

Spreewind - 22. Windenergietage
Rheinsberg, 13. +14. November 2013

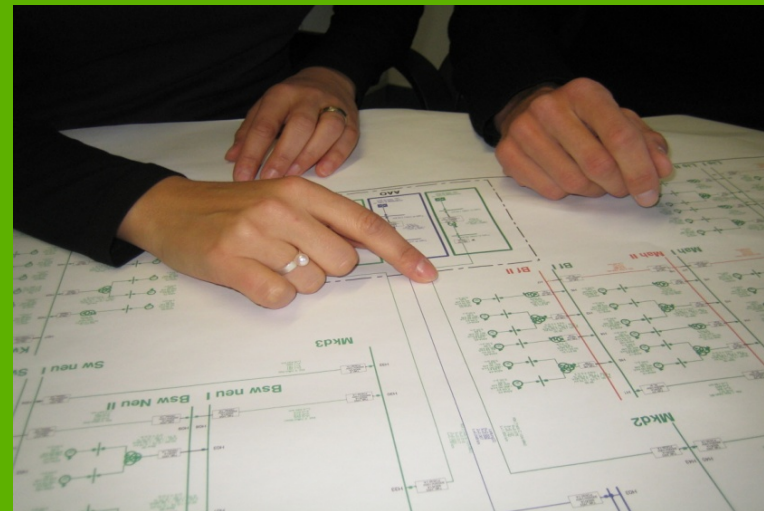


Netzberechnungen beim Anschluss regenerativer Erzeuger – Von der Projektierung zur Zertifizierung –

Dr. Thomas Weber
Service Deutschland
SER/NP-F Netzplanung

Schneider Electric GmbH
Energy Division - Service
Lyoner Straße 44-48
60528 Frankfurt am Main

Tel.: +49 69 6632 -1237
Email: thomas.weber@schneider-electric.com



Schneider
Electric

Übersicht



1. Randbedingungen

2. Projektierungsplanung - Entwickler

3. Anschlussbetrachtungen - Netzbetreiber

4. Zertifizierung

Übersicht

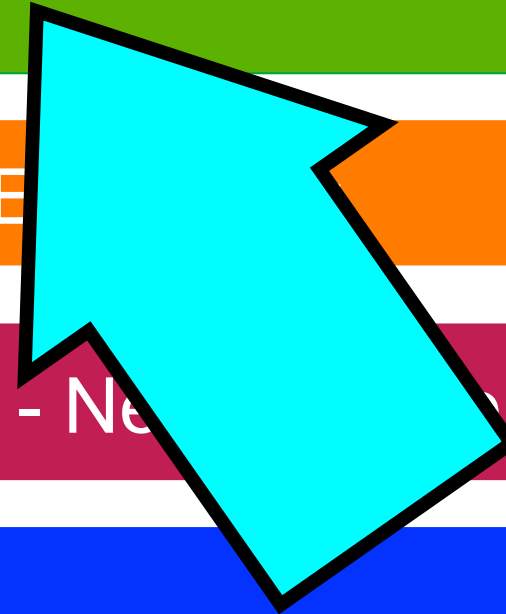


1. Randbedingungen

2. Projektierungsplanung - E

3. Anschlussbetrachtungen - Ne

4. Zertifizierung



Herausforderungen für Netzbetreiber + Kraftwerksbetreiber



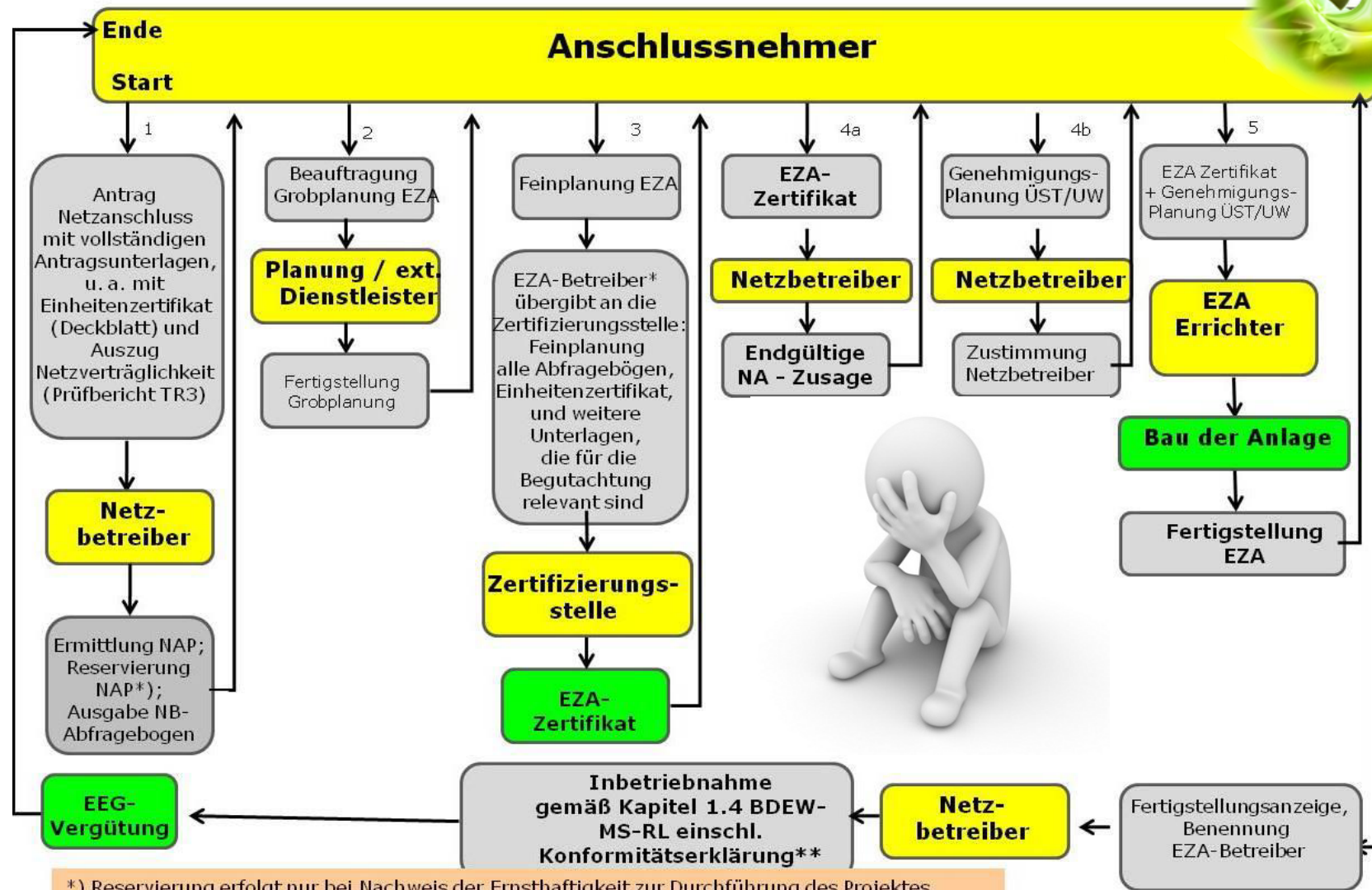
● Politische Zielsetzungen

- EEG
- Energiewende
- Integration regenerativer Erzeuger
- Infrastrukturförderungsgesetz
- SDLWindV

● Technische Umsetzungen

- Transmission Code 2007
- bdeW Mittelspannungsrichtlinie
- FGW Technische Richtlinie TR8
- VDE AR 4105

Netzanschluss im Überblick



*) Reservierung erfolgt nur bei Nachweis der Ernsthaftigkeit zur Durchführung des Projektes.
 **) Konformitätserklärung siehe nächste Seite

Spielregeln



- **Systemdienstleistungsverordnung Wind SDLWindV**

- Anreizregulierung zur Erfüllung von Kraftwerkseigenschaften
- Verweis auf Transmission Code und BDEW-Mittelspannungsrichtlinie

- **Transmission Code 2007**

- Verweis auf VDN-Leitfaden „EEG-Erzeugungsanlagen am Hoch- und Höchstspannungsnetz“

- **BDEW – Mittelspannungsrichtlinie**

- Nachweis der Konformität durch Zertifikate

- **FGW Technische Richtlinie TR8**

- Vorgehensweise bei der Berechnung

- **VDE 4105 - Anwendungsrichtlinie**

- Mindestanforderungen für Erzeugungsanlagen am NS-Netz

Ein Service des Bundesministeriums der Justiz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH - www.juris.de

Verordnung zu Systemdienstleistungen durch Windenergieanlagen (Systemdienstleistungsverordnung - SDLWindV)

SDLWindV
Ausfertigungsdatum: 03.07.2009

Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen

August 2011

VDE-AR-N 4105 VDE FNN

Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz

Generators connected to the low-voltage distribution network – Technical requirements for the connection to and parallel operation with low-voltage distribution networks

Generateurs reliés au réseau de distribution de basse tension – Exigences techniques pour la connexion des générateurs et leur fonctionnement parallèle au réseau de distribution à basse tension

Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

Ausgabe Juni 2008

ausgeber: e.V. rgesellschaft Windenergie nderne Erneuerbare Energien

werden muss.

Übersicht

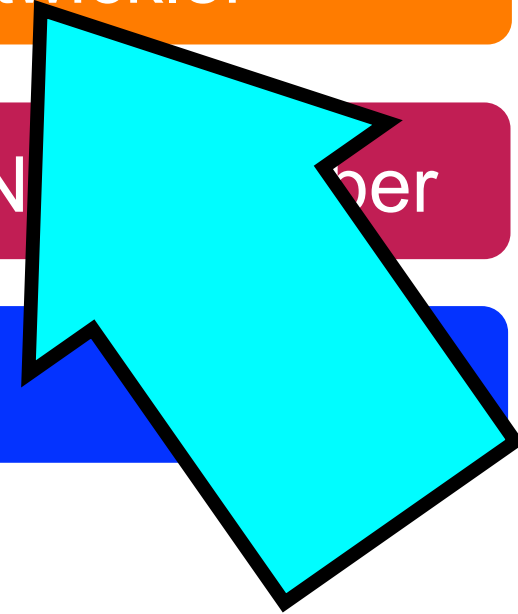


1. Randbedingungen

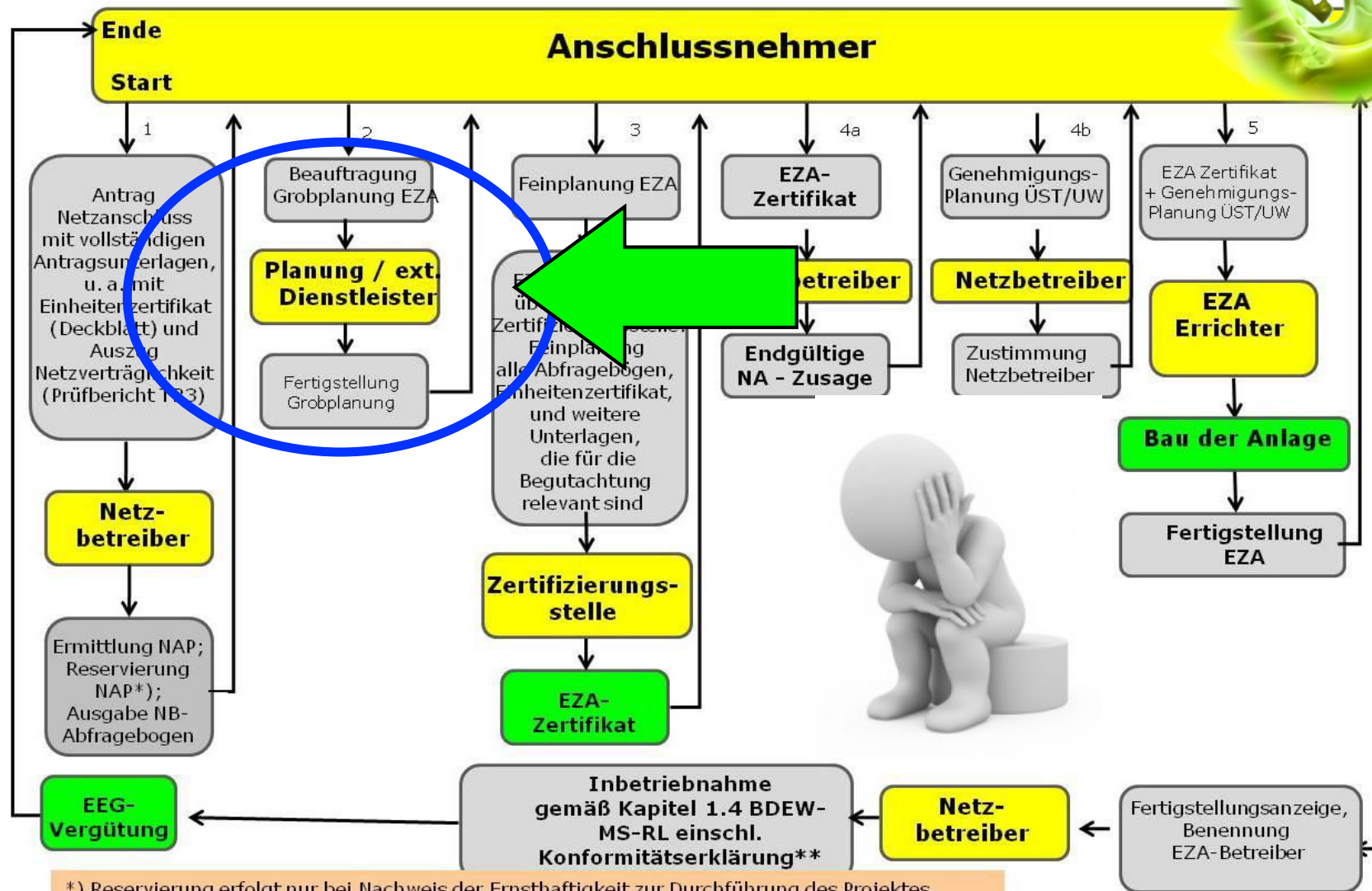
2. Projektierungsplanung - Entwickler

3. Anschlussbetrachtungen - Netzberechnung

4. Zertifizierung



Planungsaufgabe für den Projektierer



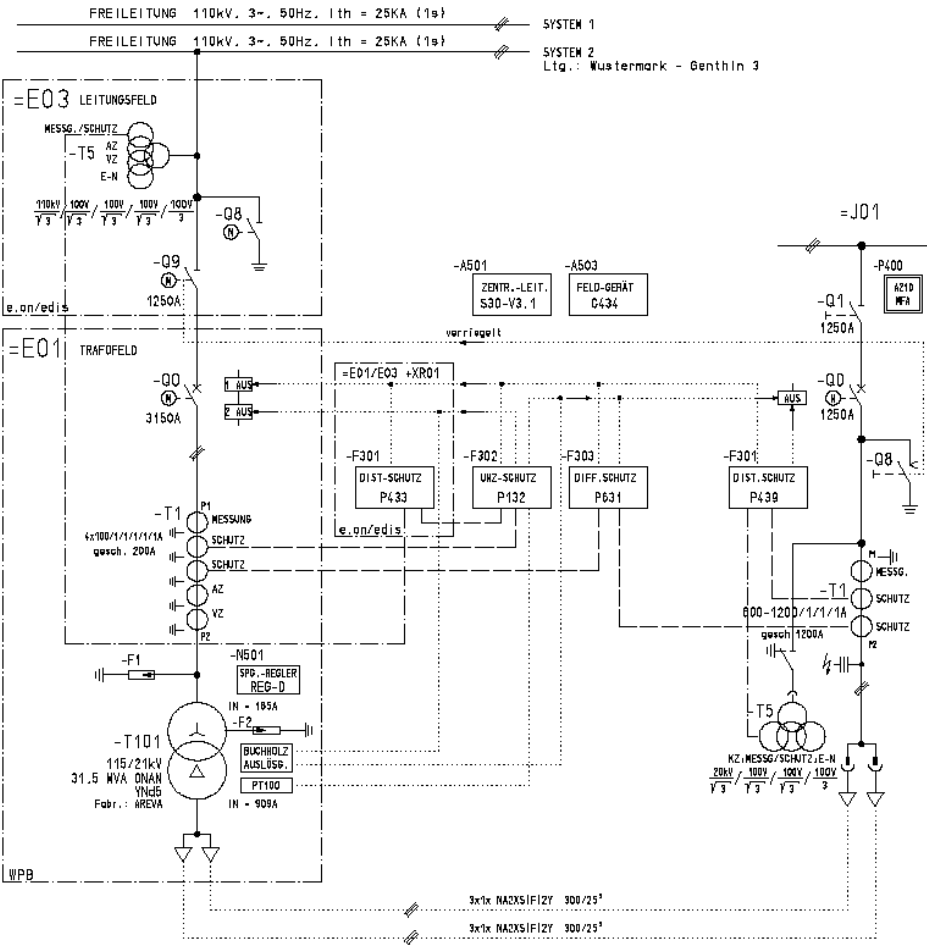
*) Reservierung erfolgt nur bei Nachweis der Ernsthaftigkeit zur Durchführung des Projektes.
 **) Konformitätserklärung siehe nächste Seite

Anlagenprojektierung



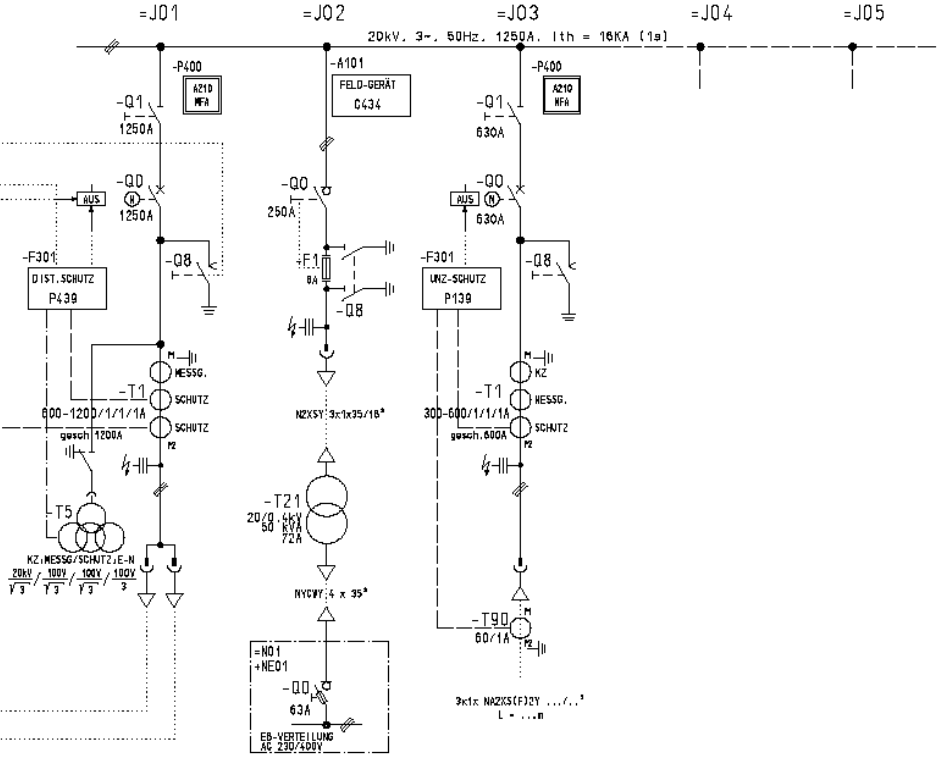
110kV-SCHALTANLAGE

=E01/=E03 MAST 287 e.on/edis



TRAFOFELD 110kV

20kV-SCHALTANLAGE TYP: GMA



TRAFOFELD 20kV

EIGENBEDARF

WINDPARK 1

BAULICHE PLATZ-RESERVE

BAULICHE PLATZ-RESERVE

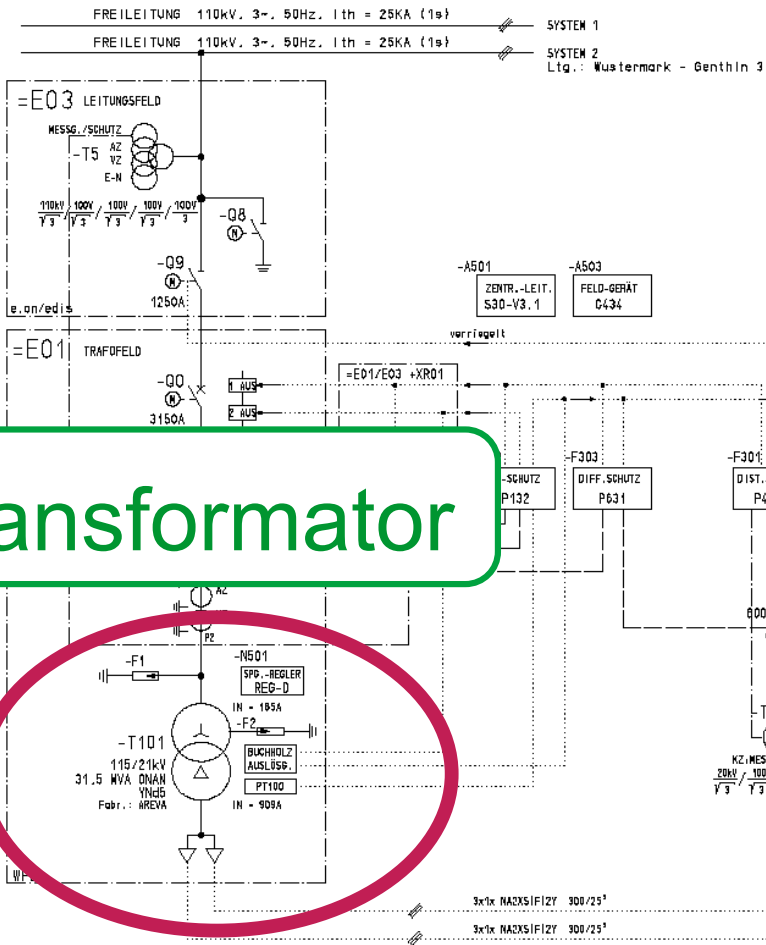
LEISTG. 20 MW
IN = 577A

Anlagenprojektierung



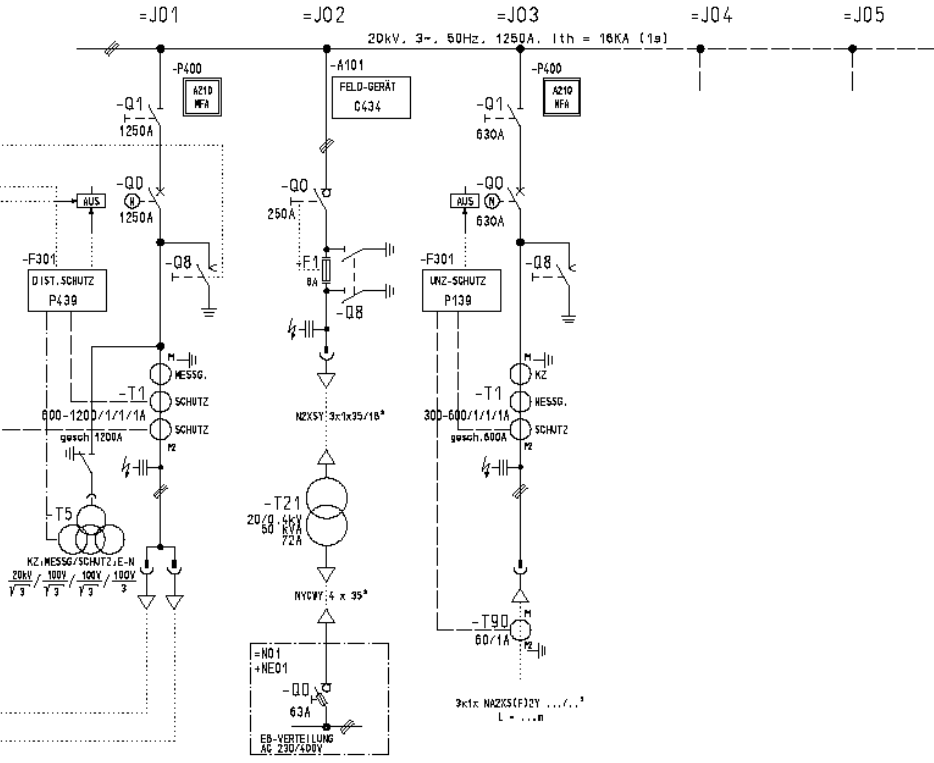
110kV-SCHALTANLAGE

=E01/=E03 MAST 287 e.on/edis



Transformator

20kV-SCHALTANLAGE TYP: GMA



TRAFOFELD 110kV

TRAFOFELD 20kV

EIGENBEDARF

WINDPARK 1

BAULICHE PLATZ-RESERVE

BAULICHE PLATZ-RESERVE

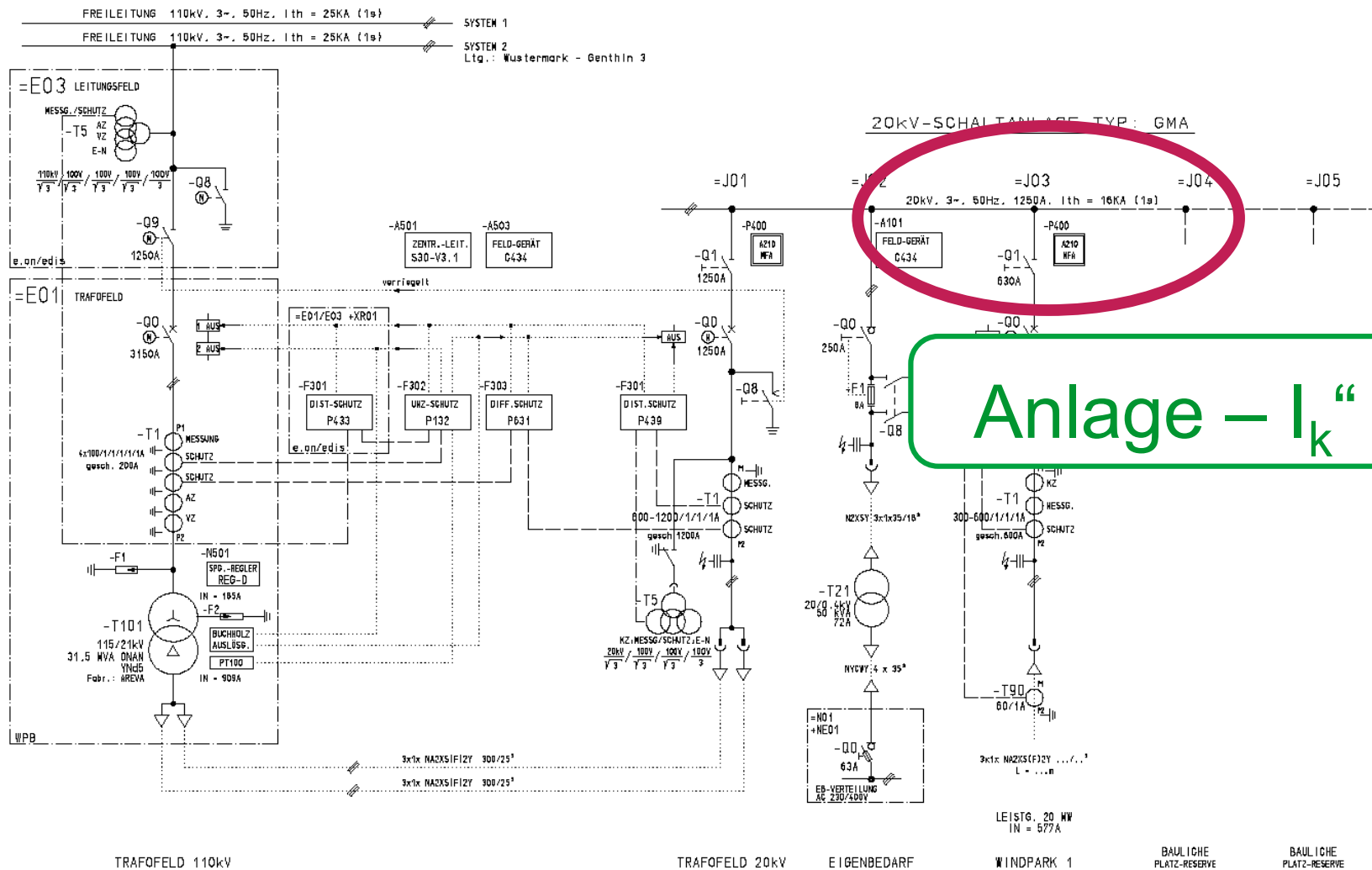
LEISTG. 20 MW
IN = 577A

Anlagenprojektierung



110kV-SCHALTANLAGE

=E01/=E03 MAST 287 e.on/edis

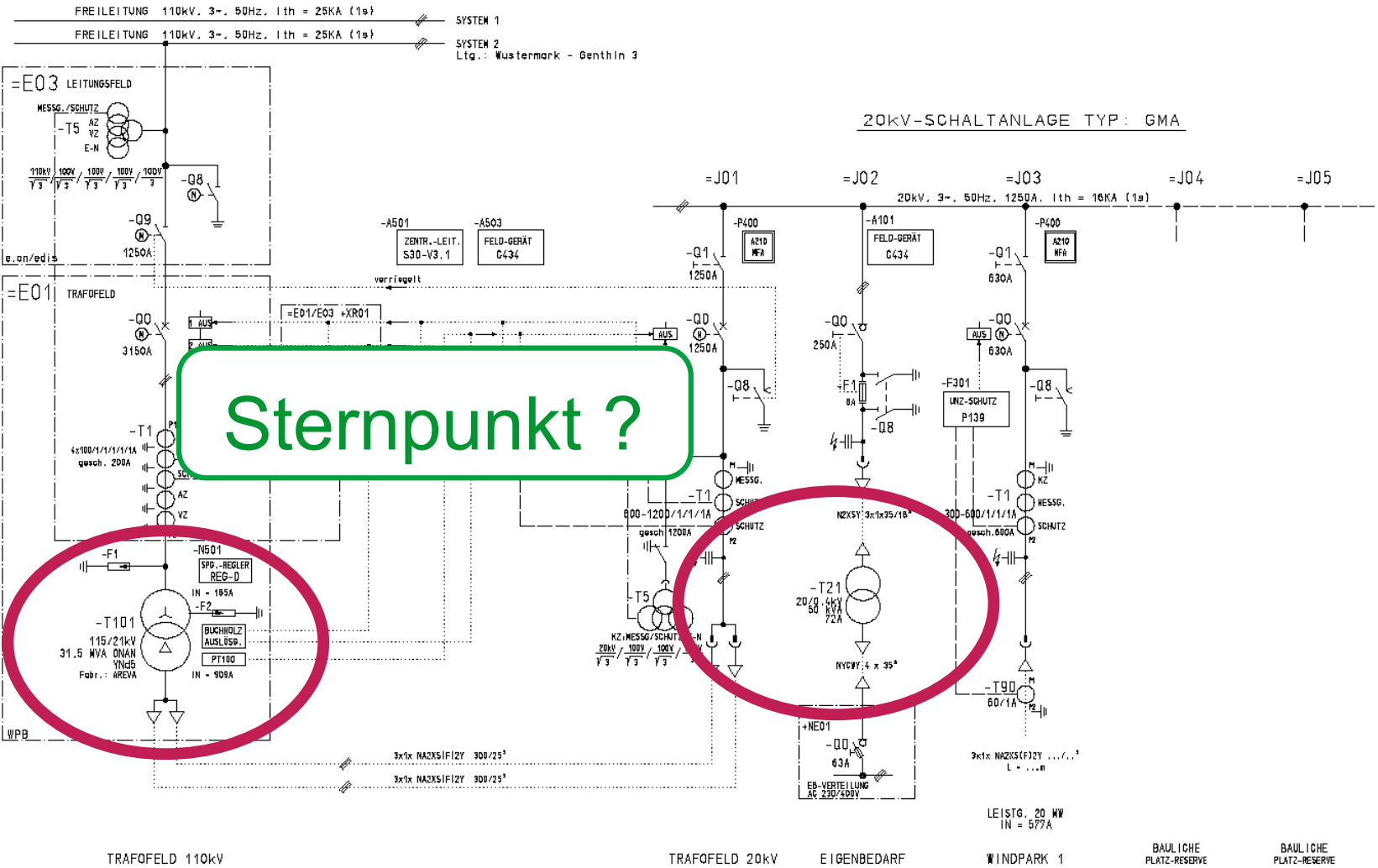


Anlagenprojektierung



110kV-SCHALTANLAGE

=E01/=E03 MAST 287 e.on/edis

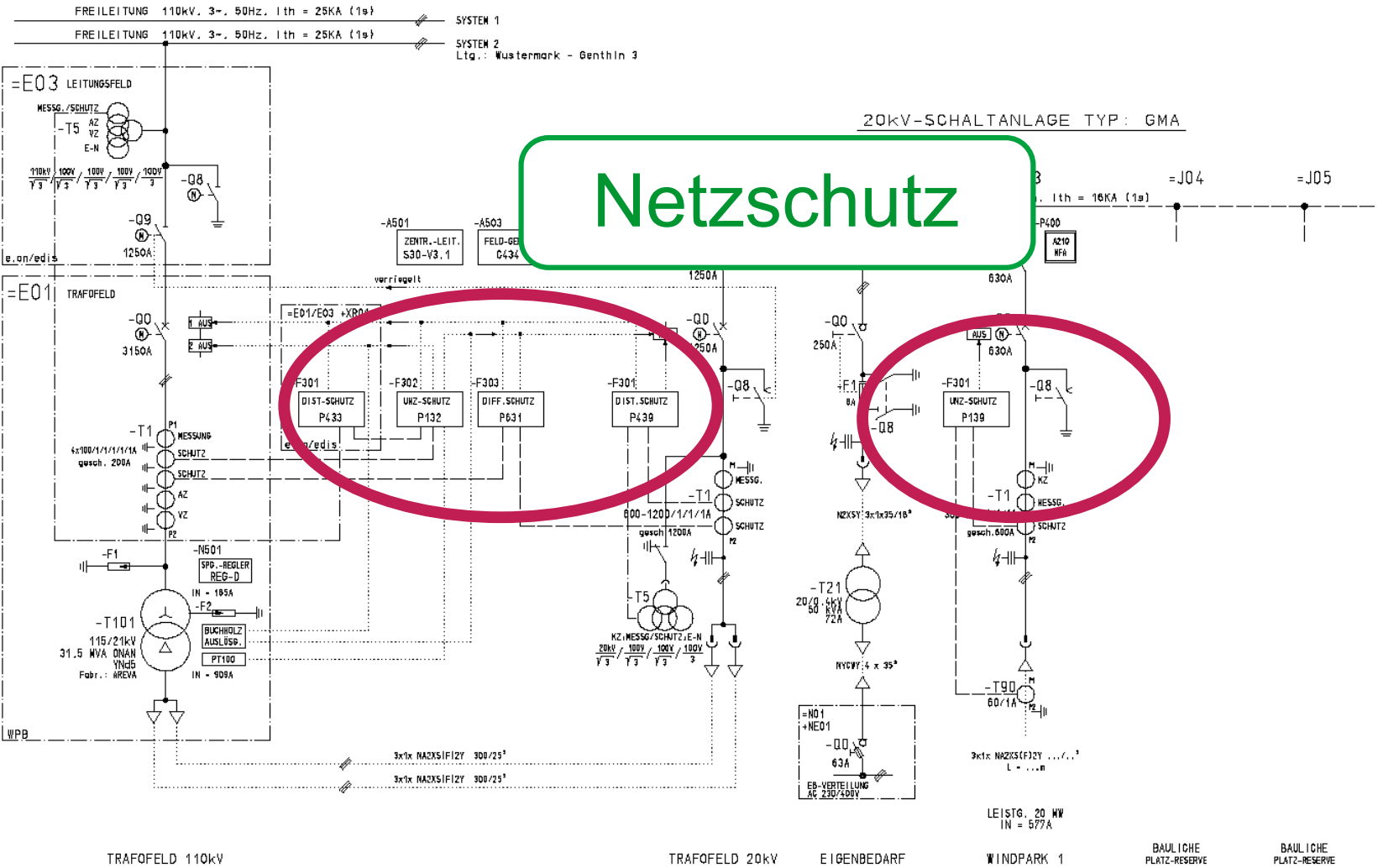


Anlagenprojektierung



110kV-SCHALTANLAGE

=E01/=E03 MAST 287 e.on/edis



Übersicht



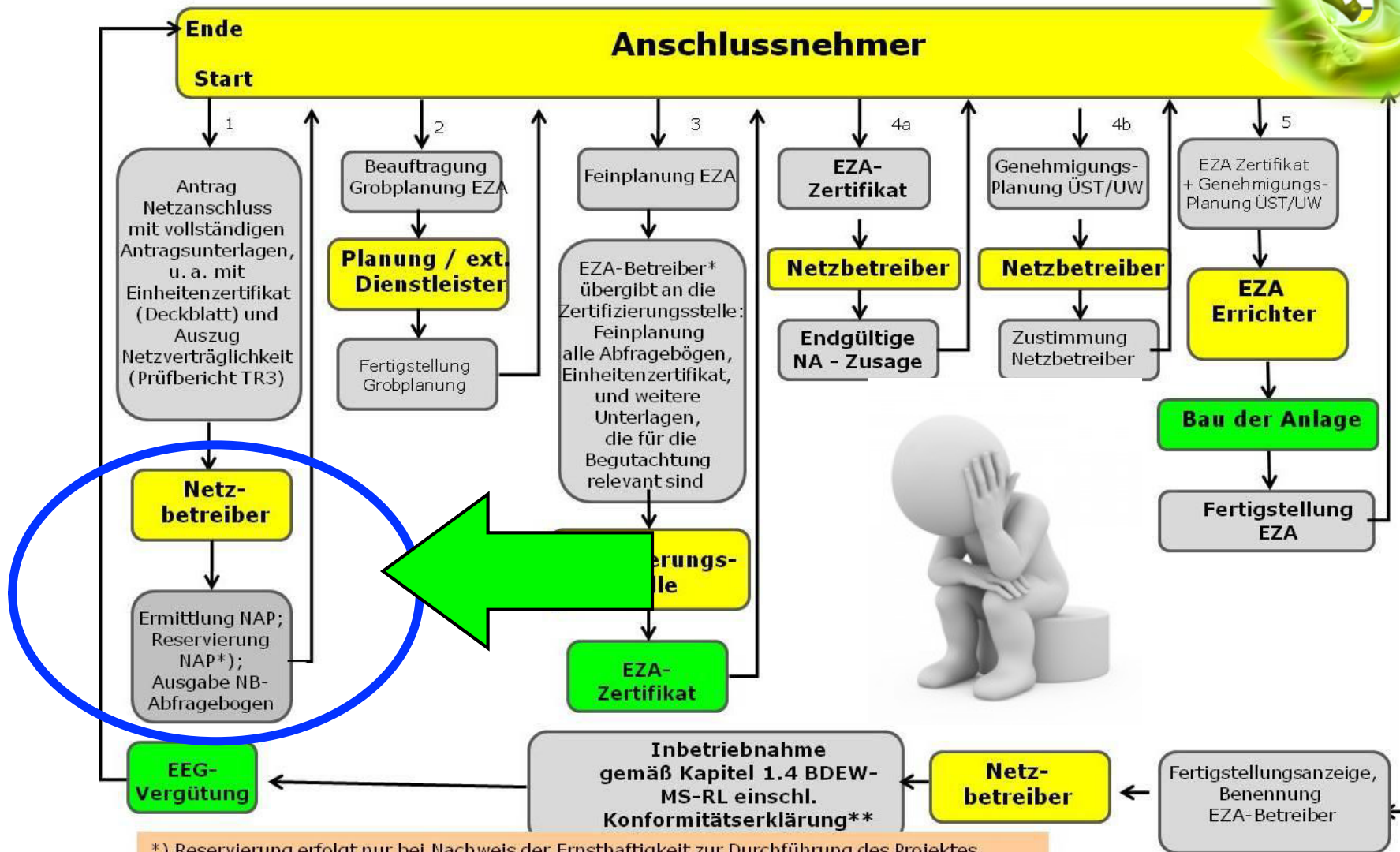
1. Randbedingungen

2. Projektierungsplan - Entwickler

3. Anschlussbetrachtungen - Netzbetreiber

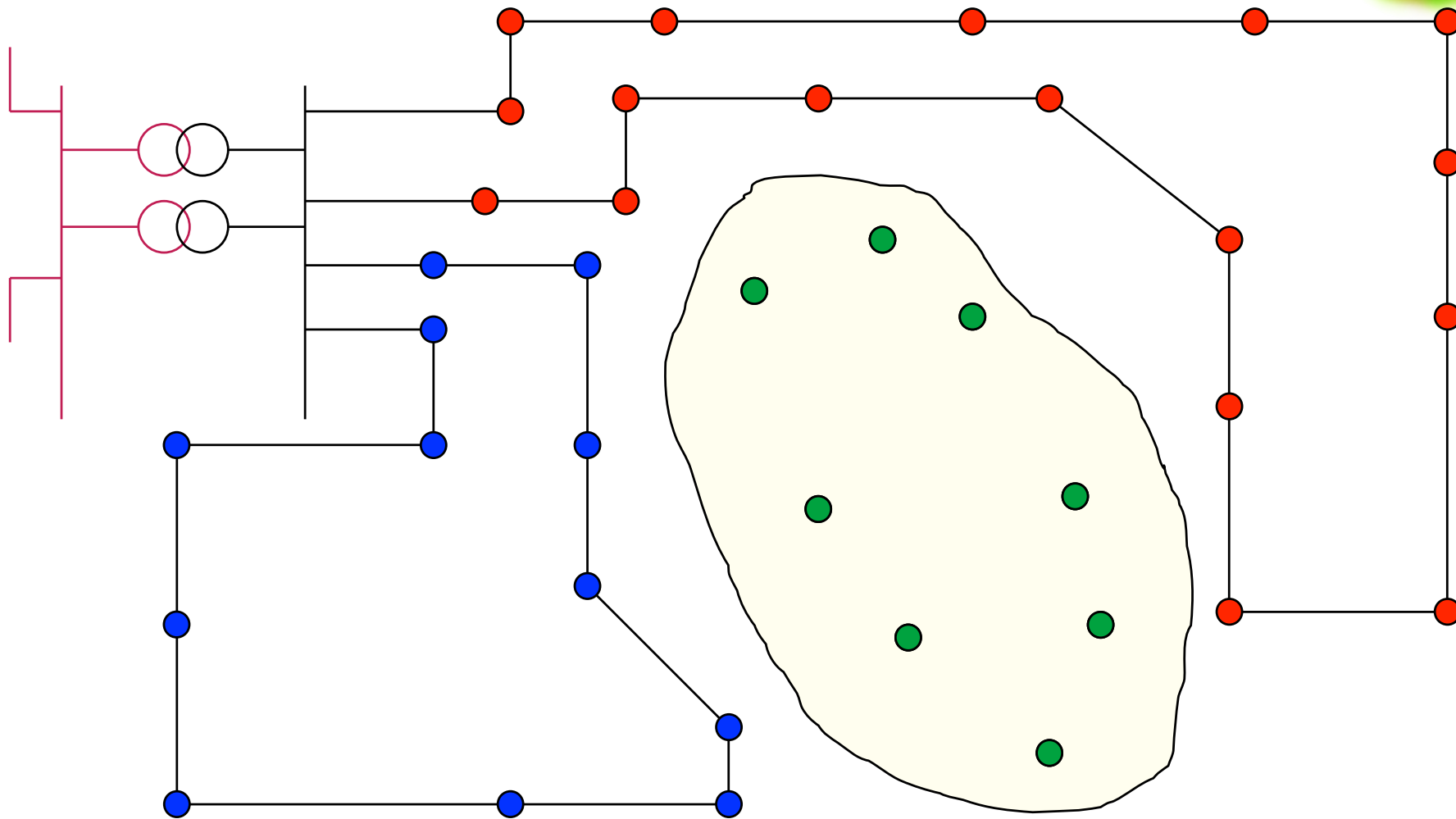
4. Zertifizierung

Planungsaufgabe für den Netzbetreiber

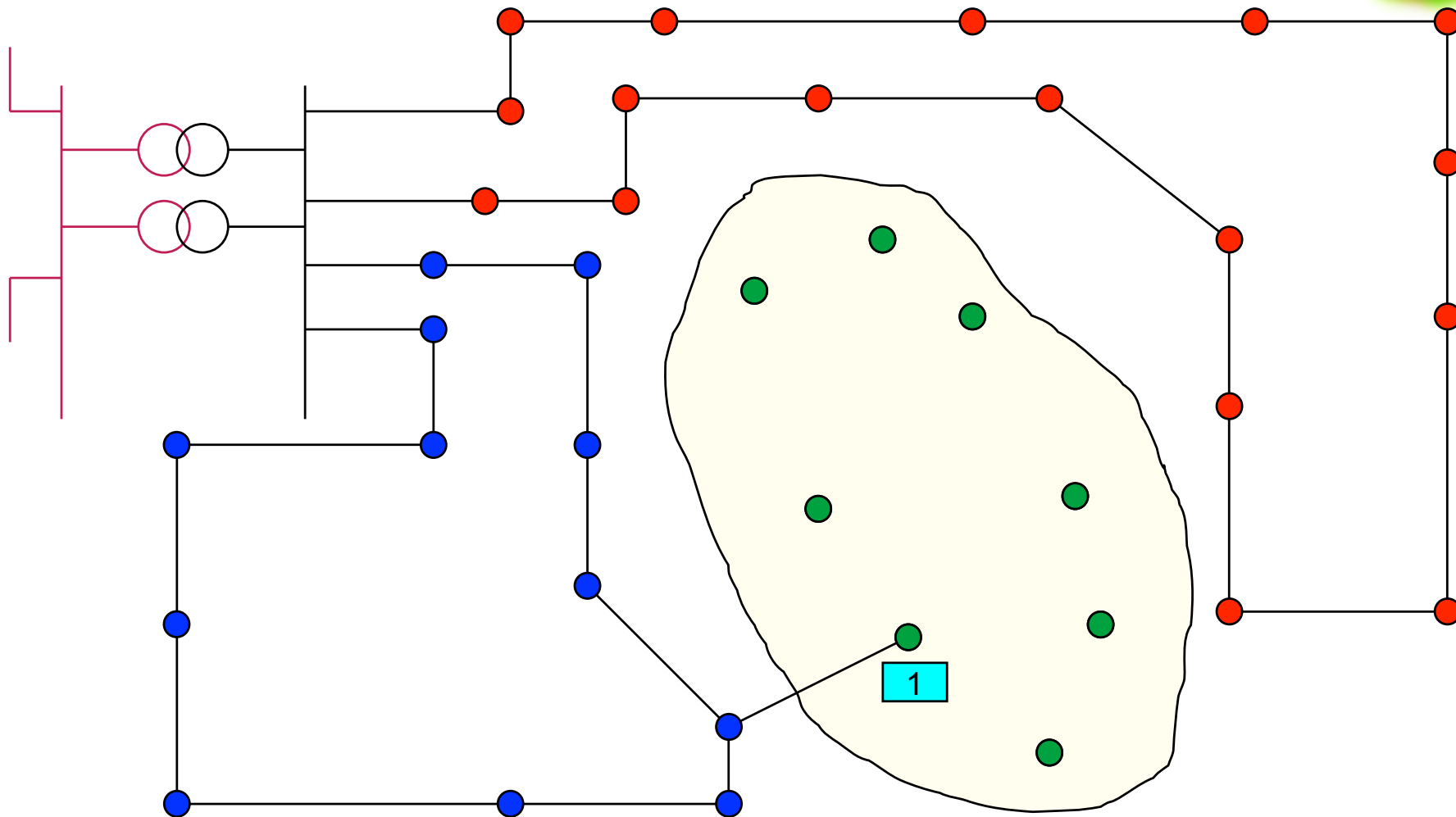


*) Reservierung erfolgt nur bei Nachweis der Ernsthaftigkeit zur Durchführung des Projektes.
 **) Konformitätserklärung siehe nächste Seite

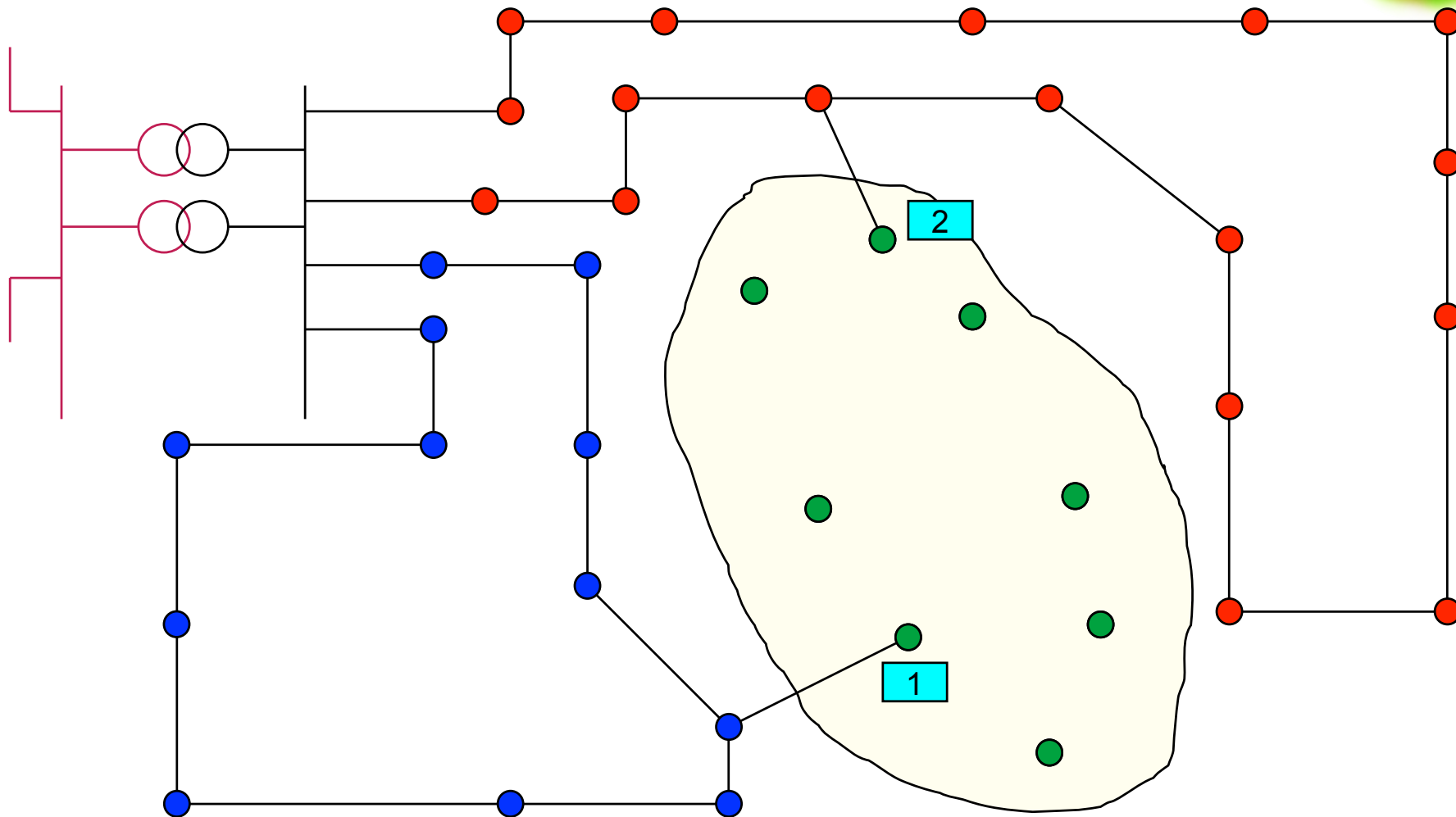
Beispielnetz 110 kV / 20 kV Ist-Zustand



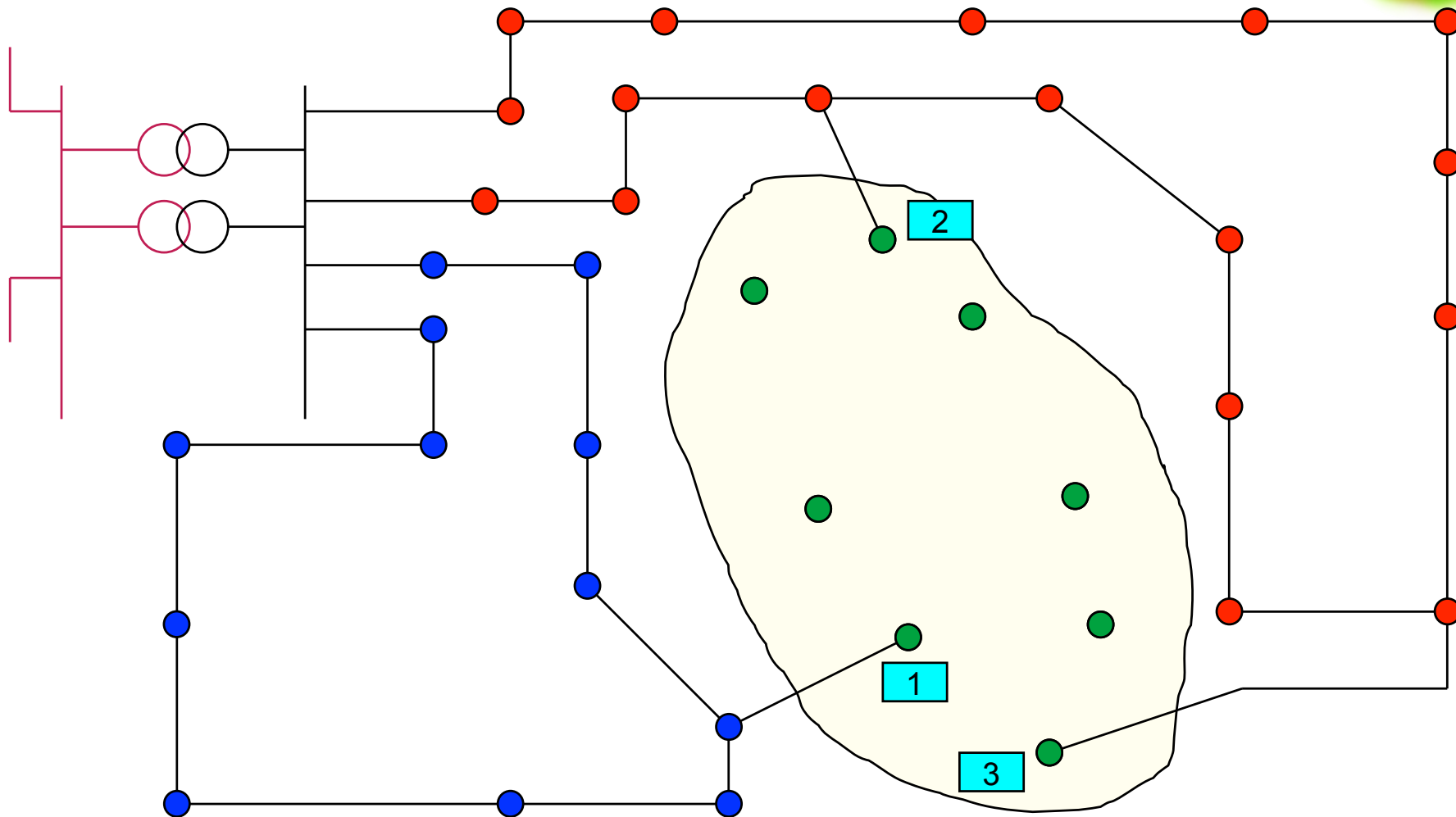
Windparkanbindung 20 kV – Teil 1



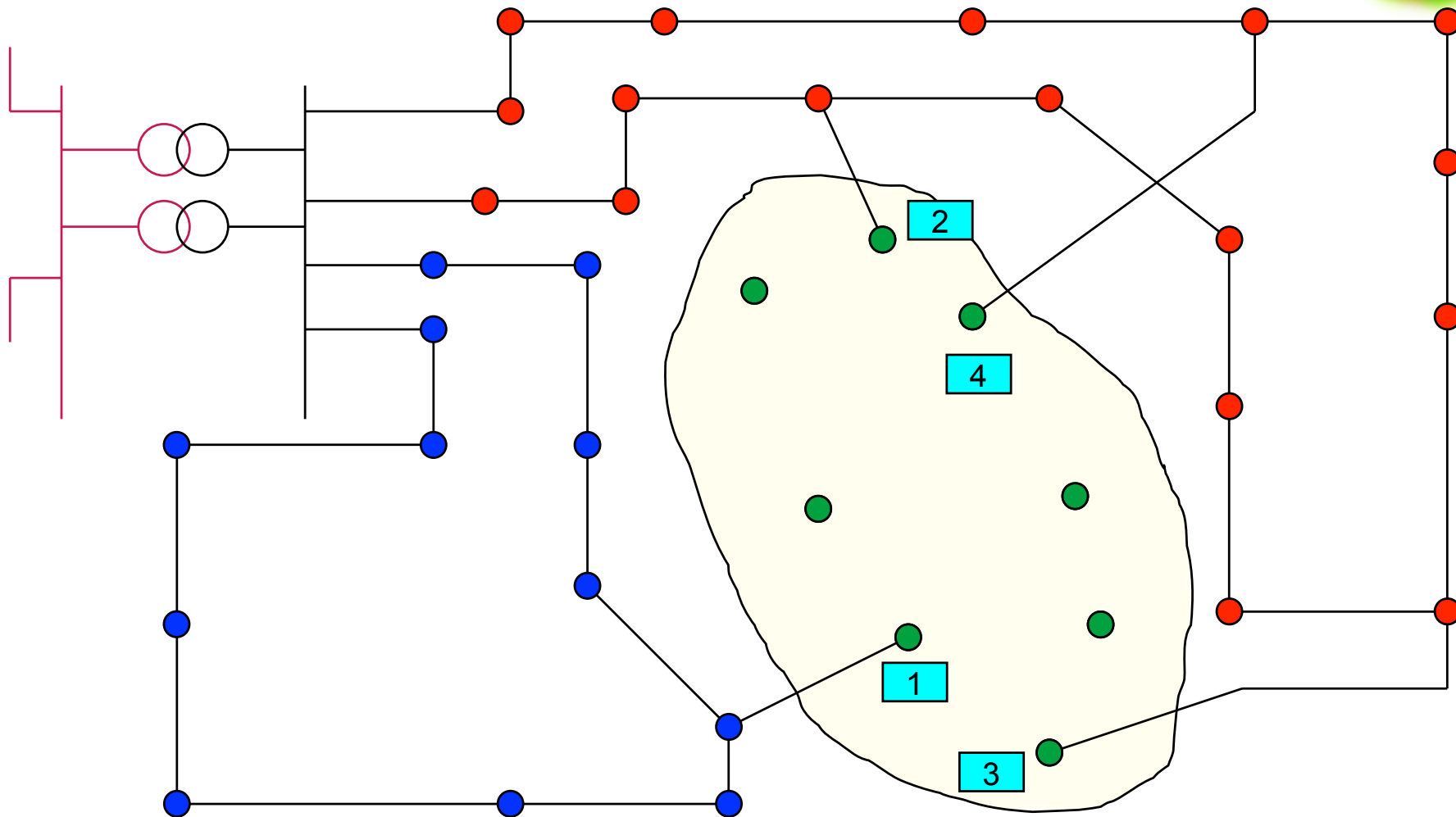
Windparkanbindung 20 kV – Teil 2



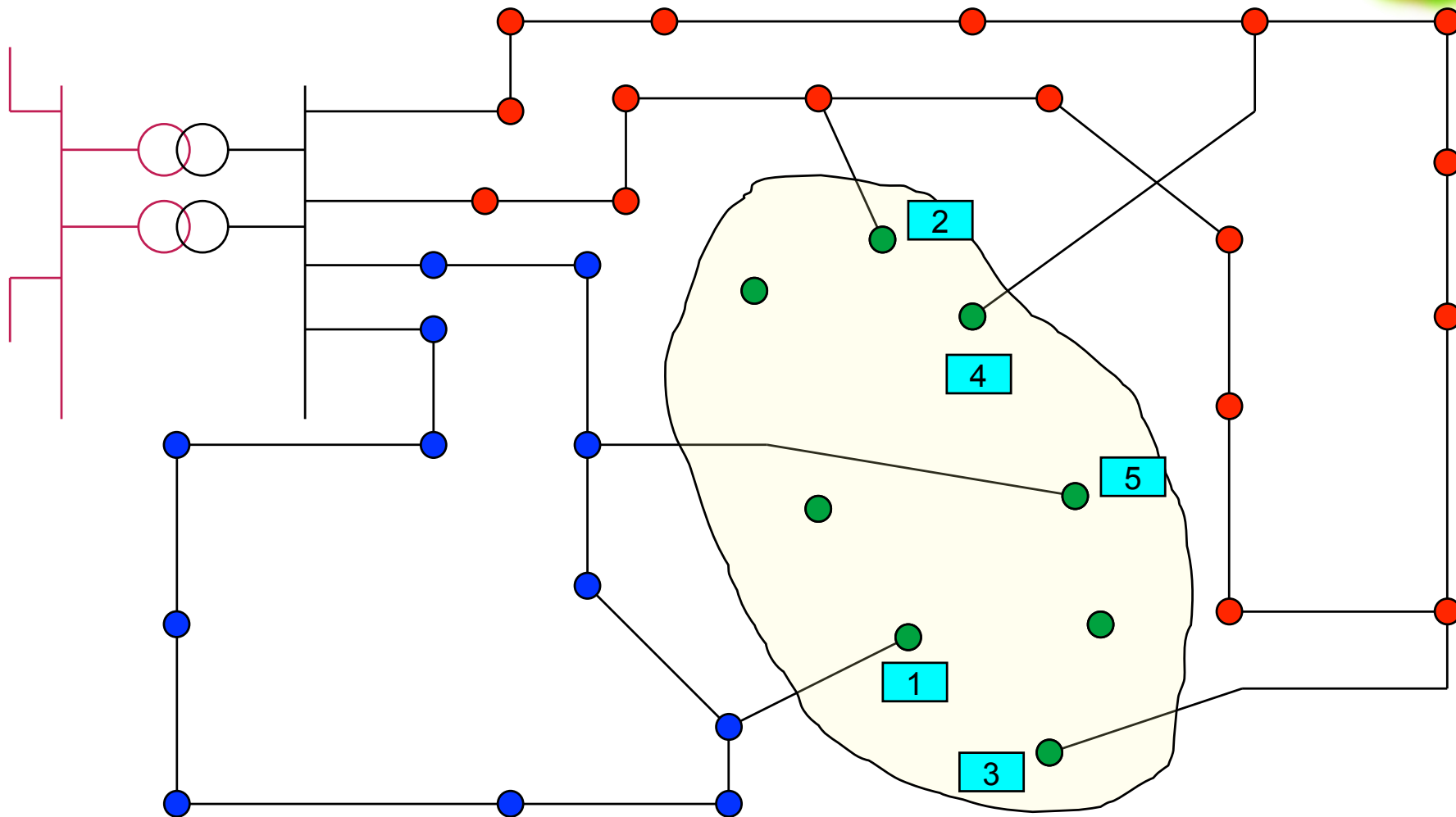
Windparkanbindung 20 kV – Teil 3



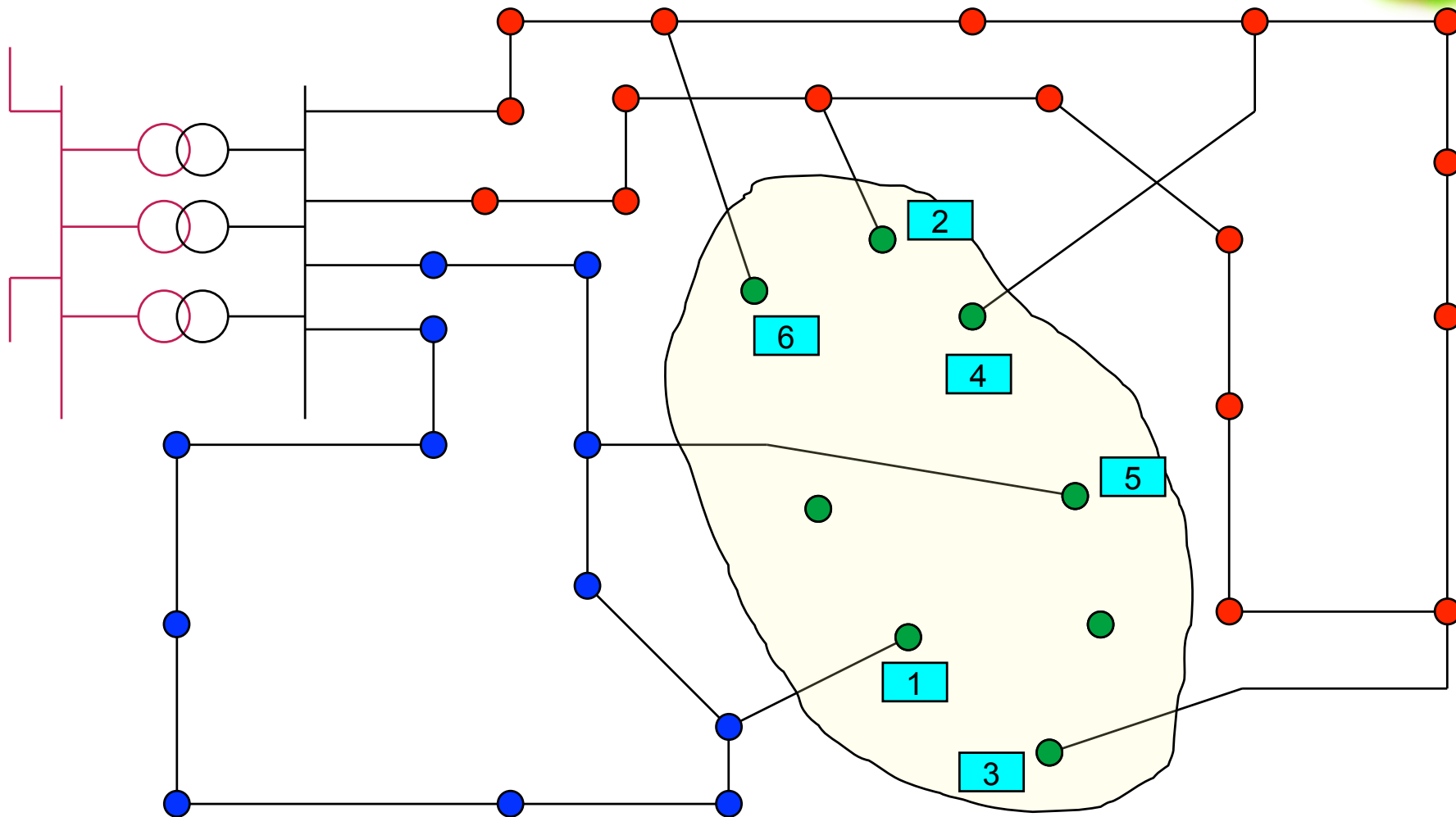
Windparkanbindung 20 kV – Teil 4



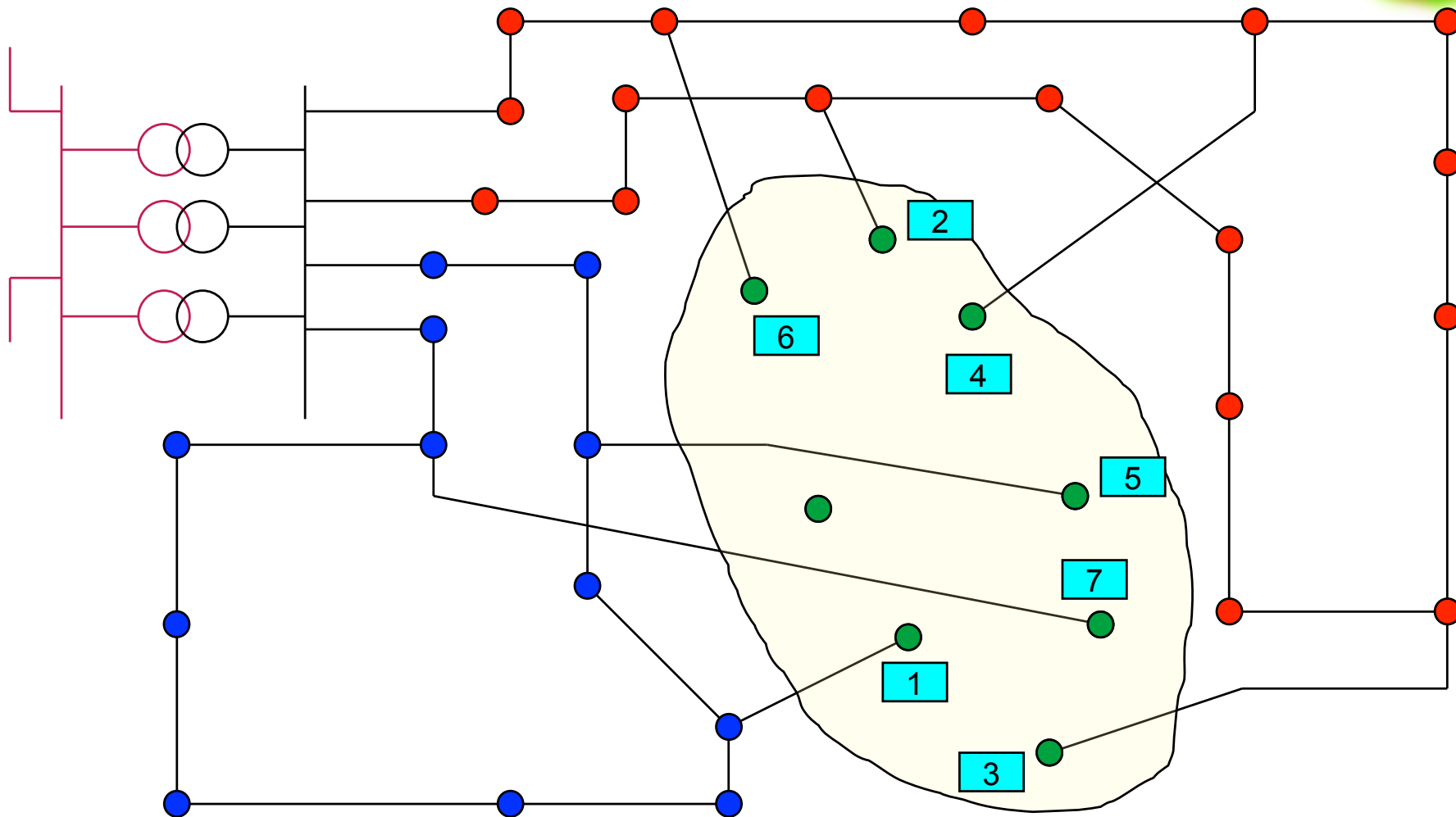
Windparkanbindung 20 kV – Teil 5



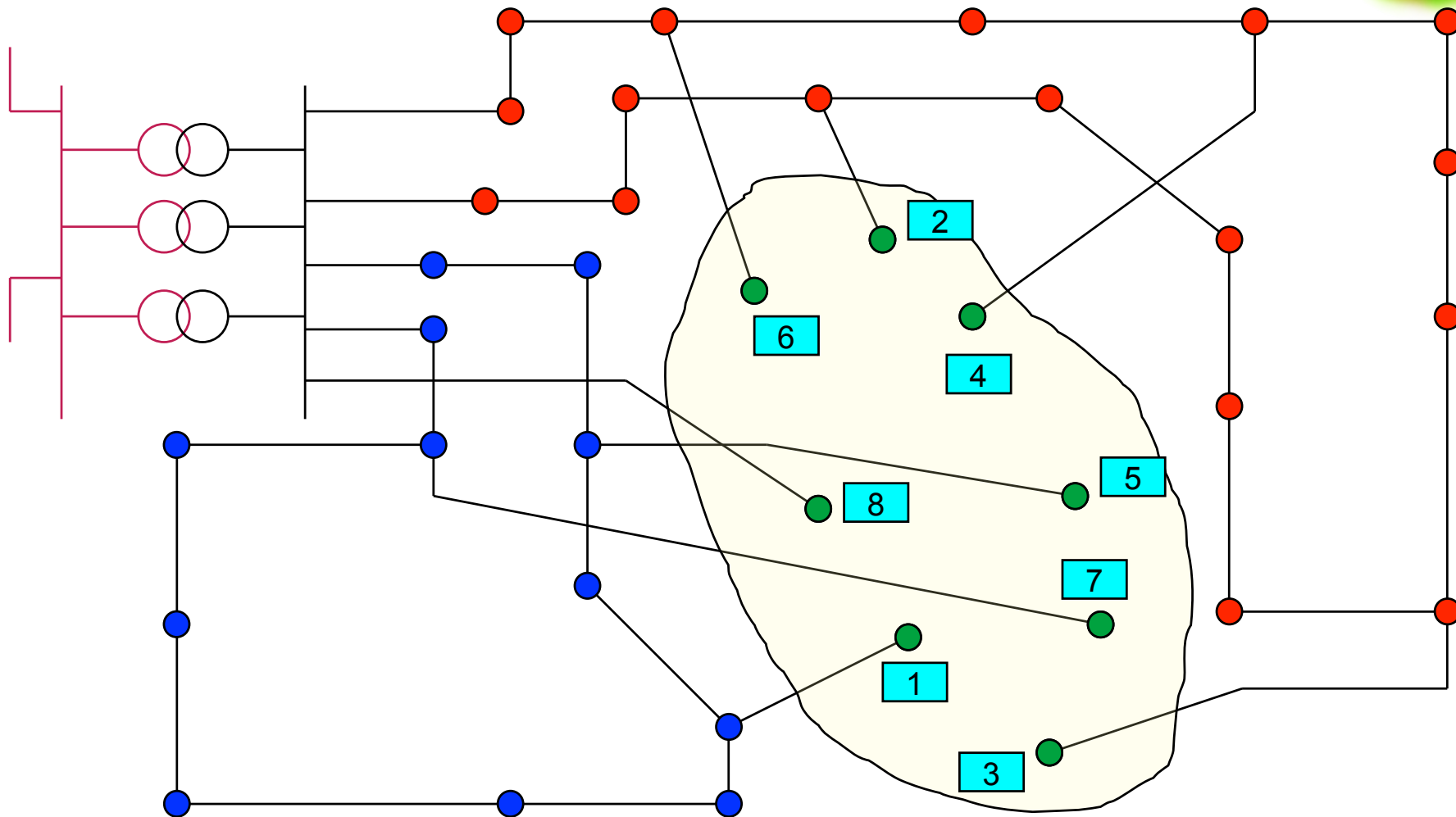
Windparkanbindung 20 kV – Teil 6



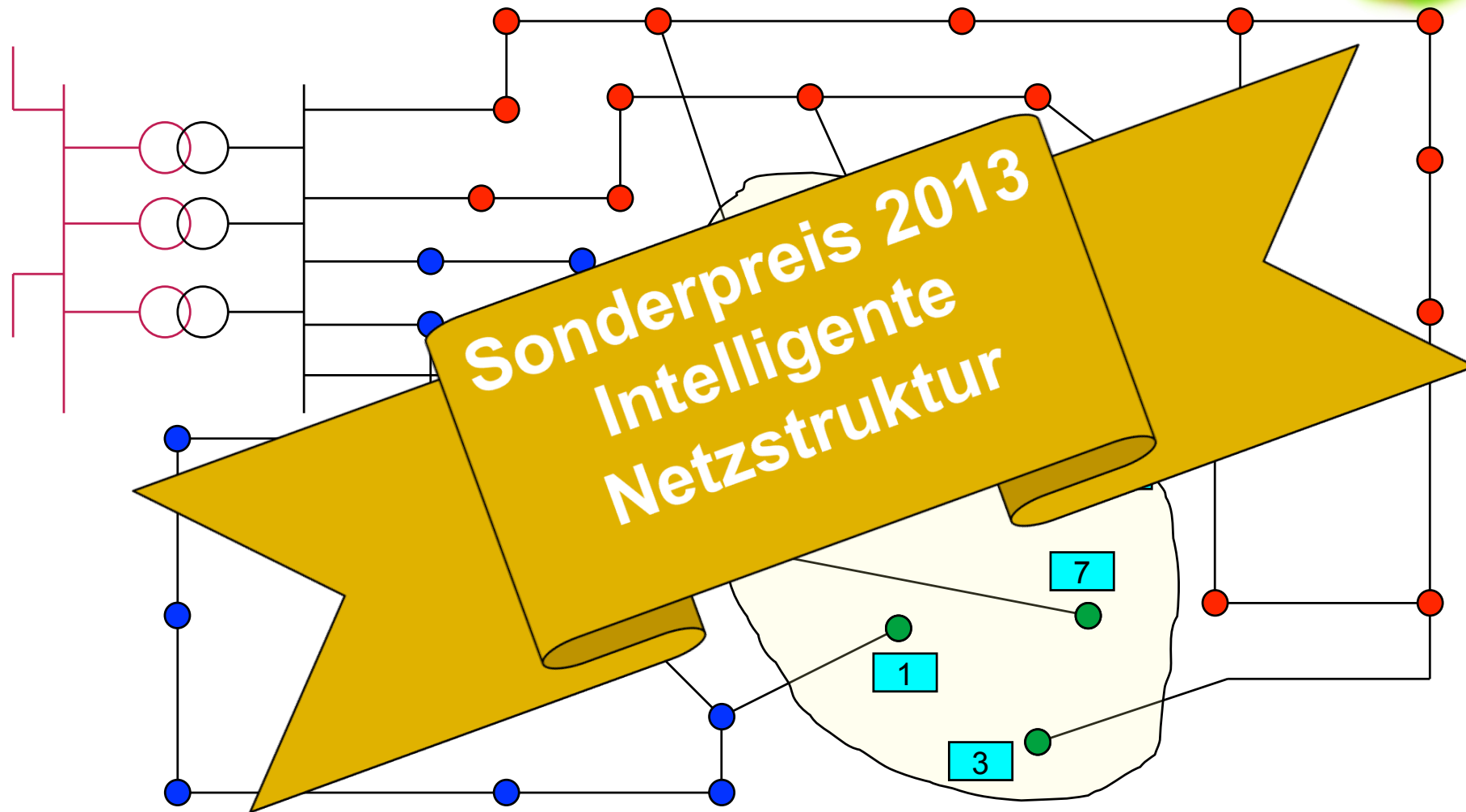
Windparkanbindung 20 kV – Teil 7



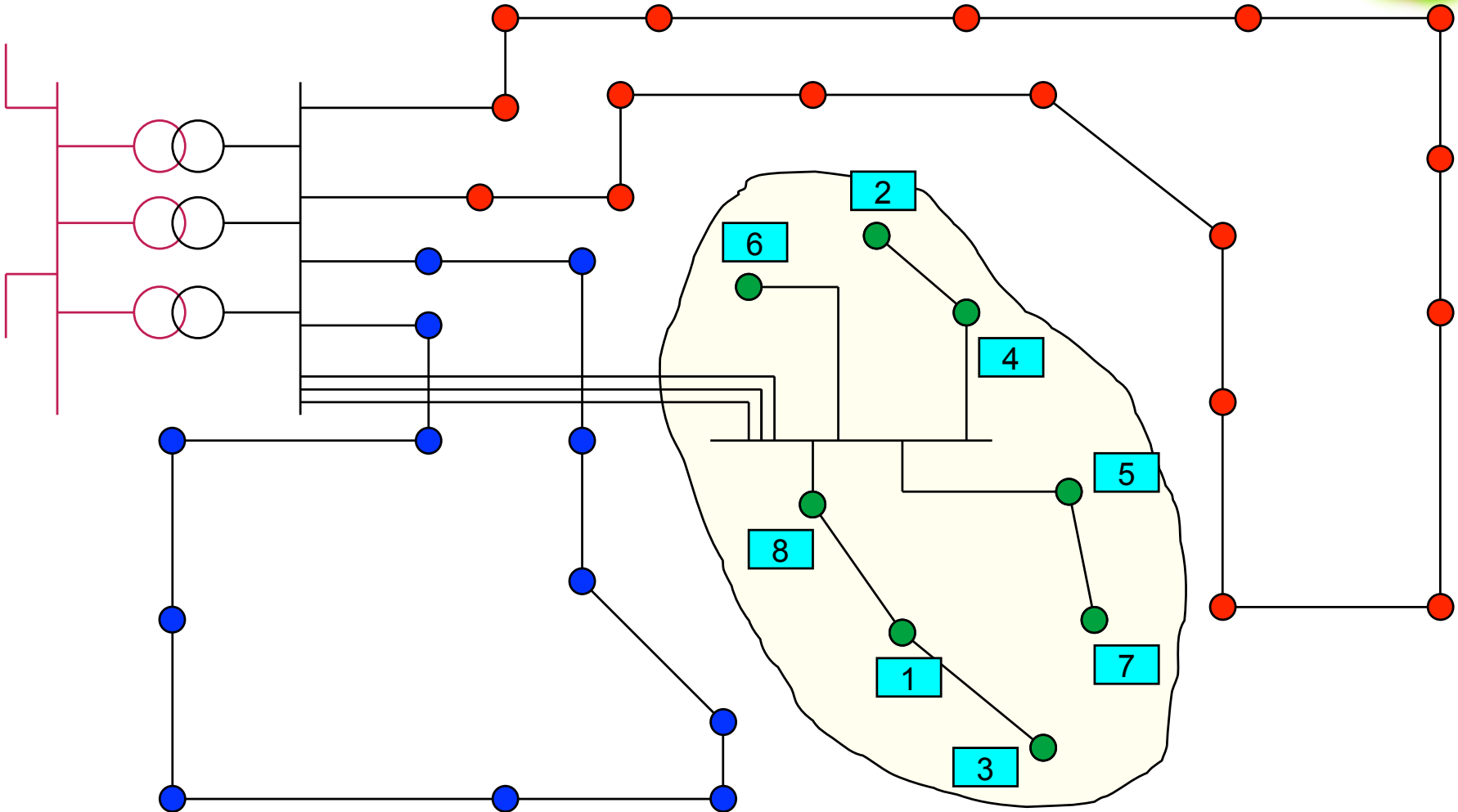
Windparkanbindung 20 kV – Teil 8



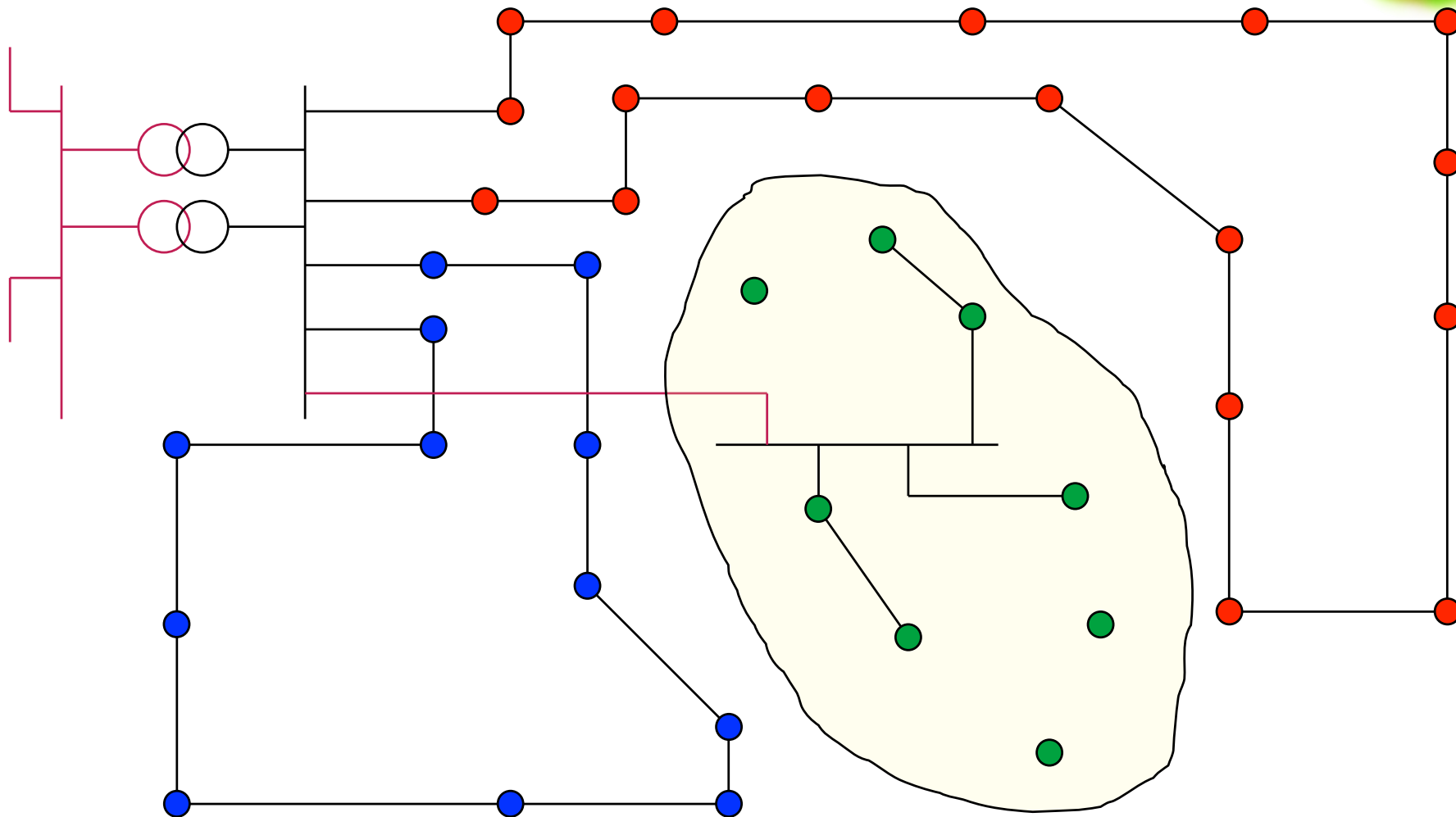
Windparkanbindung 20 kV – Teil 8



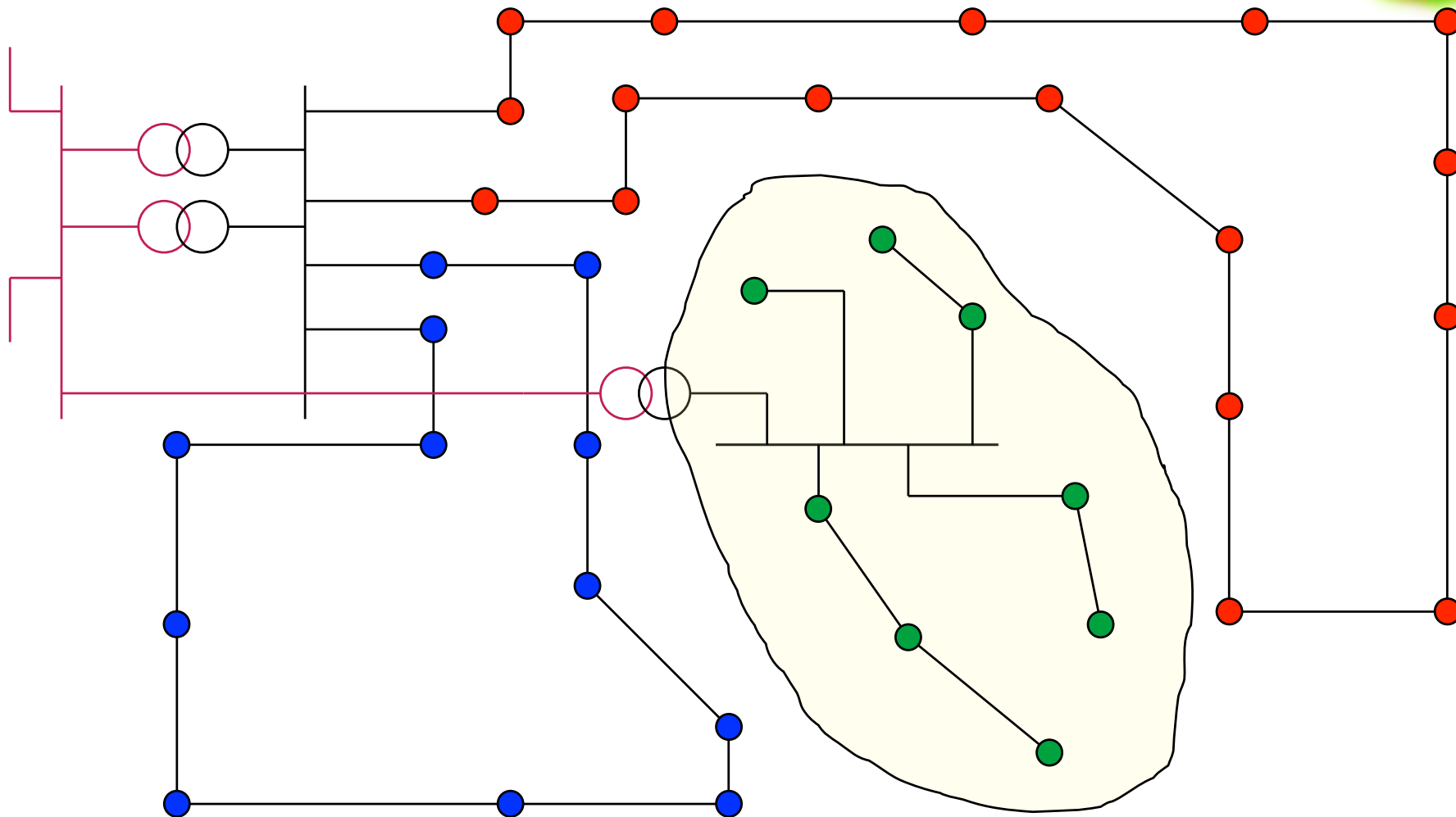
Windparkanbindung 20 kV (Zentrallösung)



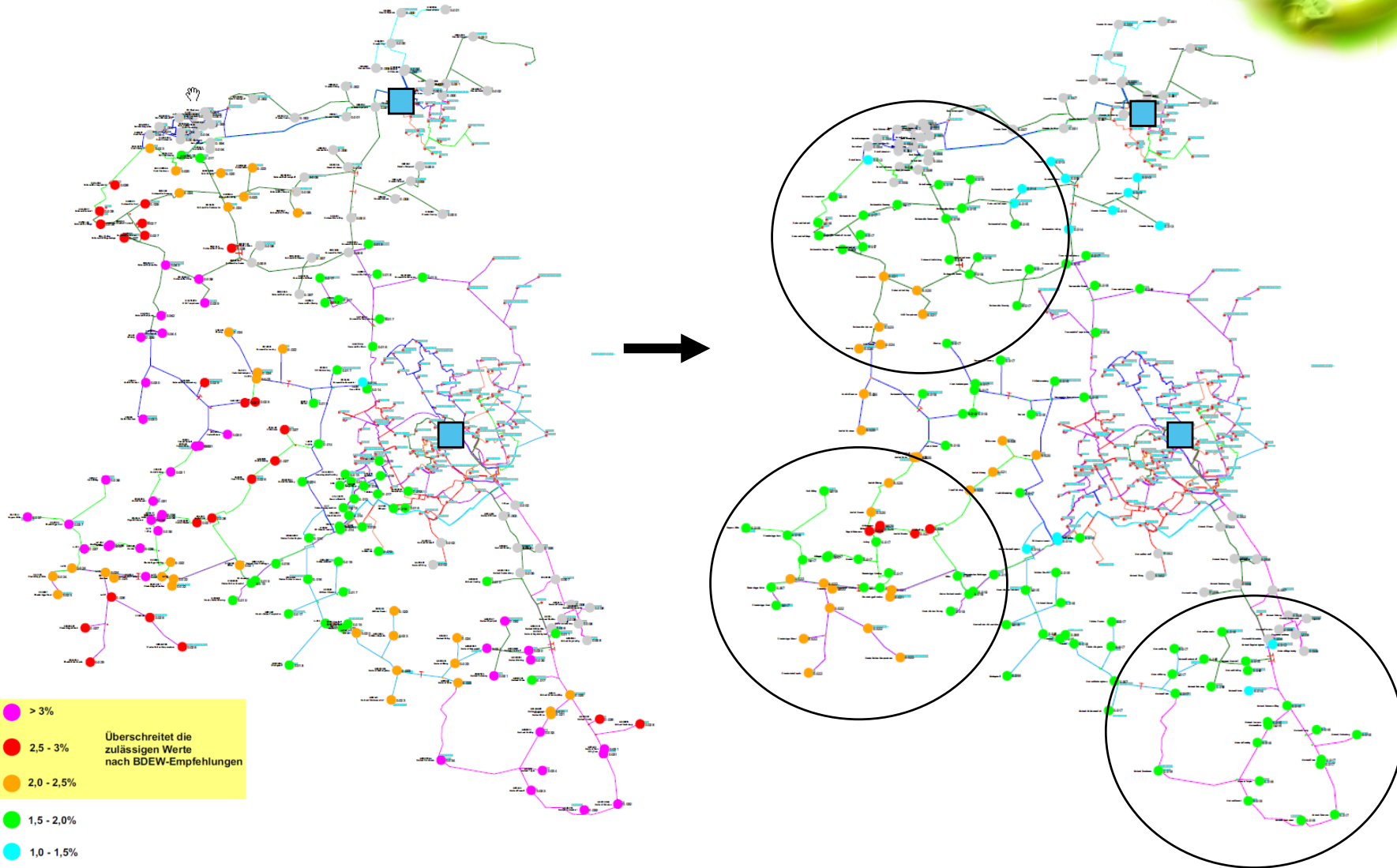
Windparkanbindung 110-kV-Lösung (Stufe 1)



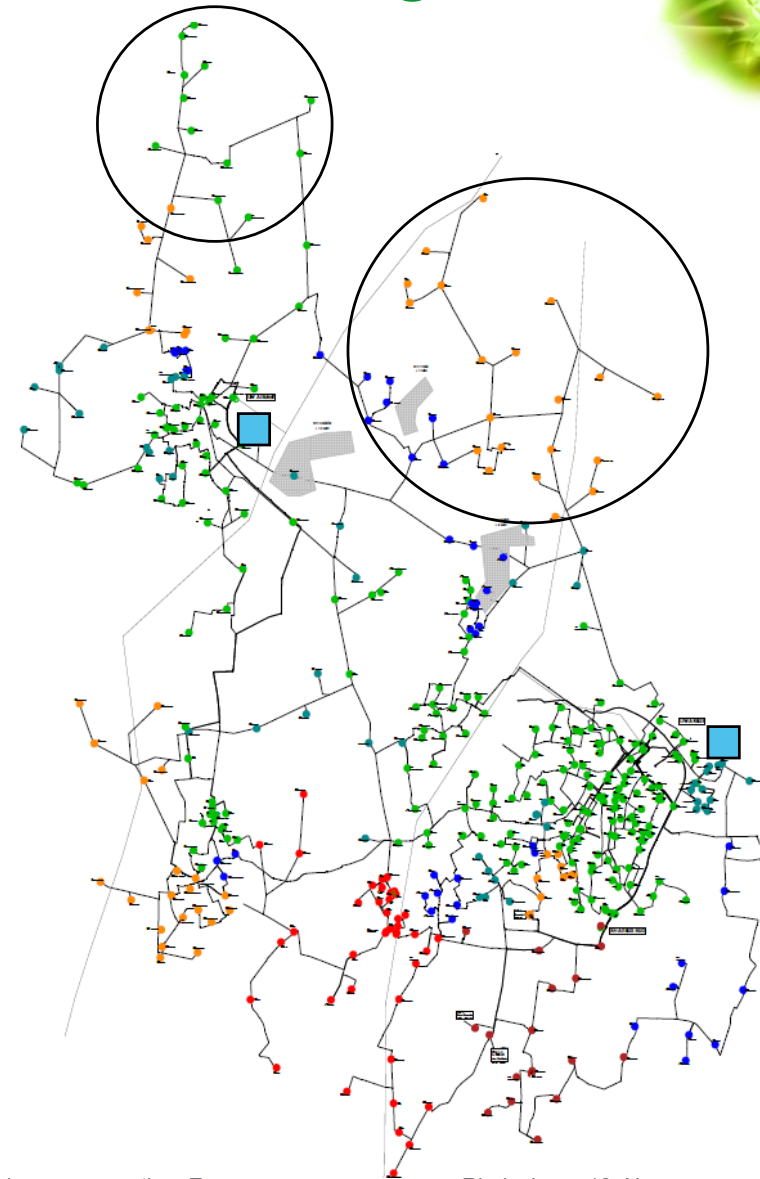
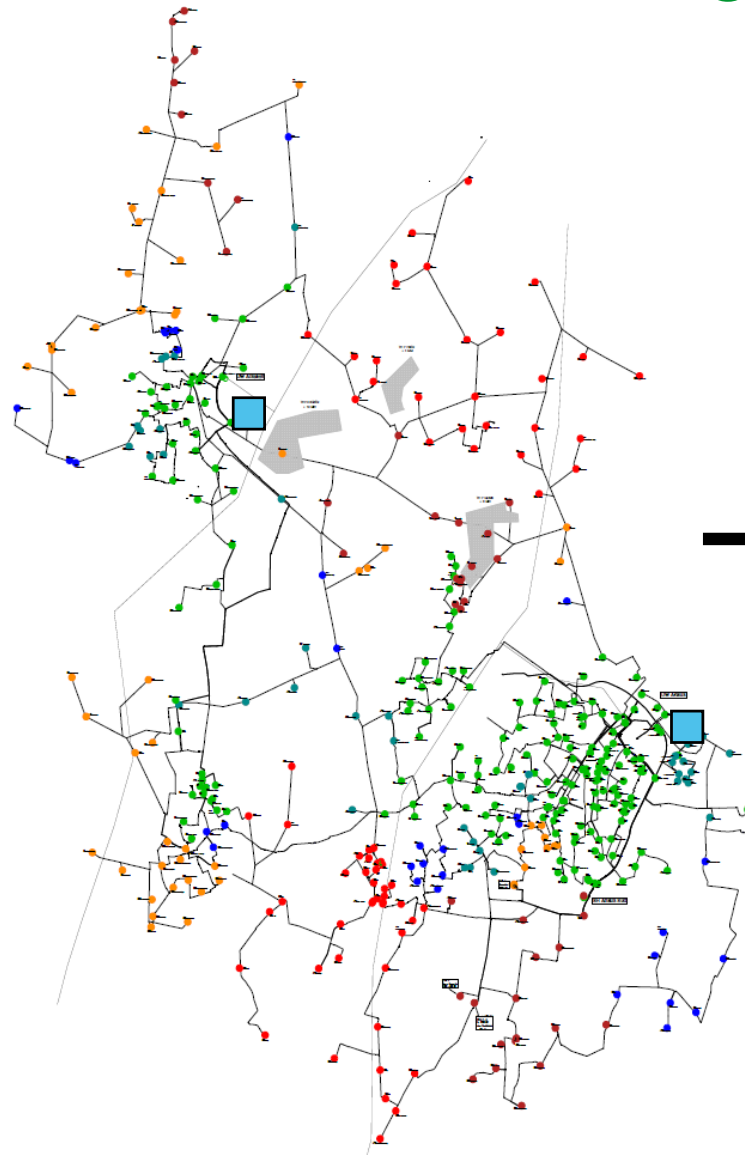
Windparkanbindung 110-kV-Lösung (Final)



Problem: Spannungsanhebung Lösung: Verkabelung

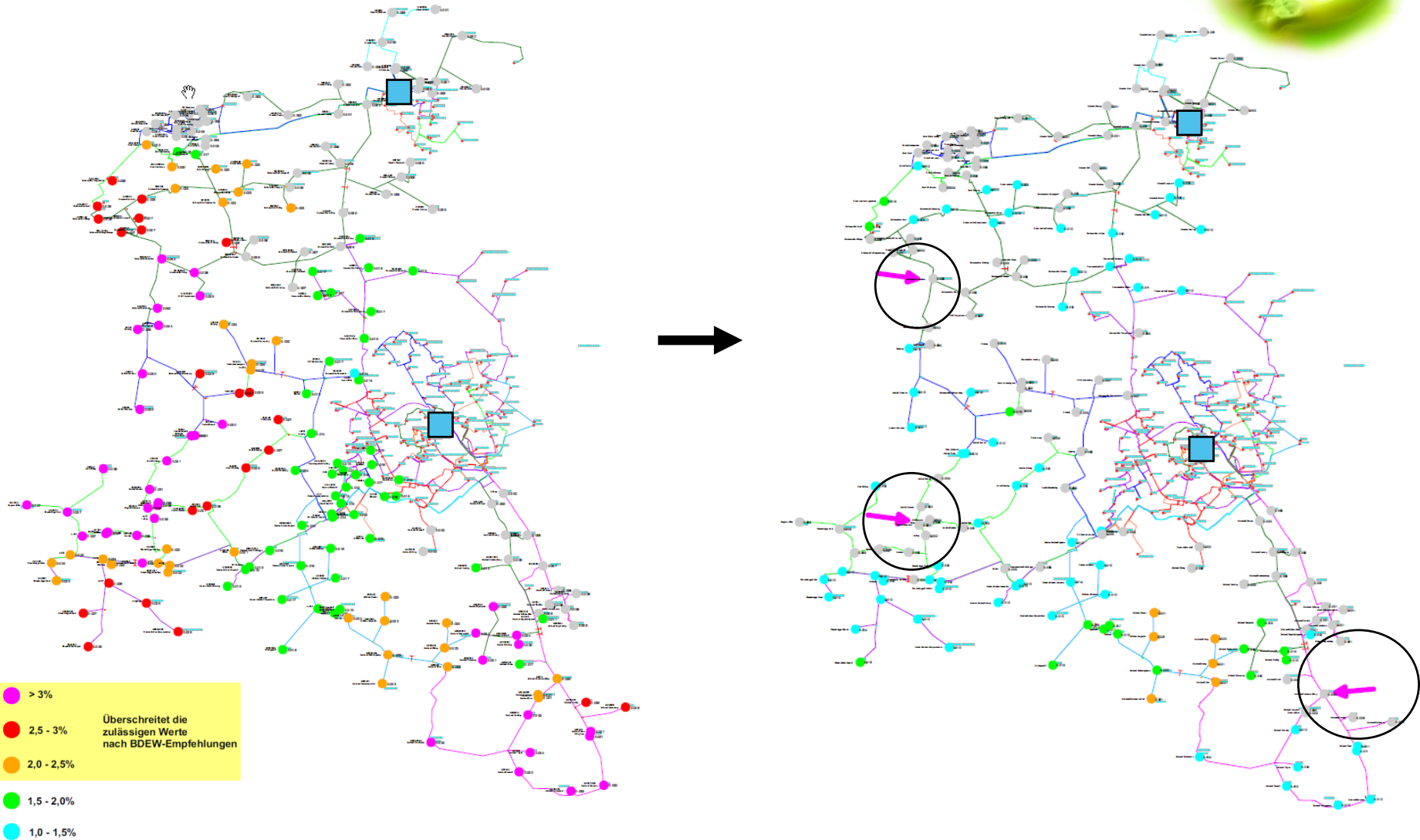


Problem: Spannungsanhebung Lösung: Verkabelung

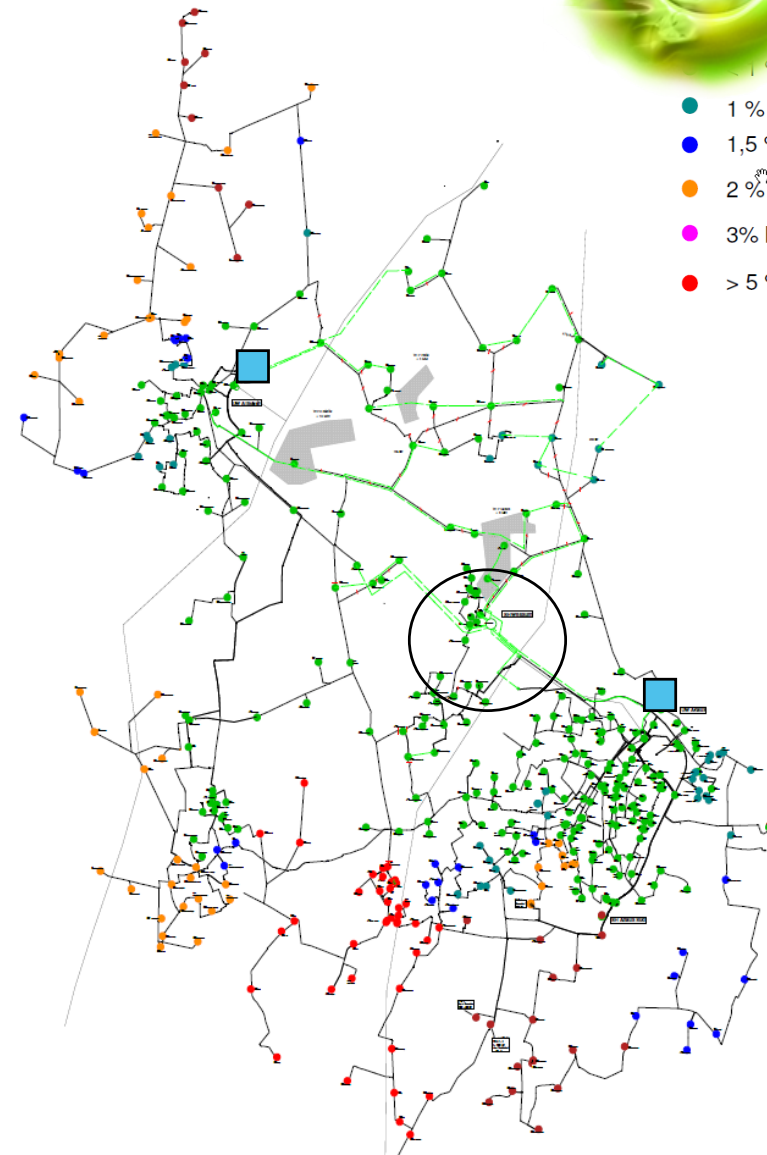
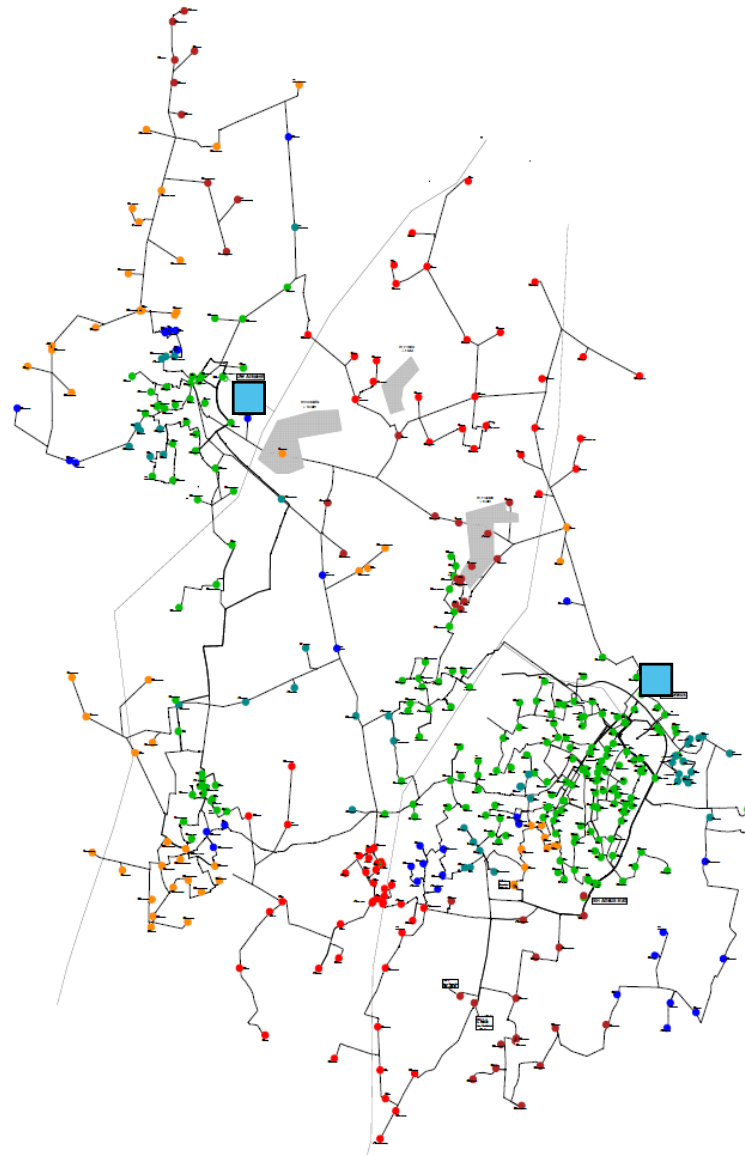


- 1 % bis 1,5 %
- 1,5 % bis 2 %
- 2 % bis 3 %
- 3% bis 5 %
- > 5 %

Problem: Spannungsanhebung Lösung: Umspannwerke

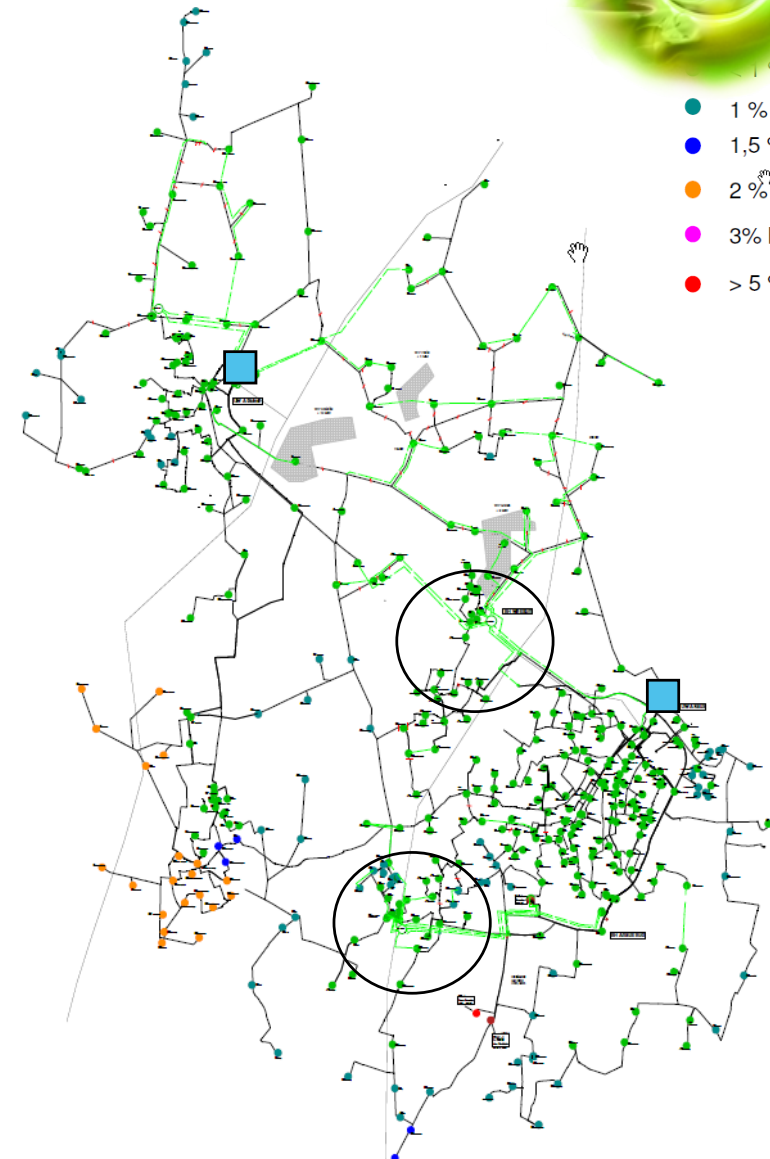
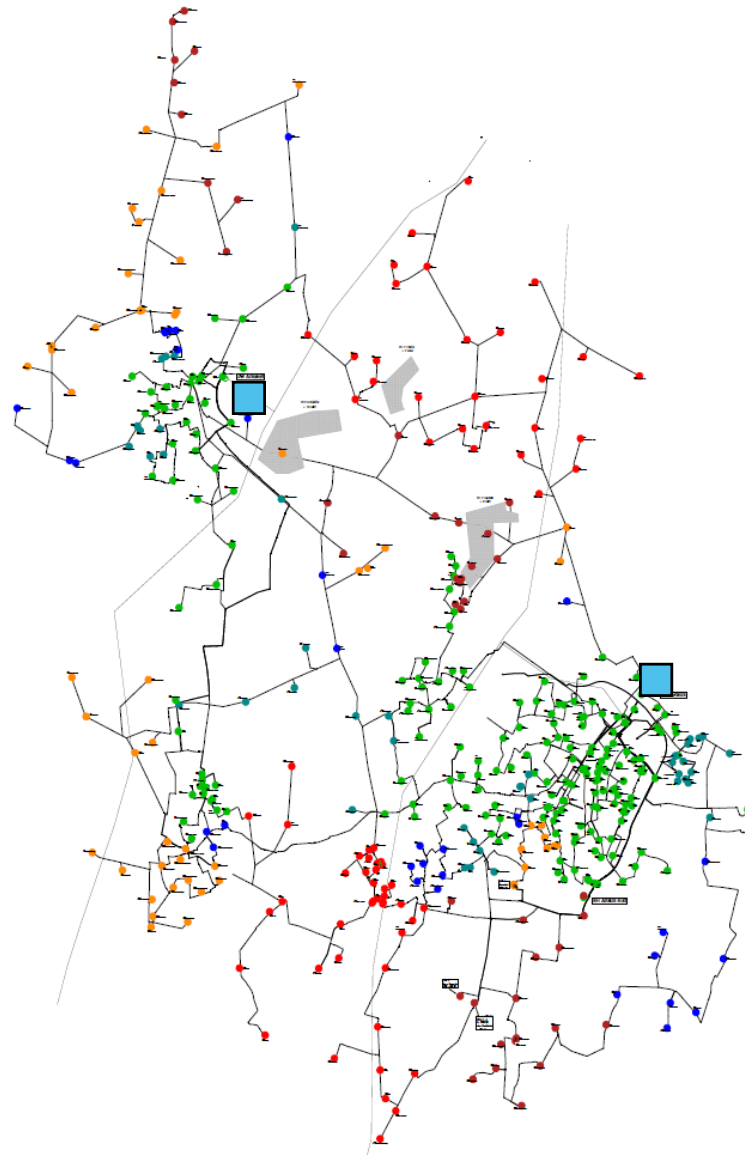


Problem: Spannungsanhebung Lösung: Schaltstationen



- < 1 %
- 1 % bis 1,5 %
- 1,5 % bis 2 %
- 2 % bis 3 %
- 3% bis 5 %
- > 5 %

Problem: Spannungsanhebung Lösung: Schaltstationen



- < 1 %
- 1 % bis 1,5 %
- 1,5 % bis 2 %
- 2 % bis 3 %
- 3% bis 5 %
- > 5 %

Übersicht



1. Randbedingungen

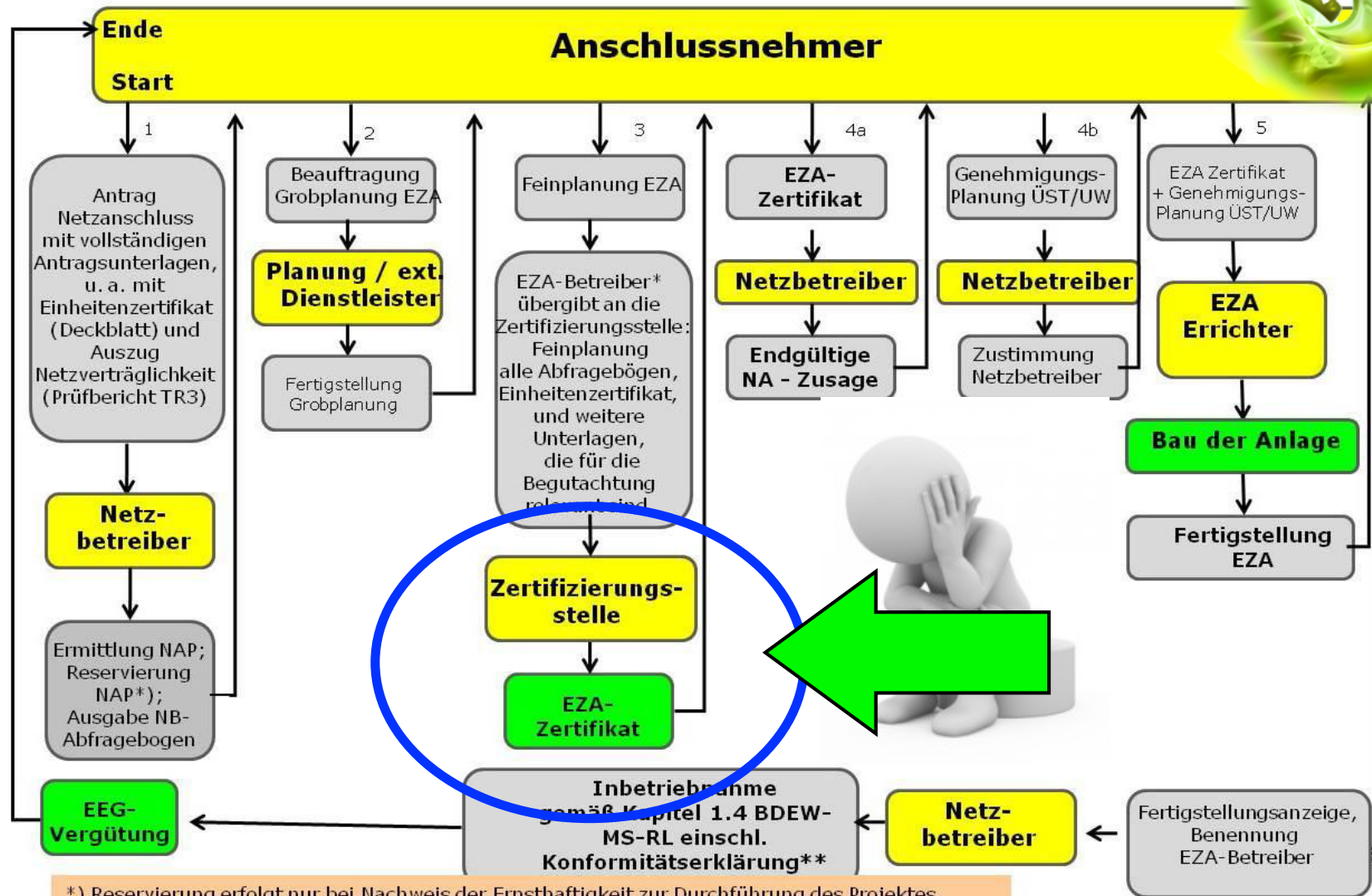
2. Projektierungsplan - Entwickler

3. Anschlussbetrag - Netzbetreiber

4. Zertifizierung



Anlagenzertifizierung



*) Reservierung erfolgt nur bei Nachweis der Ernsthaftigkeit zur Durchführung des Projektes.
 **) Konformitätserklärung siehe nächste Seite

Beispiel eines Anlagengutachtens



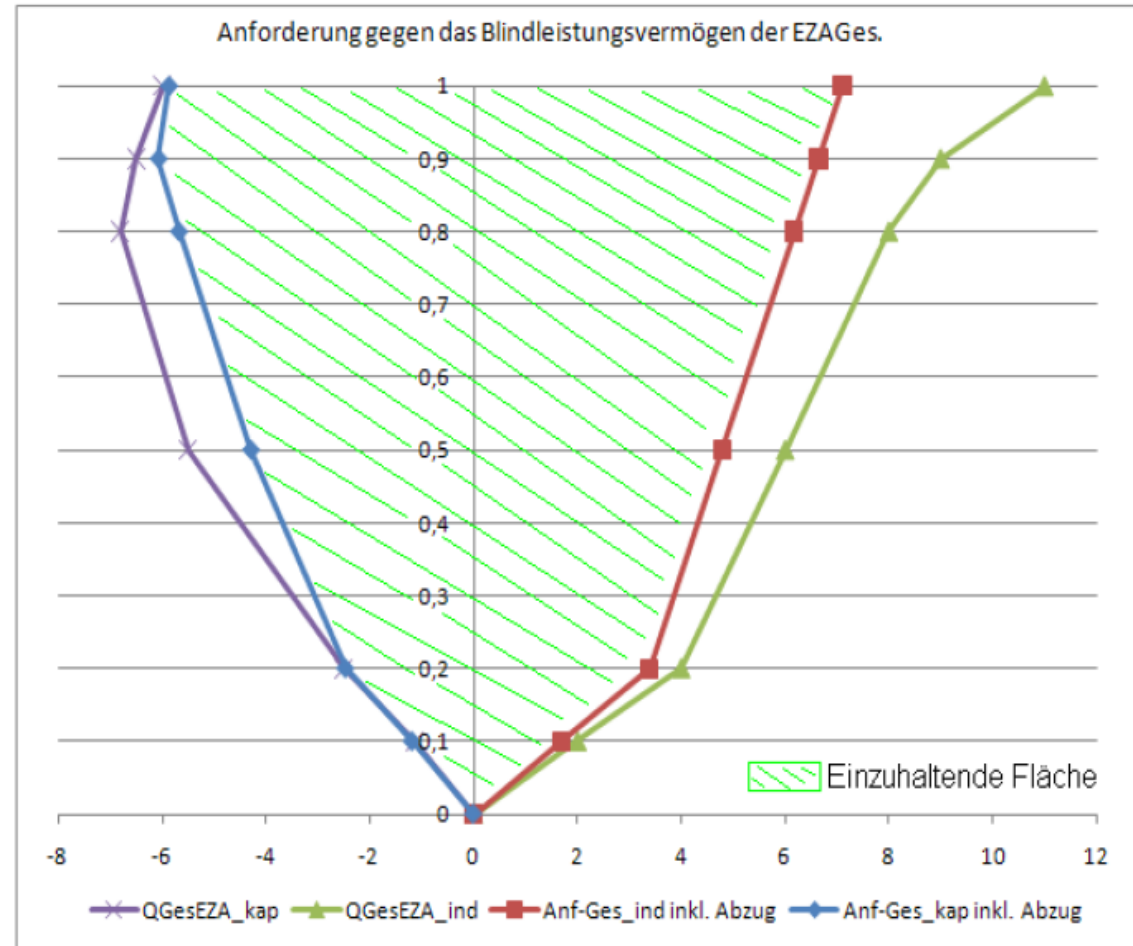
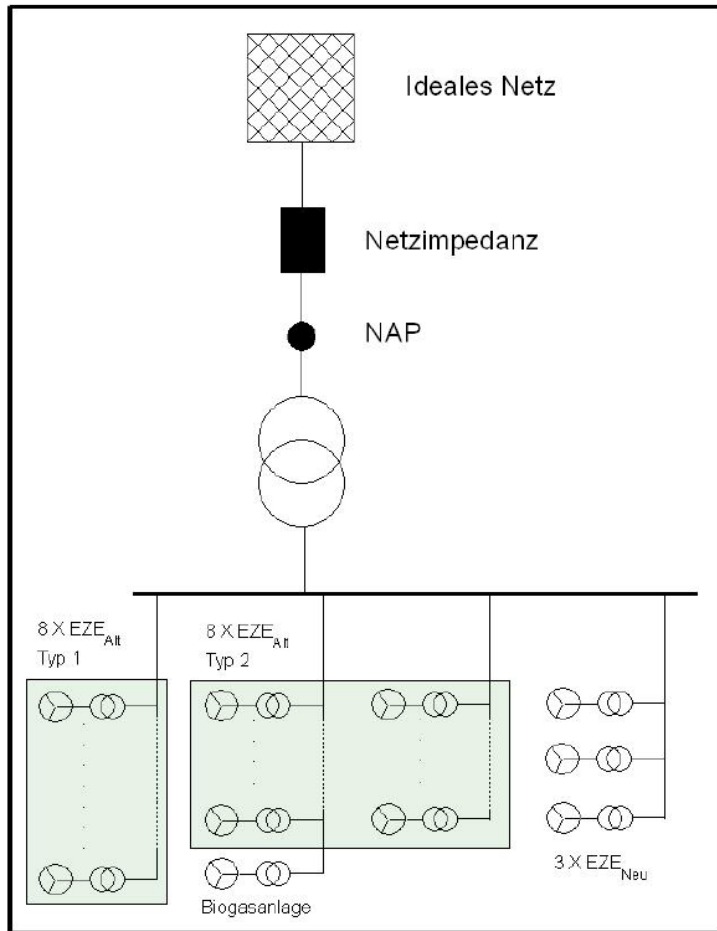
Inhaltsverzeichnis

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Einleitung und Verfahrensgrundsatz | 1 |
| 2 | Nachweisumfang | 2 |
| 2.1 | Allgemein | 2 |
| 3 | Beschreibung der Erzeugungsanlage | 4 |
| 3.1 | Allgemein | 4 |
| 3.2 | Erzeugungseinheiten | 4 |
| 3.3 | Ersatzschaltbild (Single-Line-Diagramm) | 4 |
| 3.4 | Verkabelung | 4 |
| 3.5 | Kompensationsanlage | 4 |
| 3.6 | Transformator | 4 |
| 3.6.1 | Hochspannungstransformator | 4 |
| 3.6.2 | Maschinentransformator | 4 |
| 3.7 | Anlagenmodell | 5 |
| 3.8 | Parksteuerung | 5 |
| 3.9 | Parkregelung | 5 |
| 3.10 | Schutzkonzept | 6 |
| 3.10.1 | Schutz am NVP | 6 |
| 3.10.2 | Schutz an der EZE | 6 |
| 4 | Einspeise-Wirkleistung | 7 |
| 4.1 | Allgemein | 7 |
| 4.2 | Verhalten in den Randbereichen | 7 |
| 4.3 | Nachweis der Spannungsanhebung am NVP | 8 |
| 5 | Netzurückwirkungen | 9 |
| 5.1 | Allgemein | 9 |
| 5.2 | Schnelle Spannungsänderung | 9 |
| 5.2.1 | Allgemein | 9 |
| 5.2.2 | Schnelle Spannungsänderungen - EZA | 9 |
| 5.2.3 | Schnelle Spannungsänderungen - EZE | 9 |
| 5.2.4 | Flickerwirksamkeit | 10 |
| 5.3 | Langzeitflicker | 10 |
| 5.4 | Oberschwingungen | 11 |
| 5.4.1 | Allgemein | 11 |
| 5.4.2 | Harmonische Oberschwingungsströme | 12 |
| 5.4.3 | Zwischenharmonische Oberschwingungsströme | 13 |
| 5.4.4 | Höherfrequente Oberschwingungsströme | 14 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6 | Verhalten der EZA am Netz | 16 |
| 6.1 | Verhalten der EZA im Fehlerfall | 16 |
| 6.1.1 | Dynamische Netzstützung | 16 |
| 6.1.2 | Beiträge der EZA zum Kurzschlussstrom | 16 |
| 6.1.3 | Plausibilitätsprüfung | 16 |
| 6.2 | Verhalten der EZA im Normalbetrieb | 19 |
| 6.2.1 | Strombelastbarkeit der Leitungen | 19 |
| 6.2.2 | Auslastung der Transformatoren | 20 |
| 6.2.3 | Leistungsbegrenzter Betrieb durch den Netzbetreiber | 20 |
| 6.2.4 | Leistungsbegrenzung bei Netzfrequenzüberhöhung | 21 |
| 6.2.5 | Blindleistungsbereich der EZA | 21 |
| 7 | Schaltbedingungen | 24 |
| 7.1 | Zusätzliche Bedingungen | 24 |
| 7.2 | Wiedereinschalten nach Spannungslosigkeit | 24 |
| 8 | Schutzkonzept der EZA | 25 |
| 8.1 | Aufbau | 25 |
| 8.2 | Entkopplungsschutz | 26 |
| 8.2.1 | Entkopplungsschutz der EZE | 26 |
| 8.3 | Kurzschlusschutz | 27 |
| 8.3.1 | Kurzschlusschutz am NVP | 27 |
| 8.3.2 | Kurzschlusschutz der EZE | 28 |
| 9 | Literatur | 29 |
| 10 | Nachweise | 30 |

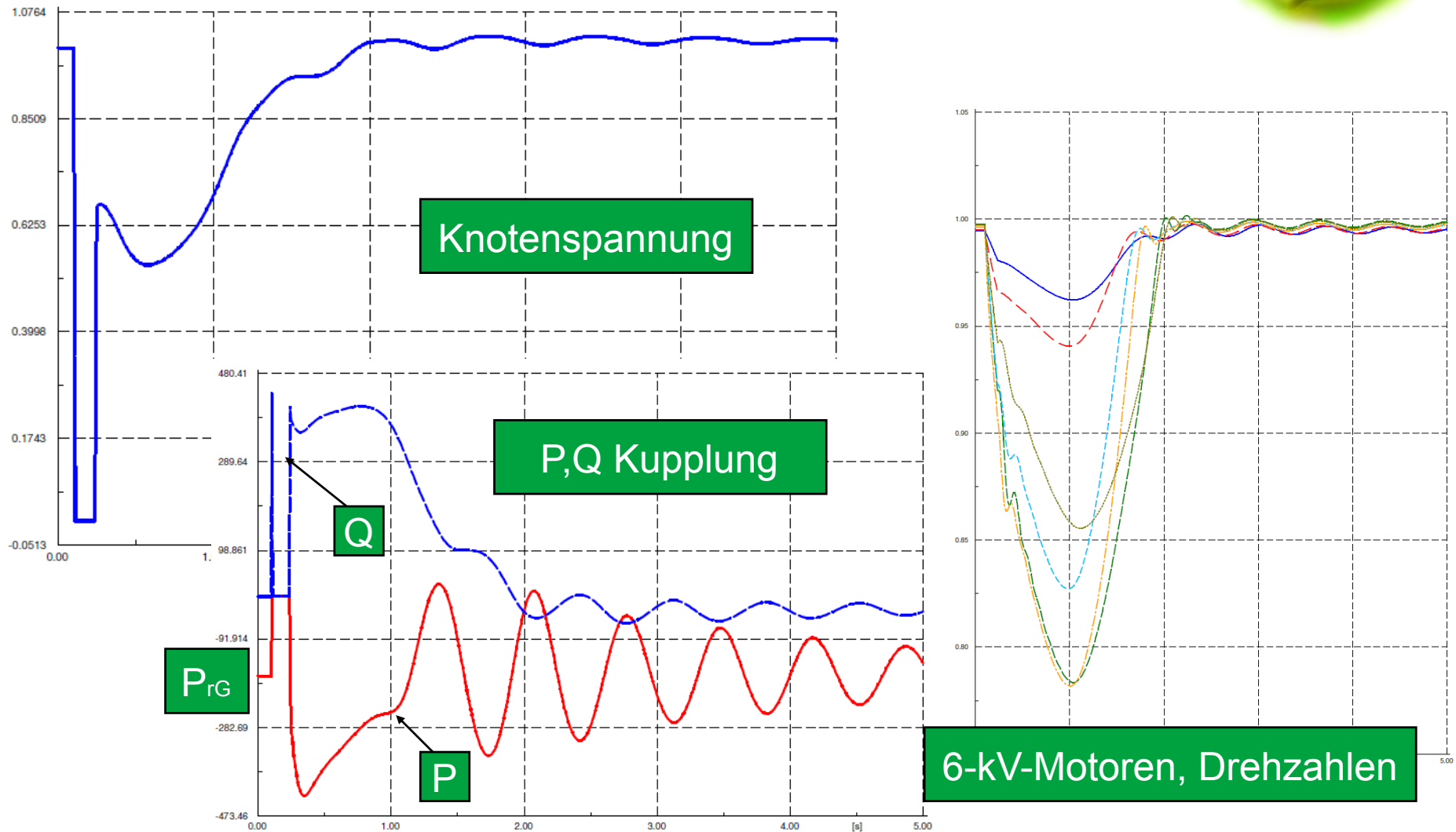
Blindleistungsbereitstellung

Beispiel aus FGW TR8

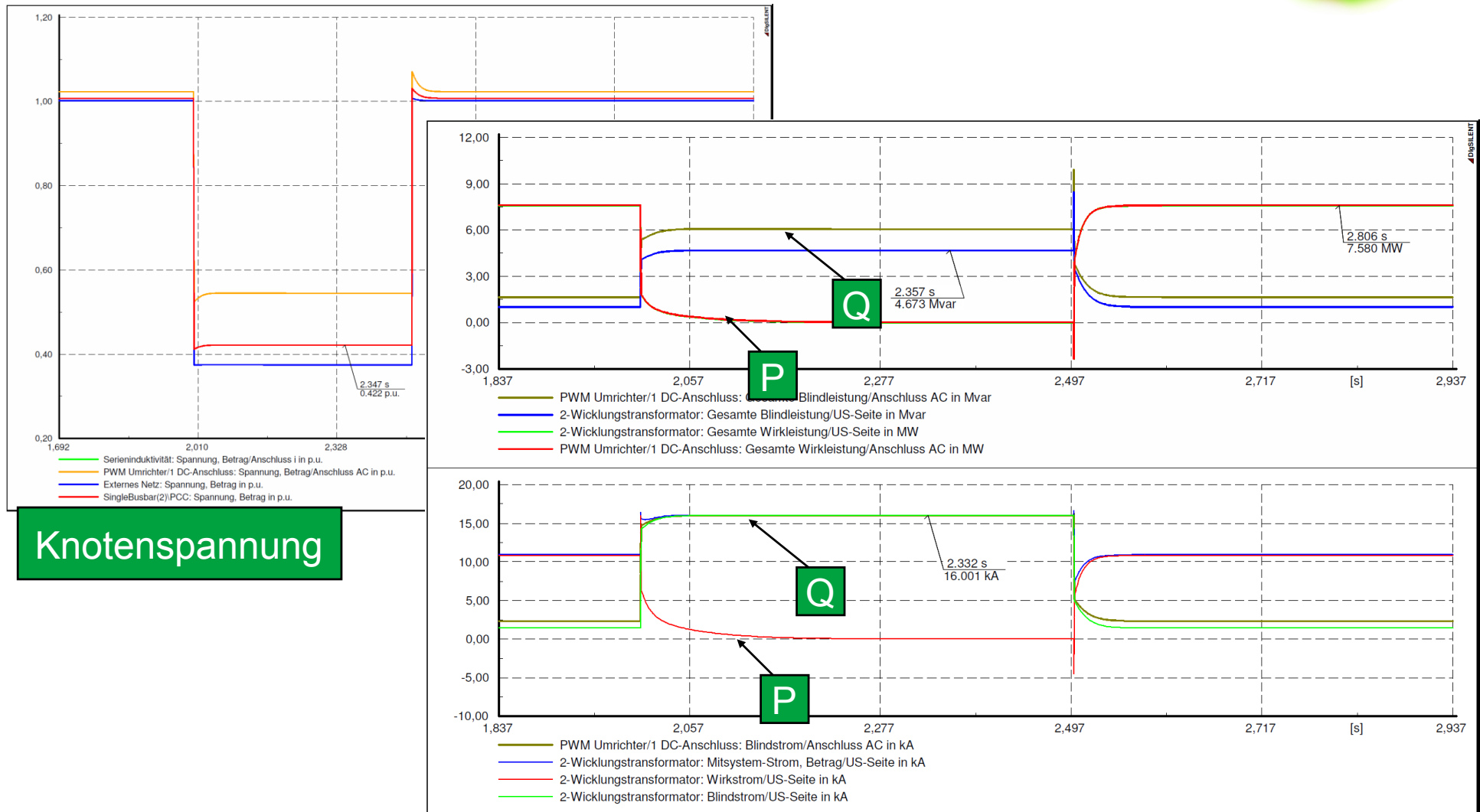


Quelle: FGW TR8 V5

Kraftwerkseigenschaften Fehlersituation im klassischen Netz



Kraftwerkseigenschaften Fehlersituation am NVP eines Windparks



Übersicht



1. Randbedingungen

2. Projektierungsplanung - Entwickler

3. Anschlussbetrachtungen - Netzbetreiber

4. Zertifizierung

Ausblick



- Festlegen von Ausbauszenarien
- Entwickeln einer langfristigen Ausbaustrategie
- Klare Unterstützung durch den Gesetzgeber
- Berücksichtigung der Niederspannung
- Beachtung neuer Probleme (Q-Aufteilung)
- Anpassung der Anschlussrichtlinien
- Enge Zusammenarbeit der Partner

Zielgerichteter kostengünstiger Netzausbau
zur Umsetzung der Aufgaben der Energiewende




Unsere Kunden




● Industrie

- Raffinerien
-  ● Chemiewerke
-  ● Pharmawerke
- Düngemittelfabriken
-  ● Automobilwerke
-  ● Stahlwerke
- Halbleiterfabriken
-  ● Papierfabriken

● Regenerative

-  ● Wind Off-/Onshore
-  ● Photovoltaik
-  ● Biogas

● Öffentliche Versorger

- Lokale Versorger
-  ● Regionale Versorger
- Energieübertragung

● Sonstige

-  ● Kraftwerke
-  ● Kläranlagen
-  ● Flughäfen
-  ● Krankenhäuser
-  ● Universitäten
-  ● Data Centers

Wir sind ...

...Ihr erfahrener Partner für
Analyse und Planung von
elektrischen Energiesystemen

Netzplanung – Ihr Partner



| | |
|----------------------------------|--------|
| Dr.-Ing. Thomas Weber | - 1237 |
| Dipl.-Ing. Thomas Müller | - 1385 |
| Dr.-Ing. Armin Sorg | - 1239 |
| Dipl.-Ing. Dietmar Hohenstein | - 1357 |
| Dipl.-Ing. Johannes Schäfer | - 1263 |
| Dipl.-Ing. Christoph Altmeyer | - 1358 |
| Dipl.-Ing. Guy-Valdes Kengne | - 1236 |
| Dipl.-Ing. Nicole Dzieia | - 1233 |
| Dipl.-Ing. Christian Schäfer | - 1238 |
| Dipl.-Ing. Daniel Backes | - 1245 |
| Dipl.-Ing. M.Sc. Nancy Kharrouby | - 1400 |
| Dipl.-Ing. Wei Yan | - 1234 |

Tel.: +49 69 6632 – Durchwahl

FAX: +49 69 6632 - 2359

Email: vorname.nachname@schneider-electric.com

Make the most of your energy



Schneider
Electric