



GRID OPTIMIZER

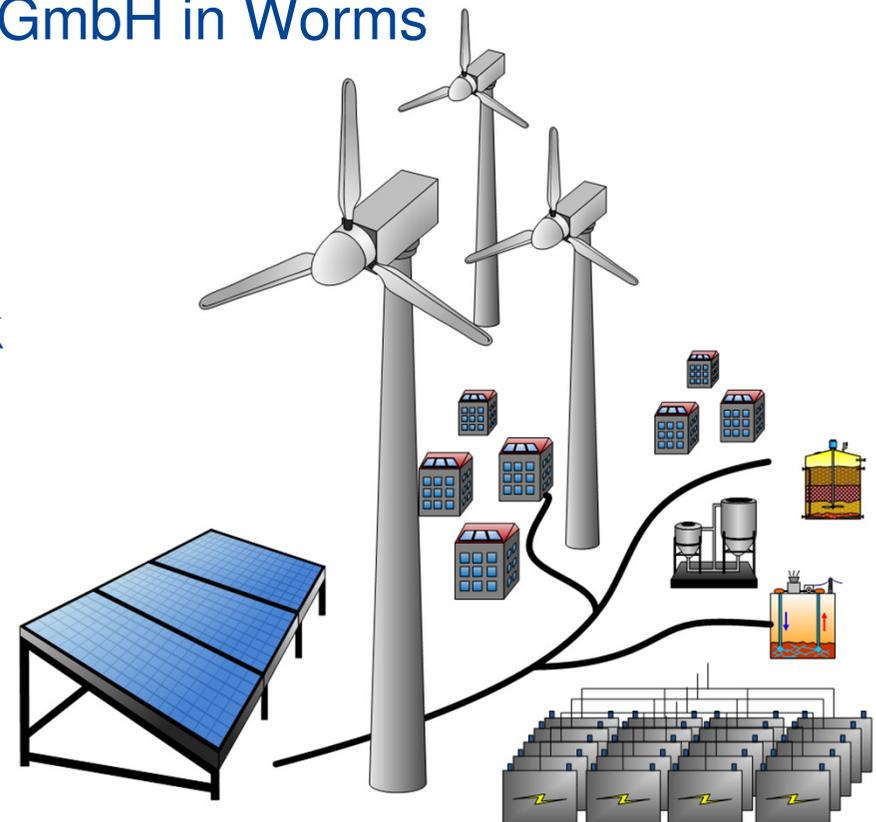
Werkzeug zur rückwirkungsarmen Netzeinbindung von dezentralen Erzeugungsanlagen und für optimierten Netzbetrieb

D. F. Mengapche, B. Betz, E. Tröster, R. Schnell

www.automationX.com

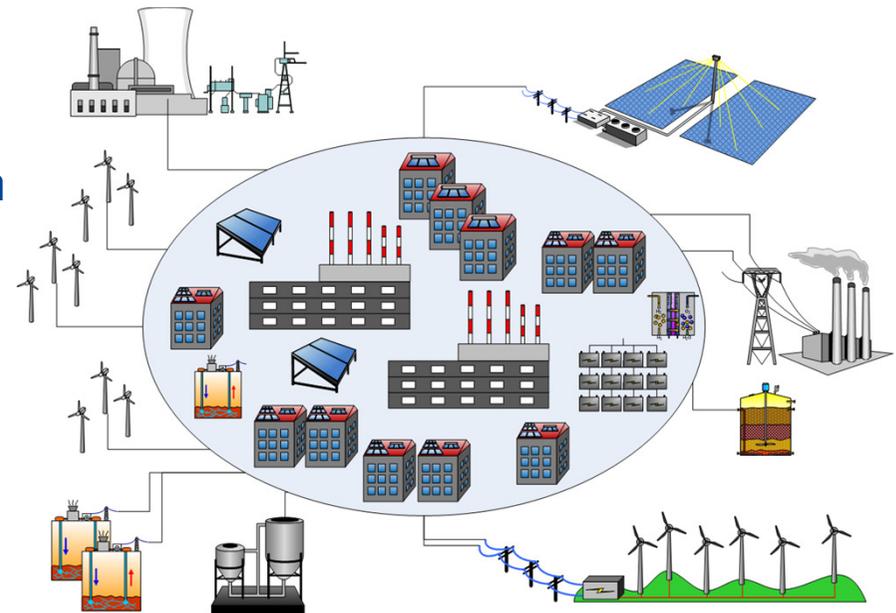
Übersicht

- ▶ Neue Herausforderungen in Netzen
- ▶ Neue Aufgabenstellungen in Netzen
- ▶ Projekt „Grid Optimizer“
- ▶ Projektstudie bei der EWR Netz GmbH in Worms
- ▶ aX Grid Optimizer
 - ▶ Werkzeug: Netzanschlussassistent
 - ▶ Werkzeug: Netzführungsassistent
- ▶ Zusammenfassung und Ausblick



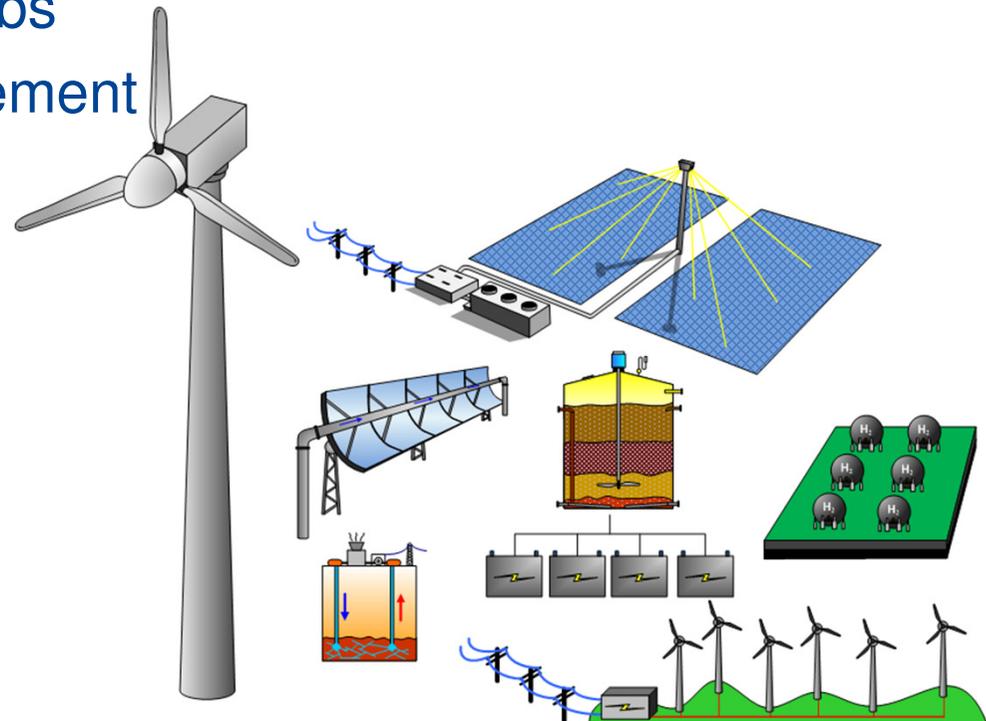
Neue Herausforderungen in Netzen

- ▶ Anschluss von Erneuerbare-Energien-Anlagen (EE-Anlagen) am Netz
- ▶ Wechselnde Lastflüsse / Richtungen
- ▶ Leistungsfluktuationen aus EE-Anlagen
- ▶ Mögliche Stabilitätsprobleme
 - ▶ Spannungsstabilität
 - ▶ thermische Stabilität
 - ▶ Energieausgleich
- ▶ Kommunikation und Umgang mit der Datenmasse
- ▶ Optimale Betriebsführung vom Netz und Netzkomponenten je nach gesetztes Ziel
 - ▶ Kostenminimaler Betrieb
 - ▶ Vermeiden unnötiger Netzverluste
 - ▶
- ▶ Schulung / Training / Unterstützung vom Bedienpersonal der Leitstelle



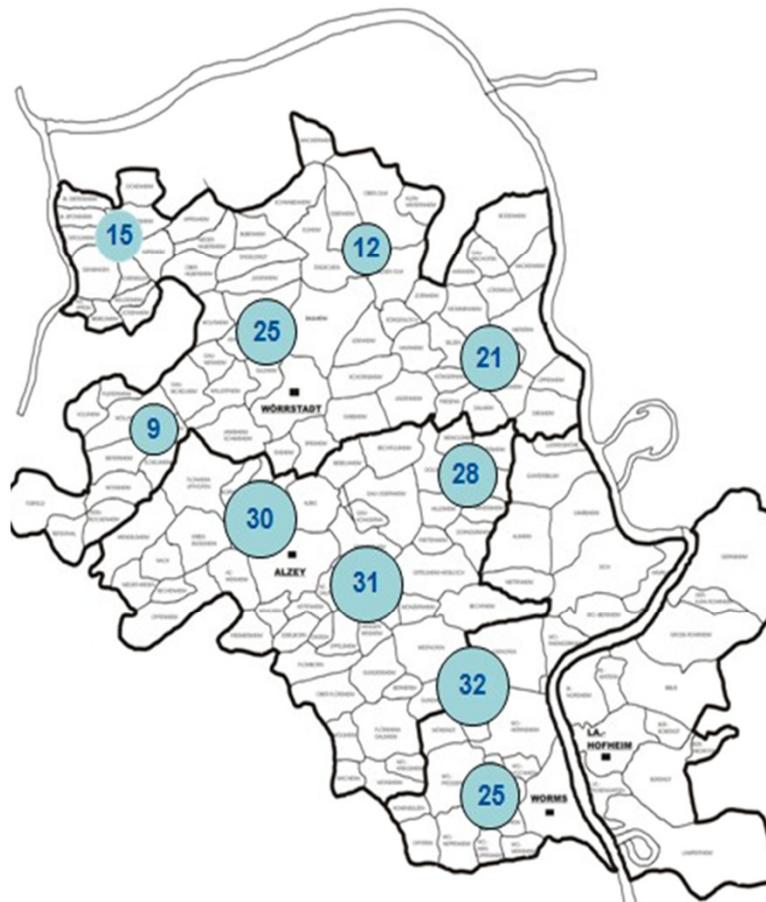
Neue Aufgabenstellungen in Netzen

- ▶ Anschluss von EE-Anlagen
 - ▶ Dabei: Ermittlung des günstigsten Anschlusspunktes
 - ▶ Möglichst rückwirkungsarme Einspeisungen
- ▶ Überwachung der Netzqualität
- ▶ Optimierung des Netzbetriebs
- ▶ Einspeise- und Lastmanagement
- ▶ Prognosen + Vorhersagen
- ▶ Grids
 - ▶ Super Grids
 - ▶ Smart Grids
 - ▶ Mini Grids
 - ▶

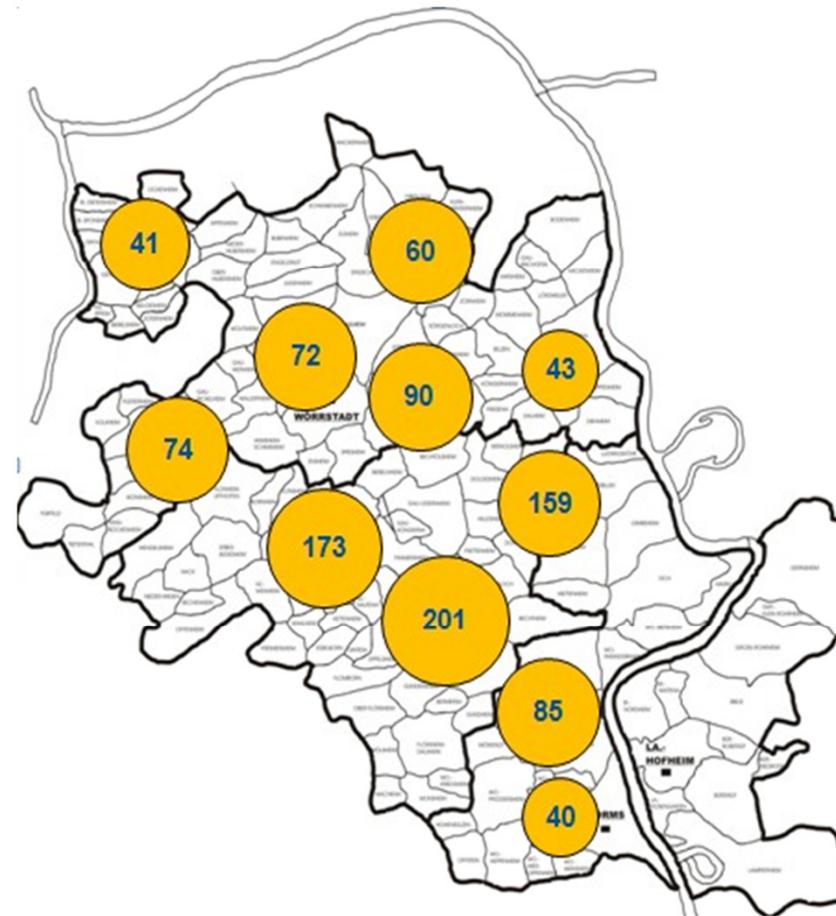


EE-Leistung in Rheinhessen

Verteilung EEG-Leistung in Rheinhessen



Stand 2010

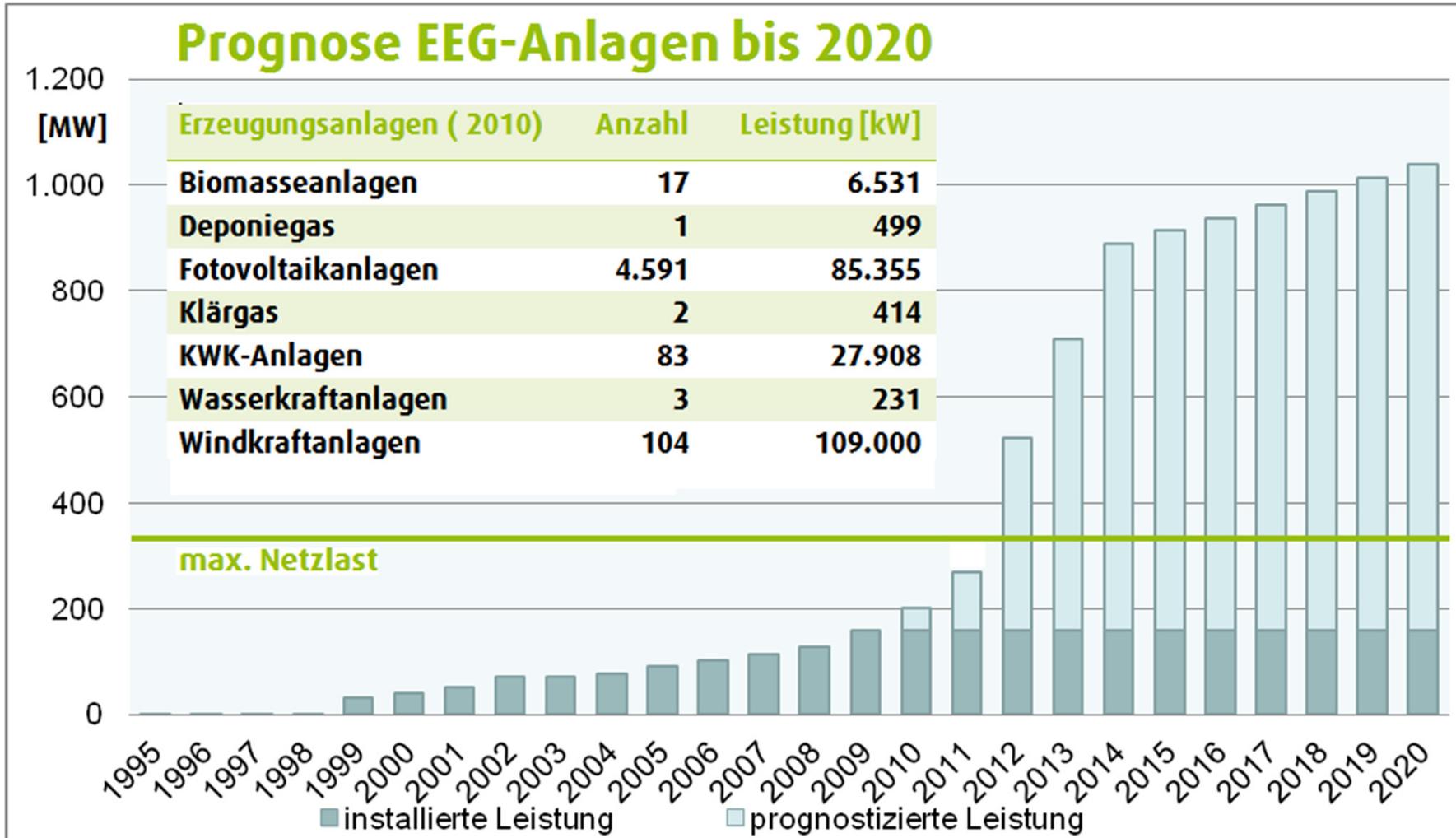


[MW]

Prognose 2020

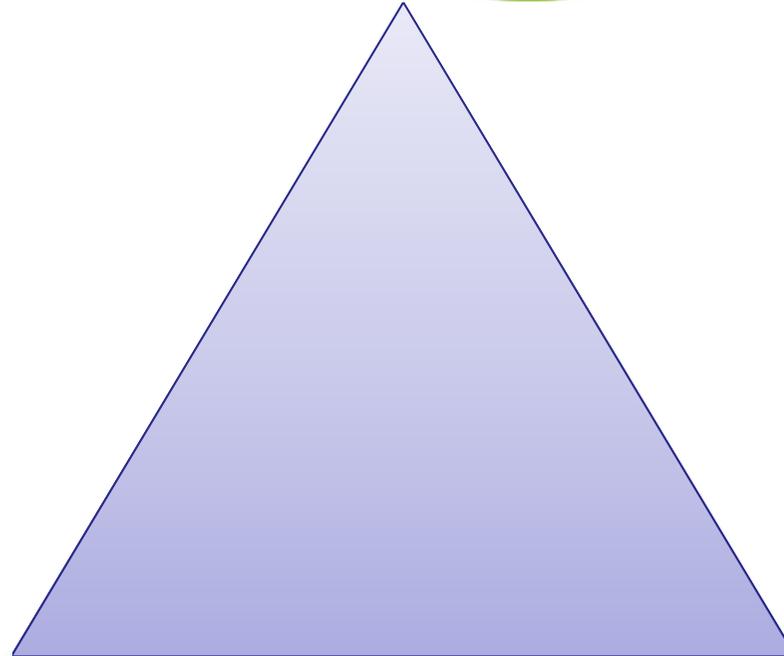
Quelle: EWR Netz GmbH

EWR-Prognose von EE-Anlagen bis 2020



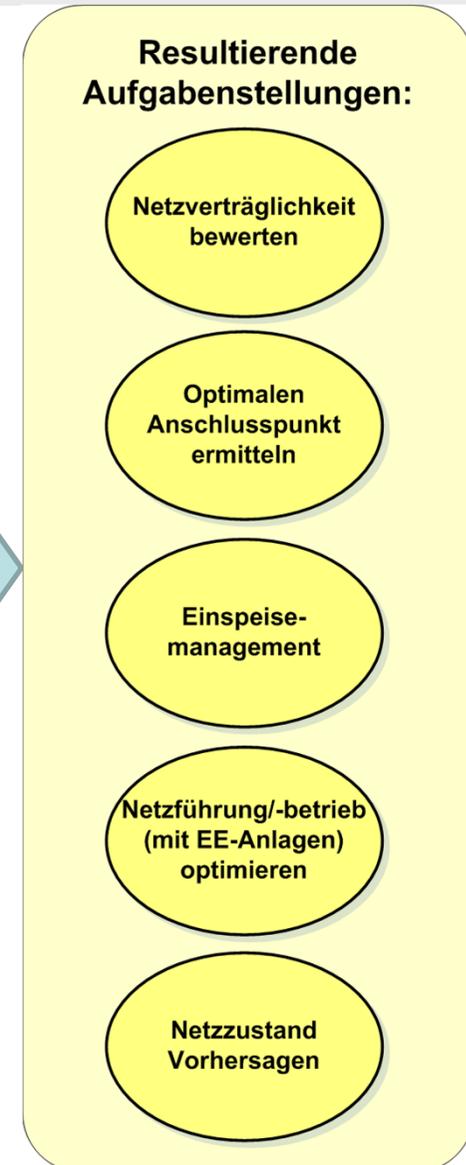
Quelle: EWR Netz GmbH

Projekt „Grid Optimizer“



Projektstudie: Ablauf

- ▶ Ermittlung Status Quo und Zukunftsszenario
- ▶ Erstellung eines Netzmodells
- ▶ Modellierung von EE-Anlagen
- ▶ Ermitteln des optimalen Anschlusspunktes
- ▶ Simulationen zur Netzverträglichkeit
- ▶ Einbindung der Dialoge in den Workflow der Netzführung
- ▶ Optimieren des Netzbetriebs mit EE-Anlagen
- ▶ Einspeisemanagement
- ▶ Prognose / Vorhersage des Netzzustands



Projektstudie: Beispielergebnis (1/2)

- ▶ Spezieller Abgang im EWR-Netz mit geplantem Anschluss am Ende von mehreren MW Einspeiseleistung durch WKA
- ▶ Definition und Untersuchung verschiedener Netzbetriebsweisen bezüglich der Kriterien:
 - ▶ Spannungshaltung
 - ▶ Netzverluste
 - ▶ Anzahl der Schalthandlungen des HS-Trafos in der Umspannanlage
- ▶ Netzbetriebsweisen:
 - ▶ Status Quo: EE-Anlagen haben einen festen $\cos\phi = 1$, Spannungsregelung erfolgt an MS-Seite des HS-Trafos
 - ▶ Fernregelung des Trafos: Spannungsregelung am Netzanschlusspunkt der EE-Anlage, wo die höchste Spannung zu erwarten ist
 - ▶ Blindleistungsbereitstellung durch EE-Anlagen: Spannungsregelung am Netzanschlusspunkt der EE-Anlagen durch Blindleistungsbezug (untererregter Betrieb)

Projektstudie: Beispielergebnis (2/2)

	Status Quo	Trafofernregelung	Regelung durch EE-Anlagen
Spreizung der Trafostufungen	6 – 8	6 – 11	9 – 10
Anzahl jährliche Schalthandlungen des HS-Trafos	938	5377	466
Verluste	2.117 MWh/a	1.877 MWh/a	1.924 MWh/a

Quelle: Studie Projekt „Grid Optimizer“

► Fazit:

- Vorzug der „Trafofernregelung“ beim Einsatz moderner HS-Trafos mit wartungsarmen Stufenstellern
- Vorzug der „Regelung durch EE-Anlagen“ bei älteren Trafos

Projektstudie: Ergebnisse

- ▶ Erstellung einer Berechnungscheckliste und eines Kriterienkataloges
- ▶ Aufstellen von wichtigen Rahmenbedingungen aus Richtlinien und Gesetzen, die beachtet werden müssen:
 - ▶ Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)
 - ▶ BDEW: „Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“
 - ▶ BDEW: „Technische Anschlussbedingungen Mittelspannung“
- ▶ Entwicklung von Formeln für die Berechnungen
- ▶ Entwurf von Ansätzen für die Implementierung der Algorithmen
- ▶ Ergebnisse aus Simulationen am Beispiel eines Windparks im EWR-Netzgebiet

aX Grid Optimizer

Resultierende Aufgabenstellungen:

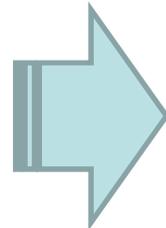
Netzverträglichkeit
bewerten

Optimalen
Anschlusspunkt
ermitteln

Einspeise-
management

Netzführung/-betrieb
(mit EE-Anlagen)
optimieren

Netzzustand
Vorhersagen



I. Netzanschlussassistent

II. Netzführungsassistent

Gefördert durch:



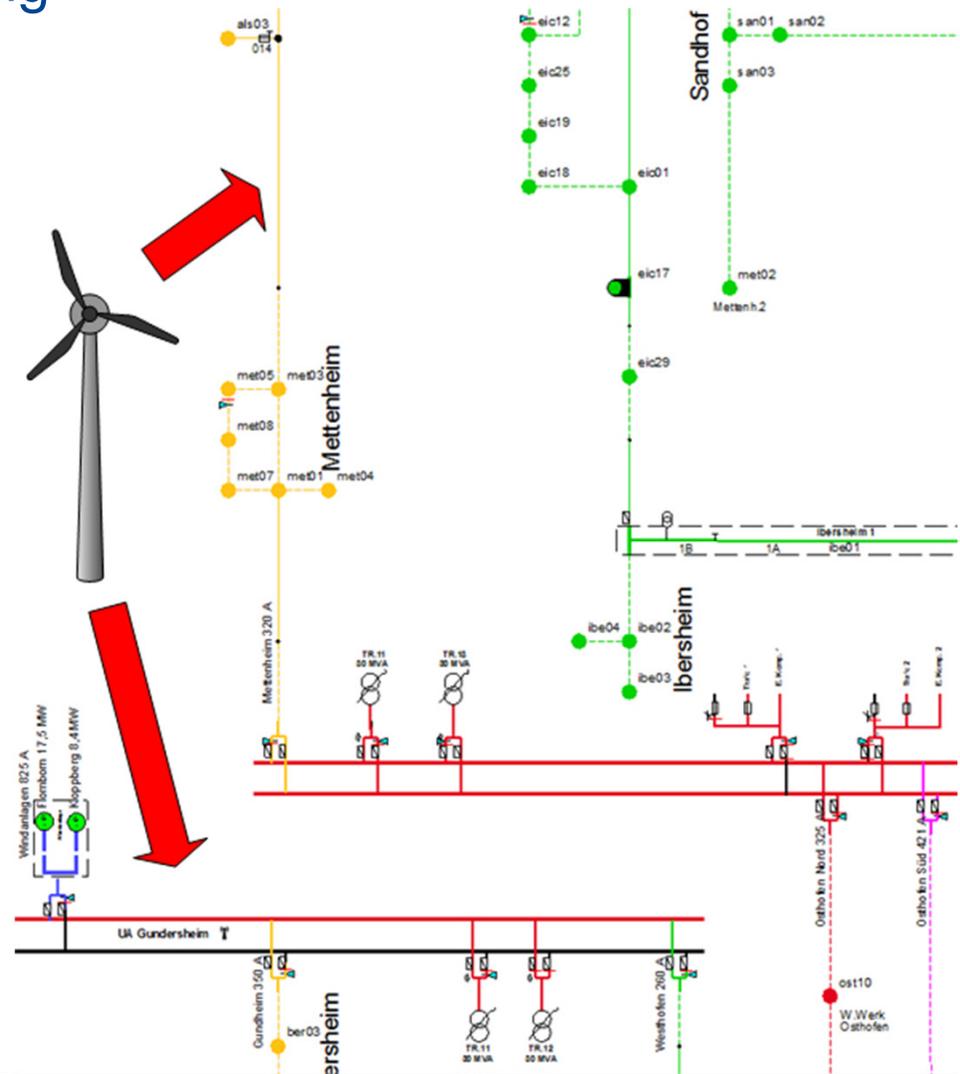
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

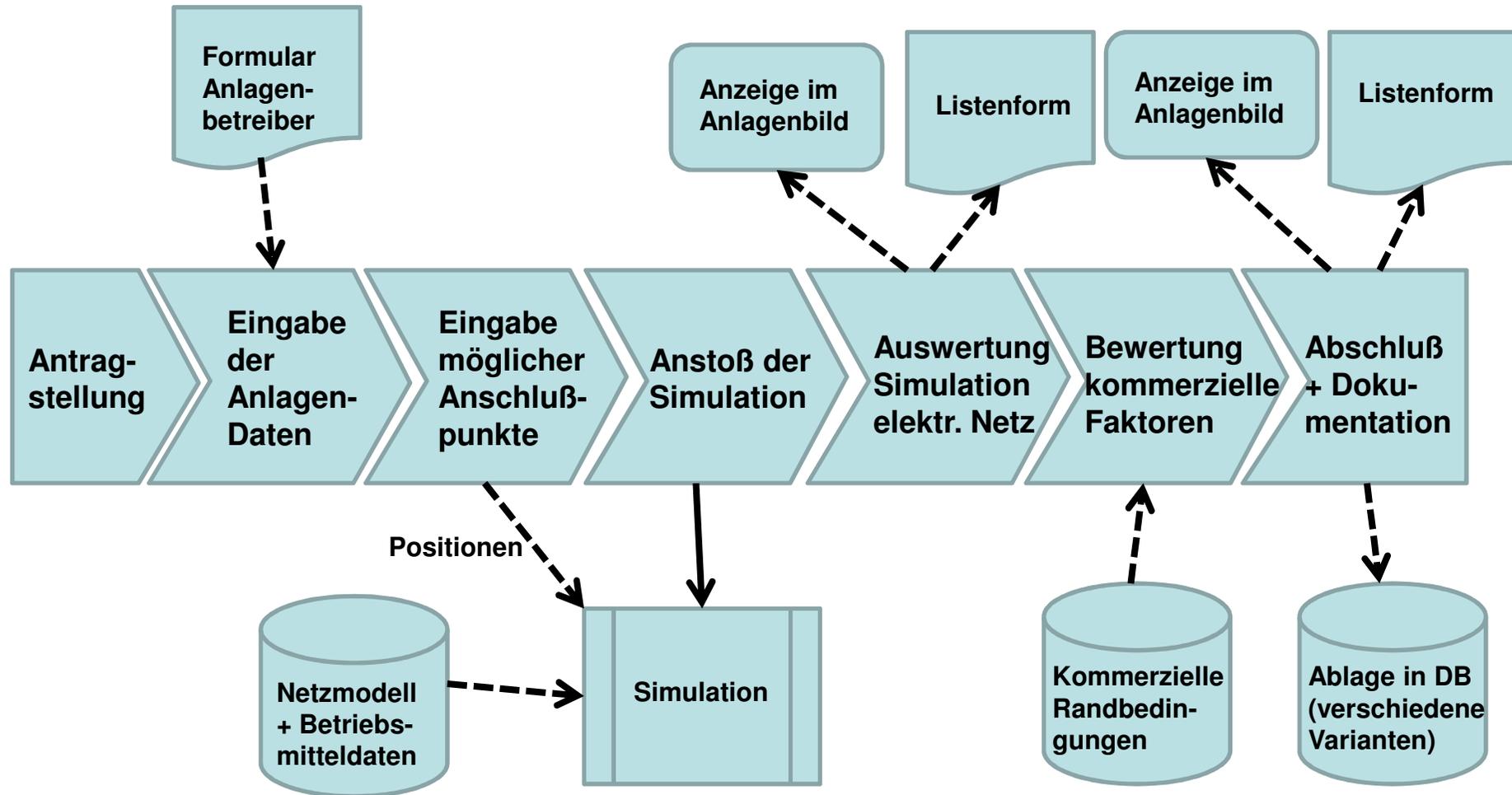


aX Grid Optimizer: Opt. Anschlusspunkt von EE-Anlagen

- ▶ Anschluss- und Abnahmezwang
- ▶ Pflicht-Abnahme des EEG-Stroms
- ▶ Modellierung von EE-Anlagen
 - ▶ Windenergieanlagen (verschiedene Typen)
 - ▶ Photovoltaikanlagen
 - ▶ Blockheizkraftwerk
- ▶ Ermittlung des optionalen Anschlusspunktes
 - ▶ Berücksichtigung der
 - ▶ rechtlichen
 - ▶ betriebswirtschaftlichen
 - ▶ und technischen Randbedingungen

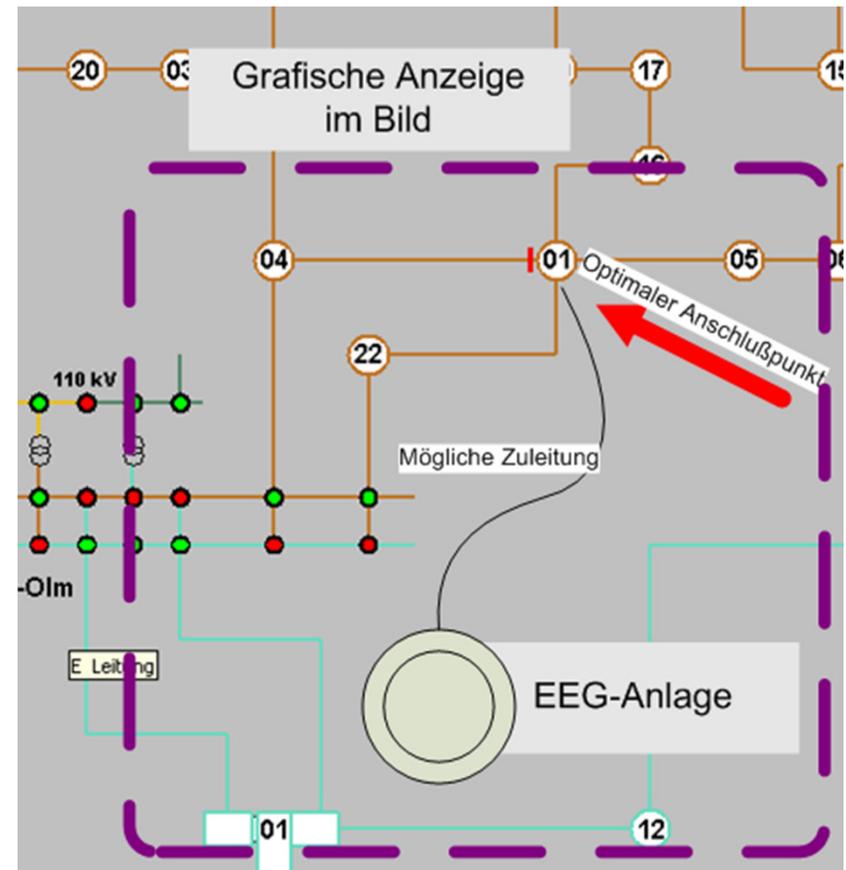


Workflow „Optimaler Anschlusspunkt“



aX Grid Optimizer: Netzanschlussassistent

- ▶ Berechnungen und Bewertungen
 - ▶ für neue Einspeisungen
 - ▶ für bestehende Einspeisungen im jetzt aktuellen Netz
 - ▶ bei Repowering
- ▶ Berechnung mehrerer Varianten
- ▶ Umfassende Dokumentation nach Berechnung und Bewertung erstellt ⇔ Gutachten
- ▶ Nachweisbarkeit der Entscheidungen
- ▶ Externe Studien nur bedingt erforderlich



aX Grid Optimizer: Netzanschlussassistent

Workman

Datei Ansicht Neu Filter Extras Hilfe

Bearbeiten

Auswahl

- Neu
- Bearbeiten
- Eintragen
- Abbrechen

Filter

- Versorgungsbereich
- Typ
- Zustand
- Alle
- Filter zurücksetzen

Netzkapazität | Erzeugungsanlage MS 1 | Erzeugungsanlage MS 2 | Erzeugungsanlage MS 3 | Erzeugungsanlage MS 4 | Netzurückwirkungen 1 | Net...

Antragstellung für den Netzanschluss der Erzeugungsanlage
 Anmeldung erfolgte beim VNB am (Datum des beim VNB eingereichten Formulars D.1) Dienstag, 16. August 2011

Anlagenanschrift
 Straße, Hausnummer: PLZ, Ort:

Anschlussnehmer
 Vorname, Name: Straße, Hausnummer:
 PLZ, Ort: Telefon, E-Mail:

Netzanschlusspunkt
 (Bezug auf das Mitteilungsschreiben des VNB mit Nennung des Netzanschlusspunktes)
 Bezeichnung: Datum: Samstag, 27. August 2011

Geplanter Inbetriebsetzungstermin
Freitag, 30. September 2011

Die Erzeugungsanlage befindet sich derzeit in der Planungsphase:

- Detailplanung (Auftrag an Anlagenplaner ist erteilt)
- Grundstück für die Errichtung der Erzeugungsanlage ist gesichert
- Finanzierungsvereinbarung ist abgeschlossen
- Herstellungsauftrag für den kundeneigenen Netzanschluss ist erteilt
- Bestellbestätigung der Erzeugungsanlage liegt vor
- Baugenehmigung liegt vor
- Sonstiger Grund für eine Reservierung der Netzanschlusskapazität am Netzanschlusspunkt:

Abbrechen Übernehmen

Modus: Ansicht LR-Status: Aktiv Database: ruhmann-7\SQLEXPRESS.Workman

aX Grid Optimizer: Netzanschlussassistent

Workman

Datei Ansicht Neu Filter Extras Hilfe

Bearbeiten

Auswahl

- Neu
- Bearbeiten
- Eintragen
- Abbrechen

Filter

Versorgungsbereich

Typ

Zustand

Alle

Filter zurücksetzen

Bearbeiten

Statistik

Kommunikation

Nr	Version	Typ	Versorgungsbereich	Beginn	Angelegt am	Angelegt von	Zustand	Beschreibung
1	000	Einspeisung	Alle	08.09.2011 14:37	07.09.2011		Neu / Überarbeitet	Einspeisung
2	000	Einspeisung	Alle	08.09.2011 14:51	07.09.2011		Neu / Überarbeitet	rttertert
3	000	Einspeisung	Alle	09.09.2011 12:23	08.09.2011	schlabitz	Neu / Überarbeitet	Einspeisung Windanlage Dreieich

Beschreibung Dokumente **Einspeisung** Netzanschlusspunkte

Formular

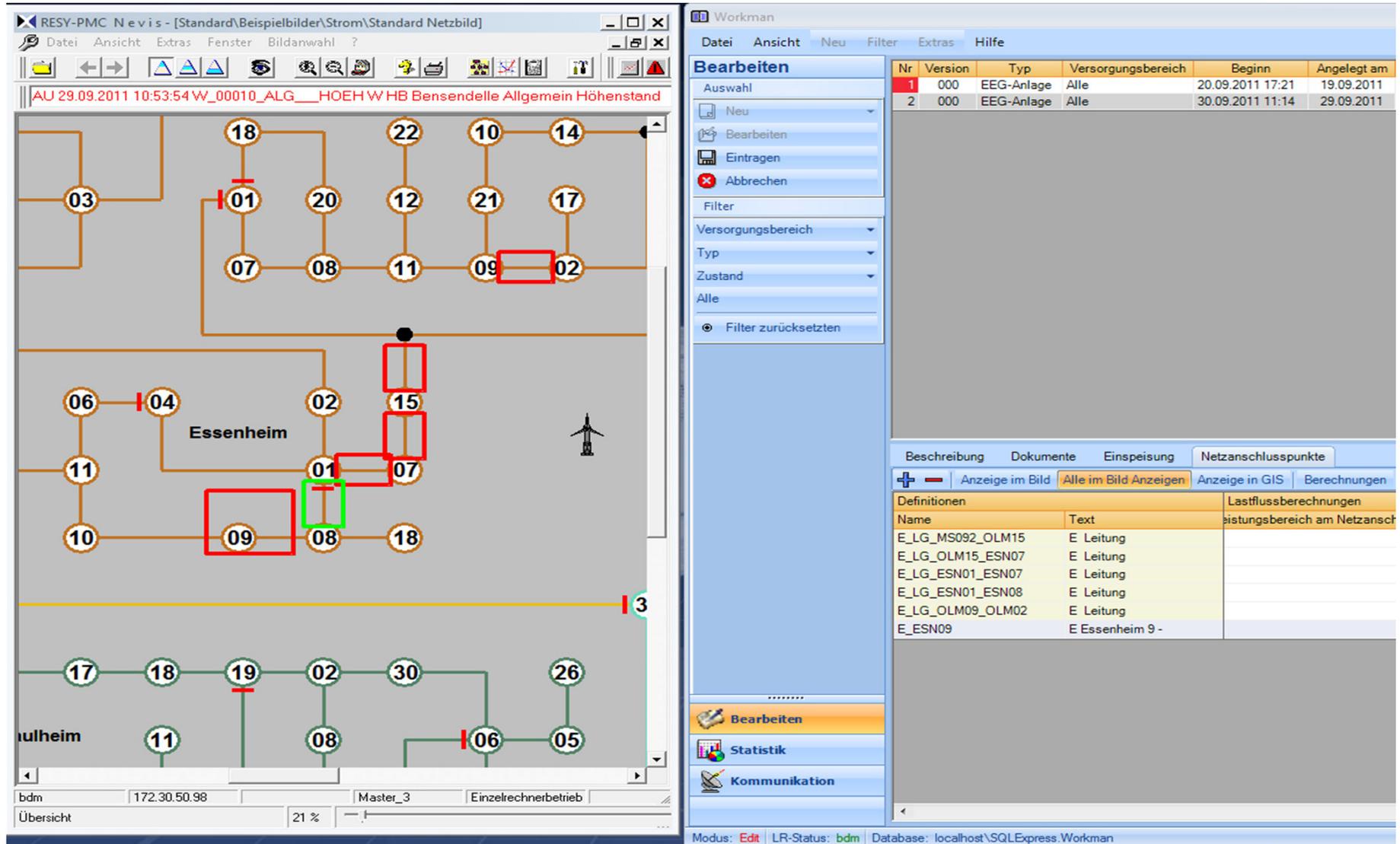
Anzeigen

Koordinaten

Bildname GIS Pos X
 Bild Pos X GIS Pos Y
 Bild Pos Y GIS Pos Z

Modus: Ansicht LR-Status: Domina Database: ruhmann-7\SQLEXPRESS\Workman

aX Grid Optimizer: Netzanschlussassistent



The screenshot displays the 'aX Grid Optimizer' software interface. The main window shows a network diagram with nodes (circles with numbers) and connections. Nodes are color-coded: orange (e.g., 01, 02, 03, 04, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 20, 21, 22), green (e.g., 05, 08, 11, 17, 18, 19, 26, 30), and red (e.g., 03). A red box highlights node 02, and a green box highlights node 08. The diagram is titled 'AU 29.09.2011 10:53:54 W_00010_ALG___HOEH W HB Bensendelle Allgemein Höhenstand'. Labels 'Essenheim' and 'Lulheim' are visible on the diagram.

The right-hand side of the interface shows a 'Workman' window with a table of data:

Nr	Version	Typ	Versorgungsbereich	Beginn	Angelegt am
1	000	EEG-Anlage	Alle	20.09.2011 17:21	19.09.2011
2	000	EEG-Anlage	Alle	30.09.2011 11:14	29.09.2011

Below the table, there are tabs for 'Beschreibung', 'Dokumente', 'Einspeisung', and 'Netzanschlusspunkte'. The 'Netzanschlusspunkte' tab is active, showing a table with columns for 'Definitionen' and 'Lastflussberechnungen'.

Name	Text	Lastflussberechnungen
E_LG_MS092_OLM15	E Leitung	
E_LG_OLM15_ESN07	E Leitung	
E_LG_ESN01_ESN07	E Leitung	
E_LG_ESN01_ESN08	E Leitung	
E_LG_OLM09_OLM02	E Leitung	
E_ESN09	E Essenheim 9 -	

At the bottom of the 'Workman' window, there are buttons for 'Bearbeiten', 'Statistik', and 'Kommunikation'. The status bar at the bottom indicates 'Modus: Edit', 'LR-Status: bdm', and 'Database: localhost\SQLExpress.Workman'.

aX Grid Optimizer: Netzanschlussassistent - Berechnung

▶ Bemessungsleistung der Betriebsmittel

- ▶ Dauerstrombelastung / Lastflussrechnung
- ▶ Kurzschlussstrom

$$I_{A \max} = \frac{S_{A \max}}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

▶ Grenzwerte der zulässigen Spannungsänderungen

- ▶ Prüfung an der Sammelschiene der Umspannanlage
- ▶ Anschluss an das Mittelspannungsnetz,
- ▶

$$P_{lt, res} = \sqrt{\sum_i P_{lt, i}^2}$$

▶ Netzurückwirkungen

- ▶ Schnelle Spannungsänderungen
- ▶ Flicker
- ▶ Oberschwingungen / Zwischenharmonische
- ▶ Kommutierungseinbrüche
- ▶ Tonfrequenz-Rundsteuer-Anlagen
- ▶

$$\Delta u = k_u(\psi_k) \frac{S_{rE}}{S_{kV}}$$

aX Grid Optimizer: Netzanschlussassistent - Vorteile

- ▶ Ein komfortables Werkzeug unterstützt die Ermittlung des optimalen Anschlusspunktes
- ▶ Gesetzl. Randbedingungen werden automatisch eingehalten
- ▶ Vorhandene Betriebsmittel werden geschont und der günstigste Investitionszeitpunkt nach hinten verschoben
- ▶ Erstellung mehrerer Varianten und deren Vergleich
- ▶ Technisches + wirtschaftliches Ranking
- ▶ Verwendete Varianten können bei Änderung des Netzes oder der EE-Anlage (z.B. Repowering) erneut verwendet und mit den neuen Randbedingungen durchgerechnet werden
- ▶ Reduktion der Kosten für externe Gutachten
- ▶ Stets Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen
- ▶ Dokumentensicherheit der Vorgänge

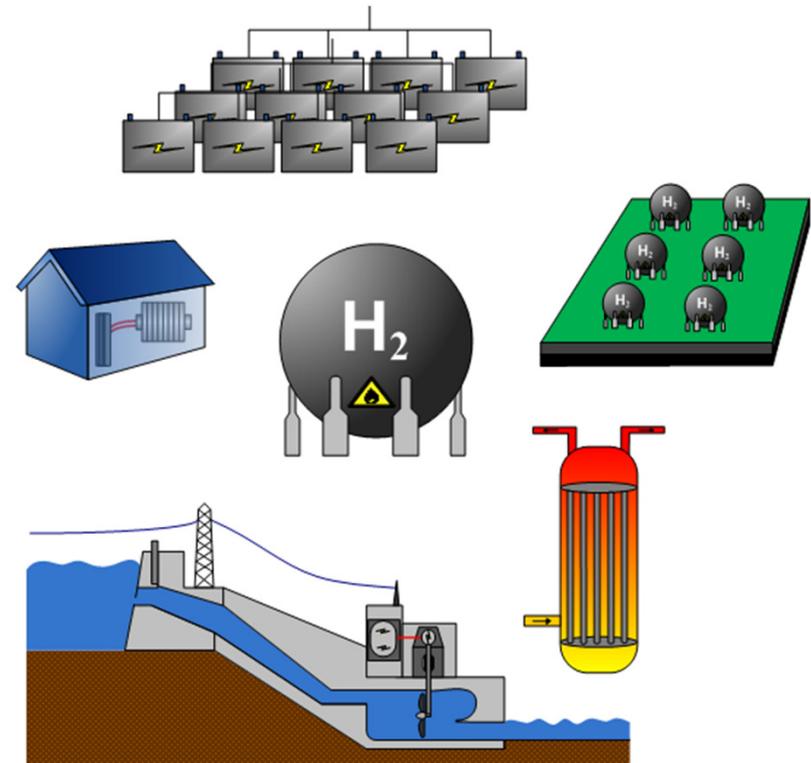


aX Grid Optimizer: Netzführungsassistent

- ▶ Werkzeug im aX Grid Optimizer
- ▶ Einsatz in der Netzbetriebsplanung und -führung zur Unterstützung des Leitstellenpersonals
- ▶ Generierung von Vorschlägen über den optimalen

Einsatz von Netzkomponenten:

- ▶ Einspeisungen
- ▶ Kompensationsanlagen
- ▶ Lastmanagement
- ▶
- ▶ Ziel ist die Aufbewahrung und Gewährleistung der:
 - ▶ Netzsicherheit
 - ▶ Netzzuverlässigkeit
 - ▶ Netzeffizient



aX Grid Optimizer: Netzführungsassistent - Funktionen

- ▶ **Blindleistungsmanagement**
 - ▶ Ziel:
 - ▶ Spannungshaltung in festgelegten Bereichen
 - ▶ Minimierung von Netzverlusten infolge von Blindströmen
 - ▶ Vorschläge zum Einsatz von:
 - ▶ EE-Anlagen zur Blindleistungsregelung
 - ▶ Statischen und dynamischen Blindleistungskompensationsanlagen
 - ▶ Topologieumschaltungen
 - ▶ Umfassende Dokumentation der Maßnahmen

aX Grid Optimizer: Netzführungsassistent - Funktionen

- ▶ Einspeise- und Lastmanagement
 - ▶ Ziel:
 - ▶ Netzengpassmanagement
 - ▶ Beseitigung von Überlastungen
 - ▶ Wetterabhängige Wartungsarbeiten
 - ▶ Vorschläge:
 - ▶ zur Beeinflussung von EE-Anlagen (Leistungsreduzierung, Abschaltung)
 - ▶ zur Beeinflussung von Lasten (Zu- und Abschaltungen, Lastabsenkungen, Tarifsignale, ...)
 - ▶ für Topologieumschaltungen
 - ▶ Berücksichtigung von gesetzlichen Aspekten wie Diskriminierungsfreiheit
 - ▶ Einbezug von Ausgleichzahlungen bei den Maßnahmen
 - ▶ Umfassende Dokumentation der Maßnahmen

aX Grid Optimizer: Netzführungsassistent - Funktionen

▶ Prognosen

▶ Ziel:

- ▶ Einspeiseprognose
- ▶ Lastprognose
- ▶ Adaption an reale Einspeisetypen

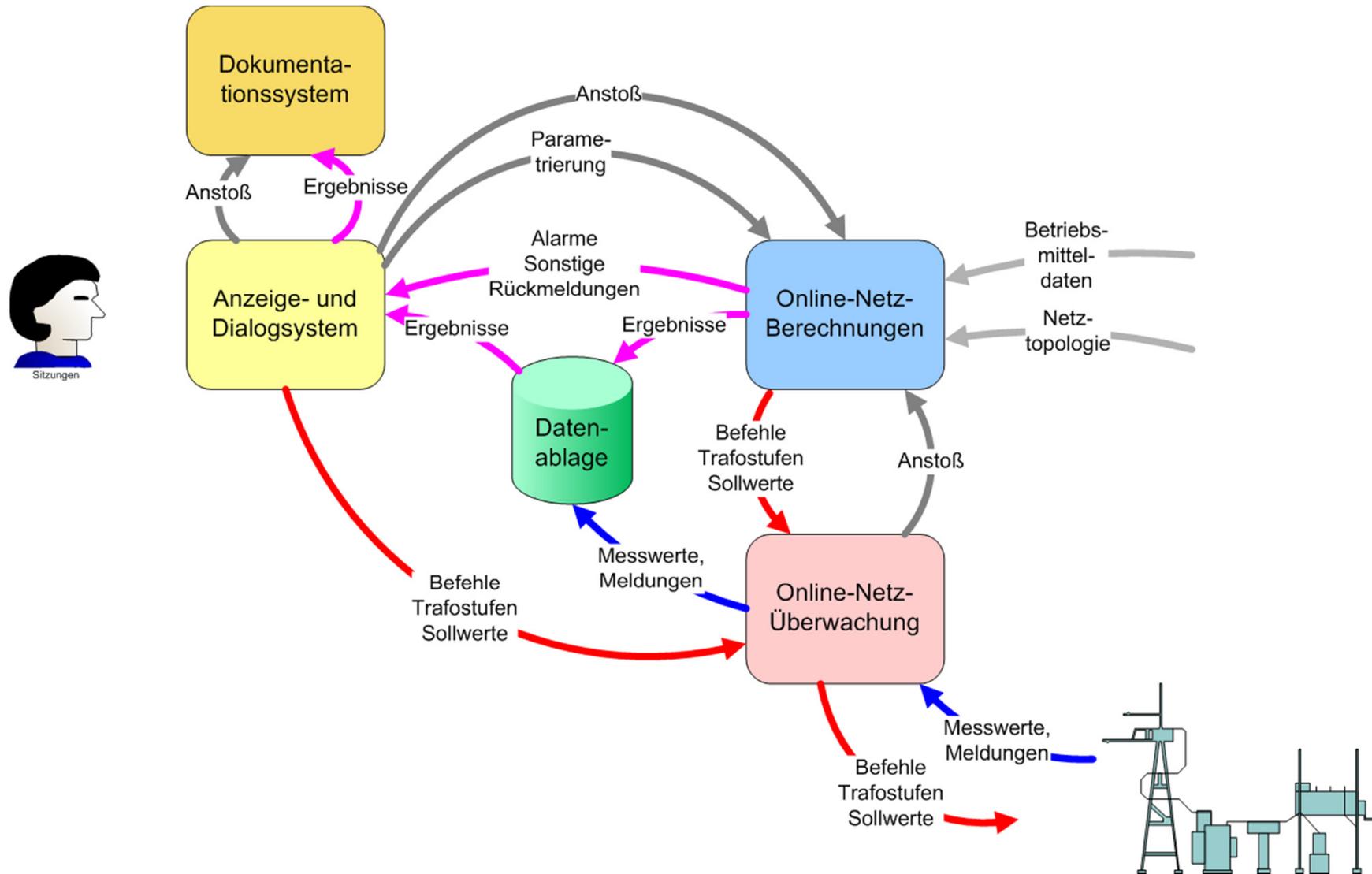
▶ Einspeiseprognose

- ▶ Eingangsdaten sind Wetterprognosen (Windgeschw. und Einstrahlung)
- ▶ Einsatz eines mathematischen Verfahren
- ▶ Prognose über unterschiedliche Zeithorizonte (Minuten, Stunden, Tage)

▶ Lastprognose

- ▶ Ermittlung mithilfe von Standardlastprofilen (SLP) und historischen Verbrauchsdaten

aX Grid Optimizer: Netzführungsassistent - Module



aX Grid Optimizer – Netzführungsassistent - Vorteile

- ▶ Ein komfortables Werkzeug unterstützt die Netzführung
- ▶ Es verhindert Überlastungen und Instabilitäten des Netzes
- ▶ Es unterbreitet Vorschläge für eine optimale Netzführung
- ▶ Das Personal kann sich auf seine Kernaufgaben konzentrieren (Schalthandlungen, Netzüberwachung, ...)
- ▶ Das Personal wird entlastet
 - ▶ im Entscheidungsfindungsprozess
 - ▶ durch Vorschläge für notwendige Maßnahmen im Netzbetrieb
 - ▶ durch automatische Berechnungen + Bewertungen
- ▶ Vermeidung von Fehlentscheidungen
- ▶ Stets Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen
- ▶ Dokumentensicherheit der Vorgänge



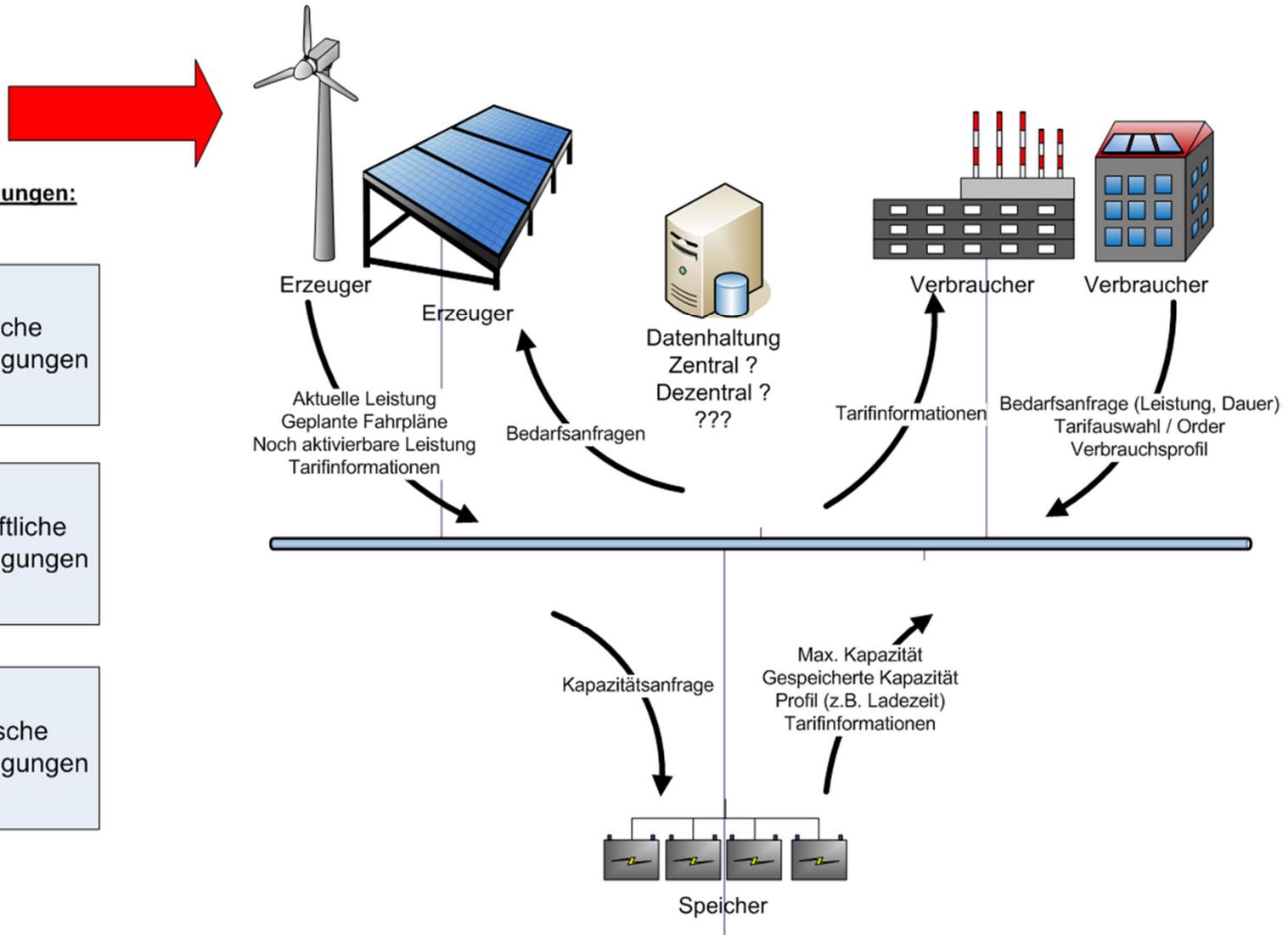
Ausblick: Smart Grid | Micro Grid

Randbedingungen:

Rechtliche
Randbedingungen

Wirtschaftliche
Randbedingungen

Technische
Randbedingungen



Zusammenfassung

- ▶ aX Grid Optimizer
 - ▶ Netzanschlussassistent
 - ▶ Netzführungsassistent
- ▶ Beide Werkzeuge sind wichtige Bausteine im Prozess:
 - ▶ der Umstrukturierung des Netzes in ein Smart Grid
 - ▶ der neuen Gestaltung des Netzbetriebes unter verstärktem Einsatz von EE-Anlagen
- ▶ Damit wappnet sich die EWR mit unterstützenden Werkzeugen für eine sichere und optimale Integration von EE-Anlagen ins Netz
- ▶ Die EWR kann damit
 - ▶ die Sicherheit
 - ▶ die Zuverlässigkeit
 - ▶ die Effizienzdes Netzbetriebes mit EE-Anlagen gewähren

Leitstelle EWR Netz GmbH





**aX grid solutions GmbH, Otto-Hahn-Straße 36, 63303 Dreieich,
+4961039242610, rolf.schnell@automationX.com /
darlusfrance.mengapche@automationX.com, www.aXgrid.com**

**EWR Netz GmbH, Klosterstraße 16, 67547 Worms, +496241848645,
betz@ewr.de, www.ewr-netz.de**

**Energynautics GmbH, Robert-Bosch-Straße 7, 64293 Darmstadt,
+4961517858103, e.troester@energynautics.com, www.energynautics.com**

www.automationX.com