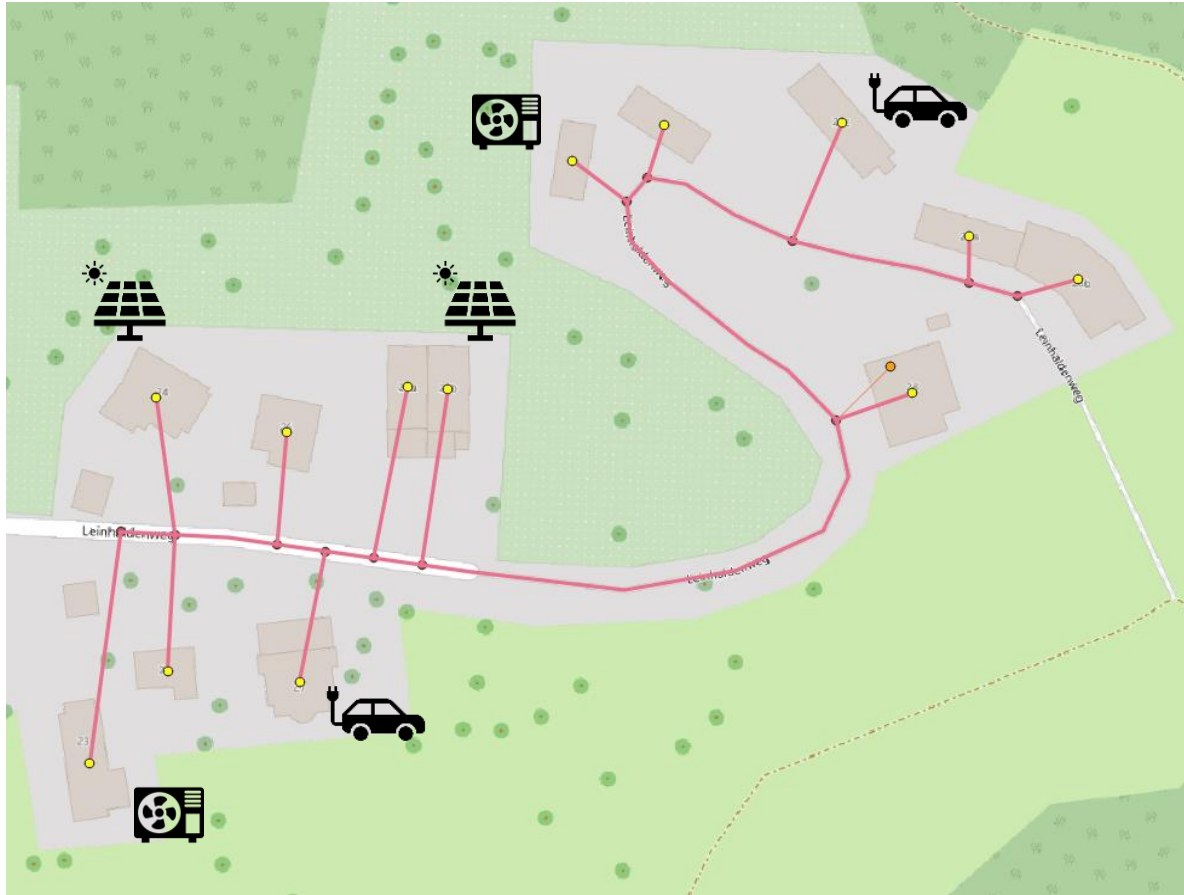


Netzzustandsschätzung in Verteilnetzen mittels Graph Neural Networks

Jasmin Montalbano
AI4Grids Symposium
Freiburg, 20.09.2022
www.ise.fraunhofer.de

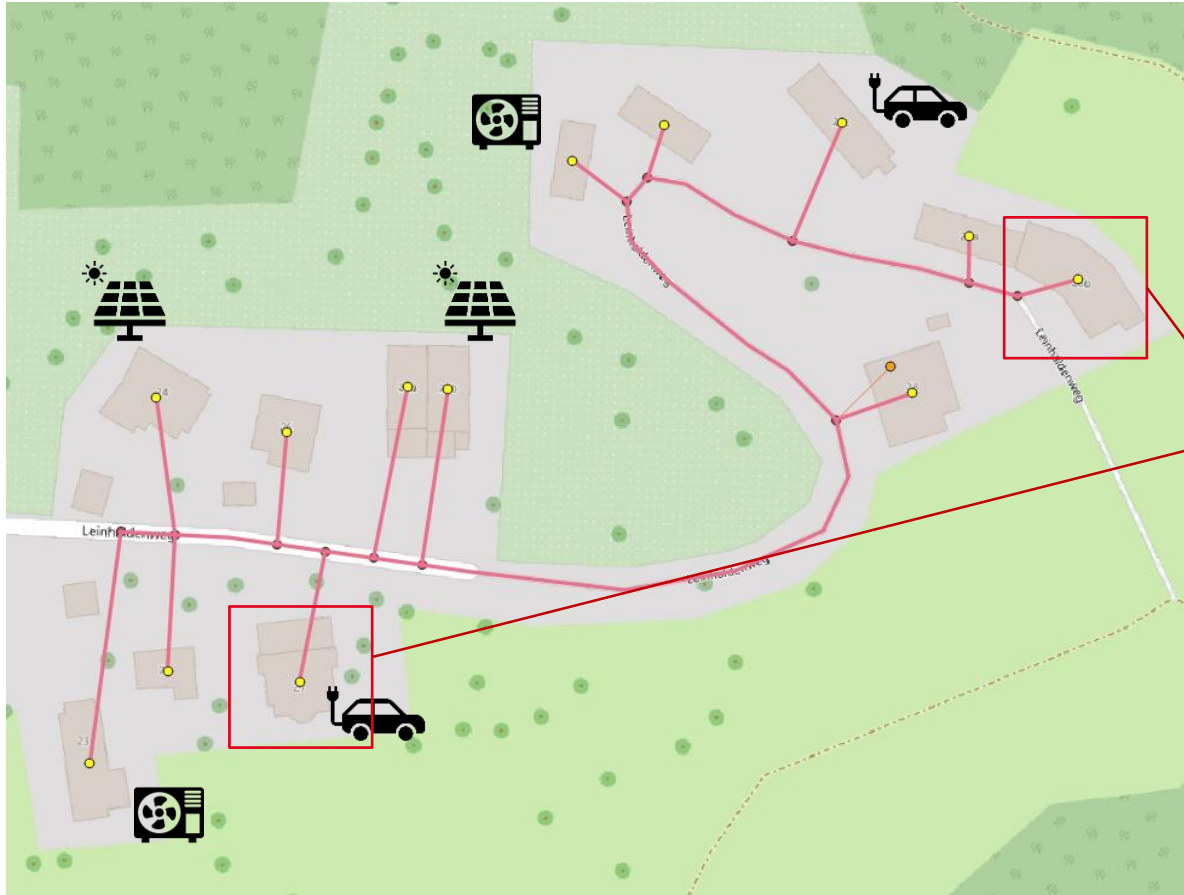
Warum ist Zustandsschätzung in Verteilnetzen notwendig?



Neue flexible Verbraucher, wie Elektroladesäulen und Wärmepumpen und der zunehmende Anteil erneuerbarer Energiequellen werden die Verteilnetze stark belasten.

Historisch entstandene Netztopologien sind für zukünftige Belastungsfälle nicht ausgelegt worden.

Warum ist Zustandsschätzung in Verteilnetzen notwendig?

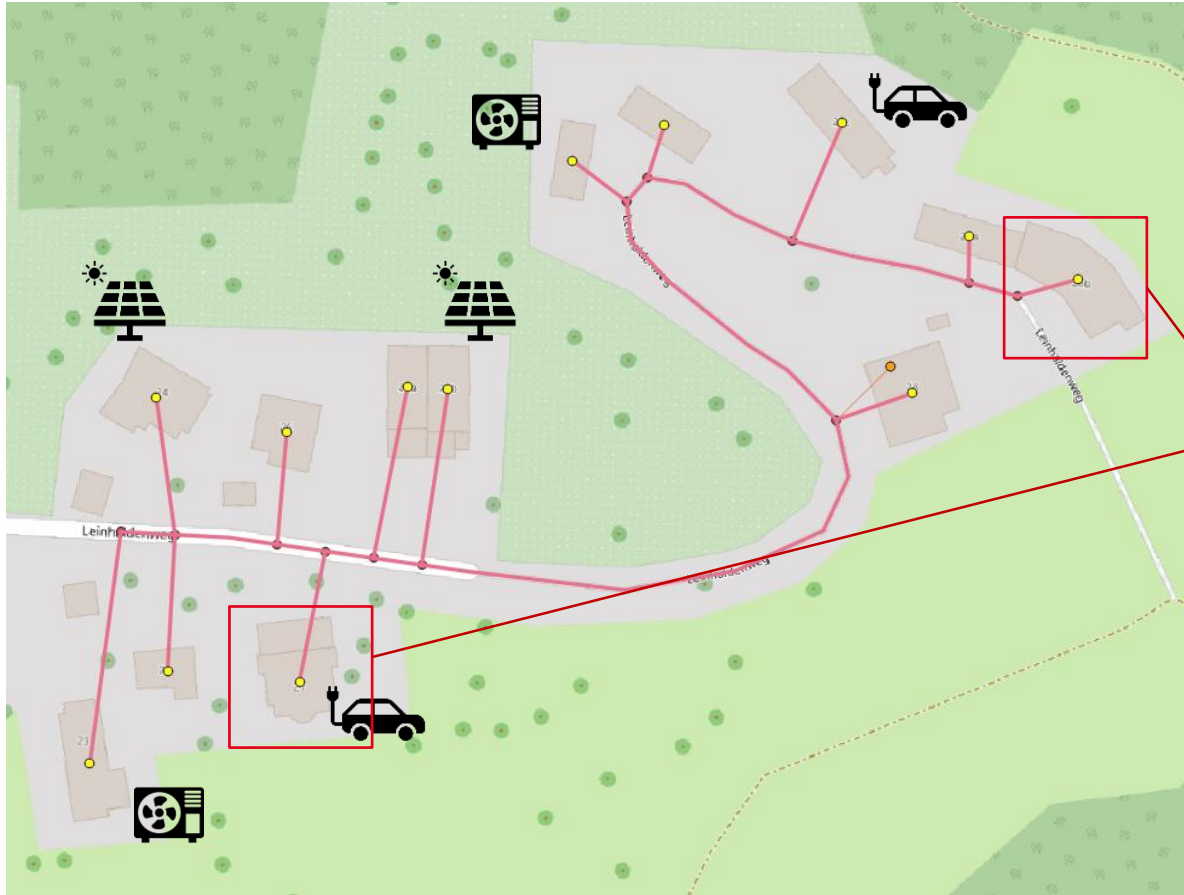


Neue flexible Verbraucher, wie Elektroladesäulen und Wärmepumpen und der zunehmende Anteil erneuerbarer Energiequellen werden die Verteilnetze stark belasten.

Historisch entstandene Netztopologien sind für zukünftige Belastungsfälle nicht ausgelegt worden.

Messungen (z.B. Smart Meter) bisher nur an wenigen Stellen im Netz vorhanden

Warum ist Zustandsschätzung in Verteilnetzen notwendig?



Neue flexible Verbraucher, wie Elektroladesäulen und Wärmepumpen und der zunehmende Anteil erneuerbarer Energiequellen werden die Verteilnetze stark belasten.

Historisch entstandene Netztopologien sind für zukünftige Belastungsfälle nicht ausgelegt worden.

Messungen (z.B. Smart Meter) bisher nur an wenigen Stellen im Netz vorhanden

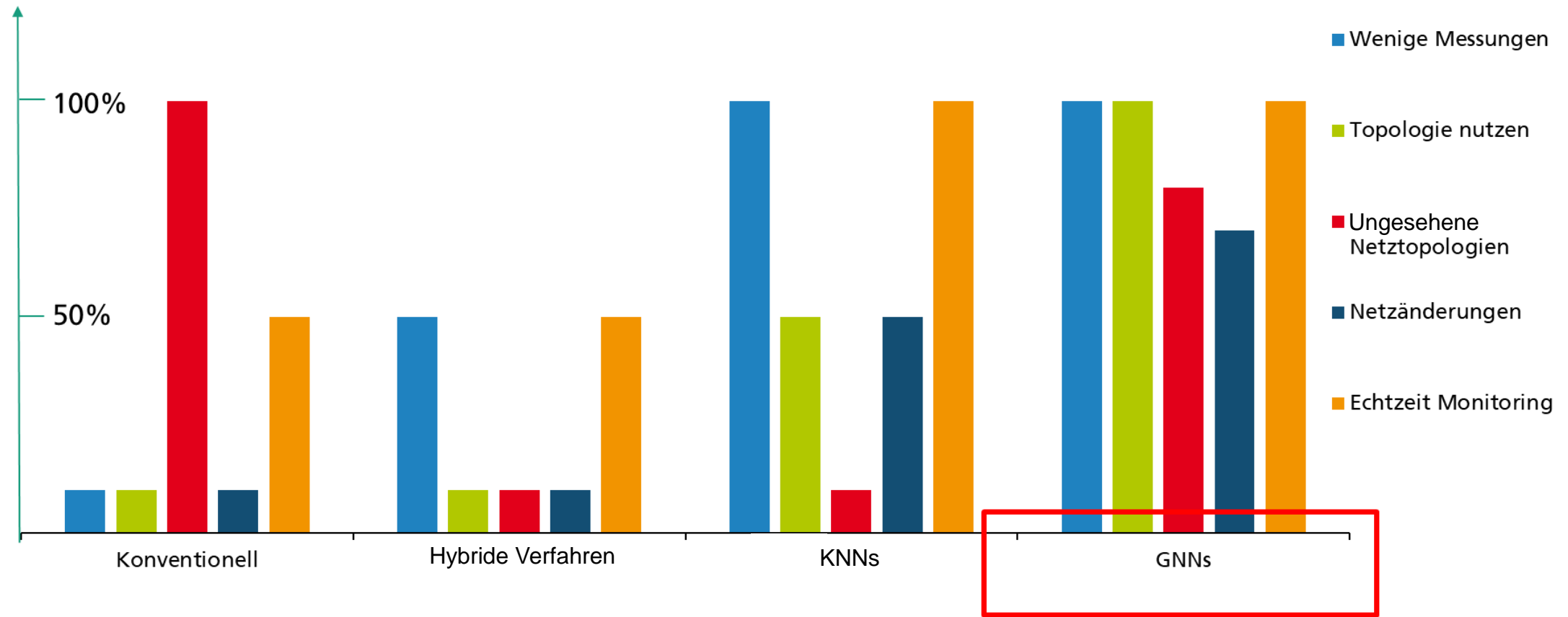
Um eine stabile Netzbetriebsführung zu gewährleisten sind gute Schätzungen von

- **Spannungen an den Knoten**
- **Leitungsüberlastungen**

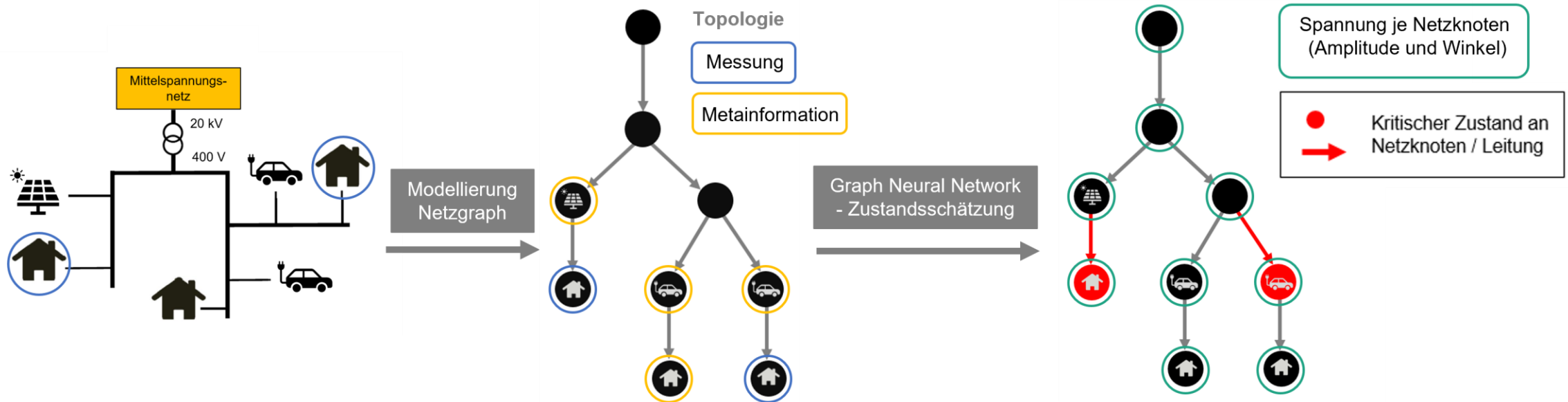
notwendig.

Warum Graph Neural Networks für die Zustandsschätzung?

Rating: Anforderung erfüllt (%)

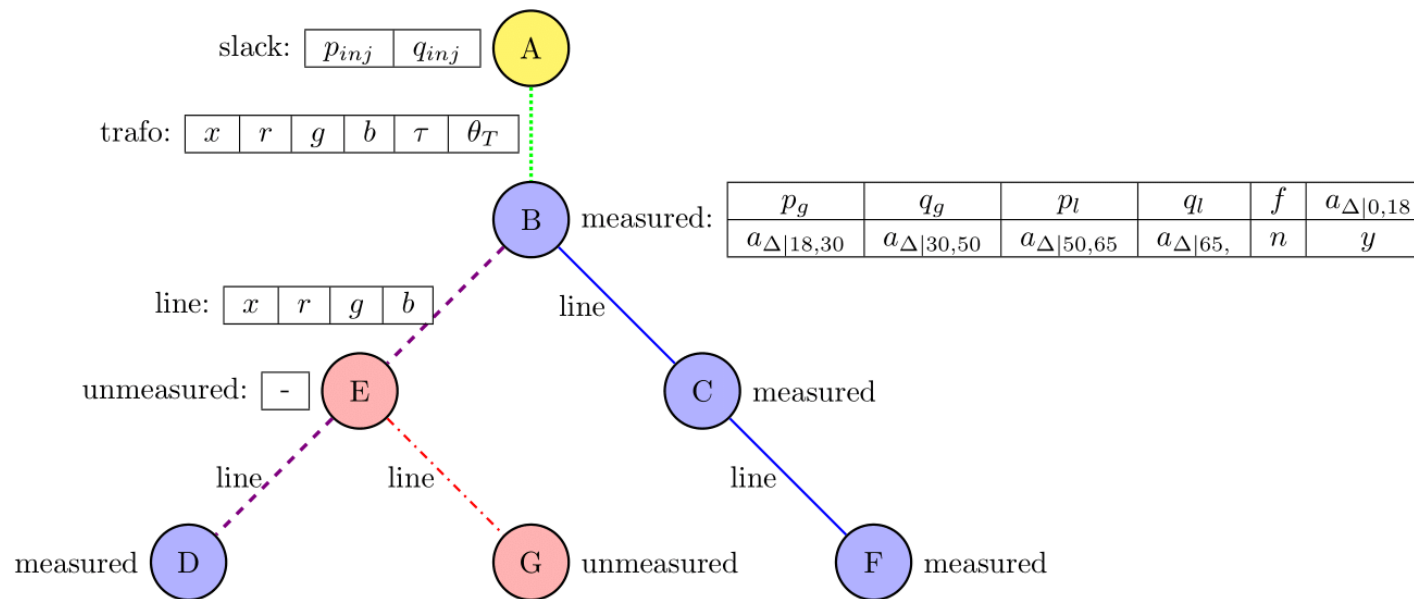


Übersicht der GNN-Zustandsschätzung



Wie lernt das Graph Neural Network?

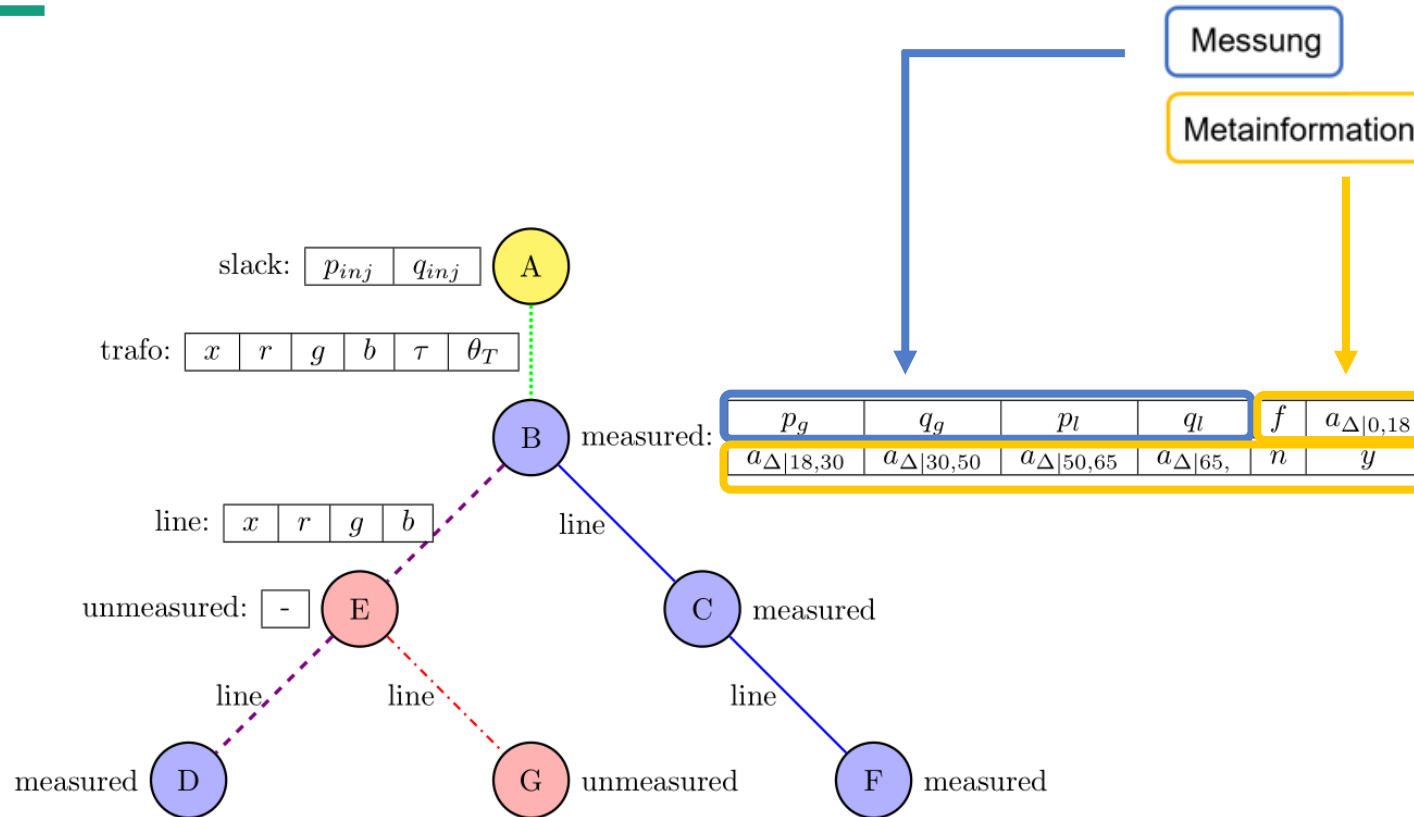
Heterogene Datenstruktur



| Feature | Symbol |
|--------------------------------|--------------------|
| Slack Injected Power | p_{inj} |
| Slack Injected Reactive Power | q_{inj} |
| Power from Generators | p_g |
| Reactive Power from Generators | q_g |
| Power from Loads | p_l |
| Reactive Power Load | q_l |
| Series Reactance | x |
| Series Resistance | r |
| Shunt Conductivity | g |
| Shunt Susceptance | b |
| Phase Shift | θ_T |
| Footprint | f |
| Tenants Aged > 18 | $a_{\Delta 0,18}$ |
| Tenants Aged >= 18, < 30 | $a_{\Delta 18,30}$ |
| Tenants Aged >= 30, < 50 | $a_{\Delta 30,50}$ |
| Tenants Aged >= 50, < 65 | $a_{\Delta 50,65}$ |
| Tenants Aged > 65 | $a_{\Delta 65,}$ |
| Num Apartments | n |
| Build Year | y |

Wie lernt das Graph Neural Network ?

Heterogene Datenstruktur

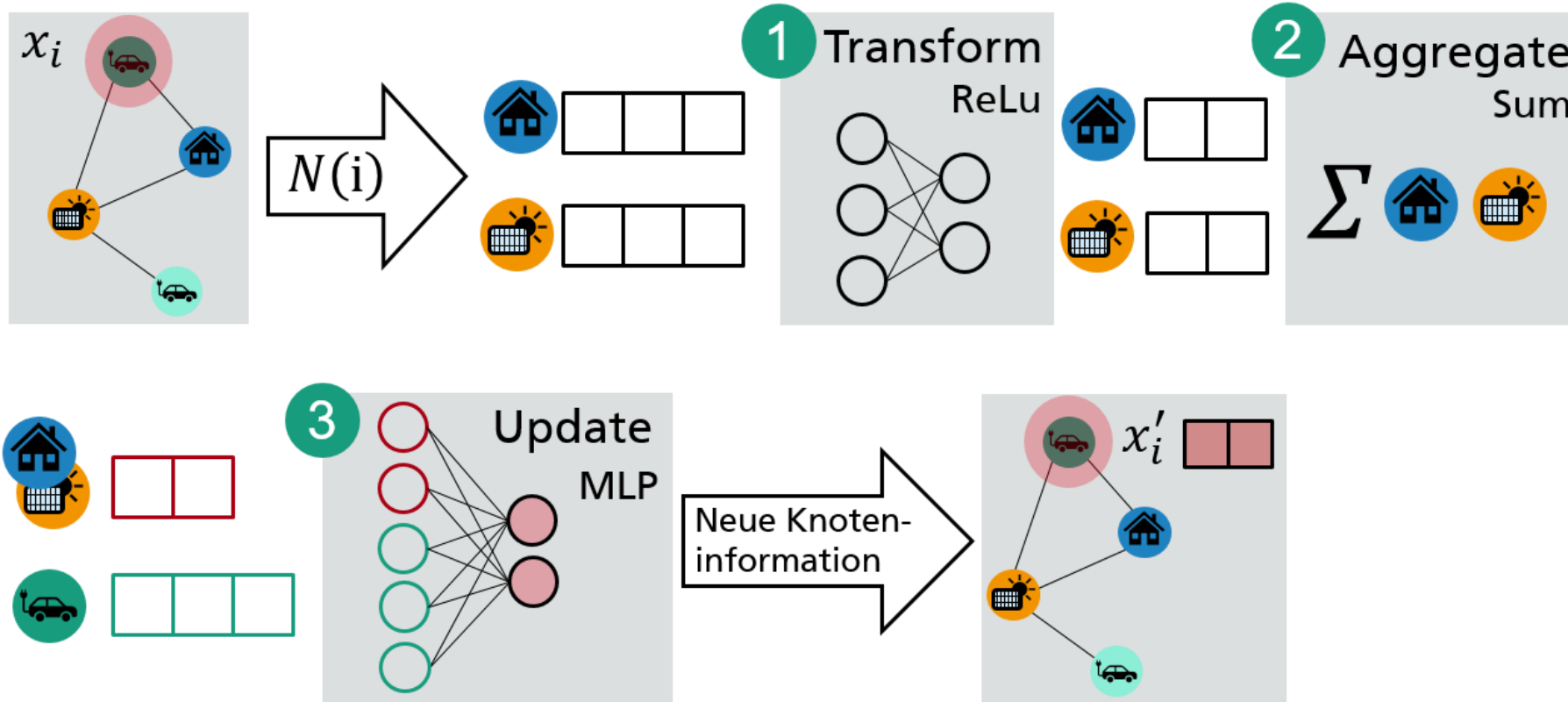


| Feature | Symbol |
|--------------------------------|--------------------|
| Slack Injected Power | p_{inj} |
| Slack Injected Reactive Power | q_{inj} |
| Power from Generators | p_g |
| Reactive Power from Generators | q_g |
| Power from Loads | p_l |
| Reactive Power Load | q_l |
| Series Reactance | x |
| Series Resistance | r |
| Shunt Conductivity | g |
| Shunt Susceptance | b |
| Phase Shift | θ_T |
| Footprint | f |
| Tenants Aged > 18 | $a_{\Delta 0,18}$ |
| Tenants Aged >= 18, < 30 | $a_{\Delta 18,30}$ |
| Tenants Aged >= 30, < 50 | $a_{\Delta 30,50}$ |
| Tenants Aged >= 50, < 65 | $a_{\Delta 50,65}$ |
| Tenants Aged > 65 | $a_{\Delta 65,}$ |
| Num Apartments | n |
| Build Year | y |

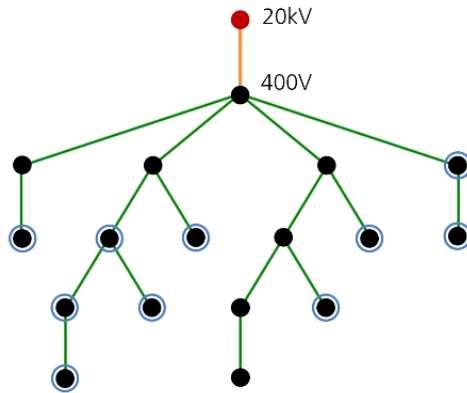
Wie lernt das Graph Neural Network ?

Message Passing Step

Message Passing Step am **Knoten i**

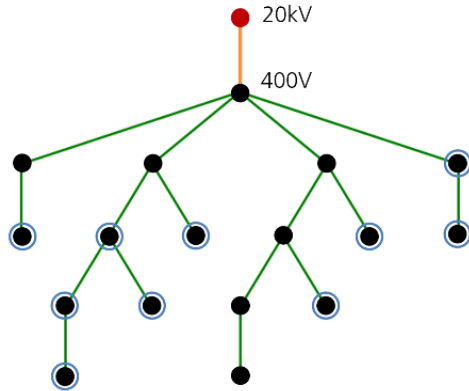


Ergebnisse anhand eines Demonetzes



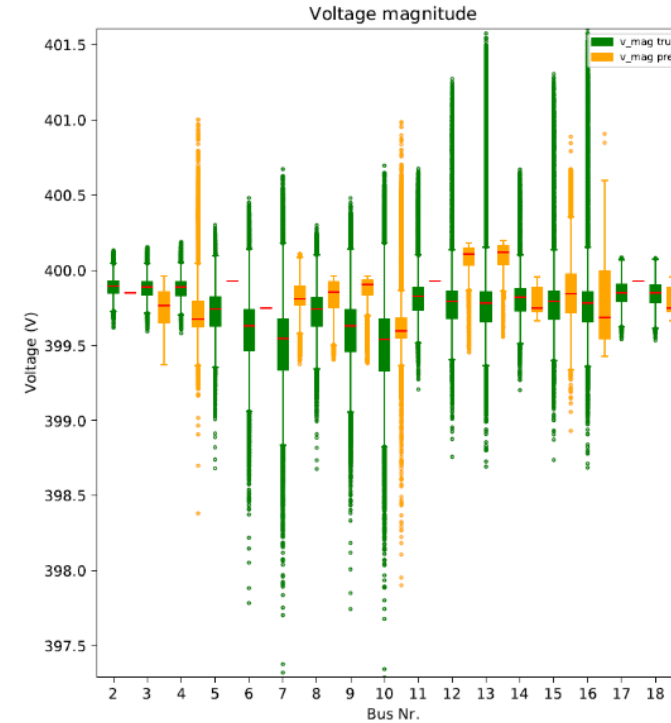
- Training und Validierung auf **identischer Netztopologie**
- Training auf 70% der Jahreszeitreihe
- Validierung auf 30% der Jahreszeitreihe
- Schätzungen sind ausreichend genau, wenn:
 - |Diff. der Spannungsamplituden| ≤ 0.4 Volt
 - |Diff. der Spannungswinkel| ≤ 0.57 Grad

Ergebnisse anhand eines Demonetzes

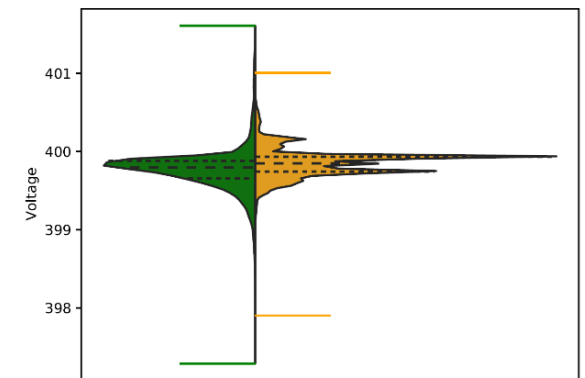


- Training und Validierung auf **identischer Netztopologie**
- Training auf 70% der Jahreszeitreihe
- Validierung auf 30% der Jahreszeitreihe

- Schätzungen sind ausreichend genau, wenn:
|Diff. der Spannungsamplituden| ≤ 0.4 Volt
|Diff. der Spannungswinkel| ≤ 0.57 Grad



Erreichte
Genauigkeit:
89,61 %



Kontakt

Jasmin Montalbano
Energietechnologien und -systeme
Tel. +49 761 4588 2244
jasmin.montalbano@ise.fraunhofer.de

Fraunhofer ISE
Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg
www.ise.fraunhofer.de

Wolfgang Biener
Energietechnologien und -systeme
Tel. +49 761 4588 5893
wolfgang.biener@ise.fraunhofer.de