



welcome to the  
**smart area**

Fachkonferenz Smart Area  
Verbundprojekt „Netzplanung“

Max Hoven, FGH e.V.



Gefördert durch:



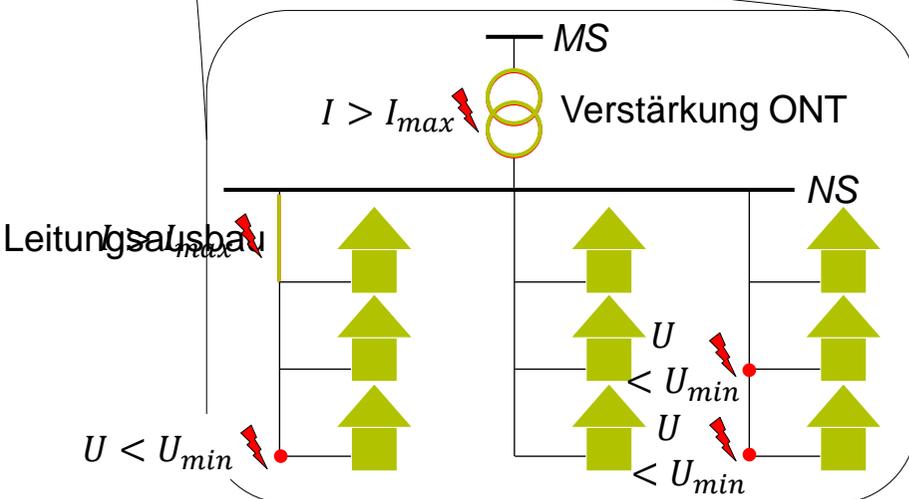
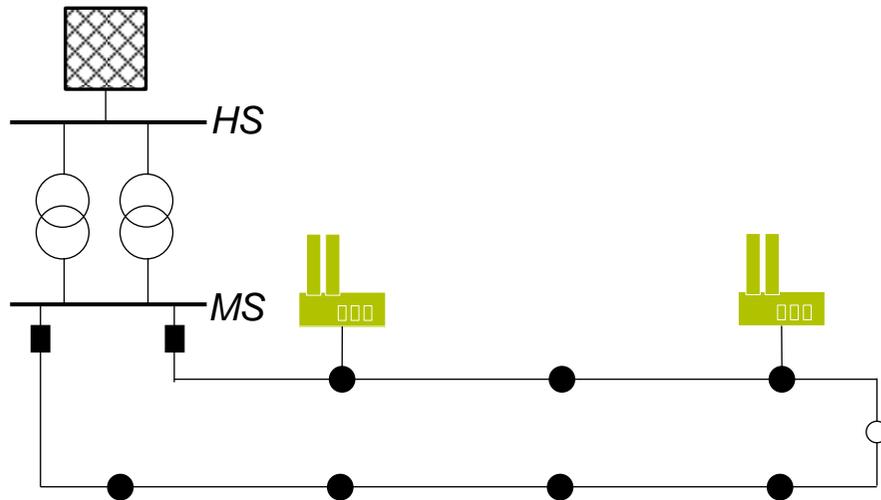
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Netzplanung von intelligenten Verteilungsnetzen

- Einleitung und Motivation
- Methodik und Verfahren
- Ableitung der Netzplanungsgrundsätzen
- Zusammenfassung

# Einleitung und Motivation

## Warum neue Netzplanungsgrundsätze?

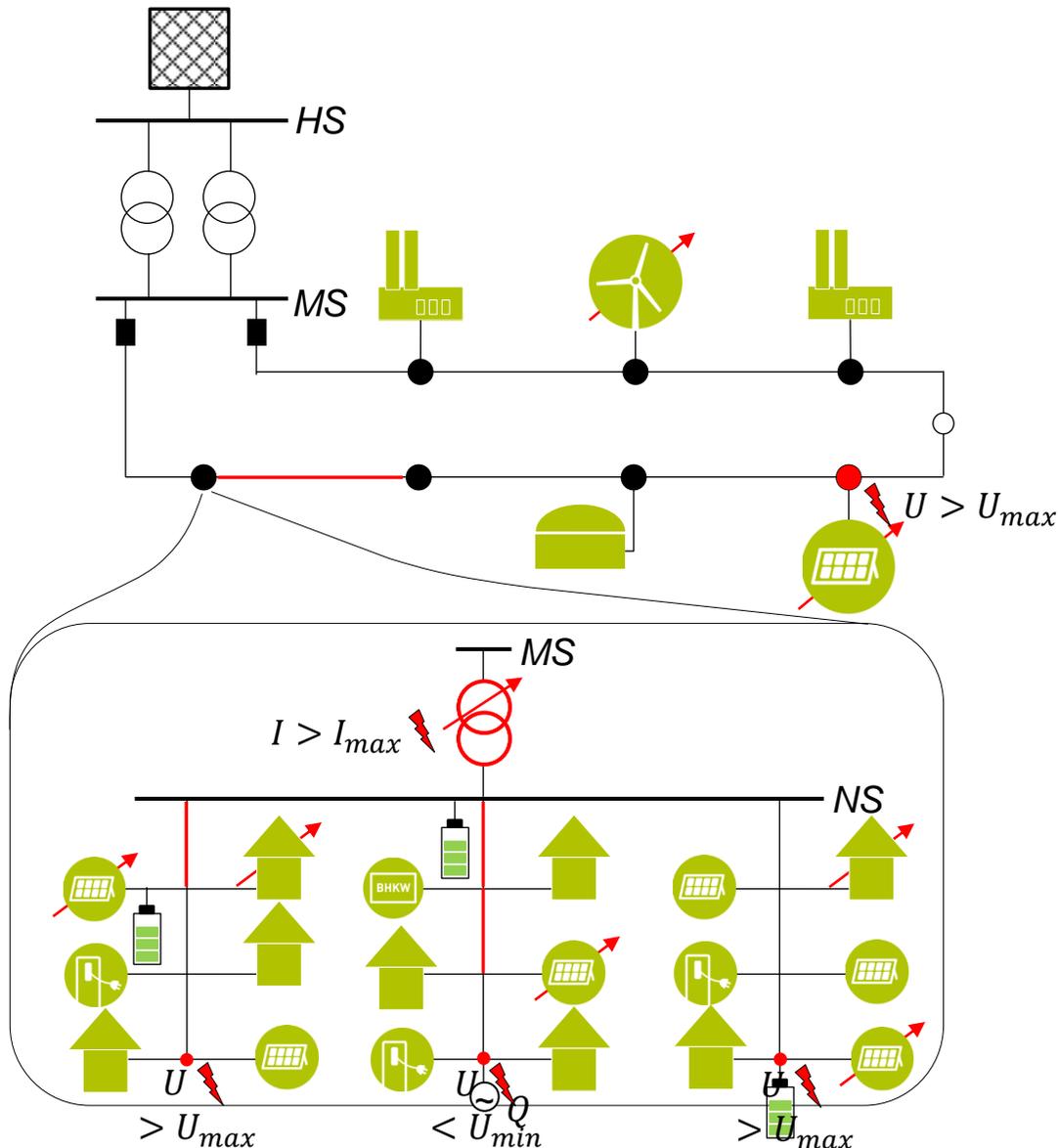


### Früher:

- Netzbelastung ergibt sich aus Industrie-, Gewerbe- und Haushaltslast
  - Spannungsbandverletzungen im wesentlichen in der NS-Ebene
- ➔ Verstärkung des Ortsnetztransformators sowie Leitungsausbau machen Großteil der betriebsmittelbezogenen Maßnahmen aus

# Einleitung und Motivation

## Warum neue Netzplanungsgrundsätze?



### Früher:

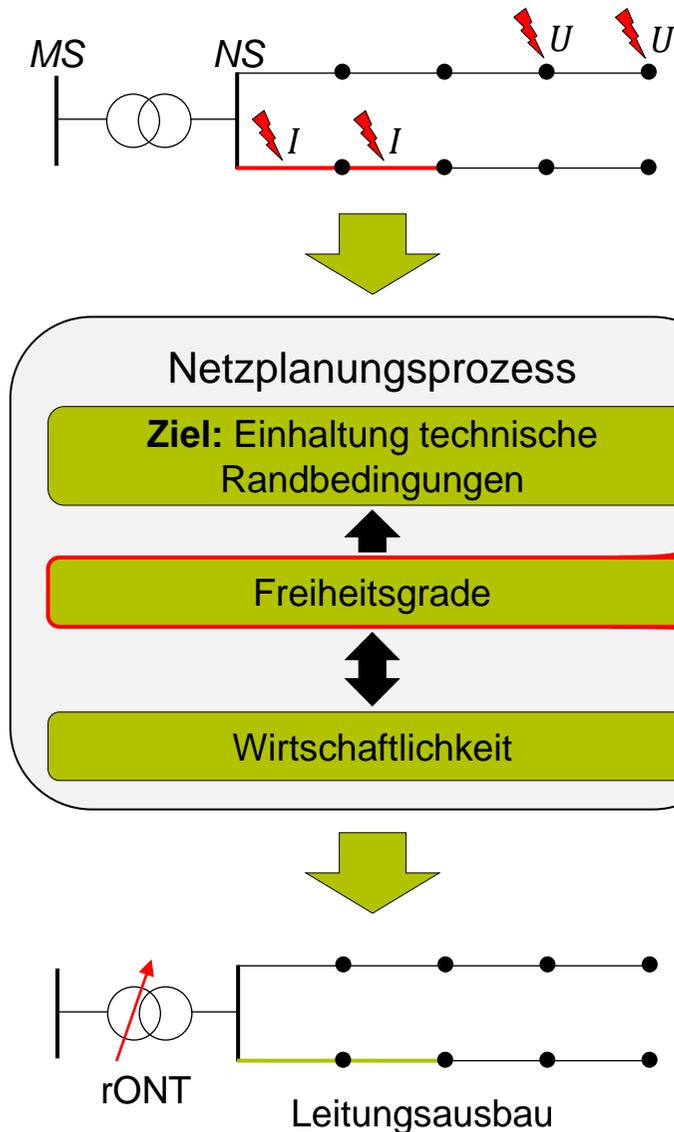
- Netzbelastung ergibt sich aus Industrie-, Gewerbe- und Haushaltslast
- Spannungsbandverletzungen im wesentlichen in der NS-Ebene
- ➔ Verstärkung des Ortsnetztransformators sowie Leitungsausbau machen Großteil der betriebsmittelbezogenen Maßnahmen aus

### Heute/ Zukünftig:

- Verstärkter, spannungsebenenübergreifender Zubau DEA und neuartiger Lasten (E-Mobility,...)
- Grenzwertverletzungen (Strom, Spannung) ungleichmäßig in allen Spannungsebenen verteilt
- Innovative Betriebsmittel/-konzepte: rONT, Speicher, STATCOM, DSM, ESM
- **Kostensenkungspotentiale** der Netzkosten durch innovative Betriebsmittel in einer Vielzahl von Studien belegt

# Anpassung des Netzplanungsprozess

## Netzplanungsgrundsätze (NEPLAG)



- **NEPLAG:** Einfache Regel für den Einsatz der Betriebsmittel (Freiheitsgrade)

- **Früher:** „Wenn X Haushalte im Netz dann wähle Trafogröße Y“

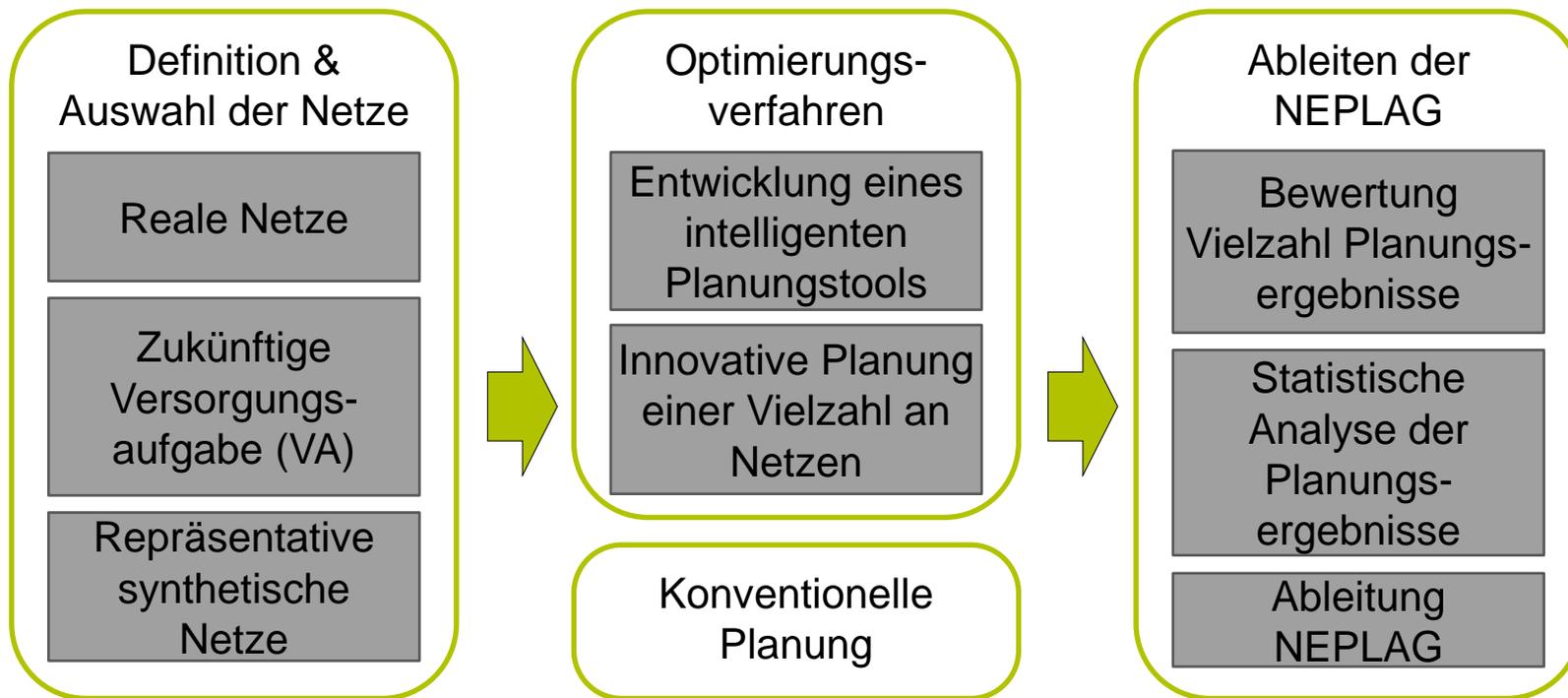
- **Zukünftig:**

- Erweiterung NEPLAG bzgl. innovativer Betriebsmittel/ -konzepte
- Beispiel: „Wann wird ein rONT eingesetzt?“

Anzahl  
Freiheitsgrade

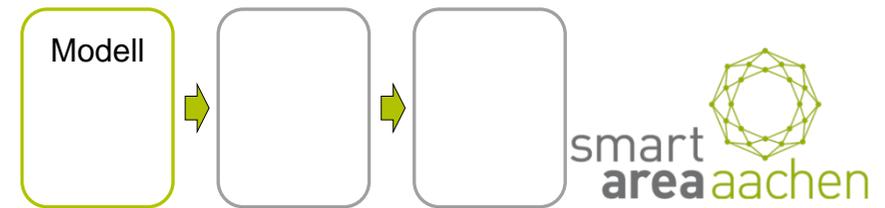
Komplexität/  
Wechselwirkungen  
zwischen BM

- **Ziel 1:** Spezifische/ eindeutige Formulierung zukünftiger NEPLAG noch möglich?
- **Ziel 2:** Formulierung angepasster NEPLAG



# Methodik und Verfahren

## Definition und Auswahl der Netze



- Reale Netze der INFRAWEST GmbH stellen 2 städtische Netze dar

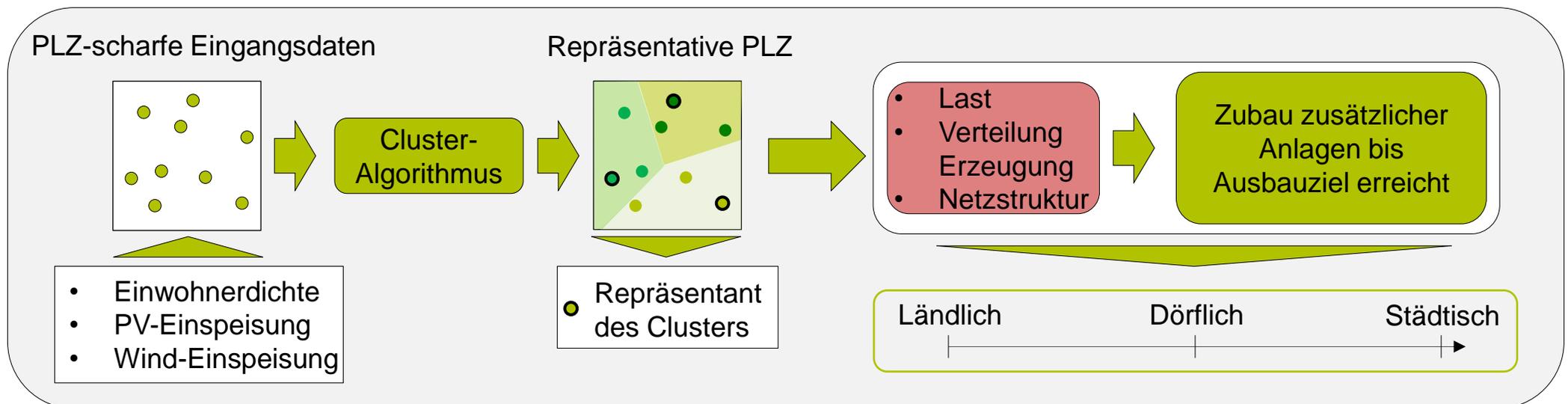
- 14 MS/NS Netzstationen
- Last 3,9 MW
- Einspeisung 3,1 MW



- 16 MS/NS Netzstationen
- Last 6,9 MW
- Einspeisung 2,9 MW

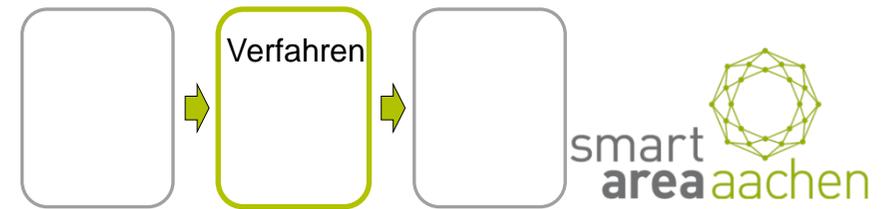


- ➔ Abdeckung der gesamten Bandbreite typischer Netze und Versorgungsaufgaben notwendig
- Sachgerechte Definition der Gebietsmerkmale durch Einwohnerdichte



# Methodik und Verfahren

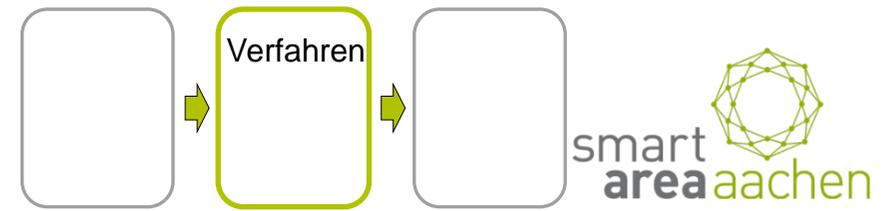
## Netzplanung als Optimierungsproblem



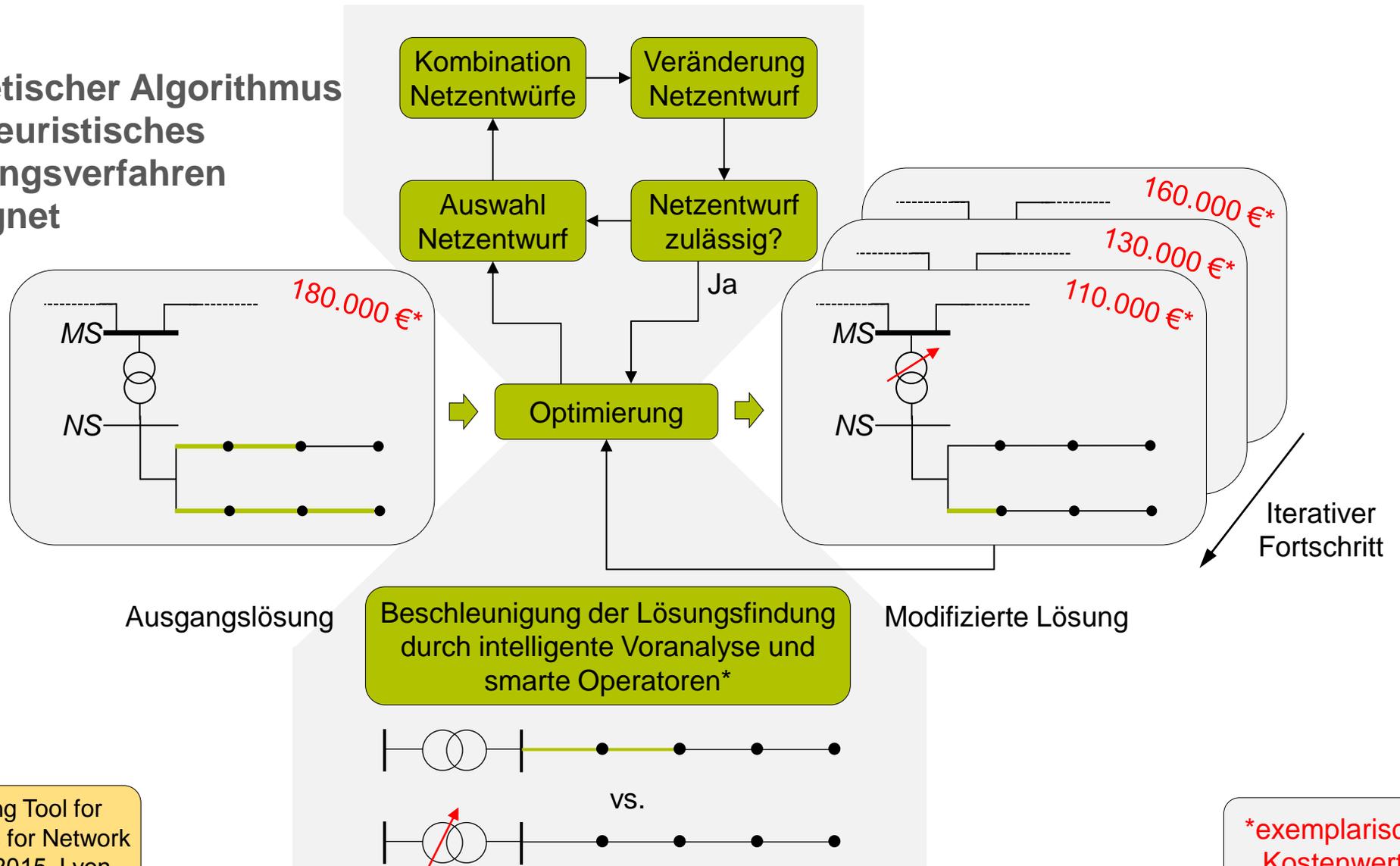
- Starke Vergrößerung des Lösungsraum bei Berücksichtigung innovativer Betriebsmittel
- ➔ Heuristisches Lösungsverfahren geeignet und ausreichend
- **Problem:** Durch großen Lösungsraum führt zufällige Lösungsfindung zu sehr hohen Rechenzeiten
- **Lösungsansatz:** Gezielte Modifikation der Lösungen nach ingenieurstechnisch sinnvollen Regeln
  - Konventioneller Leitungsausbau in einem Netz wird durch rONT substituiert
  - Leitungsausbau eines Stranges wird durch STATCOM substituiert
- ➔ Erweiterung der Standardverfahren notwendig, um zielgerichtete Lösung zu ermöglichen

# Methodik und Verfahren

## Verfahrensentwicklung



- **Genetischer Algorithmus als heuristisches Lösungsverfahren geeignet**

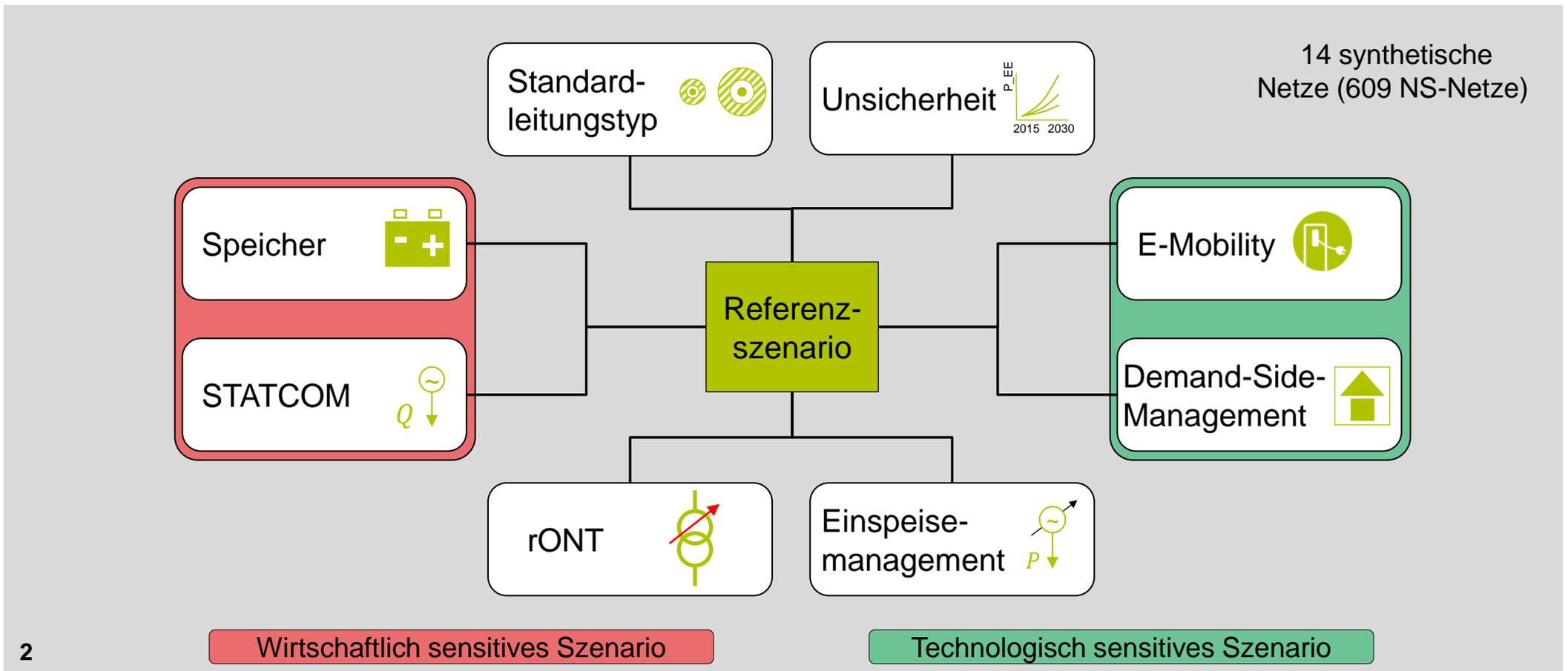
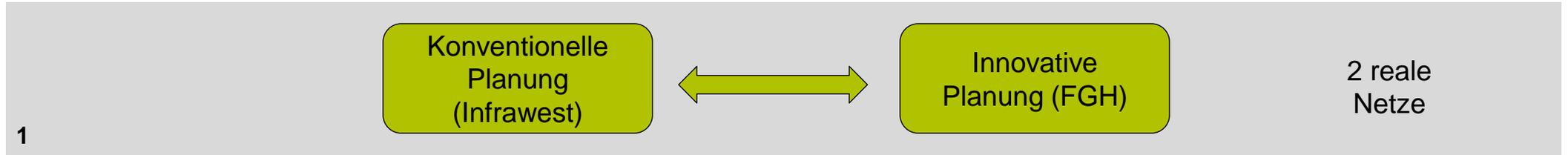
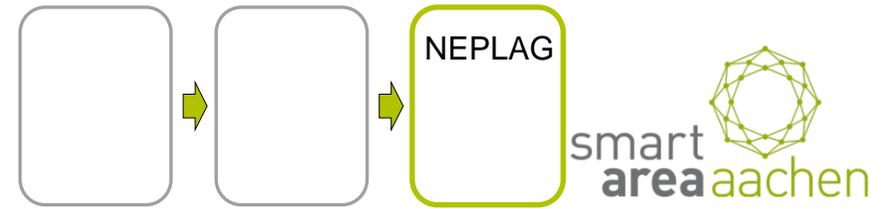


\*exemplarische Kostenwerte

\*„Innovative Planning Tool for Deriving New Rules for Network Planning“, CIRED, 2015, Lyon

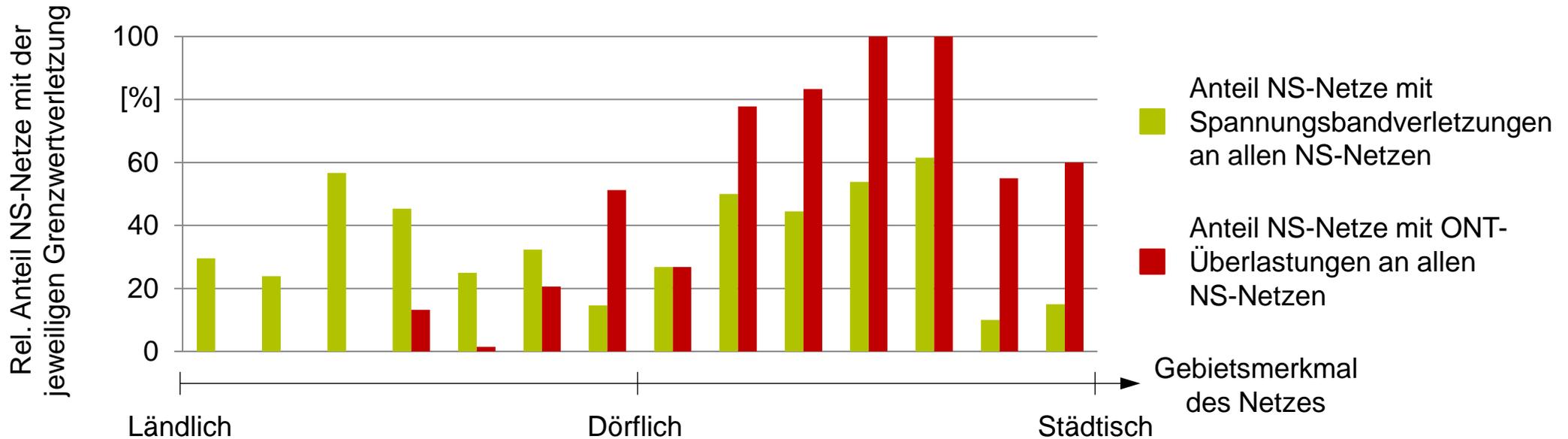
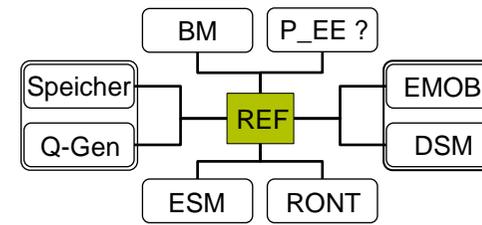
# Netzplanungsergebnisse

## Untersuchungsprogramm



# Referenzscenario

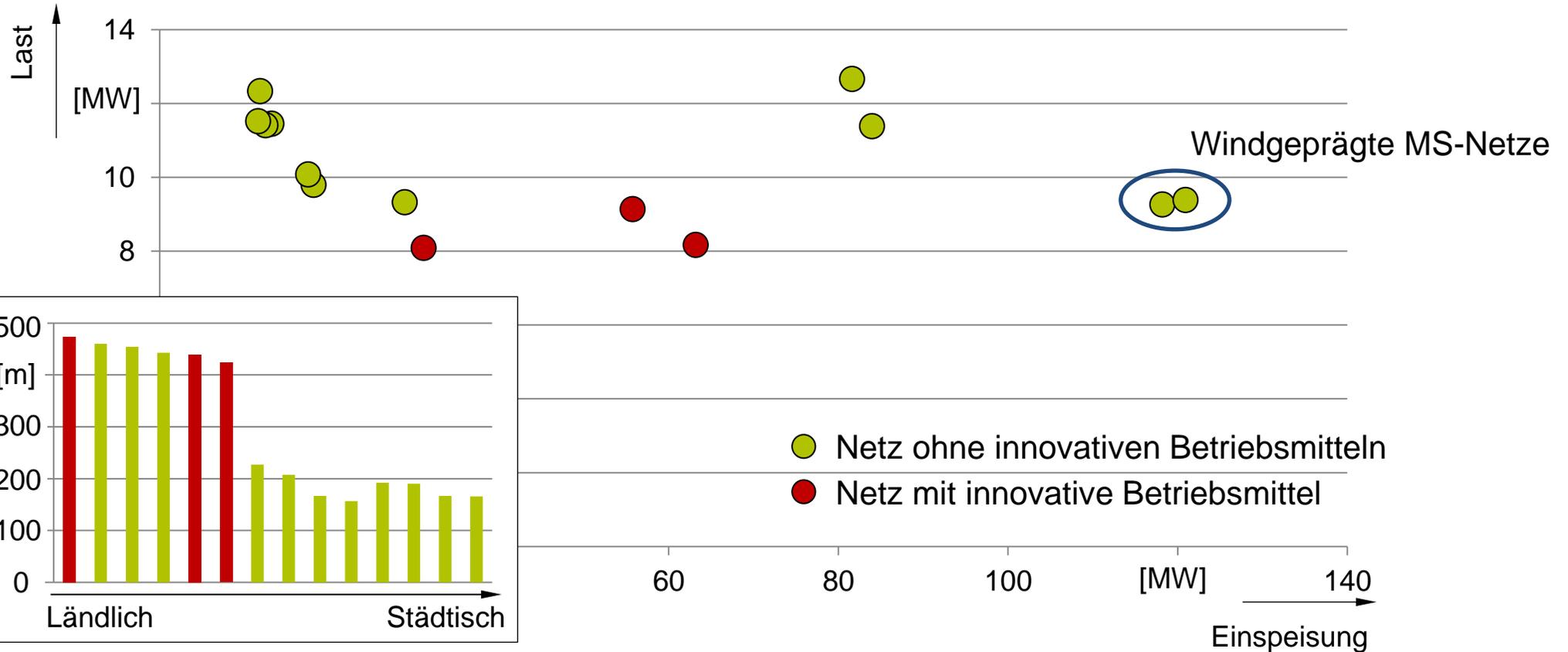
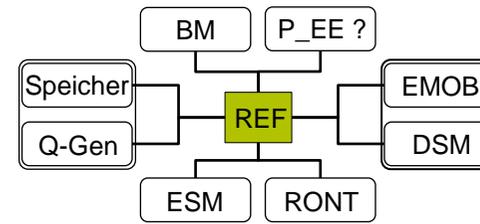
## Synthetische Netze mit zukünftiger VA



- Alle Netze: Grenzstromüberschreitungen von NS-Leitungen treten nicht auf
- Ländliche Netze: **Isolierte Spannungsbandsverletzungen**
- Städtische Netze: **keine isolierten Spannungsbandsverletzungen**
  - Spannungsbandsverletzungen in der NS-Ebene infolge von Transformatorüberlastungen

# Referenzszenario

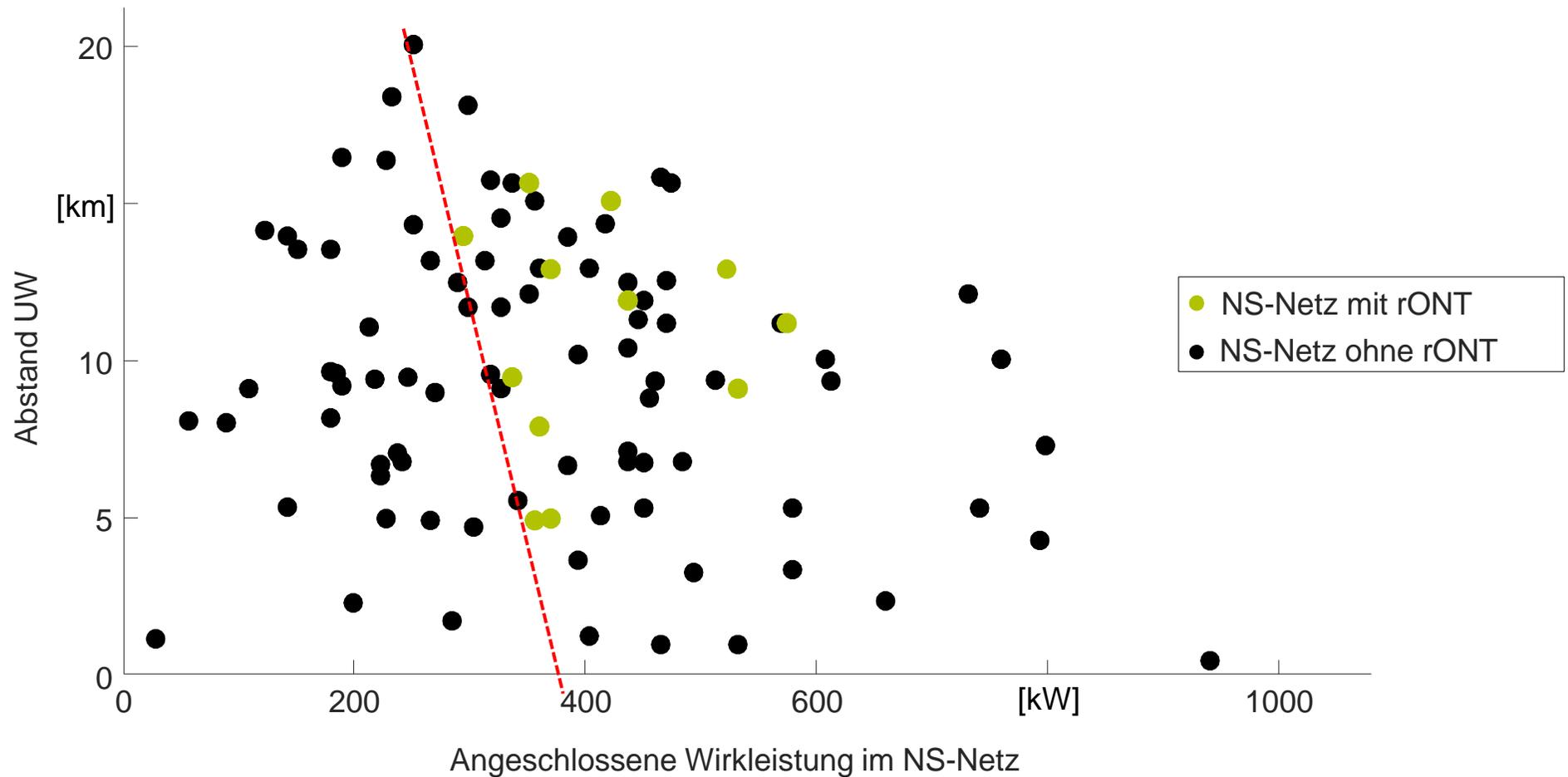
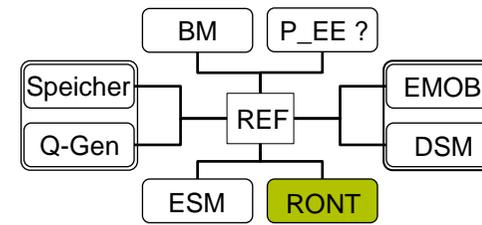
## Ergebnis der innovativen Netzplanung



In ländlichen Verteilungsnetzen ist der Einsatz von innovativen Betriebsmitteln als wirtschaftliche Option zu prüfen

# Szenario rONT

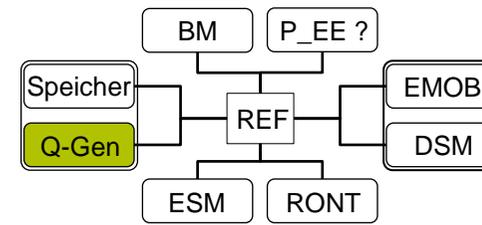
## Ergebnisse Diskriminanzanalyse



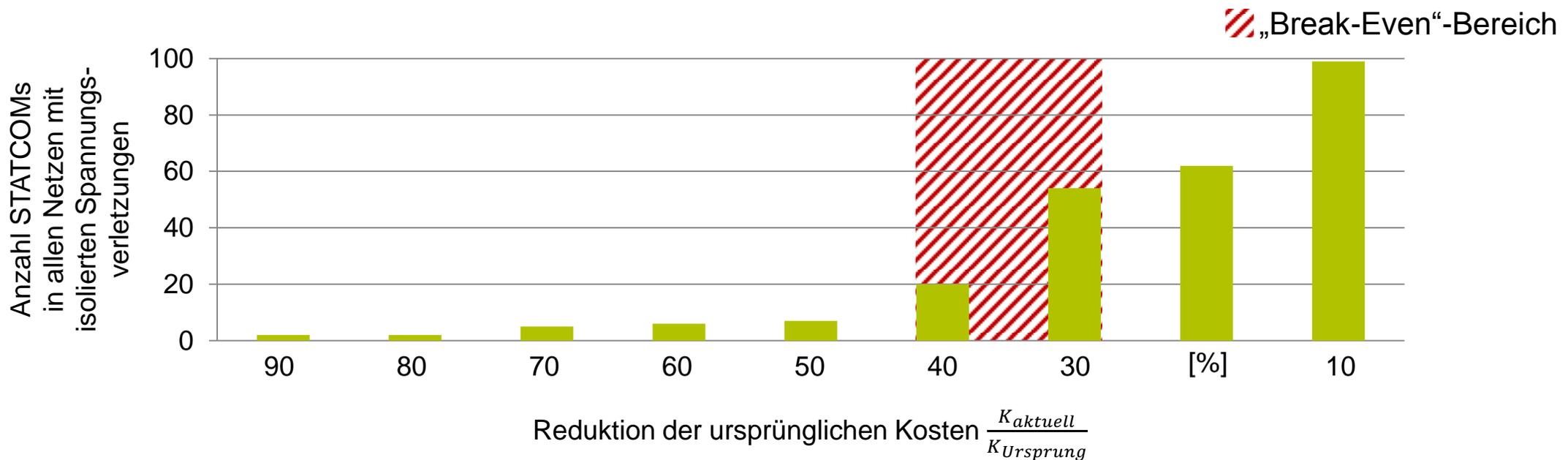
Bei jedem spannungsbedingten Netzausbau ist der Einsatz eines rONT zu prüfen.

# Szenario STATCOM

## Analyse der Wirtschaftlichkeit



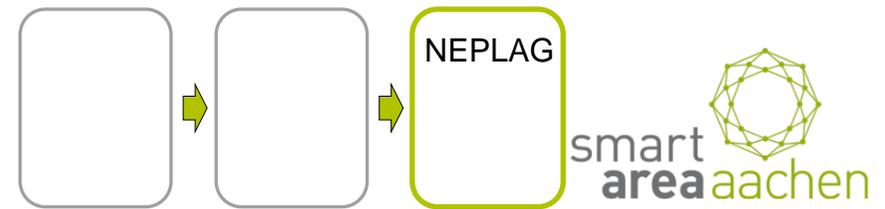
- STATCOMs im Referenzszenario kaum eingesetzt
- Aktuelle Kosten sehr hoch, da noch kein standardisierter Praxiseinsatz
- Reduktion der ursprünglichen Kosten zur Analyse der Kosteneintrittsbarriere:



- Anstieg der Verwendung von STATCOMs bei 30 – 40 % der ursprünglichen Kosten
  - Einsatz im ländlichen Bereich
  - Kostensenkung nicht absehbar und realistisch
- ➔ Betriebsmittel zu momentanen Kosten nicht wirtschaftlich

# Ableiten der NEPLAG

## Übersicht aller abgeleiteten NEPLAG



Referenz-Szenario

In städtischen Verteilungsnetzen ist der standardisierte Einsatz innovativer Betriebsmittel zu heutigen Kosten keine wirtschaftliche Option

Die Auswahl von einem Standardleitungstypen ist sinnvoll.

In ländlichen Verteilungsnetzen ist der Einsatz von innovativen Betriebsmitteln (insbesondere von rONT) als wirtschaftliche Option zu prüfen.

Die aktuellen Kosten und rechtlichen Rahmenbedingungen schränken den vorhandenen technischen Nutzen von STATCOMs und Speichern ein.

Technologisch

Da Elektromobilität hauptsächlich Grenzstromüberschreitungen verursacht, ist konventioneller Netzausbau in diesem Fall die wirtschaftlichste Handlungsoption.

Bei hohen Unsicherheiten hinsichtlich des zukünftigen Zubaus der EE-Anlagenleistung können innovative Betriebsmittel eine wirtschaftliche Lösung sein.

Einsatz von DSM und Einspeisemanagement reduziert den Netzausbau. Ob dieses gegenüber anderen Maßnahmen wirtschaftlich ist, hängt stark von den rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

Bei jedem spannungsbedingten Netzausbau ist der Einsatz eines rONT zu prüfen.

Der rONT kann auch MS-Netzausbau substituieren.



Wirtschaftlich

EE-Zubau?



# Zusammenfassung

## Netzplanungsprozess mit neuen NEPLAG

### Einleitung und Motivation

- Netzausbaubedarf durch zukünftige Versorgungsaufgabe mit hohem Anteil dezentraler Erzeugung und neuartigen Lasten
- Mehr Freiheitsgrade durch innovative Betriebsmittel und –konzepte
- Komplexität der Netzplanung nimmt zu

### Methodik und Verfahren

- Generierung synthetischer Netze durch Auswertung und Clustering PLZ-scharfer Daten über Erzeugungsleistung und Bevölkerungsdichte
- Entwicklung eines Planungsverfahrens auf Basis eines modifizierten genetischen Algorithmus

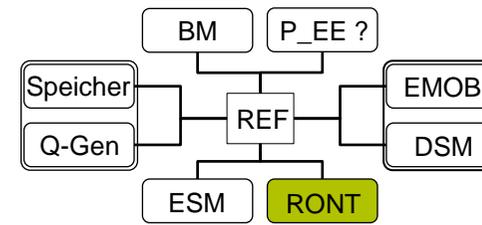
### Ergebnisse

- Berücksichtigung innovativer Betriebsmittel, da diese (insbesondere in ländlichen Netzen) wirtschaftlich effizienter sein können
- Spezifische Formulierung von NEPLAG für innovative BM aufgrund von Wechselwirkungen nicht mehr möglich, Einzelfallprüfungen nötig
- Formulierung von 9 "strategischen", exemplarischen Netzplanungsgrundsätzen

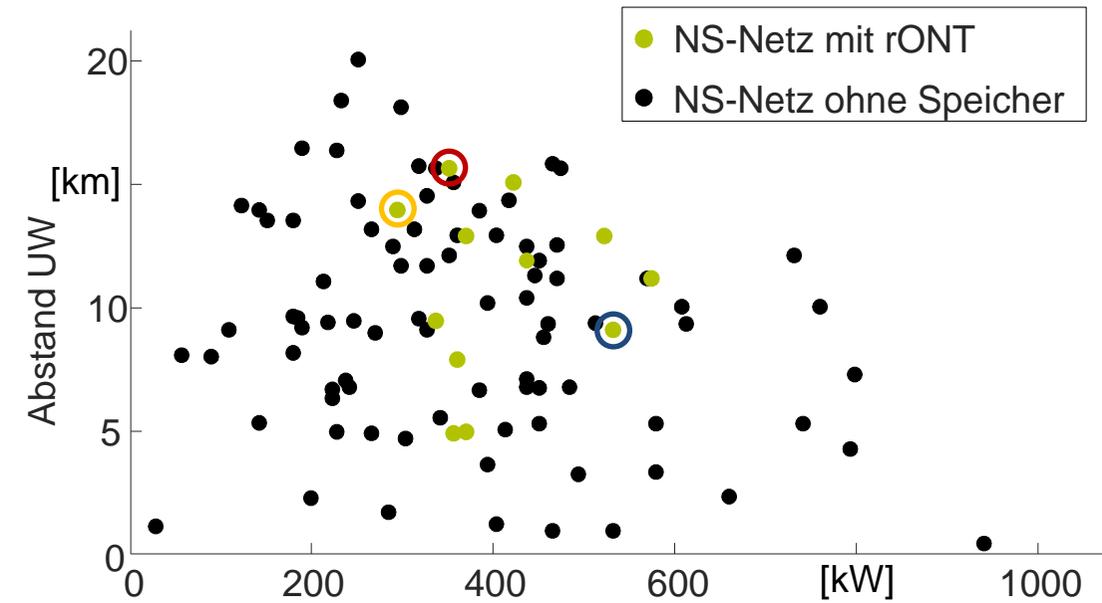
# BACK UP

# Szenario rONT

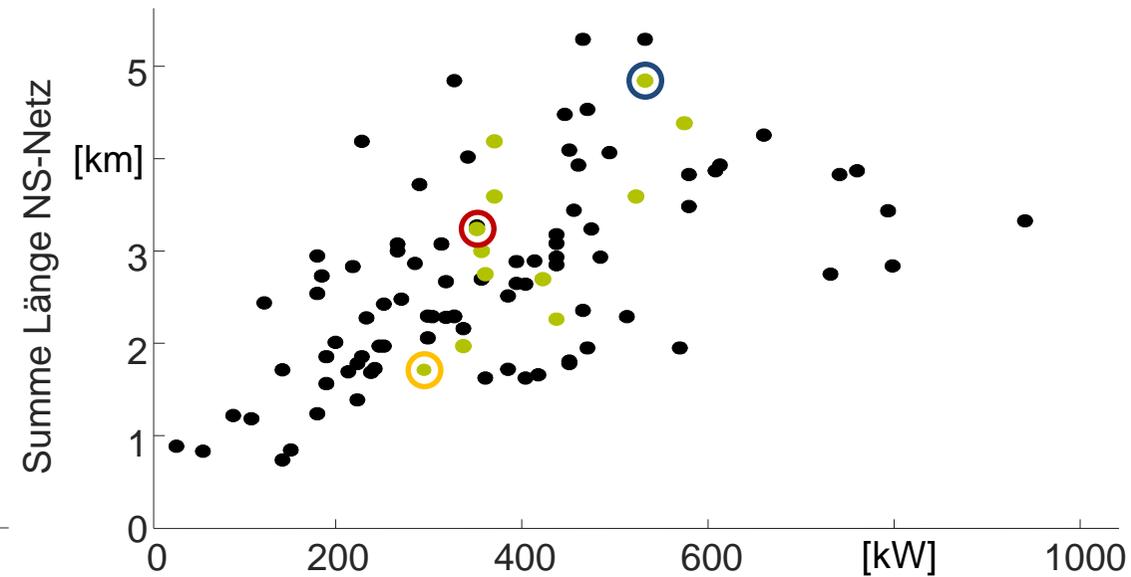
## Ergebnisse und NEPLAG



○ ≙ Markiert das identische NS-Netz in der anderen Grafik



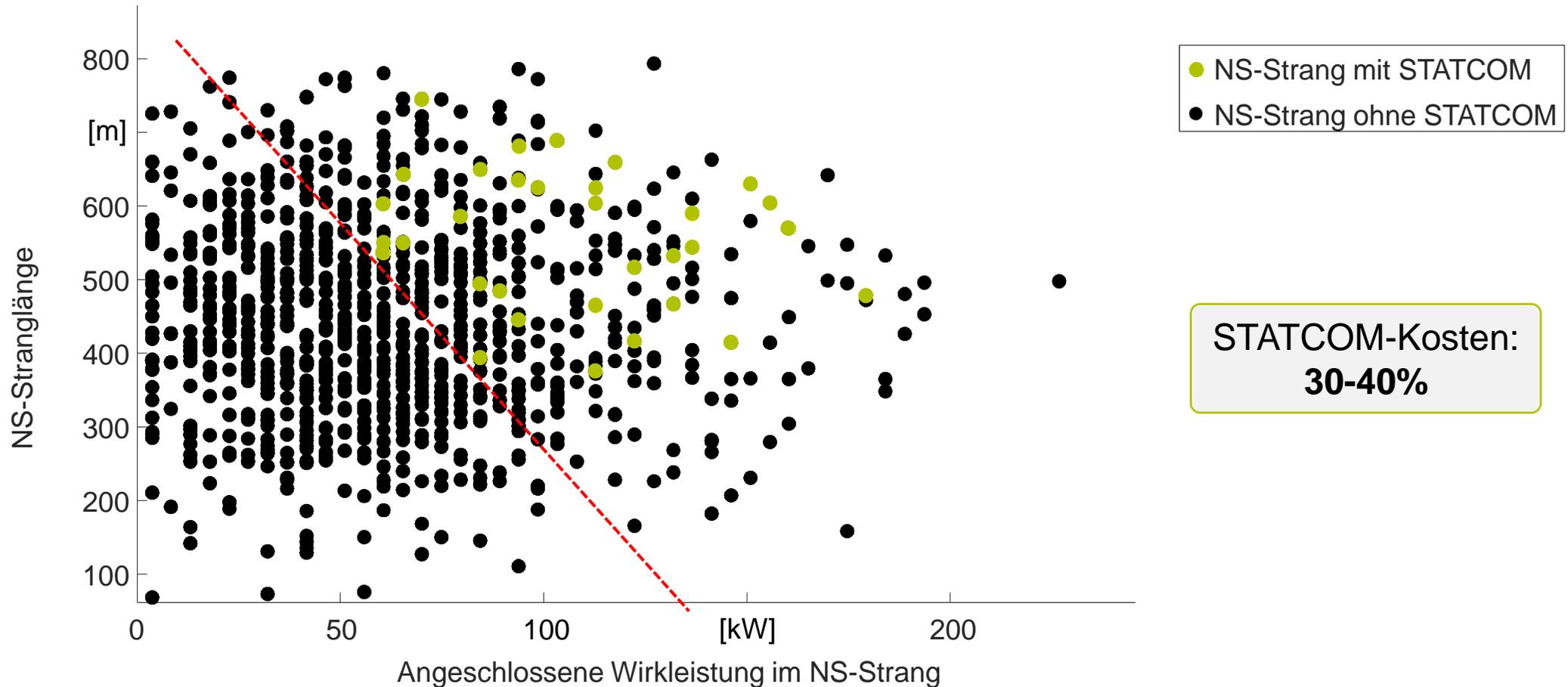
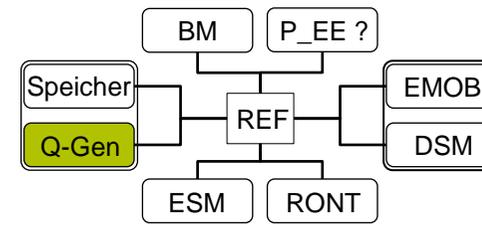
Angeschlossene Wirkleistung im NS-Strang



Angeschlossene Wirkleistung im NS-Strang

# Szenario STATCOM

## Ergebnis Diskriminanzanalyse



- NS-Stranglänge und angeschlossene Wirkleistung geeignete Bewertungsparameter zur Prüfung des STATCOM-Einsatzes