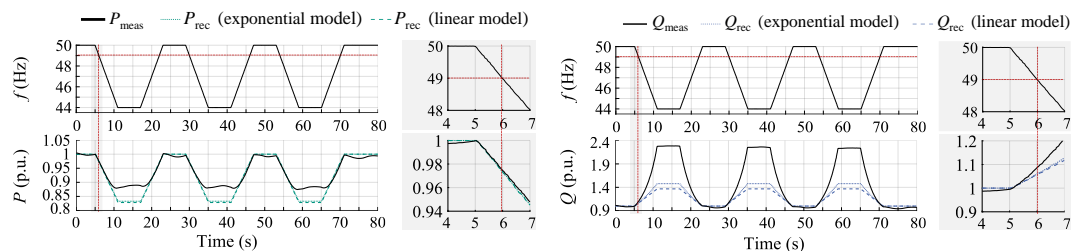


## Frequenzabhängiges Lastverhalten: Experimentelle Untersuchung mit realen aggregierten Lasten am IEH

In großen Verbundnetzen sind Frequenzschwankungen üblicherweise vernachlässigbar klein gegenüber Spannungsschwankungen. Daher lag der Fokus vergangener Forschung zu Lastmodellierung hauptsächlich auf spannungsabhängigem Lastverhalten. Durch die Abnahme an Momentanreserve sind in zukünftigen Netzsituationen größere Frequenzschwankungen zu erwarten. Es wird also immer wichtiger, auch frequenzabhängige Wirk- und Blindleistungsänderungen modellieren zu können. Tests am IEH haben bereits gezeigt, dass üblicherweise verwendete statische exponentielle oder lineare Lastmodelle das Verhalten einzelner Lasten bei größeren Frequenzschwankungen nur bedingt gut abbilden können (siehe z. B. **Abb. 1**). Aus Netzsicht ist allerdings das Verhalten aggregierter Lasten am relevantesten. Am IEH wird aktuell ein Switchable Experimental Power Grid aufgebaut [2], wodurch einzelne Gebäudeabschnitte statt vom öffentlichen Stromnetz über eine künstliche Netzumgebung (lineare 4-Quadranten-Spannungsverstärker) versorgt werden können. So kann das Verhalten realer aggregierter Lasten bei ungewöhnlichen Netzsituationen wie größeren Frequenzschwankungen experimentell erforscht werden.



**Abb. 1:** Gemessene (schwarz) und über  $P(f)$ -Modell rekonstruierte (grün) Leistungsaufnahme einer Mikrowelle, aus [1]

### Mögliche Aufgabenpakete der Abschlussarbeit (je nach Interesse):

- Voranalyse von Messdaten aus dem Normalbetrieb (am öffentlichen Netz):
  - Wie ausgeprägt sind zufällige Leistungsschwankungen im Normalbetrieb?
  - Welche Lasten sind installiert (z. B. eher motorbasiert oder eher leistungselektronisch) und welches frequenzabhängige Verhalten wird erwartet?
  - Wie unterscheiden sich die Aussagen je nach Messgerät und/oder Auflösung der Daten?
  - ...
- Implementierung frequenzabhängiger Lastmodelle in Matlab/Simulink-Simulationsmodellen
- Recherche zum Stand der Forschung zu frequenzabhängiger Lastmodellierung (z. B. zur Parameterschätzung aus Messungen) → Ableitung von Testszenarien für Versuche im *Switchable Experimental Power Grid*
- Konzeption und Durchführungen von Versuchsreihen und Analyse der Ergebnisse
- ...

### Interesse?

Der Beginn der Arbeit ist ab sofort möglich. Melde dich gerne per E-Mail mit einer kurzen Beschreibung, welche Interessen (und eventuell auch schon Vorkenntnisse) du mitbringst. Gerne können wir dann einen Termin vereinbaren, um das Thema genauer zu besprechen.

[1] J. Geis-Schroer, Q. Tao *et al.*, „Power-to-Frequency Dependency of Residential Loads in a Wider Frequency Range: An Experimental Investigation“, *IEEE Transactions on Industry Applications*, pp. 1-10, 2024. *In press.* <https://ieeexplore.ieee.org/document/10623866>

[2] J. Geis-Schroer, Daniela Eser, Frederik Gielnik *et al.*, "Establishing a Switchable Experimental Power Grid in the Distribution System of a Real Building," 2023 8th IEEE Workshop on the Electronic Grid (eGRID), Karlsruhe, Germany, 2023, pp. 1-6. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10380872>

