

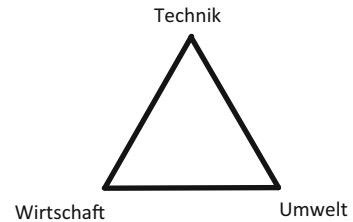
2.1 Allgemein

Die Netzplanung der elektrischen Energieversorgung befasst sich mit der strukturellen und technischen Ausgestaltung elektrischer Netze sowohl der Übertragungs- als auch der Verteilungsebene. Die primäre Aufgabe des Netzplaners ist die zuverlässige und wirtschaftliche Versorgung der Stromkunden. Die Planungsarbeit wird bestimmt durch physikalische und technische Vorgaben, Erfahrungen, Forderungen interner und externer Art, Bestimmungen und Gesetze. Das Planungsergebnis bleibt jedoch zunächst Ansichtssache des Bearbeiters. Wahre und akzeptierte Planungsaussagen gibt es nur gegenüber einem Axiomensystem auf Basis objektiver Grundforderungen. Dies muss von allen an der Planung Beteiligten gemeinsam erarbeitet werden und darf keiner einseitigen Änderung unterliegen. Das Axiomensystem kann beispielsweise Festlegungen zur Übertragungsfähigkeit, Kurzschlussstrombeanspruchung, Versorgungszuverlässigkeit, Netzbetriebsführung etc. beinhalten. Die Erfüllung dieser Axiome sind die sogenannten Mussziele der Netzplanung /2.1/.

Andererseits soll die Netzplanung auch immer an den Planungszielen Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit orientiert sein. Diese sind in Abb. 2.1 als sogenanntes Zieldreieck dargestellt.

Das Zieldreieck gibt Wunschziele vor, die es alle möglichst gut zu erreichen gilt. Spezielle äußere Gegebenheiten können auch zu einer Betonung oder Relativierung eines Wunschzieles gegenüber den anderen führen. Dies muss von Fall zu Fall untersucht werden /2.1/.

Zur Erlangung eines akzeptierten Planungsergebnisses müssen nacheinander verschiedene Planungsschritte bzw. -phasen durchlaufen werden. Diese sind in Abb. 2.2 dargestellt. Allen voran steht die Informationssammlung. Dazu gehören nicht nur Betriebsmittel- und Netzdaten, sondern auch Prognosen, Tendenzen und Entwicklungen der Last und des ganzen Umfeldes des Netzes in der Zukunft, sowohl kurz- als auch längerfristig. Auch Erfahrungen, beispielsweise mit extremen Unwettern wie Hochwasser oder Orka-

Abb. 2.1 Zieldreieck

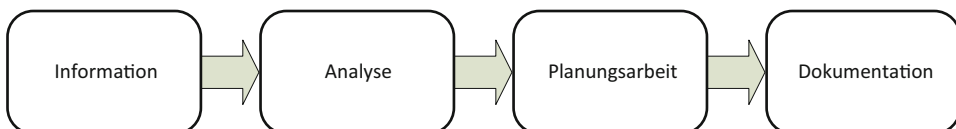
ne, dauerhafte Umwelteinflüsse, beispielsweise Salzgehalt der Luft in Küsten nähe, und Gewohnheiten des Betreibers aus der Vergangenheit und Gegenwart sind für die weitere Arbeit wichtig. Der Umfang und die Qualität der gesammelten Informationen bestimmt entscheidend die Qualität der Planungsergebnisse. Die Informationssammlung macht daher einen wesentlichen Teil des Arbeitsaufwandes einer Netzplanung aus [/2.1/](#), [/2.2/](#), [/2.3/](#), [/2.4/](#).

Ein weiterer Schritt der Informationssammlung stellt die Modellierung dar. Daten, Kenngrößen und Charakteristiken von Betriebsmitteln müssen für die spätere Netzberechnung in Simulationsmodelle umgesetzt und verifiziert werden.

Die nachfolgende Netzanalyse soll den Planer mit dem bestehenden Netz vertraut machen. Dazu werden Analysen der Netzstruktur und Netzberechnungen zu den Last- und Kurzschlussverhältnissen durchgeführt sowie Betrachtungen zu Ausfallszenarien ange stellt. Über die Netzanalyse hinaus können so mögliche Schwachstellen des bestehenden Netzes ausfindig gemacht werden und durch Sofortmaßnahmen kurzfristig behoben werden. Handelt es sich um eine Neuplanung und ist kein bestehendes Netz vorhanden, entfällt diese Planungsphase.

Die Phase der Planungsarbeit umfasst die Erarbeitung neuer Netzstrukturen, Anlagengestaltung, Betriebsmittel und Betriebsweisen sowie die Erstellung meist mehrerer Planungsvarianten. Zudem werden verschiedene Ausbaustufen und die dazu erforderlichen Ausbaumaßnahmen in Form eines Masterplans festgelegt. Die Bewertung und die Findung der optimalen Lösung erfolgt auf Basis der im Vorfeld formulierten Muss- und Wunschziele sowie unter Rücksichtnahme auf wirtschaftliche Randbedingungen.

Die Planungsergebnisse werden dann durch begleitende Netzberechnungen auf ihre physikalische und technische Umsetzbarkeit verifiziert. Generell kann jeder Planungsschritt von Netzberechnung begleitet sein.

**Abb. 2.2** Planungsschritte

Die Planungsergebnisse sind neben dem Ergebnisbericht größtenteils bildlich darzustellen. Die Plausibilisierung und Rechtfertigung der Ergebnisse gegenüber dem Auftraggeber erfordert daher geeignete Dokumentationsmittel. Dazu sind grafisch schematische oder geographisch lageähnliche Darstellungsweisen möglich. Insbesondere ist auf Übersichtlichkeit und Klarheit zu achten /2.4/, /2.5/, /2.6/.

Die kurzfristige Umsetzung von vorgeschlagenen Maßnahmen kann innerhalb von Monaten bis mehreren Jahren erfolgen, für einen langfristigen Masterplan können Zeiträume bis zu 20 Jahren vorgesehen sein.

Die Gründe zur Durchführung einer Netzplanung sind vielfältig:

- Änderung oder Erweiterung des Versorgungsgebietes, Anlagenersatz und Netzerhaltung,
- Lastveränderung durch Zuwachs oder Verschiebungen der Lastschwerpunkte,
- Veränderung der Einspeisesituation durch REA und Anpassung an gesetzliche Auflagen z. B. EEG,
- Erhöhung der Versorgungszuverlässigkeit nach Ausfällen,
- Minimierung der Netzverluste und Verbesserung der Handhabung (Rationalisierung),
- Gestaltung automatisierungsfreundlicher Netze.

Eine fundierte Auseinandersetzung mit den Planungsergebnissen erfordert das eindeutige Verständnis der verwendeten Begriffe wie z. B.¹

- Belastungsganglinie, Belastungsdauerlinie, Belastungsgrad m , Installierte Leistung, Gesicherte Leistung, Äquivalente Volllaststunden, Echte Volllaststunden, Elektrische Verluste, Hinnehmbare Unterbrechungsdauer, Versorgungsqualität, Versorgungszuverlässigkeit, Spannungsqualität.

Diese Begriffsbestimmungen sind im Anhang A.1 näher erläutert.

Die Gesamtheit einer Netzplanung ist mit folgenden Punkten zusammenzufassen:

- Sammeln und Zusammenfügen aller erreichbaren und sachbezogenen Informationen,
- Modellbildung,
- Bestandsaufnahme und Prognose zur Last- und Netzentwicklung,
- Aufstellen von Planungszielen und Erarbeiten von Lösungsvorschlägen,
- Prüfen auf Verträglichkeit und Auswahl der optimalen Lösung,
- Dokumentation zur Plausibilisierung und Rechtfertigung der Ergebnisse.

¹ Zitat „Bevor ihr euch streitet, klärt die Begriffe“ Konfuzius 551–479 v. Chr.

2.2 Planungsmethoden

Die Planungsarbeit mit ihren Planungsschritten (siehe Abb. 2.2) kann zwei unterschiedliche Planungsmethoden verfolgen: operativ oder strategisch. Die operative Planungsmethode konzentriert sich auf eine kurzfristig günstige sowie lokale Lösung, die möglichst wenig Eingriff in das bestehende Netz erfordert. Die strategische Planungsmethode hingegen beruht auf einem bewussten Eingriff in das bestehende Netz als Gesamtsystem unter Beibehaltung oder Wiederherstellung von Standardnetzformen sowie auf einer Ausrichtung an mittel- bis langfristigen Planungszielen /2.3/, /2.4/, /2.5/, /2.6/, /2.7/.

2.2.1 Operative Planung

Operative Planungsmethoden verfolgen örtlich begrenzte und kurzfristige Netzausbau- oder Umgestaltungsmaßnahmen infolge zeitlich drängender Vorgaben Dritter. Langfristige Planungsziele stehen nicht im Vordergrund. Die Summierung operativ geplanter Maßnahmen kann zu einer tiefgreifenden Veränderung des bestehenden Netzes als Gesamtsystem führen. Aus einem einfach strukturierten und sicher zu betreibbaren Netz kann sich im Laufe der Zeit ein kompliziert strukturiertes und unsicheres System entwickeln. Zudem wird in zunehmendem Maße von Standardnetzformen, wie beispielsweise Stich-, Ring- oder Strangnetze, abgewichen. Die schwindende Übersichtlichkeit erschwert die Handhabung der Betriebsmittel und den Netzbetrieb. Die Netzführung ist immer weniger in der Lage alle Konsequenzen ihres Handelns zu erfassen. Die Versorgungszuverlässigkeit sinkt und das Netz wird langfristig unwirtschaftlich.

Der Netzanschluss von REA (z. B. Windkraftanlagen) wird häufig insbesondere bei Einzelanlagen durch einen operativen Planungsansatz realisiert. Die Gründe hierfür sind hoher Zeitdruck der Betreiber und Investoren von REA sowie gesetzliche Vorgaben, die ein operatives Vorgehen erfordern. Abb. 2.3 zeigt beispielhaft die Netzentwicklung bei operativer Planung für den Anschluss von REA.

Das bestehende historisch gewachsene und strukturell nicht optimale Netz (Abb. 2.3a) wird durch den Anschluss von REA unter erheblichen Einbußen an Versorgungszuverlässigkeit weiter verkompliziert (Abb. 2.3b). Eine steigende Anzahl an Neuanschlüssen von REA wird in absehbarer Zeit Einzelmaßnahmen zur Netzertüchtigung zwingend notwendig machen. Diese sind jedoch meist nicht mit langfristigen Planungszielen abstimmbare und führen auch langfristig zur Unwirtschaftlichkeit des Gesamtsystems.

2.2.2 Strategische Planung

Strategische Planung zielt auf einen strukturellen und ganzheitlichen Eingriff in das bestehende Netz unter Anwendung oder Beibehaltung von Standardnetzformen wie beispielsweise Stich-, Ring- oder Strangnetze ab. Zudem ist sie auf mittel- und langfristige

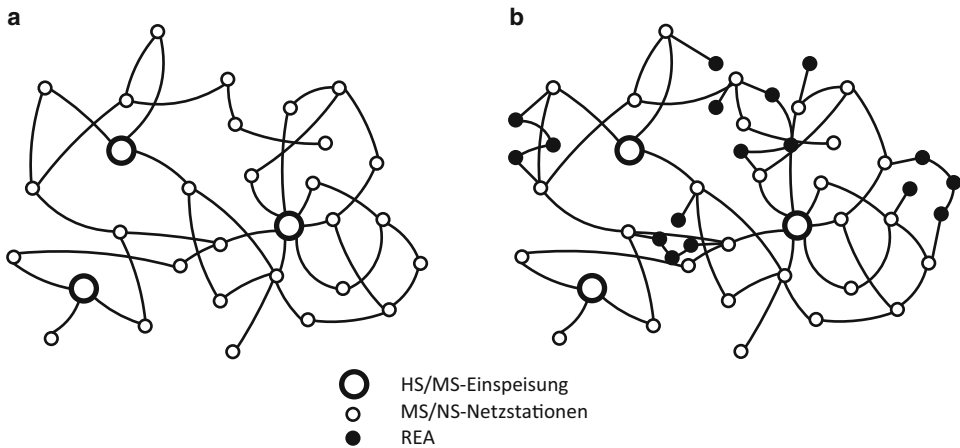


Abb. 2.3 **a** Bestehendes historisch gewachsenes MS-Netz, **b** Ergebnis der operativen REA-Anschlussplanung

Planungsziele ausgerichtet. Planungsergebnis ist ein Ziel-Netz, das meist durch mehrere geplante Netzbau-, Netzausbau- oder Netzurückbauschritte über einen längeren Zeitraum aus dem bestehenden Netz erreicht wird (Masterplan). So lassen sich grundlegende und notwendige Netzstrukturverbesserungen insbesondere für historisch gewachsene Netze umsetzen und an zukünftige Herausforderungen anpassen.

Auch wenn vielfältige Zielvorgaben zu erfüllen sind, steht die Einfachheit, Klarheit und Robustheit der geplanten Netzstrukturen im Vordergrund. Damit bleibt die Versorgungszuverlässigkeit auch im Ziel-Netz erhalten und Fehlinvestitionen für nachträglich unvorhergesehene Netzertüchtigungen werden vermieden. Die Verquickung von Kundenanforderungen und Interessen des Energieversorgungsunternehmens in den Planungszielen erhöht zudem die Wirtschaftlichkeit des Kapitaleinsatzes bei den Netzbaumaßnahmen.

Strategische Netzplanung ist daher die geeignete Grundlage, um den vermehrten Anschluss von REA an das Versorgungsnetz in physikalischer und technischer Hinsicht zu handhaben sowie eine nachhaltige Nutzung der REA sicherzustellen.

Zur Durchführung strategischer Netzplanung werden unterschiedliche Methoden angewendet. Bei umfangreichen Netzen mit hohem Komplexitätsgrad wird die Methode der Greenfield-Planung verwendet. Auch bei einem Netzaufbau mit hoher Struktur-Divergenz zu Standardnetzformen wird diese Methode eingesetzt. Diese Methode ist auch zur Erlangung von Investitionssicherheit bei Netzbauaumaßnahmen mit erheblichem Investitionsbedarf geeignet [2.4/, [2.5/.

Die Greenfield-Planung und der Begriff der Netzarchitektur werden im nächsten Kapitel näher erläutert.

2.3 Netzarchitektur und Greenfield-Planung

Der Begriff Architektur beschreibt allgemein den Aufbau und die Gestaltung von Bauwerken. Der Begriff der Netzarchitektur wird häufig im Bereich der Informationstechnik benutzt und beschreibt dort den Aufbau und die Gestaltung von Netzen zur Datenübertragung. In unserem Fall handelt es sich um die Architektur elektrischer Energieversorgungsnetze.

- Die elektrische Versorgung kann prinzipiell über das komplizierteste Netz erfolgen.

Die Forderungen hinsichtlich hoher technischer, betrieblicher und wirtschaftlicher Vorteile kann nur ein Netz mit geeigneter und klarer Architektur sicherstellen. Es ist grundsätzlich zwischen zwei Netztypen zu unterscheiden, den öffentlichen Energieversorgungsnetzen (EVU-Netze) und den Industrie- oder Sondernetzen [/2.2/](#), [/2.3/](#), [/2.6/](#), [/2.8/](#).

Der Aufbau dieser beiden Netztypen unterscheidet sich deutlich, da unterschiedliche Anforderungen an das jeweilige Netz hinsichtlich der Versorgungsqualität gestellt werden. Insbesondere bei Industrienetzen, die z. B. zur Versorgung innerhalb eines Werksgeländes dienen, liegt die Spannungsqualität höher, da eventuell hochempfindliche Technologieprozesse versorgt werden müssen. Im Gegensatz dazu versorgt das öffentliche Energieversorgungsnetz die allgemeinen Lasten wie Wohnsiedlungen und Gewerbegebiete. Die Versorgung der Großindustrie erfolgt über Hochspannungsnetze höherer Versorgungszuverlässigkeit. Die Folge sind unterschiedliche Netzarchitekturen, wie auch in der Architektur bei Gebäuden für den Wohn- oder Industriebedarf.

Zur Ausgestaltung von Bauwerken stehen dem Architekten verschiedene Etagen und Zimmer zur Verfügung, in der Netzplanung sind das für den Netzplaner unter anderem die Auswahl geeigneter Standorte der Umspannwerke und die Auswahl der Netzformen und Betriebsmittel. Bewährte Standardnetzformen für die Mittelspannungs-Verteilungsnetze aus der Praxis sind [/2.1/](#), [/2.9/](#):

- Strahlennetz,
- Ringnetz,
- Strangnetz (Netz mit Gegenstation).

In der Abb. [2.4](#) sind die drei Standardnetzformen für ein einfaches Energieversorgungsnetz gezeigt. Ein HS/MS-Umspannwerk als Einspeisepunkt wird im Folgenden als HS/MS-Einspeisung bezeichnet. Diese versorgt beispielsweise 15 MS/NS-Netzstationen. Die MS/NS-Netzstationen sind für alle drei Netzformen ortsfest.

Übertragungsnetze der Hoch- und Höchstspannungsebene weisen oft aufgrund ihrer Funktion des Energietransportes von den Kraftwerken in die Lastzentren eine Vielzahl von vorgegebenen Netzstrukturen auf, die geschlossen betrieben werden müssen. Nach

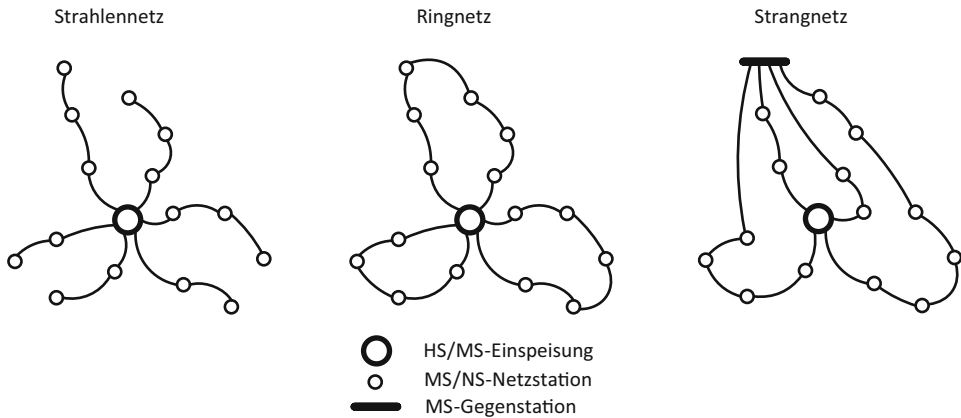


Abb. 2.4 Standardnetzformen – Strahlen, Ringnetz und Strangnetz

der Energieübertragung (Übertragungsnetz) und Energieverteilung (Verteilungsnetz) übernehmen die Niederspannungsnetze die Einspeisung vieler einzelner Verbraucher. Industriekunden oder Sonderabnehmer können auch vom Übertragungsnetz oder Verteilungsnetz direkt eingespeist werden. Die Niederspannungsnetze weisen in den Städten erhebliche Umfänge auf. Die Forderung nach Versorgungszuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit kann durch eine geeignete Netzarchitektur erfüllt werden. Auf der Niederspannungsebene sind vereinzelt auch Maschennetze im Einsatz, die einfach oder mehrfach gespeist sind [/2.1/](#).

Elektrische Energieversorgungsnetze sind keine statischen Gebilde sondern verändern sich entsprechend der Belastungs- und Einspeiseentwicklung. Die Praxis zeigt, dass der Netzaufbau oft nach unterschiedlichen Planungsmethoden erfolgt. Das Ergebnis ist ein historisch operativ gewachsenes Netz, welches in einigen Fällen keine erkennbare Netzarchitektur mehr besitzt. Hinzu kommt der vermehrte Anschluss von REA, der meist nicht netzdienlich ist und das Netz weiter entfremdet. Daher muss der Zubau und Anschluss von REA in die Planung der Energieversorgungsnetze mit einbezogen werden.

Die Abb. 2.5a zeigt hierzu beispielhaft ein historisch gewachsenes MS-Netz, welches keine klaren Strukturen, wie die Standardnetzformen aus Abb. 2.4, erkennen lässt. Insbesondere die vielen Kreuzungspunkte der Leitungsverbindungen machen es schwer, klare und sichere Aussagen über das Netz zu treffen. Zudem ist auffällig, dass bei vielen Netzstationen mehrere abgehende Verbindungen existieren. Dies hat den Nachteil, dass dort eigens Schaltanlagen aufgebaut werden müssten, um die Versorgungszuverlässigkeit zu gewährleisten.

Mit der Methode der Greenfield-Planung kann das beispielhafte Ist-Netz aus Abb. 2.5a in ein optimal strukturiertes Netz überführt werden. Im Allgemeinen kann der Aufbau jedes Netzes mit dieser Methode verbessert werden [/2.4/](#), [/2.5/](#).

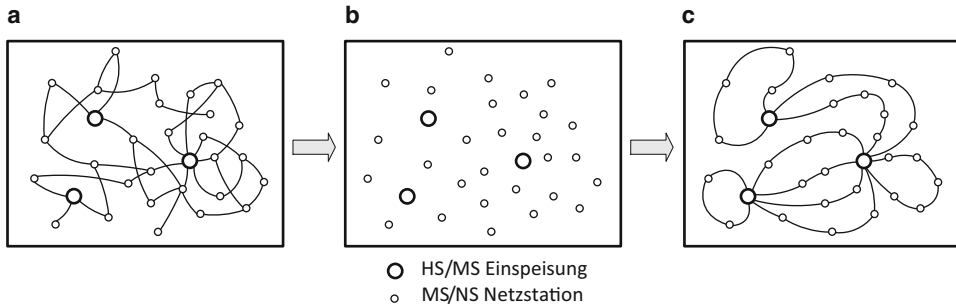


Abb. 2.5 **a** historisch gewachsenes Netz: Ist-Netz, **b** Verbindungsleitungen ausgeblendet, **c** Ziel-Netz: Planungsergebnis der Greenfield-Planung

Für die Durchführung der Greenfield-Planung sind folgende Arbeitsschritte notwendig:

Im ersten Schritt wird ein lageähnlicher Netzplan mit folgenden Eckpunkten erstellt:

- Netzstationen mit ihren Lasten,
- Sonderabnehmer-Stationen mit ihren Lasten,
- HS/MS-Einspeisungen (Umspannwerke als Einspeisepunkte),
- Zukünftige Belastung der Netzstationen und Anlagen.

Im zweiten Schritt werden die vorhandenen Verbindungsleitungen des Ist-Netzes vollständig ausgeblendet. Das Ergebnis zeigt Abb. 2.5b.

Im dritten Schritt wird für die Versorgung der Netz- und Sonderabnehmerstationen ein optimales Netz, genannt Ziel-Netz, unter Berücksichtigung aller Muss- und Wunschziele geplant. Dabei können verschiedene Varianten entstehen, die unter den Gesichtspunkten Technik, Wirtschaftlichkeit und Umwelt gegenübergestellt werden müssen.

Die Auswahl muss dann auf die Variante fallen, die das ausgewogenste Verhältnis zwischen diesen drei Aspekten herstellt. Ein mögliches Ziel-Netz als Planungsergebnis der Greenfield-Planung ist in Abb. 2.5c dargestellt. Die Einspeise- und Stationsstandorte des Ist-Netzes bleiben vollständig erhalten. Die einzelnen Stationen sind jetzt mit Hilfe von Ring- und Strangnetzen zwischen den einspeisenden Umspannwerken verbunden worden, wobei eine klare Architektur des Netzes zu erkennen ist. Das Netz besteht nun aus 6 Strängen und aus 3 Ringen. Durch die nun bessere Übersichtlichkeit des Netzes sind auch der Betrieb sowie die Fehlerbehebung deutlich einfacher. Dies erhöht wiederum die

Versorgungszuverlässigkeit, da durch ein einfacheres Handeln die Unterbrechungsdauer im Störfall verkürzt wird und die Schalthandlung nachvollziehbarer wird.

Das historisch gewachsene Ist-Netz aus Abb. 2.5a muss jetzt, mittel- oder langfristig, durch verschiedene praktische Ausbau-, Umbau- und Rückbaumaßnahmen in das Ziel-Netz aus Abb. 2.5c überführt werden. Dies geschieht normalerweise aus administrativen und wirtschaftlichen Gründen innerhalb mehrerer Ausbaustufen, die auch im Rahmen dieser Planungsphase ausgearbeitet werden. Die Erarbeitung des Masterplans zur praktischen Umsetzung des Ziel-Netzes ist gleichzeitig ein wesentlicher Teil der Greenfield-Planung /2.4/, /2.5/.

Dazu werden zunächst das Ist-Netz und Ziel-Netz hinsichtlich ihrer Struktur miteinander verglichen. Aus dem Vergleich ergeben sich die notwendigen Netzmaßnahmen z. B. Verwendung vorhandener Kabel, die im guten Zustand sind und der geplanten Struktur entsprechen, Verwendung von neuen Kabelverbindungen und/oder Wegfall von obsolet gewordenen Schaltanlagen etc. /2.10/. Bestehende Betriebsmittel sind soweit möglich mit *kreativem Verstand* zu nutzen, um den Ansprüchen der Wirtschaftlichkeit gerecht zu werden. Die Erfahrung aus durchgeführten Planungen dieser Art zeigt, dass meist einige bestehende Betriebsmittel auch zurückgebaut werden können, da sie für die neue Ziel-Netz-Struktur keine Funktion mehr erfüllen und durch den Rückbau erhebliche Ersatzmaßnahmen und Wartungskosten gespart werden.

Das geplante Ziel-Netz und die notwendigen Netzausbaustufen müssen in einem letzten Schritt durch Netzberechnungen verifiziert werden, damit keine physikalischen und technischen Grenzwerte verletzt werden. Das vorgegebene Niveau an Versorgungszuverlässigkeit muss ebenfalls anhand von Netzausfallrechnungen überprüft werden.

Die Greenfield-Planung ist somit generell eine wichtige Methode der strategischen Netzplanung und eignet sich insbesondere zur Handhabung operativ gewachsener Netze /2.4/, /2.5/, /2.6/, /2.7/, /2.9/, /2.11/.

Eine umfassende Netzplanung zeichnet sich dadurch aus, dass die langlebigen Betriebsmittel wie Kabel und Transformatoren entsprechend ihrer hohen Lebensdauer (40–50 Jahre) optimal ausgelastet sind. Beispielsweise liegt die technisch wirtschaftliche Auslastung bei Transformatoren nach den bisherigen Erfahrungen zwischen 60 und 70 %. Der optimale Einsatz hoher Investitionen für langlebige Betriebsmittel kann daher nur durch die Greenfield-Planung sichergestellt werden. Sie minimiert zudem die Wahrscheinlichkeit von Planungsfehler und Fehlinvestitionen bei der praktischen Umsetzung. Sie ist auch zur Planung von Windparks geeignet.

Die berechtigten Erwartungen an ein elektrisches Versorgungsnetz hinsichtlich der Ressourcen-Schonung und des Umweltschutzes können mit Hilfe der Greenfield-Planung erfüllt werden. Durch eine gezielte belastungsabhängige Netzarchitektur werden die Anzahl der Anlagen und der Materialeinsatz sowie die Netzverluste minimiert. Dies unterstreicht die Nachhaltigkeit im Ansatz der Greenfield-Planung.

Strategische Planungsmethoden können jedoch nicht unmittelbar auf die Problematik des vermehrten Anschlusses von REA angewendet werden. REA dürfen in der klassischen Netzplanung nicht als Einspeisung behandelt werden, da sie nur stochastisch einspei-

sen können und somit keine gesicherte Leistung bereitstellen /2.12/, /2.13/. Von einer gesicherten Leistung darf in der Netzplanung nur bei Umspannwerken ausgegangen werden, die an das Übertragungs- oder überregionale Verteilungsnetz angeschlossen sind. Innerhalb des gesamten Energiesystems muss ausreichend gesicherte Leistung vorhanden sein. REA lassen sich somit nur schwer unmittelbar in das Netz integrieren, sie müssen viel mehr eine eigene Netzebene im gesamten Energieversorgungssystem einnehmen, insbesondere bei einer hohen Einspeiseleistung wie bei Windkraftanlagen (WKA) und Freiflächenanlagen der Photovoltaik. Dabei werden die Anlagen in einem größtmöglichen Bereich zusammengeschlossen und bilden sogenannte Clusternetze oder Einspeisenetze. Die Einspeisenetze bieten zudem die Möglichkeit die REA in vorteilhafter Weise mit Energiespeicheranlagen unterschiedlicher Kapazität und Dynamik zu ergänzen und gesicherte Leistung am Anschlusspunkt zur Verfügung stellen. Dies würde erstmalig den 1:1-Ersatz von konventioneller Kraftwerksleistung durch REA ermöglichen /2.14/, /2.15/. Andererseits bestehen innerhalb der Einspeisenetze, im Falle der Anbindung ans EVU-Netz über Umrichter, Freiheitsgrade der Versorgungsqualität hinsichtlich der Netzspannung und der Netzfrequenz, da dort keine Lasten unmittelbar angeschlossen sind. Dies vereinfacht die Netze und kann sie wirtschaftlicher machen.

Abb. 2.6b zeigt beispielhaft, wie ein strategisch geplantes EVU-Netz (Abb. 2.6a) durch einen operativen REA-Anschluss die strukturelle Versorgungszuverlässigkeit verliert. Klassische Netzplanungsmethoden müssen daher weiterentwickelt werden.

Der Anforderung des Erhalts der Versorgungszuverlässigkeit kann nur eine Duale Planungsmethodik gerecht werden. Diese betrachtet das bestehende Energieversorgungsnetz getrennt von den REA und führt diese an geeigneter Stelle unter technisch, wirtschaftlich und umweltverträglich optimalen Bedingungen wieder zusammen und beeinträchtigt gleichzeitig das bestehende Energieversorgungsnetz nicht nachteilig.

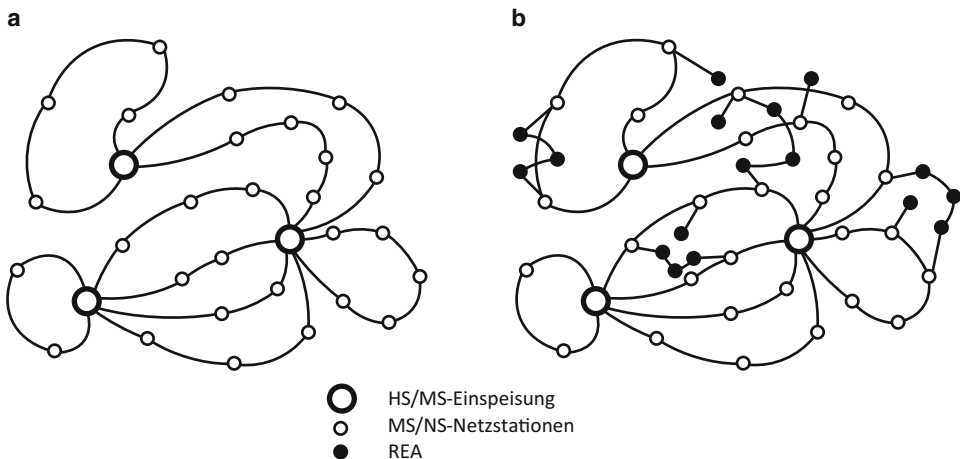


Abb. 2.6 a Ziel-Netz der Greenfield-Planung, b Operativer REA-Anschluss

Im Folgenden wird die Duale Planungsmethodik im Hinblick auf die Anbindung von binnenländischen Windkraftanlagen an Energieversorgungsnetze erläutert und damit neue Planungswege aufgezeigt.

Literatur

- /2.1/ H. Nagel, Systematische Netzplanung, VDE-Verlag, 2008.
- /2.2/ H. Kiank und F. Wolfgang, Planungsleitfaden für Energieverteilungsanlagen, Erlangen: Publicis Publishing, 2011.
- /2.3/ E. Petrossian und D. Steiniker, Modernisierung der Stromversorgung von drei Autofabriken, „ew“ Heft 9/2001, 2001
- /2.4/ E. Petrossian, Th. Connor, E. Oehler und S. Scherer, Greenfield-Planung eines Versorgungsnetze, „ew“ Heft 8/2005, 2005
- /2.5/ A. Rottonara und E. Petrossian, Il progetto Greenfield di Siemens, AETI, Milano 2006
- /2.6/ M. Kiok, E. Rittmeyer und E. Petrossian, Spannungswahl und Netzgestaltung in einer Großstadt, Internationales Symposium, ETH, EWZ, Zürich 1992
- /2.7/ E. Petrossian, M. Kiok und E. Rittmeyer, Restructuring of the High-Voltage System in a City effects on the 10 kV System Configuration and System Operation, IEE Confrence Publication No: 373, Birmingham 1993
- /2.8/ VDEW, Planung und Betrieb von städtischen Mittelspannungsnetzen, Frankfurt: VDEW-Verlag, 1991.
- /2.9/ E. Petrossian, Nicht nur für große Netze, EV Report, 1994
- /2.10/ C. Romeis, E. Petrossian und J. Jäger, Ganzheitliche Planungsmethode zur Netzerzüchtigung, „ew“ Heft 12/2014, 2014
- /2.11/ E. Petrossian, C. Böse, E. Öhler und A. Rottonara, EVERDAY DECISIONS CONCERNING NETWORK DEVELOPMENT CAN BE OPTIMIZED, 19th International Conference and Exhibition on ELECTRICITY DISTRIBUTION, Wien 2007
- /2.12/ J. Jäger, Wenn der Strom nicht aus der Steckdose kommt – Folgen, Ursachen und vorbeugende Maßnahmen, Fachzeitschrift „Uni-Kurier“ der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2006
- /2.13/ J. Jäger, J. Fuchs und K. Schuster, Windenergie – zwischen Ertragsoptimierung und Versorgungssicherheit, ew-Magazin für die Energiewirtschaft H. 25–26, 2008
- /2.14/ S. Henninger, J. Jäger, H. Rubenbauer, An advantageous grid integration method and control strategy for renewable energy sources and energy storage systems, Internationaler ETG Congress, Bonn, 2015
- /2.15/ S. Henninger, J. Jäger, H. Rubenbauer, Dimensioning and Control of Energy Storage Systems for Renewable Power Leveling, IEEE/PES T&D Conference and Exposition, Dallas, 2016

Duale Netzplanung

Leitfaden zum netzkompatiblen Anschluss von
dezentralen Energieeinspeiseanlagen

Jäger, J.; Romeis, C.; Petrossian, E.

2016, XII, 106 S. 65 Abb. in Farbe.,

ISBN: 978-3-658-12730-5