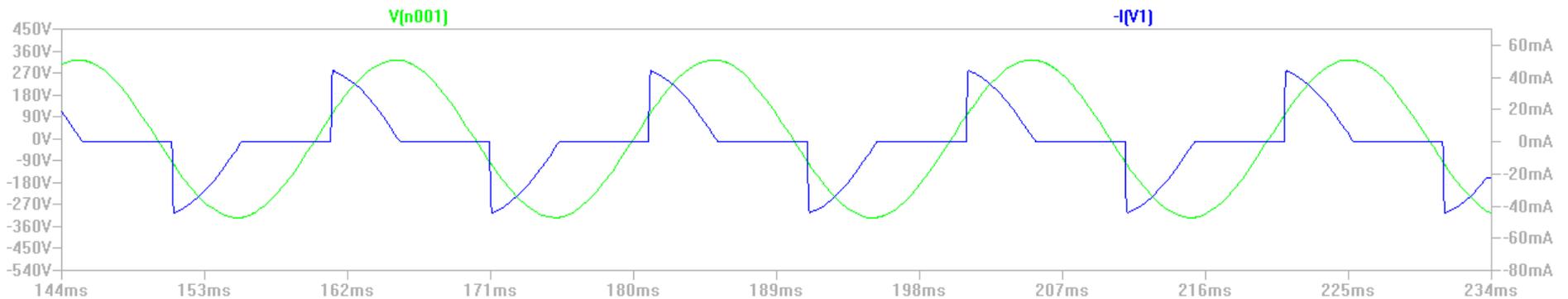
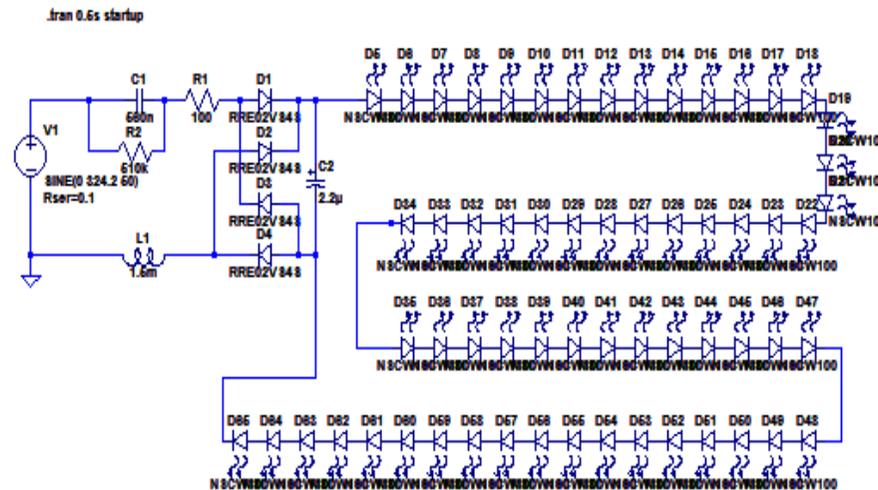
Ergebnisse der Messungen

Vergleich von LED - Leuchtmitteln



Ergebnisse der Messungen

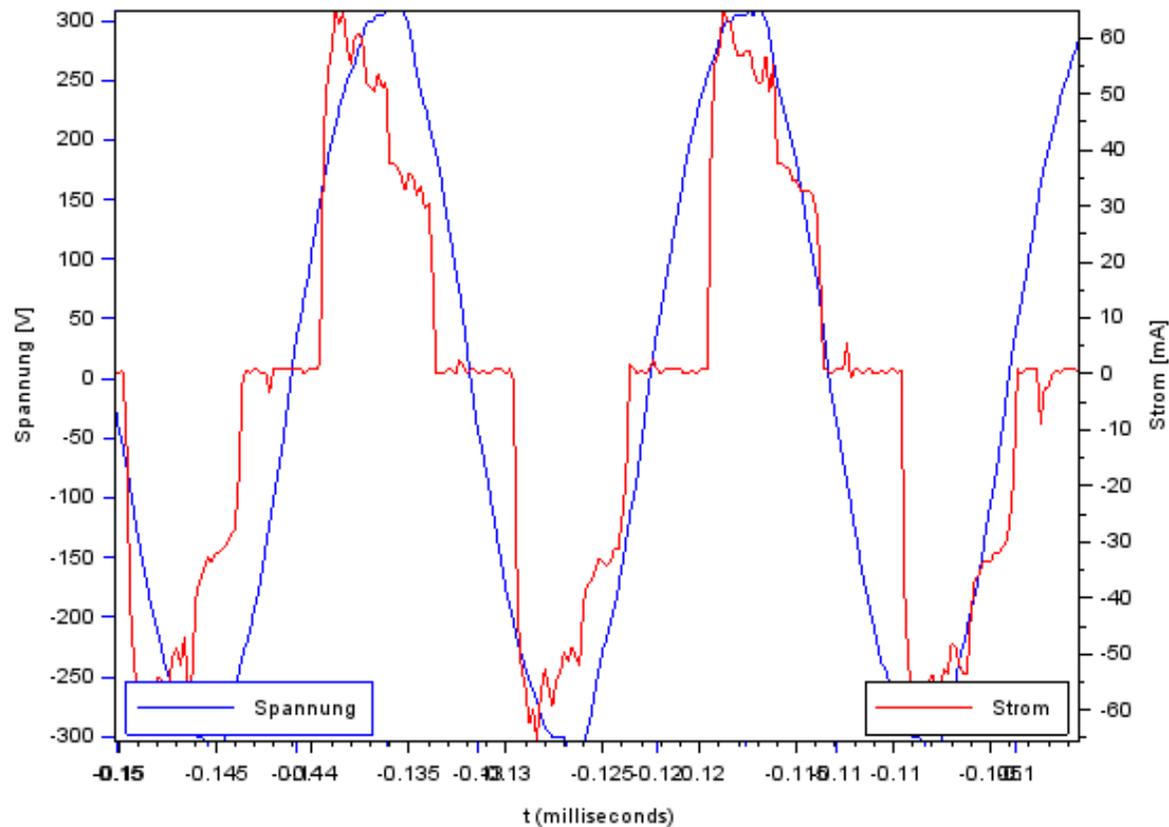
Vergleich von LED - Leuchtmitteln



Ergebnisse der Messungen

Vergleich von LED - Leuchtmitteln

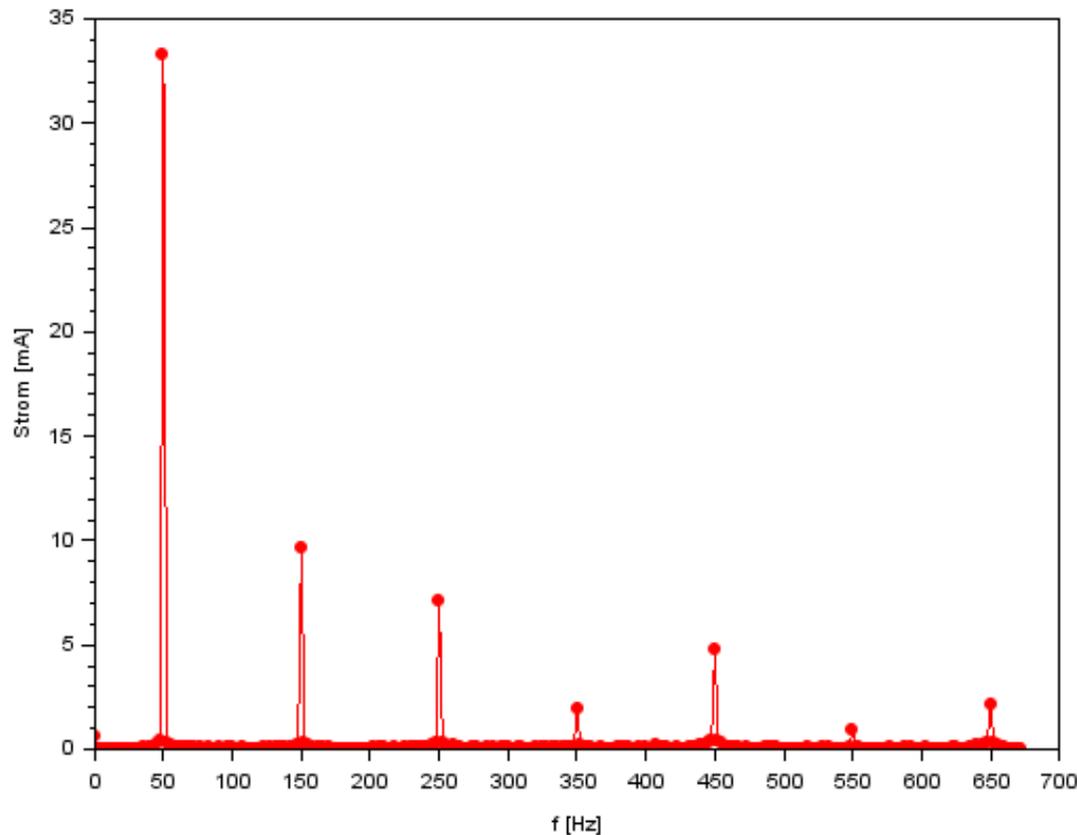
Spannung-/Stromverlauf einer LED - Lampe



Ergebnisse der Messungen

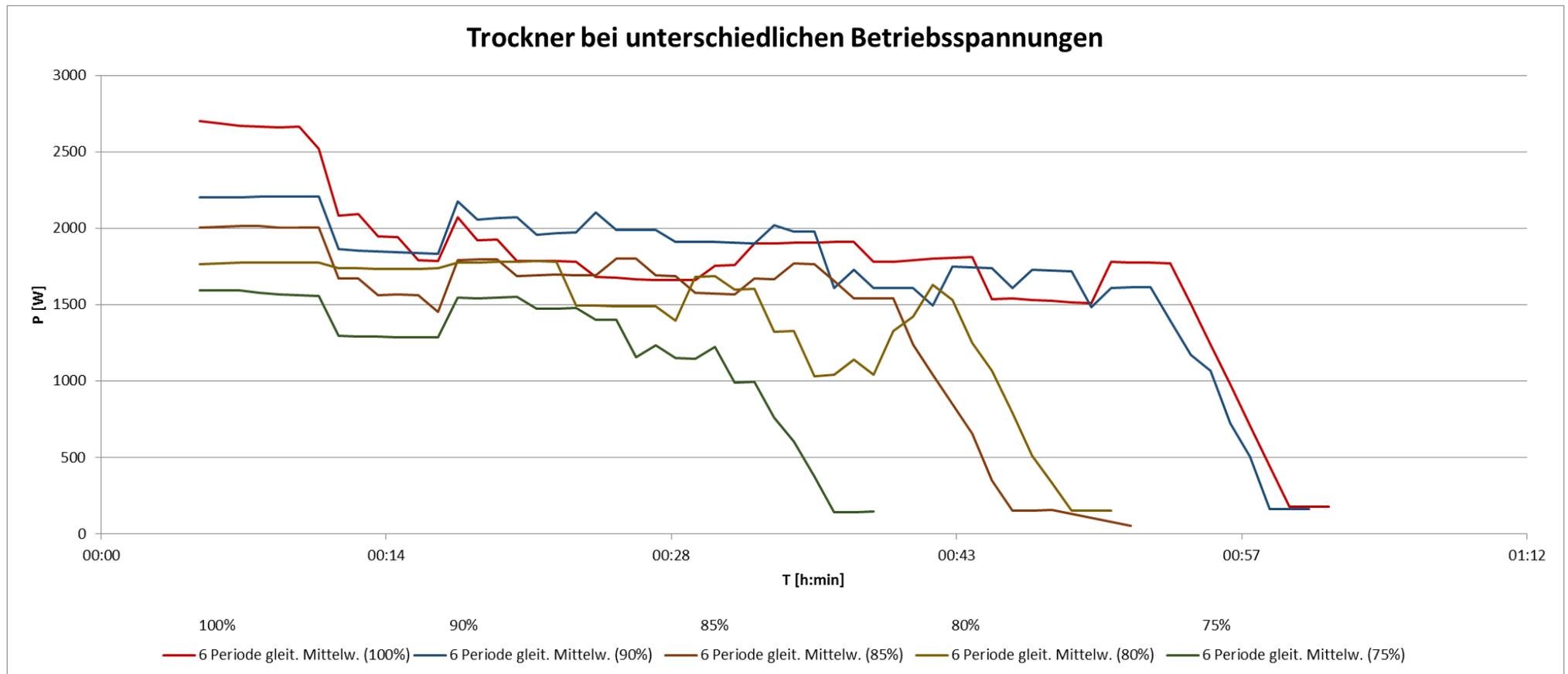
Vergleich von LED - Leuchtmitteln

Amplitudenspektrum des Stromverlaufs



Ergebnisse der Messungen

Geräte mit komplexen Betriebszuständen (z.B. Trockner – Aufheizen, Schleudern, Abpumpen)



Ergebnisse der Messungen

Kommentar

- Grundtenor bei Spannungsänderungen:
 - Elektronische Geräte: Funktion zumeist gegeben.
 - Kühl- und Gefriergeräte: Funktion zumeist gegeben.
 - Heiz- und Trocknungsgeräte: Funktion zumeist gegeben.
 - Ausnahme: Induktionsherd bei Spannungen < 80 % der Nennspannung.
 - Pumpen und Antriebe: Funktion gegeben.

- ➔ Funktion bis 80 % der Nennspannung gegeben, zumeist bis 70 %.
 - ➔ Elektronische Geräte zum Teil auch darunter.
- ➔ Qualitätsverlust bei Geräten mit quadratischer Leistungsabhängigkeit bei < 90 % der Nennspannung bemerkbar.

Ergebnisse der Messungen

Kommentar

- Grundtenor bei Frequenzänderungen:
 - Allgemein reagieren Endkundengeräte auf Frequenzänderungen sehr sensible – speziell Schaltnetzteile fallen bei +/- 10 % der Frequenz außer Tritt.
 - Frequenzänderungen dieser Größenordnung treten in der Praxis nicht auf.

Anmerkungen

- Messungen sind Einzelbeobachtungen.
 - Keine statistisch repräsentative Stichproben (Anzahl, Hersteller, Messungswiederholungen, Messfehlerkorrekturen).
 - Keine ausreichende Langzeitbeobachtung.
 - Keine Ursachenanalyse.

Ergebnisse der Messungen

Kommentar

- Haushaltsgeräte lassen sich schwer in Klassen einteilen.
- Heterogenes Verhalten der Geräte.
- Große Streuung.
- Es hängt von den verschiedenen Komponenten (z.B. Motoren, Heizungen, elektronische Teile, ...) ab.
- Psychologische Komponente!

→ Vertiefte Betrachtung nötig!

Schlussfolgerungen

- Eine Analyse vorhandener Weitbereichsnetzteile hat deren universelle Einsetzbarkeit für einen netztoleranten Endkundenbetrieb in der verfügbaren Geräte- und Unterhaltungselektronik weitgehend bestätigt.
- Die Untersuchung der verschiedenen Technologien zur Netzspannungsrestauration hat ergeben, dass im Leistungsbereich < 50 kW wenig kommerzielle Lösungen verfügbar sind.
 - Es gibt einige Konzepte und Prototypvorstellungen, jedoch keine etablierten Systeme.

Schlussfolgerungen

- Treibhausgasbilanz und Nachweisstrategie: Trotz häufiger Verwendung und Nennung von CO₂ – Parametern auf dem Gebiet der elektrischen Anlagentechnik gibt es wenig belastbare und vor allem für die Öffentlichkeit kaum nachvollziehbare Daten und Berechnungsmodelle.
- Die Anzahl der in Frage kommenden Netzkunden ist nicht genau bekannt, da es keine flächendeckende Spannungsqualitätserfassung bei den Endkunden gibt.

Schlussfolgerungen

- Rechtliche Betrachtung: Grundsätzlich ist es in Österreich möglich, dass Netzbetreiber mit Endkunden privatrechtliche Verträge mit abweichenden Nennspannungen abschließen. Allerdings müssen alle betroffenen Kunden privatrechtlich zustimmen, was bei den Kunden, die keinen Nutzen aus einer abweichenden Betriebsspannung ziehen, schwierig sein dürfte.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Dr. Uwe Trattnig

Studiengangsleiter

FH JOANNEUM GmbH

Studiengang Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement

Werk-VI-Straße 46

8605 Kapfenberg

Tel.: +43/3862 /33 600 8304

uwe.trattnig@fh-joanneum.at