Entwicklungstendenzen in der Netzberechnung vor dem Hintergrund der Energiewende

Dr.-Ing. Thomas Barucki

Kurzvorstellung Adapted Solutions

Gegründet am 1.10.2003 (GbR) / seit 9.1.2007 GmbH

Kernkompetenz ist die Entwicklung und Anwendung innovativer Berechnungs- und Simulationssoftware

Vermarktung von zwei Software-Produkten:

- Portunus (2006)
- CERBERUS (2004)

CERBERUS: Bei ca. 90 Unternehmen im Einsatz.

Rahmenbedingungen Netzberechnung (Verteilnetz)

2000
EEG in Deutschland

2020
Zunehmender Einfluss der E-Mobilität auf Netzbelastung

2022

„Wärmewende“
Speicher
Sektor-Kopplung

Netzanalyse (größere zeitliche Abstände, ausgelagerte Dienstleistung)

Einzelfall-Prüfung (Teilnetz-Modell)

Abbildung größerer Netzbereiche in Netzberechnung

Automatisierte Beantwortung von Anschluss-Anfragen

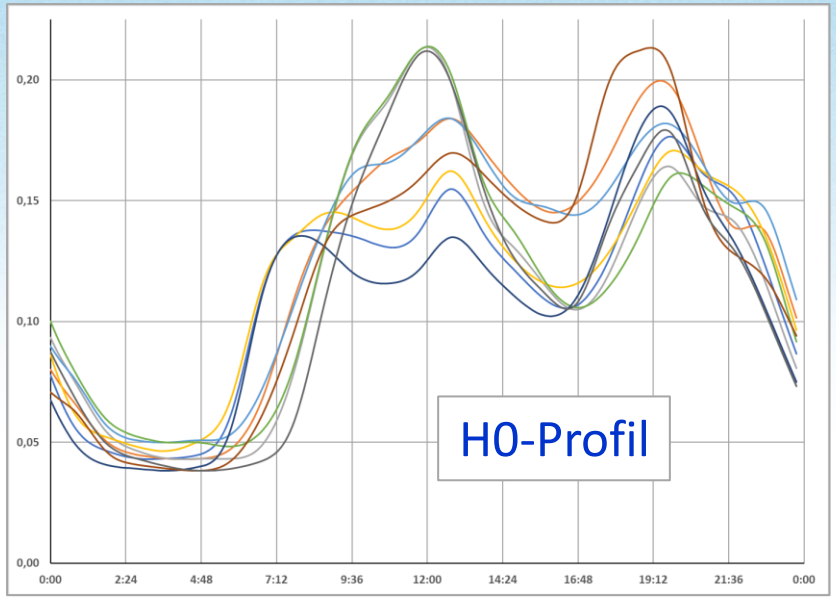
Automatisierte Netz-Optimierung

Automatisierte Zielnetz-Planung

Beispiele Stromwende

Einfamilienhaus:

Jährlicher Stromverbrauch:	3.000 – 4.000 kWh
	(www.co2online.de)
Bisheriger jährlicher Gasverbrauch:	25.000 kWh
	(keine Dämmung)
Jährlicher zus. Stromverbrauch für Wärmepumpe:	ca. 4.000 kWh
	(mit Dämmung, WP mit Arbeitszahl 3)
Jährlicher Stromverbrauch für ein E-Auto	1.500 kWh
	(10.000 km, 15 kWh/100 km)
Jährliche Stromerzeugung PV-Anlage	Ca. 6.000 kWh



https://www.vb-bordesholm.de/batteriespeicher.html

Bordesholm:

Jahreslast:	21 GWh (57 MWh/Tag)
Jahreseinspeisung:	16 GWh (43 MWh/Tag)

Speicher:

12 MWh, 8 MW

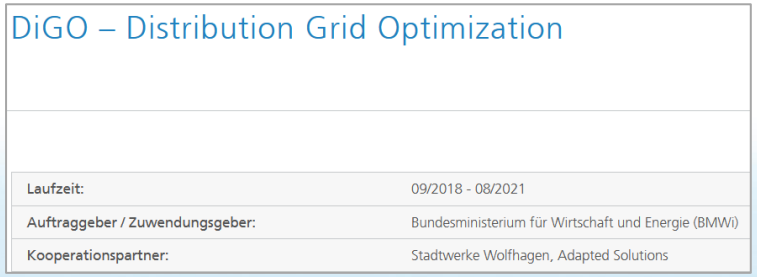
Herausforderungen

Die zu erwartenden Entwicklungen im NS-Netz bewirken neue Anforderungen an die Netzberechnung:

1. Ein möglicherweise rasanter Verbrauchs-Zuwachs (Ladeeinrichtungen, Wärmepumpen etc.) verstärkt die Bedeutung der Netzanalyse und Netzplanung.
2. Durch die Elektro-Mobilität und weitere steuerbare Verbraucher (Wärmepumpen) entstehen „Flexibilitäten“ im Netz, deren Potential in der Netzberechnung berücksichtigt werden sollte.
3. Mit dem Einsatz von Energiespeichern ist sowohl eine Glättung von Spitzen als auch eine gewisse Kompensation der Volatilität erneuerbarer Energien möglich. Beide Effekte sollten in der Netzberechnung berücksichtigt werden.

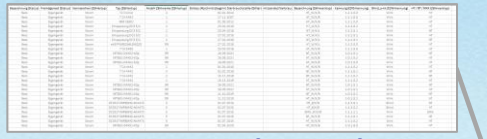
Perspektivisch wird die bisher übliche Analyse eines „Worst-Case“ um eine Reihe von Einflussgrößen erweitert werden müssen.

Die Netzplanung wird aufgrund der größeren Anzahl von Einflussgrößen komplexer.

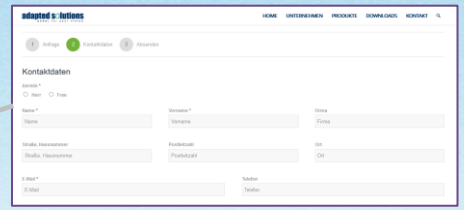


Vision

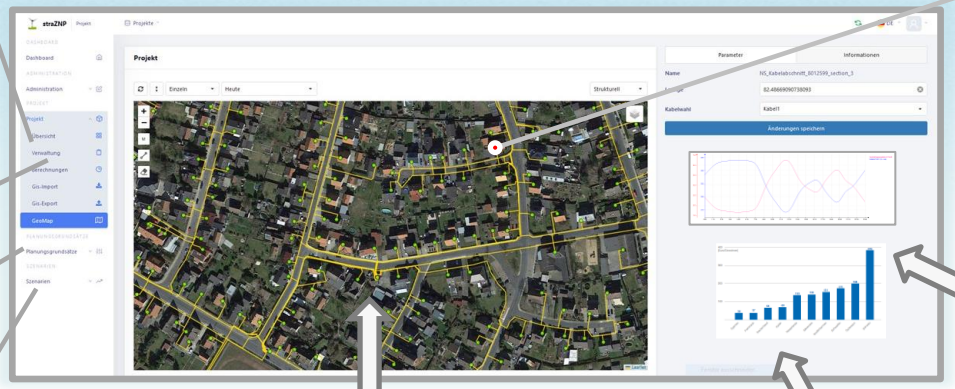
SW-Tool zur Berechnung, Optimierung und Planung von Netzen

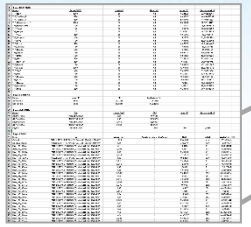


Betriebsmittel-Daten

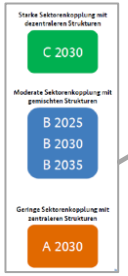


Beantwortung von Anschluss-Anfragen

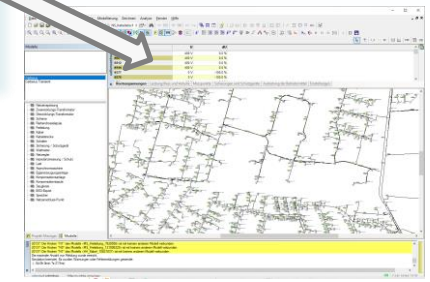




Kosten-Annahmen

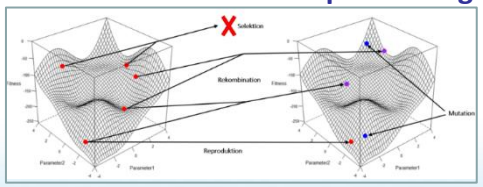


Szenarien



Netzberechnung

Optimierung

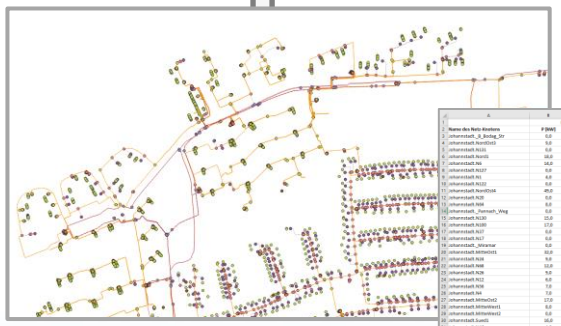


https://methpsy.elearning.psych.tu-dresden.de/mediawiki/index.php/Genetische_Algorithmen

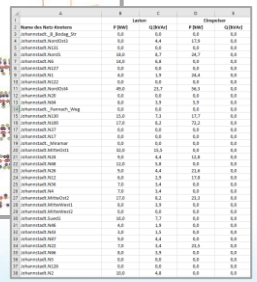
Betriebsmittel	Isolation	Normalbetrieb [1]	Störungsfall
HS/MS-Transformatoren	Öl	abhängig von der Betriebsweise	120 %
MS-Kabel	Papier	60 %	120 %
	VPE	60 %	120 %
	PVC	50 %	100 %
MS/NS-Transformatoren	Öl	100 %	175 % [2]
	Gießharz	100 %	110 %
NS-Kabel	Papier	60 %	120 %
	VPE	60 %	120 %
	PVC	50 %	100 %

1) Halbringbelastung für Kabelanlagen
2) 140 % [illegible]

Planungs-Grundsätze



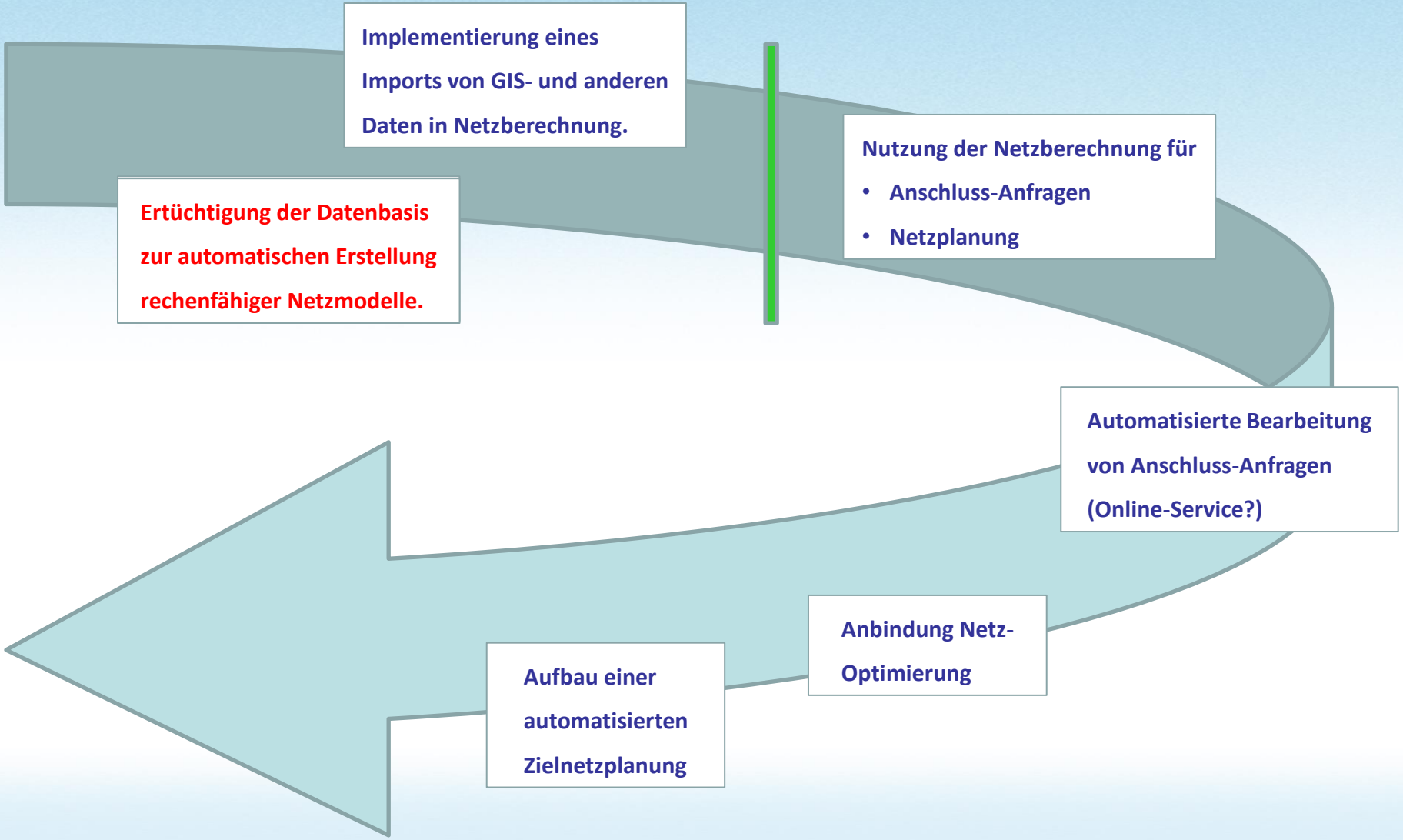
GIS-Daten



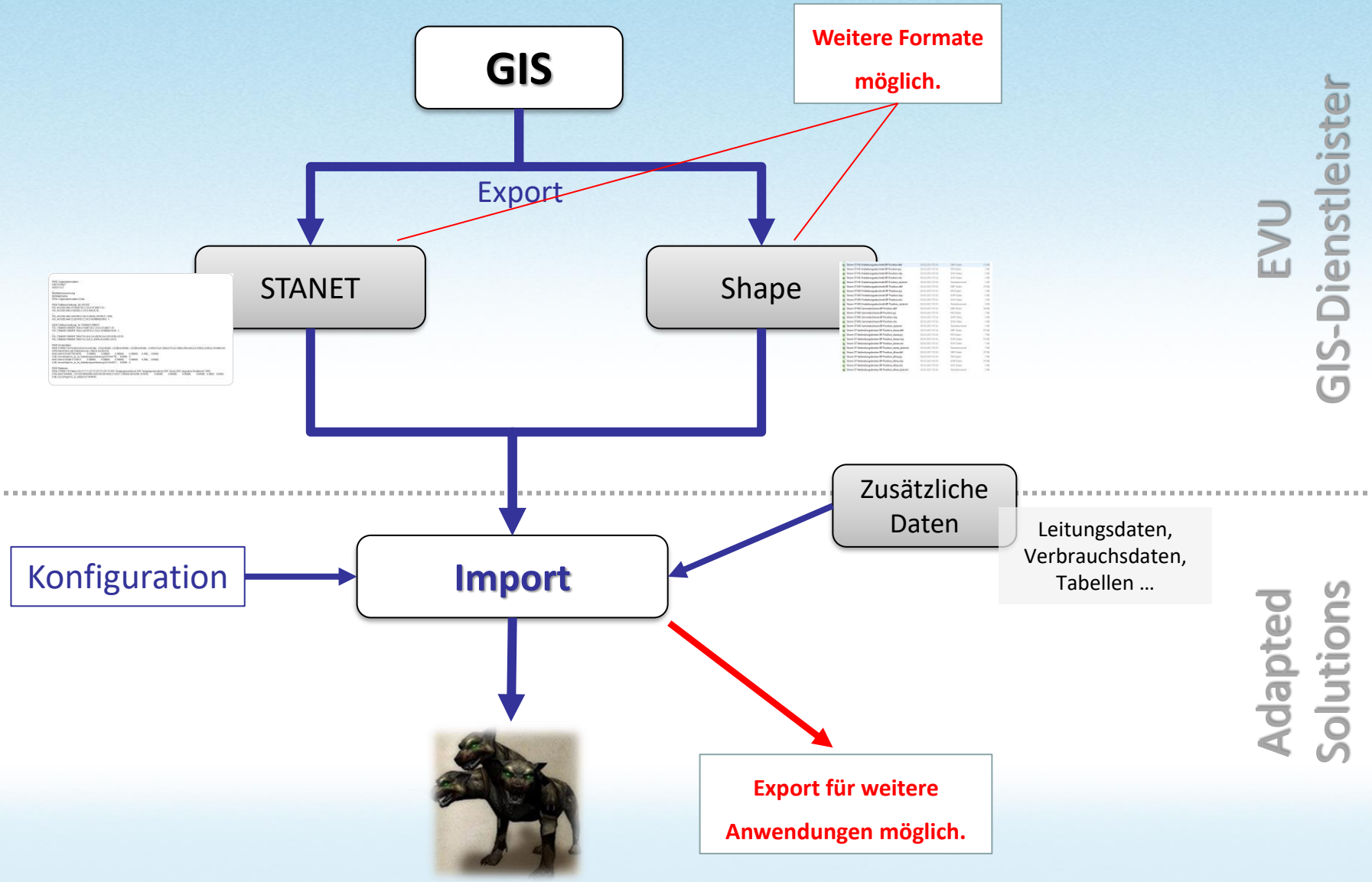
Daten aus BIS, Verbrauchsdaten etc.

adapted solutions
power for your vision

Mögliche Schritte

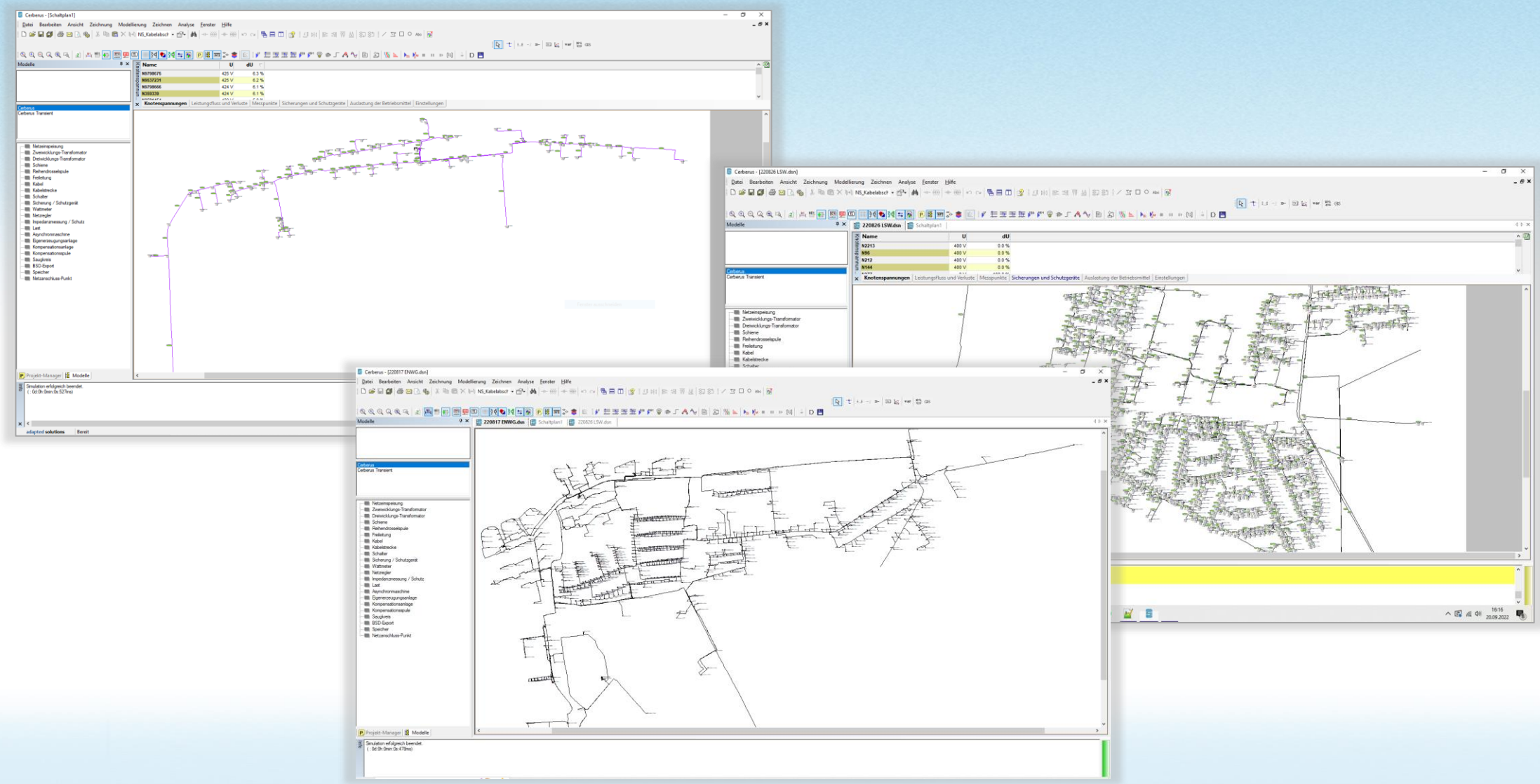


GIS-Import am Beispiel von CERBERUS



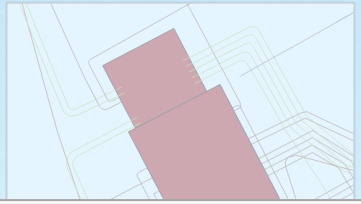
adapted solutions
power for your vision

Beispiel automatisierter Daten-Import



adapted solutions
power for your vision

GIS-Import: Typische Probleme



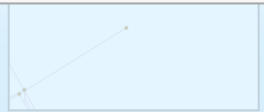
- Das „Innenleben“ von Kabelverteilern oder Trafostationen ist im GIS nicht hinterlegt (oder wird nicht exportiert).

Die Aufbereitung der Daten zur automatischen Generierung eines rechenfähigen Netz-modells ist je nach Zustand der Daten mit einem nicht zu unterschätzenden Aufwand verbunden.

Die dafür erforderlichen Arbeiten sind die Voraussetzung für die Automatisierung der Analyse, Optimierung und Planung des Netzes.

Die Ertüchtigung der Daten kann in mehreren Schritten erfolgen (Annahme von Ersatz-werten, Bearbeitung von Teilnetzen).

zugeordnet werden.



Definition der Versorgungsaufgabe

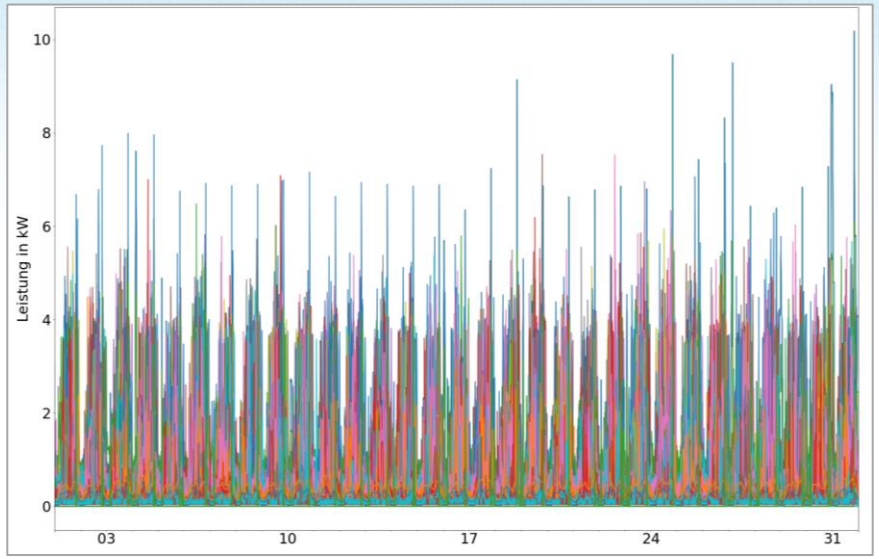
Eine Aufgabe der Netzberechnung besteht darin, für alle möglichen Extremzustände des Netzes dessen Funktions-Fähigkeit nachzuweisen. Das erfordert:

- Unterscheidung Einspeise- / Lastfall (bzw. Lastfälle).
- Festlegung „anzusetzender Leistungen“ unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeiten, Sperrzeiten und steuernder Eingriff.
- Analyse möglicher Schaltzustände des Netzes.

Mit der Transformation der Stromversorgung ergeben sich neue Fragen für die Definition der Versorgungsaufgabe.

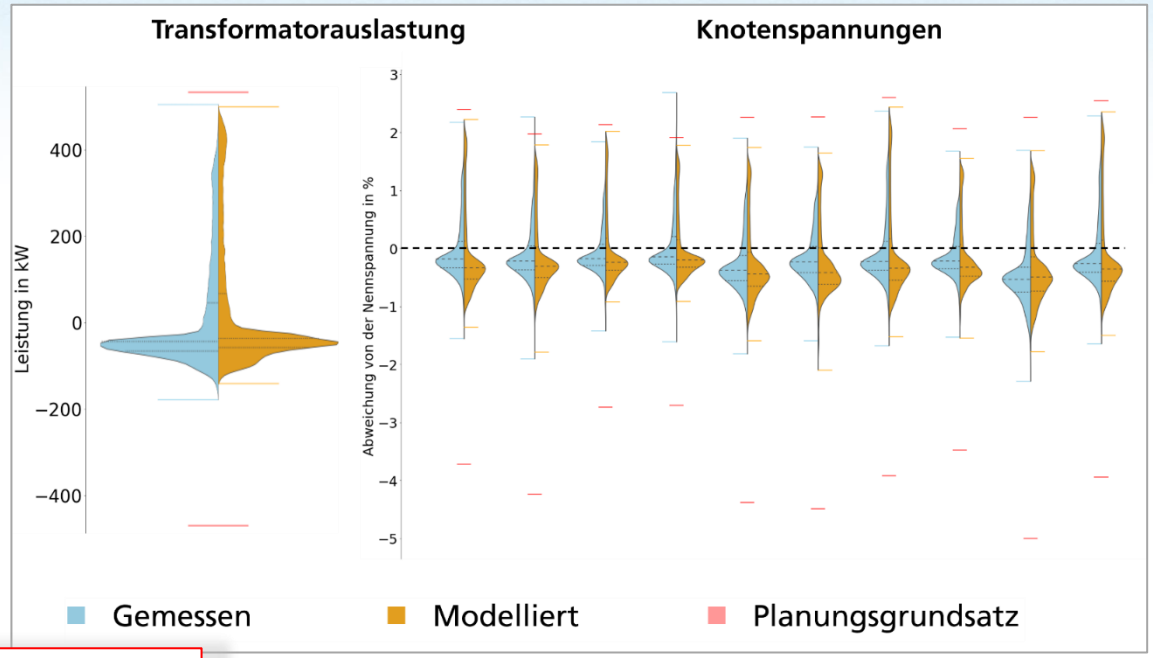
Aktuelle Forschung: Zeitreihen-Basierter Ansatz

Auf der Basis der für die Netzanschlusspunkte bekannten Daten (Lastprofil, Jahresverbrauch, Anlagen etc.) werden stochastische Zeitreihen gebildet. Aus Netzberechnungen für einen bestimmten Zeitraum (z.B. ein Jahr) können die Extrembelastungen des Netzes ermittelt werden.



Stochastische Zeitreihen für drei Haushaltsprofile (ein Monat)

© Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme



Vergleich berechneter und gemessener Größen mit Annahmen aus Planungsgrundsätzen.

Im betrachteten Netzgebiet lagen die gemessenen Extrembelastungen (Verbrauch) deutlich unterhalb der Werte konventioneller Planungsgrundsätze.

Der Zeitreihen-basierte Ansatz verspricht die Vermeidung einer Überdimensionierung, erfordert aber noch weitere Validierungen.

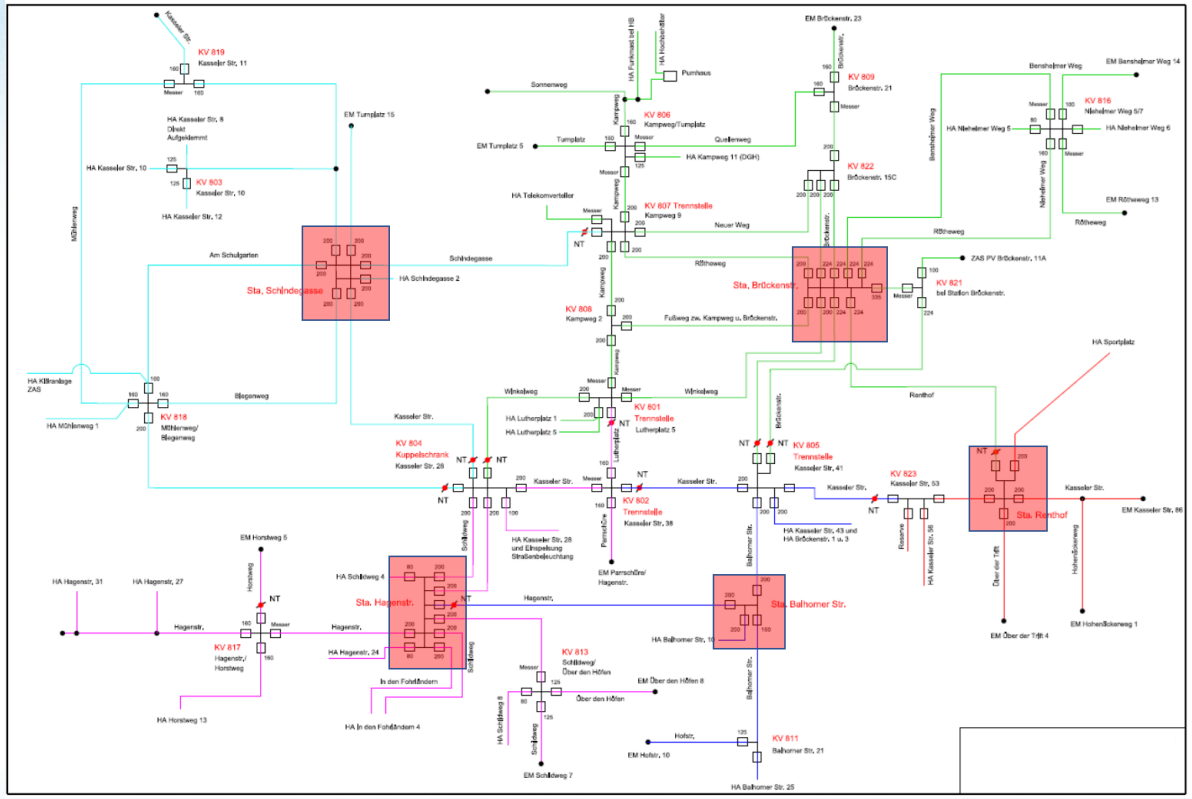
Netz-Optimierung

Zur Behebung von Spannungsband- und Auslastungs-Problemen können folgende Maßnahmen angewendet werden:

- Spitzenkappung / Sperrzeiten.
- Kennliniensteuerung (Einspeiser) / Blindleistungsregelung.
- Verschiebung von Anschlusspunkten.
- Schaltzustandsoptimierung, Einfügen neuer Trennstellen.
- Leitungsverstärkung / Neubau von Leitungen.
- Transformator-Austausch / Einsatz rONT.
- Einsatz intelligenter Betriebsmittel (Netzregler).

Beispiel Schaltzustands-Optimierung

Einfache Maßnahmen zur Netz-Optimierung können manuell bzw. Skript-gesteuert evaluiert werden. In vielen Fällen ergibt sich eine große Anzahl von Freiheitsgraden, zu deren Beurteilung komplexe Verfahren erforderlich sind.

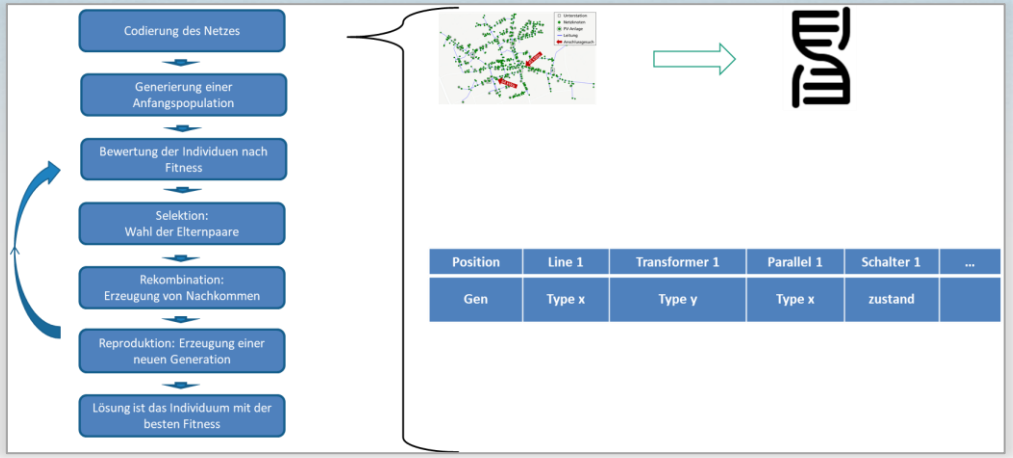


Beispiel-Netz mit 5 Stationen: Mehr als 2000 mögliche Verbindungen zwischen Stationen.

adapted solutions
power for your vision

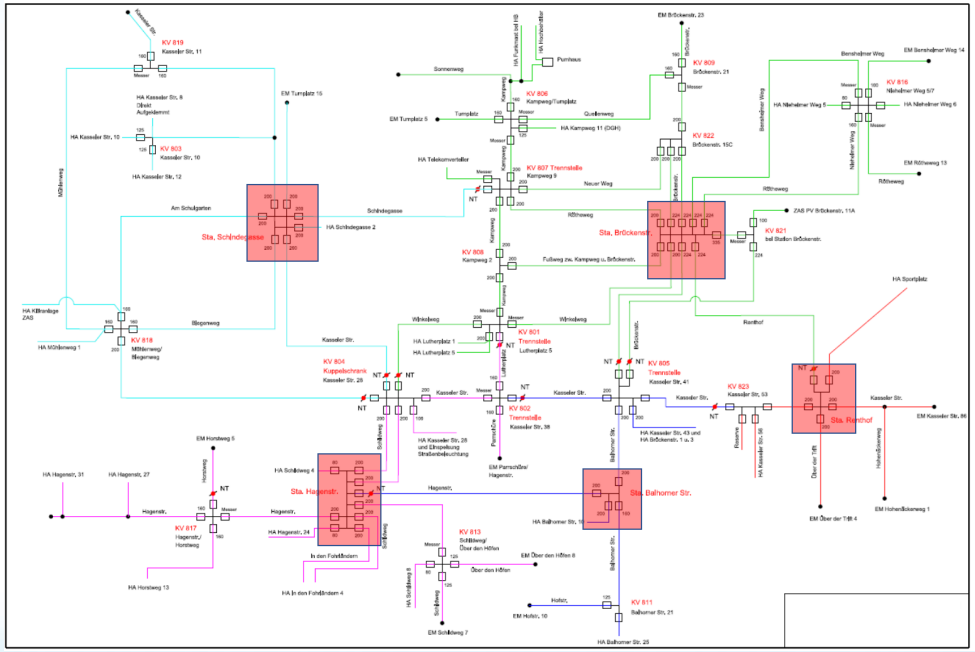
Heuristische Suchverfahren

Heuristische Suchverfahren wie z.B. „Genetische Algorithmen“ erlauben für eine Reihe von Anwendung eine Lösungsfindung bei relativ kurzen Rechenzeiten.



© Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme

Eine Trennstellen-Optimierung für das dargestellte Netz mit einem „Genetischen Algorithmus“ kann in weniger als einer Stunde erfolgen (Projekt „DiGO“).

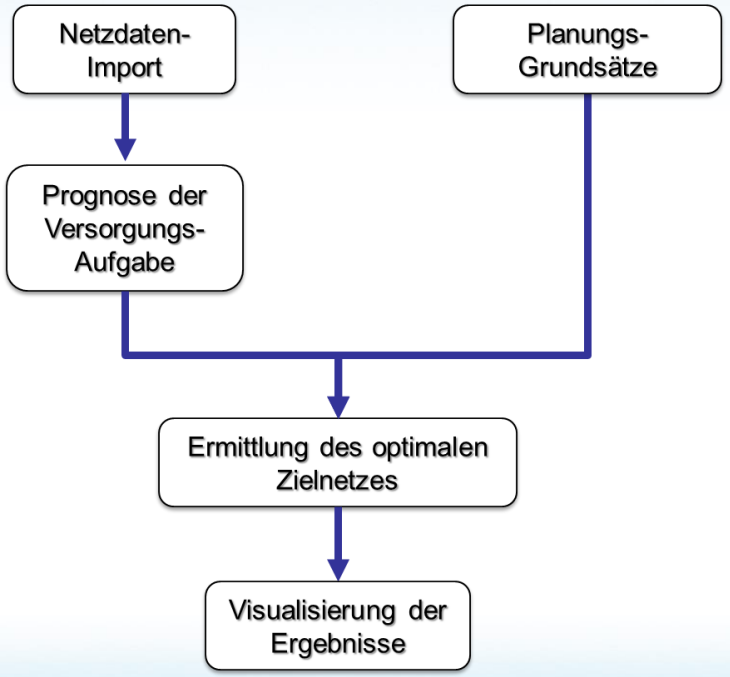


adapted solutions
power for your vision

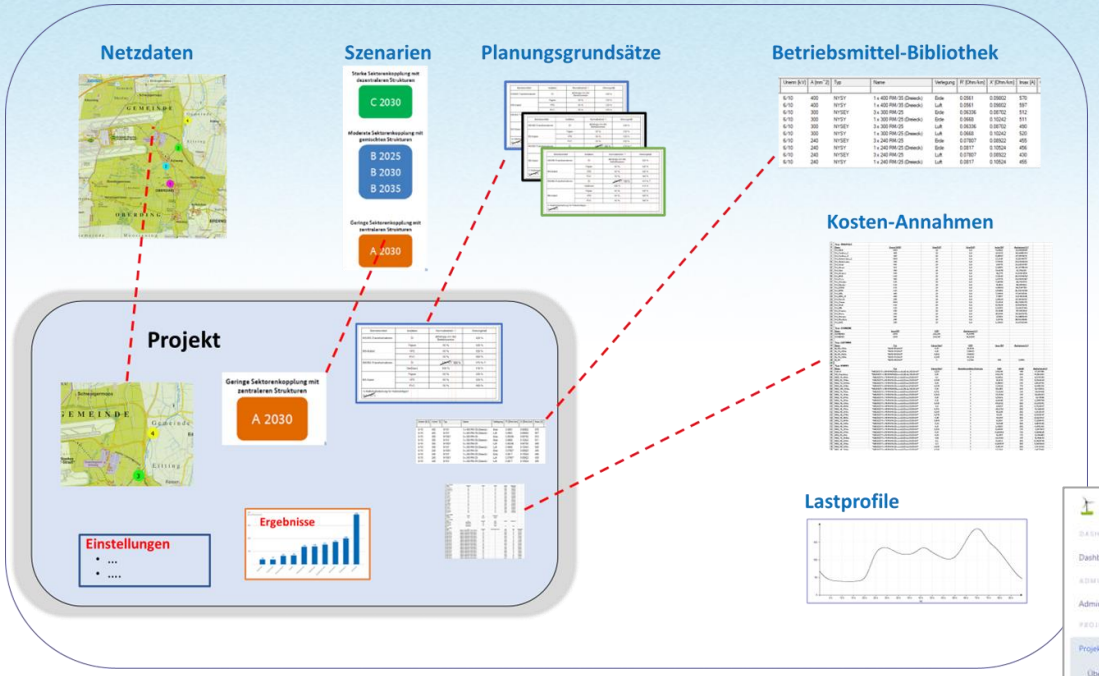
Zielnetz-Planung

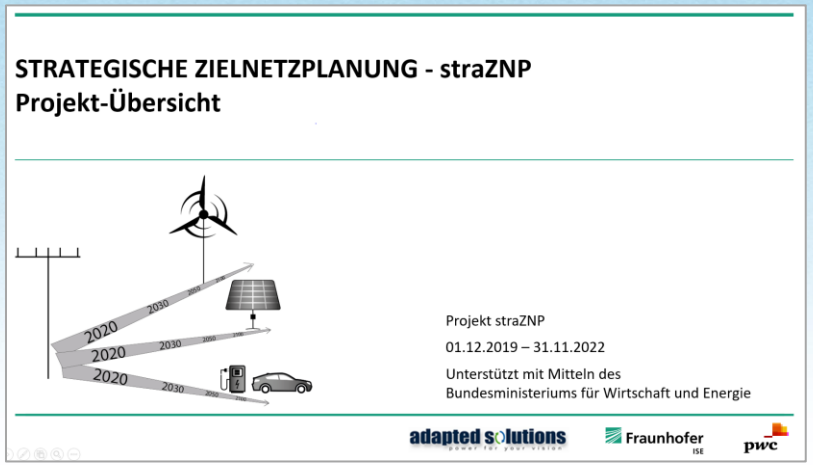
Zur Durchführung einer Zielnetzplanung sind folgende Aufgaben zu erfüllen:

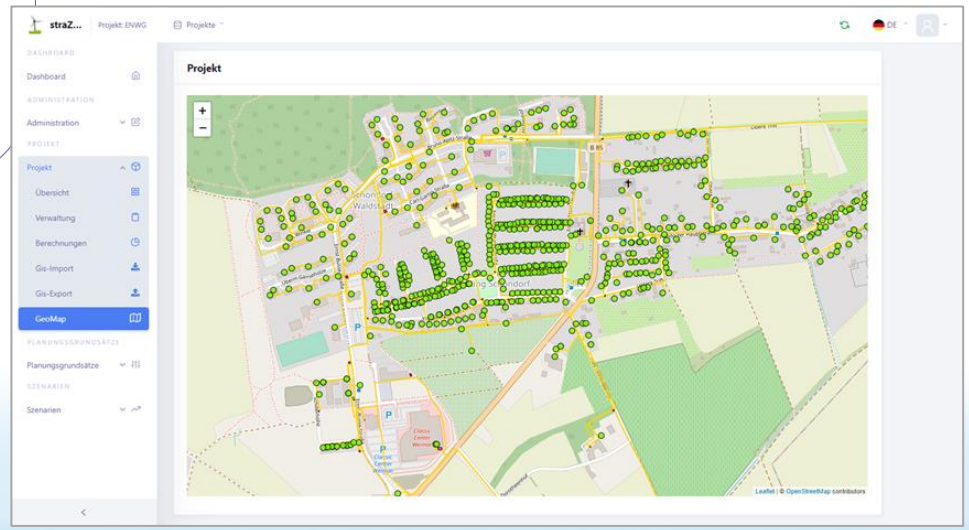
- Ermittlung des aktuellen Netzzustandes (Topologie, Parameter, Leistungsflüsse).
- Prognose der Versorgungsaufgabe für ein „Zieljahr“.
- Analyse des Netzzustandes im „Zieljahr“ und Ermittlung potentieller Schwachstellen.
- Durchführung einer Netz-Optimierung zur Bestimmung der kostengünstigsten Maßnahmen für die Behebung der Schwachstellen.



Zielnetzplanung – Prototyp (Projekt straZNP)



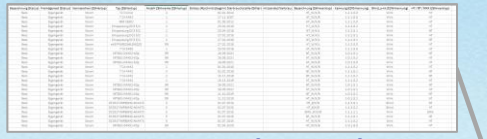




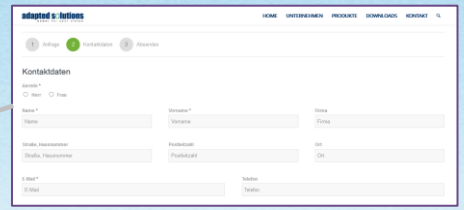
adapted solutions
power for your vision

Vision

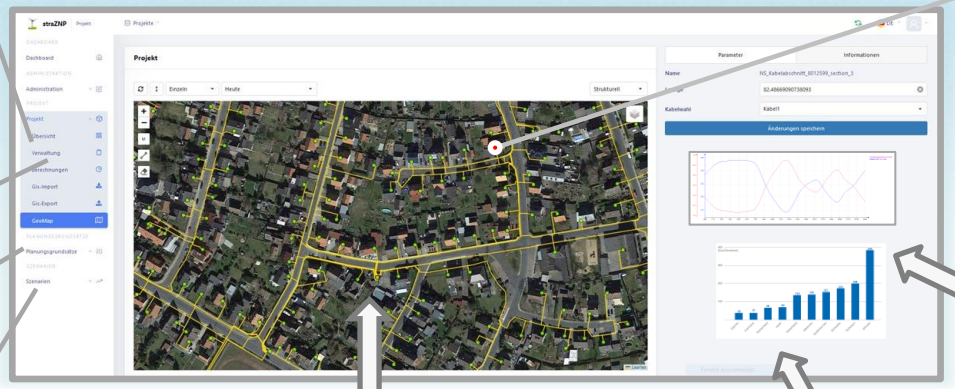
SW-Tool zur Berechnung, Optimierung und Planung von Netzen

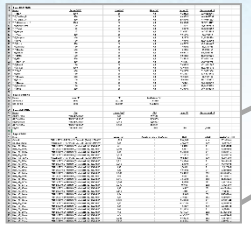


Betriebsmittel-Daten

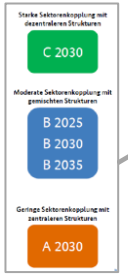


Beantwortung von Anschluss-Anfragen

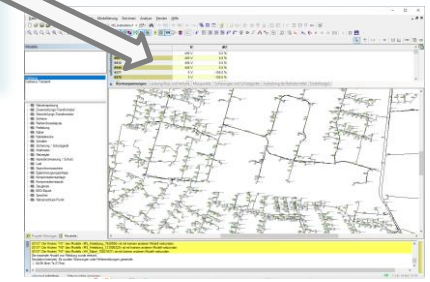




Kosten-Annahmen

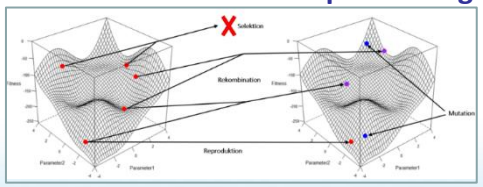


Szenarien



Netzberechnung

Optimierung

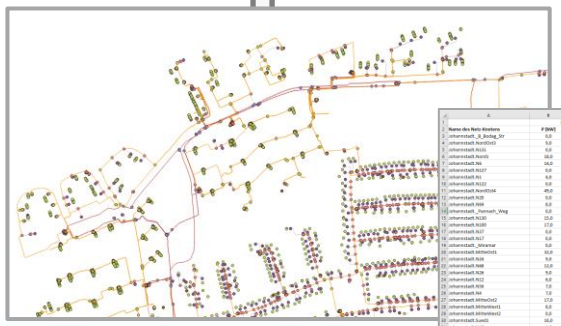


https://methpsy.elearning.psych.tu-dresden.de/mediawiki/index.php/Genetische_Algorithmen

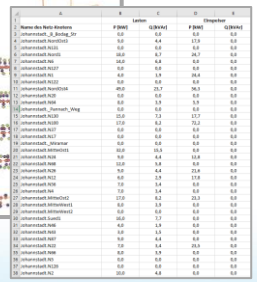
Betriebsmittel	Isolation	Normalbetrieb [1]	Störungsfall
HS/MS-Transformatoren	Öl	abhängig von der Betriebsweise	120 %
MS-Kabel	Papier	60 %	120 %
	VPE	60 %	120 %
	PVC	50 %	100 %
MS/NS-Transformatoren	Öl	100 %	175 % [2]
	Gießharz	100 %	110 %
NS-Kabel	Papier	60 %	120 %
	VPE	60 %	120 %
	PVC	50 %	100 %

1) Halbringbelastung für Kabelanlagen
2) 140 °C

Planungs-Grundsätze



GIS-Daten



Daten aus BIS, Verbrauchsdaten etc.

adapted solutions
power for your vision

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

info@adapted-solutions.com

Tel. +49 371 8365 3040