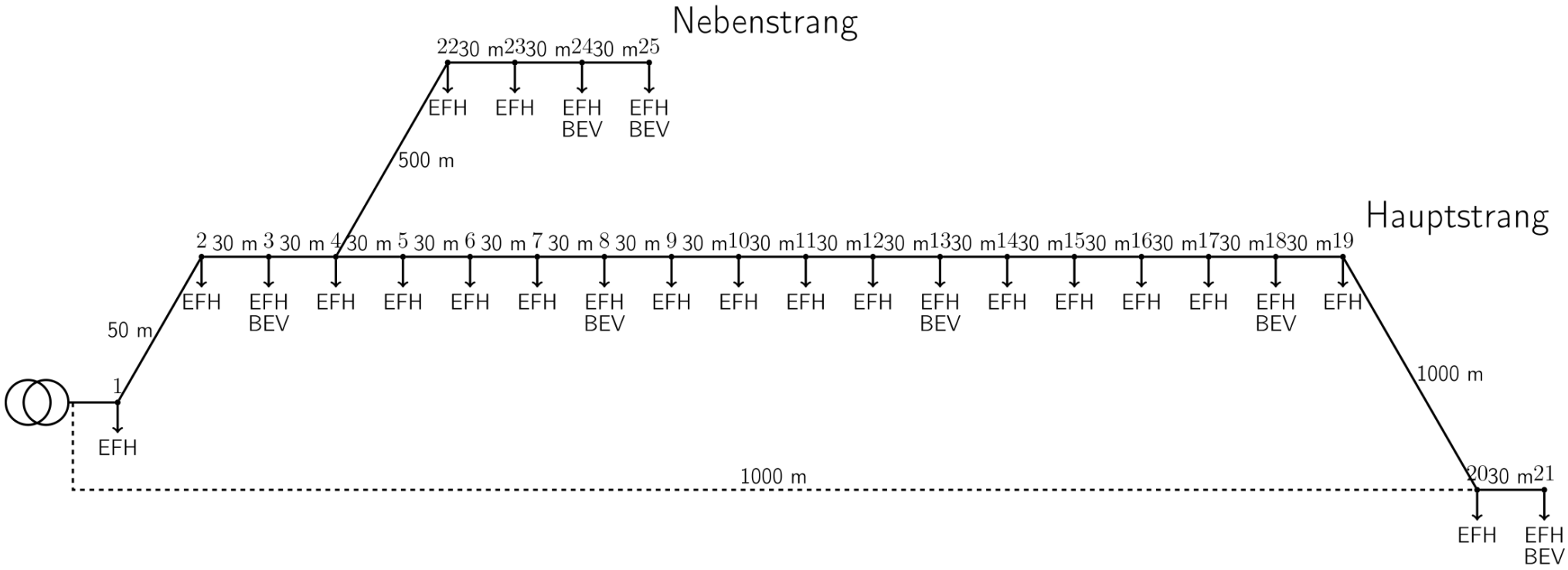
AUSWIRKUNGEN VON LADESTRATEGIEN FÜR ELEKTROFAHRZEUGE AUF DEN INVESTITIONSBEDARF IN EIN ELEKTRISCHES NIEDERSPANNUNGSNETZ

Simon Marwitz, Marian Klobasa



© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

Agenda

- Einleitung
- Ladestrategien für Elektrofahrzeuge, Klassifizierung Vor- und Nachteile
- Eingangsszenario
  - Netzverstärkung
- Methodik
  - Direkte Ladestrategie
  - Indirekte Ladestrategie
  - Autonome Ladestrategie
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen

© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

Einleitung

- Gesellschaftliches Ziel: Energieversorgung dekarbonisieren
  - Verkehrssektor: Elektrofahrzeuge
- Ladevorgänge führen zu zusätzlicher elektrischer Energienachfrage
  - Ungesteuertes Laden führt zu starken Netzbelastungen
    - An ländlichen Niederspannungsnetzen bei hoher Elektromobilitätsdurchdringung
- Netzbelastungen werden durch Ladestrategien reduziert, Geschäftsmodelle werden implementiert
  - Wer steuert?
    - Aggregator (direkt)
    - Fahrzeugnutzer (indirekt)
    - Fahrzeug (autonom)
  - Verfahren haben Vor- und Nachteile (Akzeptanz, Investitionsbedarf, Ladedauer)
- Welche Strategie verwendet werden sollte ist unklar
- Investitionen in Netze und Fahrzeuge vergleichen

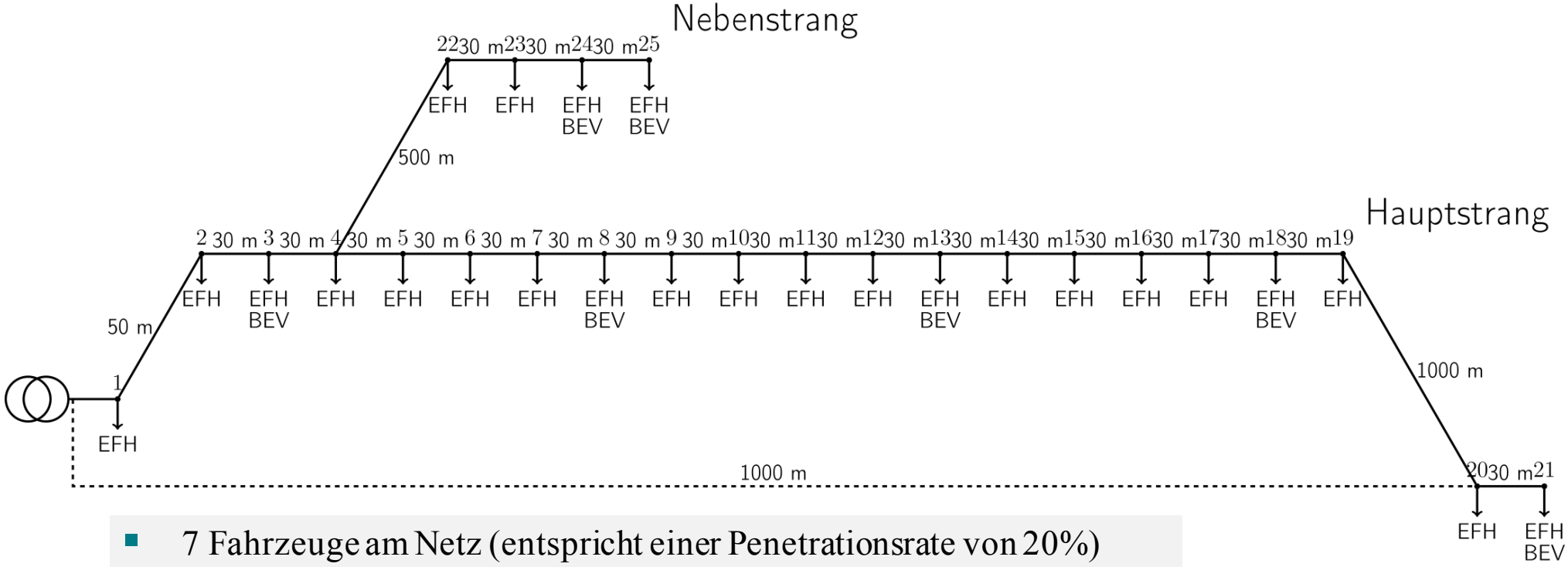
© Fraunhofer ISI

Vor- und Nachteile von Ladestrategien für Elektrofahrzeuge

Ladestrategie	Finale Steuerungsinstanz	Vorteile	Nachteile
Direkt (Fahrzeugflotte zentral gesteuert)	Aggregator	Perfekte Kontrolle über eine Fahrzeugflotte	Bidirektionale IKT nötig (Informationsfluss vom Aggregator zum Fahrzeug und vice versa)
Indirekt (Steuerung über ökonomische Anreize)	Fahrzeugnutzer	Geringerer IKT-Aufwand als bei direkter Kontrolle	Voraussage der Ladeleistung mit Fehlern behaftet (unklar ob Nutzer niedrigen Preis zum Laden akzeptiert)
Autonom (Steuerung anhand von Netzsignalen)	Fahrzeug	Einfache Ladeinfrastruktur (keine IKT nötig)	Spannungsmessung und höherer Aufwand in Leistungselektronik am Fahrzeug nötig

© Fraunhofer ISI

Ländliches Niederspannungsnetz mit Netzerweiterung

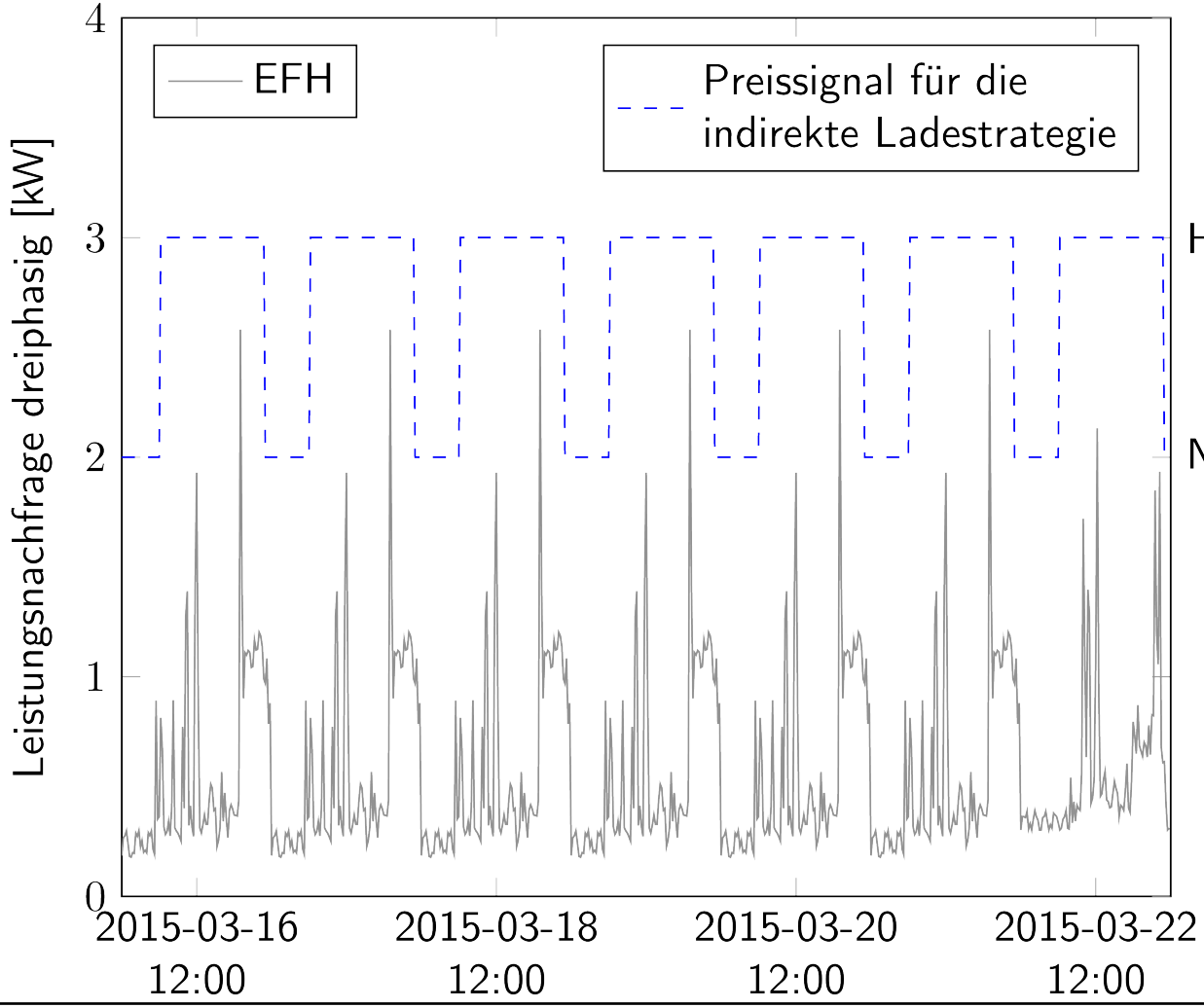


- 7 Fahrzeuge am Netz (entspricht einer Penetrationsrate von 20%)
  - Ladeleistung: 10,8 kW
  - Batteriekapazität: 17,6 kWh
  - Ladewirkungsgrad: 97%
  - Ankunft 19 Uhr, Abfahrt 7 Uhr (täglich)

© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

Leistungsprofil Einfamilienhauses (EFH), Preisniveau, Übergangzeit heiteres Wetter

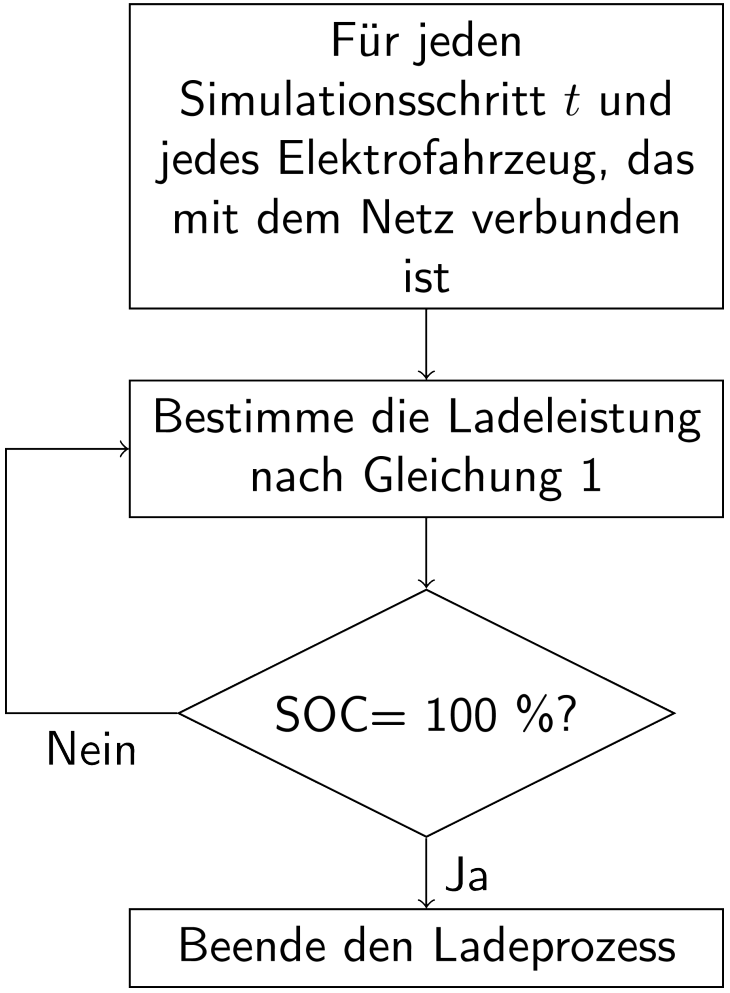


- Eine Woche (Mo. – So.)
- Referenzprofile für Einfamilienhaus (EFH) aus VDI 4655
- Niedriger Preis (indirekt)
  - 23:00 bis 6:00 Uhr

© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

Direkte Ladestrategie



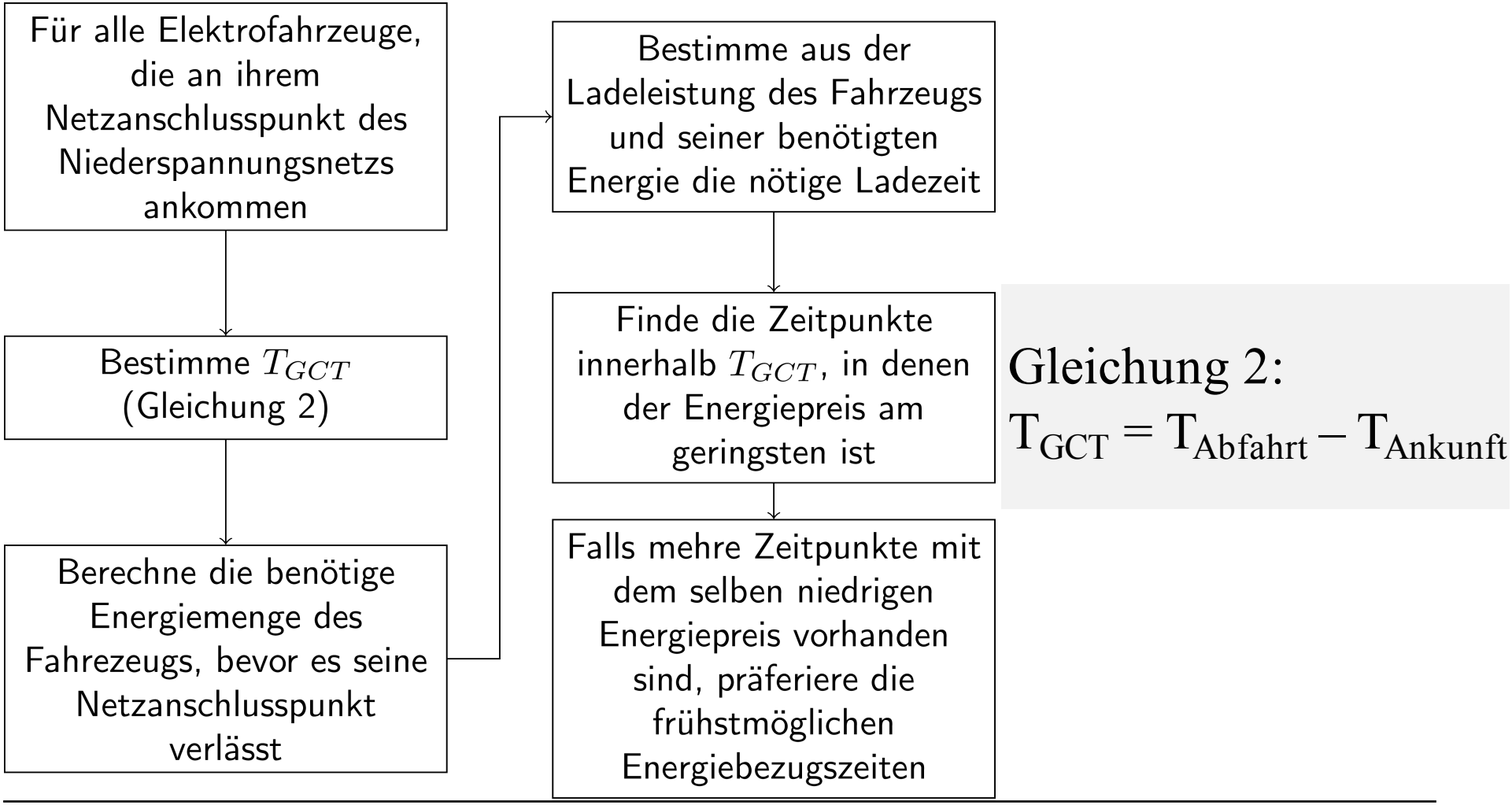
Gleichung 1:

$$P_{BEV,n,t} = P_{BEV,max} - P_{EFH,n,t}$$

© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

Indirekte Ladestrategie



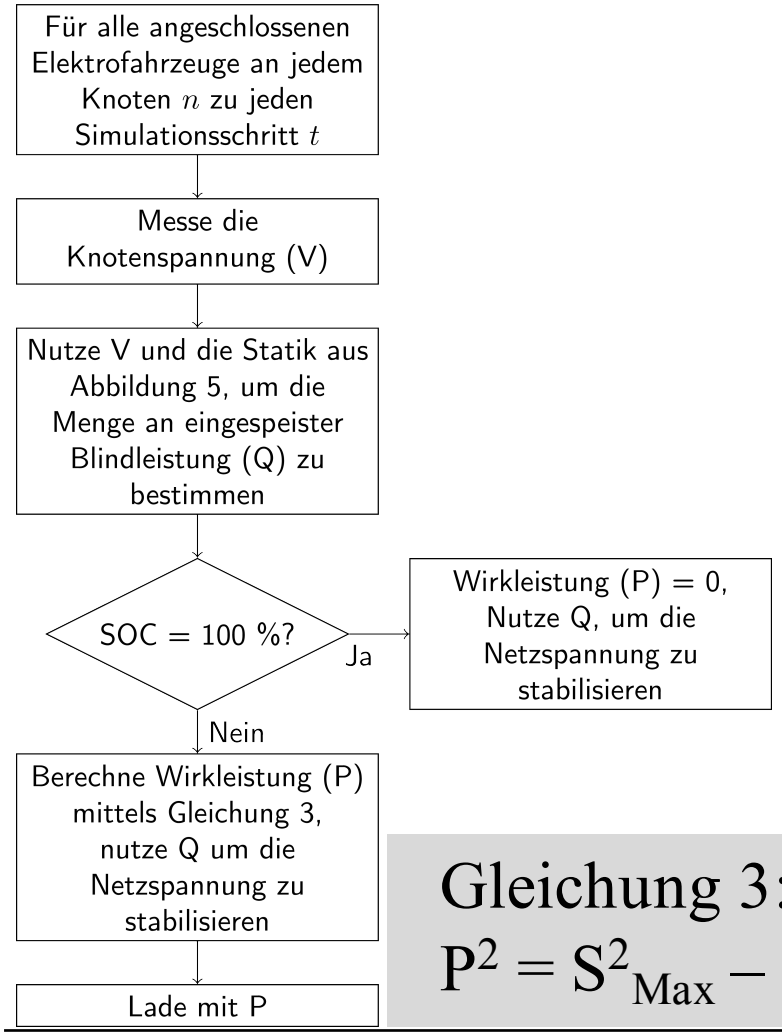
Gleichung 2:

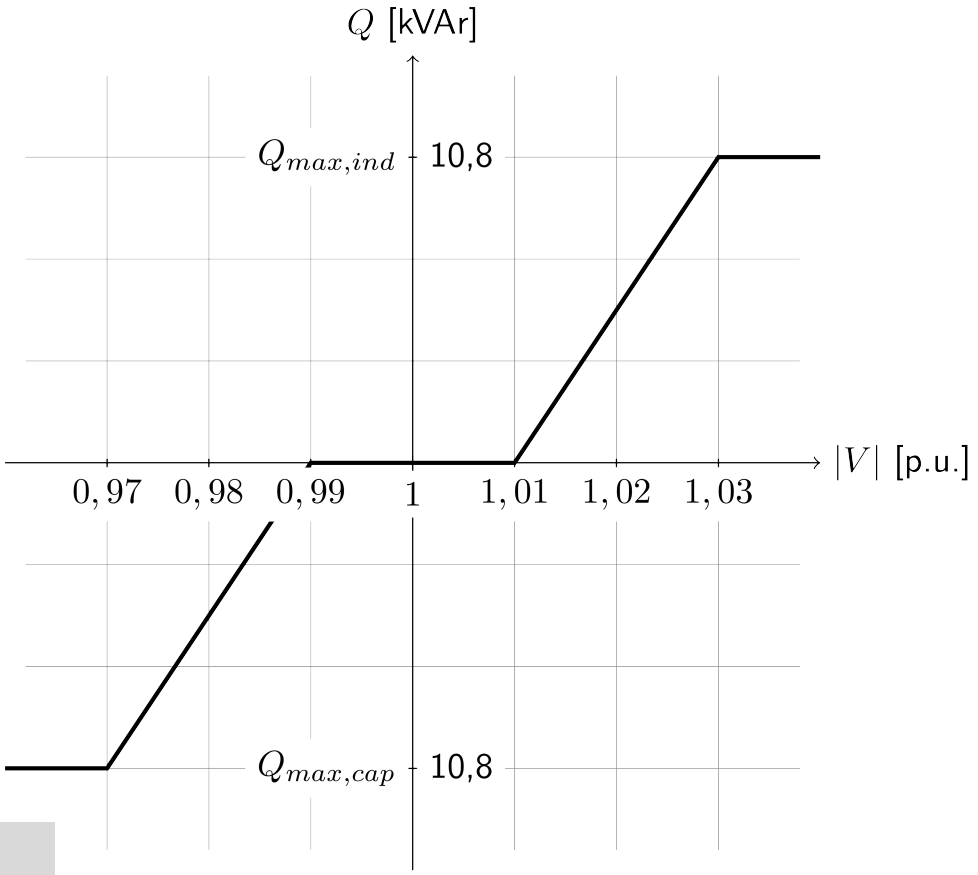
$$T_{GCT} = T_{Abfahrt} - T_{Ankunft}$$

© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

Autonome Ladestrategie





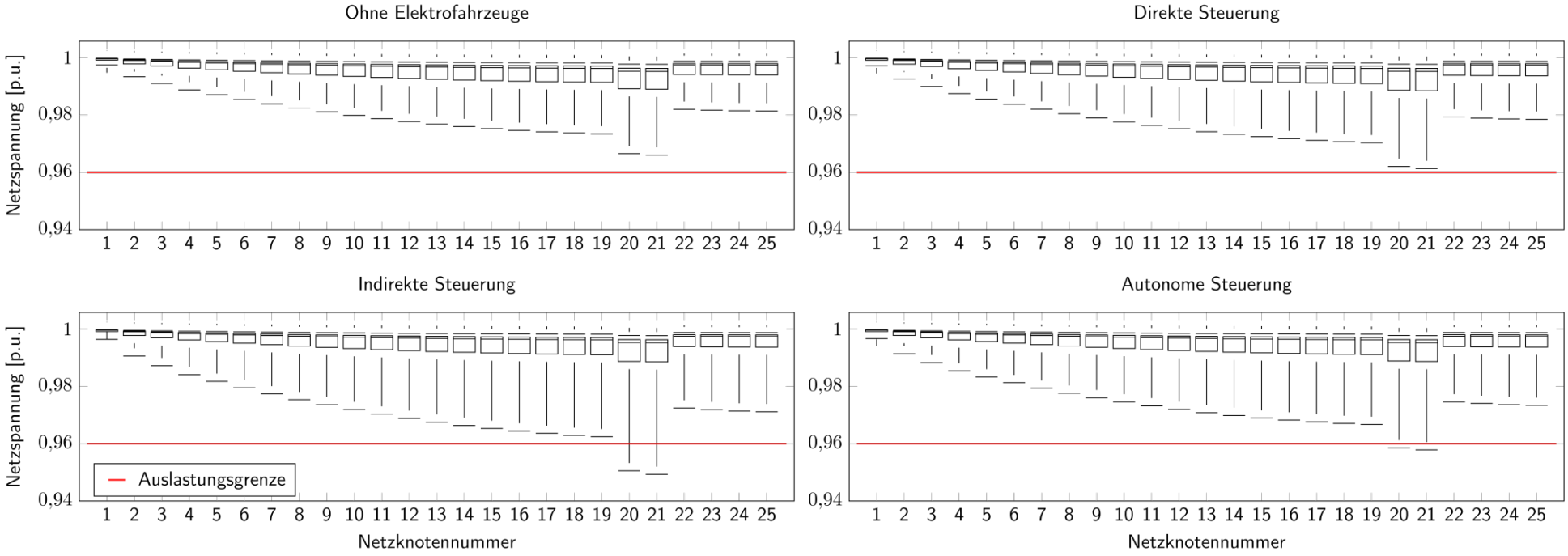
Gleichung 3:

$$P^2 = S^2_{Max} - Q^2$$

© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

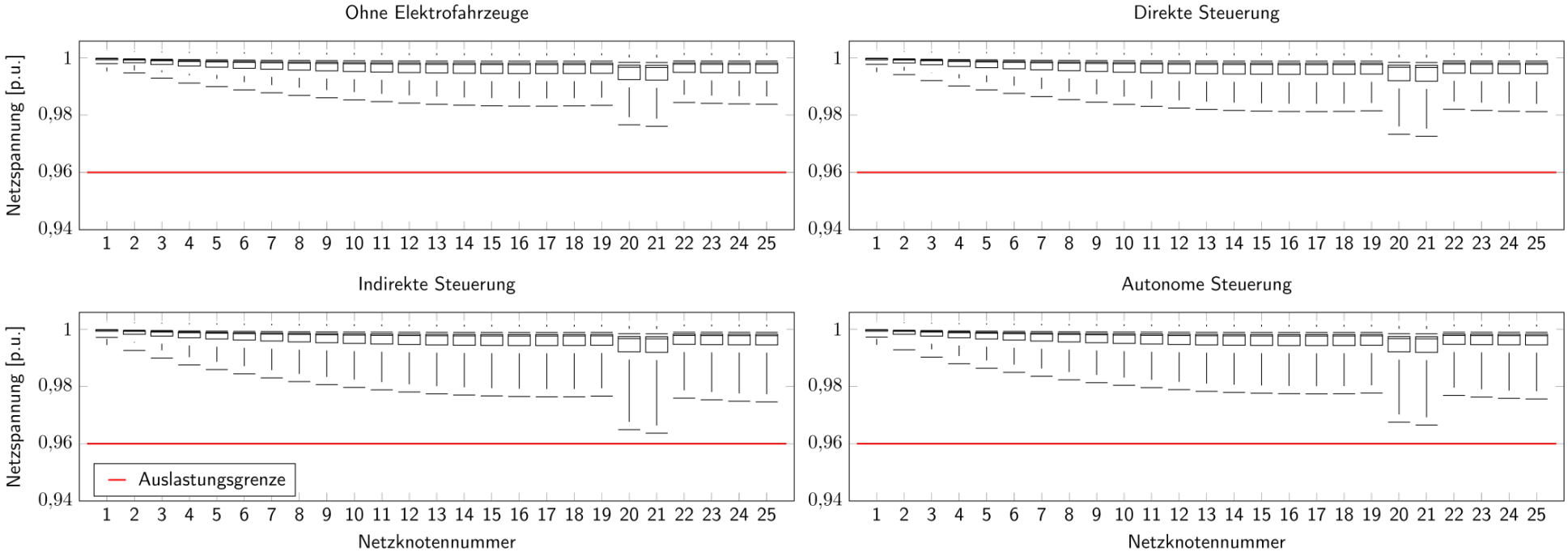
Netzspannungen am Niederspannungsnetz ohne Netzerweiterung



© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

Netzspannungen am Niederspannungsnetz mit Netzerweiterung



- Netzinvestitionen von ca. 73.000 Euro

© Fraunhofer ISI

Fraunhofer ISI

Schlussfolgerungen

- Einfluss von Elektrofahrzeugen am Netz ist von der implementieren Ladestrategie abhängig.
- Das hier vorgestellte indirekte Verfahren belastet die Netze am stärksten, da hier alle Fahrzeugnutzer gleichzeitig auf den niedrigen Energiepreis reagieren und mit voller Leistung Energie vom Netz beziehen.
  - Hier könnten durch individuelle Preissignale, für jedes Fahrzeug, Netzbelastungen reduziert werden.
- Bei starken Netzen und/oder geringen Penetrationsraten von Elektrofahrzeugen ist die verwendete Ladestrategie nicht bedeutsam.
- Durch Netzausbau kann die Aufnahmefähigkeit von weiteren Fahrzeugen bis zu einem gewissen Punkt gesteigert werden.
  - Würden die Netzinvestitionen aus dem hier betrachteten Szenario ausschließlich auf Haushalte in diesem Niederspannungsnetz umgelegt, müssten jeder der 25 Haushalte Netzinvestitionen von ca. 3.000 Euro tragen.

© Fraunhofer ISI

Schlussfolgerungen

- Setzt man für ein Elektrofahrzeug ein Viertel der Lebensdauer im Vergleich zum ausgebauten Kabel an, so müssten bei konstanter Elektrofahrzeugpenetration 73.000 Euro auf 28 Fahrzeuge umgelegt werden.
- Dies entspräche Zielinvestitionen für Fahrzeug-IKT von ca. 2.600 Euro.
  - Diese Investitionen sind dann sinnvoll, wenn dadurch sichergestellt werden kann, dass konventioneller Netzausbau in das 1.000-Meter-Kabel vermieden wird.
  - Nachteilig sind für den Fall in IKT-Investitionen zudem, dass gegebenenfalls Ladeleistungen der Fahrzeuge reduziert werden müssen und sich somit die Ladezeiten erhöhen.
- Zudem könnten bei steigender Elektrofahrzeugpenetration IKT-Investitionen nicht ausreichend sein und somit zusätzlicher konventioneller Netzinvestitionsbedarf bestehen.

© Fraunhofer ISI

Simon Marwitz
Telefon: +49 (0)721 / 6809 275
Mail: simon.marwitz@isi.fraunhofer.de

Finanziert durch:
Stiftung Energie Forschung
Baden-Württemberg