

## Der Weg zu einer langfristigen Investitionsstrategie

# Netzinvestitionen: Wer heute spart, zahlt morgen doppelt

Aufgrund der sich ändernden Versorgungsstruktur in der Energiewirtschaft müssen Netzbetreiber aller Netzebenen investieren. Welche Investitionen zu welchem Zeitpunkt am besten getätigt werden sollten, kann mit einer technisch-wirtschaftlichen Analyse entschieden werden. Besonders wichtig ist dabei, dass technische und betriebswirtschaftliche Aspekte bei der Strategiefindung gleichermaßen berücksichtigt werden. Der Lösungsansatz der BET bietet hier Vorteile, um die Versorgungsaufgabe auch in Zukunft sicher erfüllen zu können.

Die Energiewende hat Auswirkungen auf alle Netzebenen. Obwohl der Fokus der Diskussion aktuell vorrangig im Bereich der Übertragungsnetze liegt, müssen sich vor allem Verteilungsnetzbetreiber mit vielen konkurrierenden Anforderungen auseinandersetzen. Außer einem zum Teil sprunghaften und nur bedingt absehbaren Anstieg der zu integrierenden Erzeugungsleistung in der Mittel- und Niederspannung kann auch die Entwicklung der Netzbelastung zum Beispiel durch die Verbreitung der E-Mobilität nur schwer abgeschätzt werden. Als Beispiel zeigt *Bild 1* exemplarisch die Entwicklung der dezentral installierten Einspeiseleistung in einem städtischen Niederspannungsnetz mit einer Netzlänge von rund 700 km.

Weitere Anforderungen ergeben sich aus der Struktur der bestehenden Ver-

teilungsnetze. Diese sind auf die bisherige zentrale Einspeisung aus dem vorgelagerten Netz optimiert und müssen an die neuen Anforderungen angepasst werden. Parallel dazu ist die Erneuerung alternder Betriebsmittel zu berücksichtigen. Neue Rahmenbedingungen, die sowohl aus der Regulierung als auch aus technischen Anforderungen an die Betriebsmittel resultieren, sind ebenfalls zu beachten.

Unter Berücksichtigung der sich wandelnden Anforderungen und auch unter den gegebenen Unsicherheiten bezüglich des regulatorischen Rahmens ist es die Aufgabe der Netzbetreiber, die Mittel- und Niederspannungsnetze in einem technisch einwandfreien und funktionierenden Zustand zu halten. Dieser ist nachhaltig sicherzustellen, so dass langfristig eine kontinuierliche, sichere und

günstige Erfüllung der Versorgungsaufgabe möglich ist.

Werden die Freiheitsgrade einer Netzstrukturumstellung beziehungsweise Netzerneuerung bei der Erstellung einer Investitionsstrategie analysiert, stellt sich die Frage, wie viel der Netzbetreiber zu welchem Zeitpunkt investieren muss. Hierzu ist zu klären, nach welcher Nutzungsdauer einzelne Betriebsmittel typischerweise aus wirtschaftlichen und technischen Gründen sinnvollerweise ersetzt werden sollten.

Antworten auf diese Fragen liefert eine technisch-wirtschaftliche Analyse, bei der im Vorfeld einige grundsätzliche Annahmen zu treffen sind. Hierzu gehören unter anderem Annahmen über

- den erwarteten regulatorischen Rahmen
- die Änderung beziehungsweise Entwicklung der Netzstruktur
- Änderungen der Lasten beziehungsweise der dezentralen Erzeugung
- weitere spezifische Fragen, wie die handelsrechtlichen Bilanzierungsrichtlinien.

Bei den folgenden, aus unterschiedlichen Projekten zusammengefassten Ergebnissen wurde angenommen, dass der heutige regulatorische Rahmen im Grundsatz bestehen bleibt. Dies gilt vor allem für die Systematik der Fotojahre. Eventuelle Änderungen lassen sich jedoch leicht im verwendeten Modell abbilden.

Sofern keine Zielnetzplanungen vorhanden war, wurde angenommen, dass die Netzstruktur unverändert bleibt. Somit bleibt auch die Zahl der Betriebsmittel konstant. Der gleiche Ansatz wurde bei den Annahmen über Änderungen der Lasten beziehungsweise der dezentralen

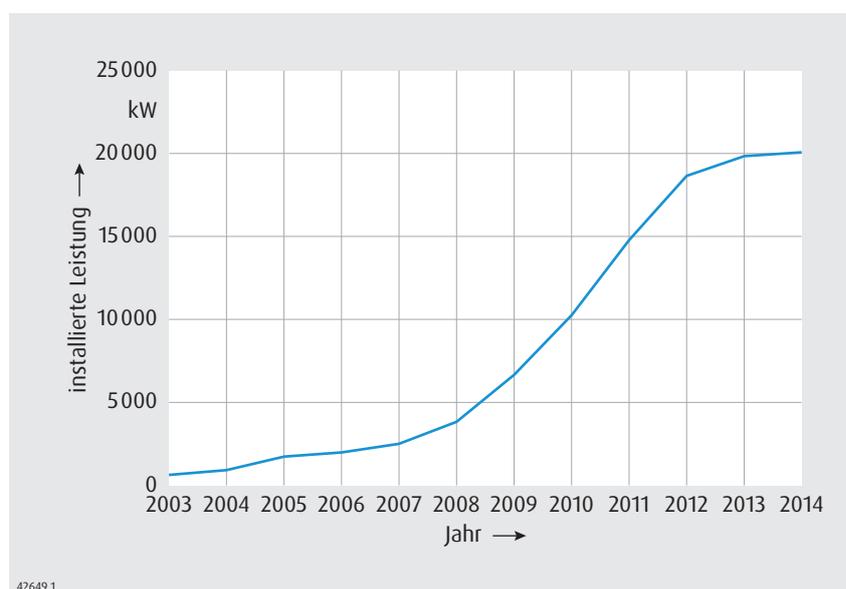


Bild 1. In der Niederspannung installierte Leistung in einem städtischen Verteilungsnetz [1]

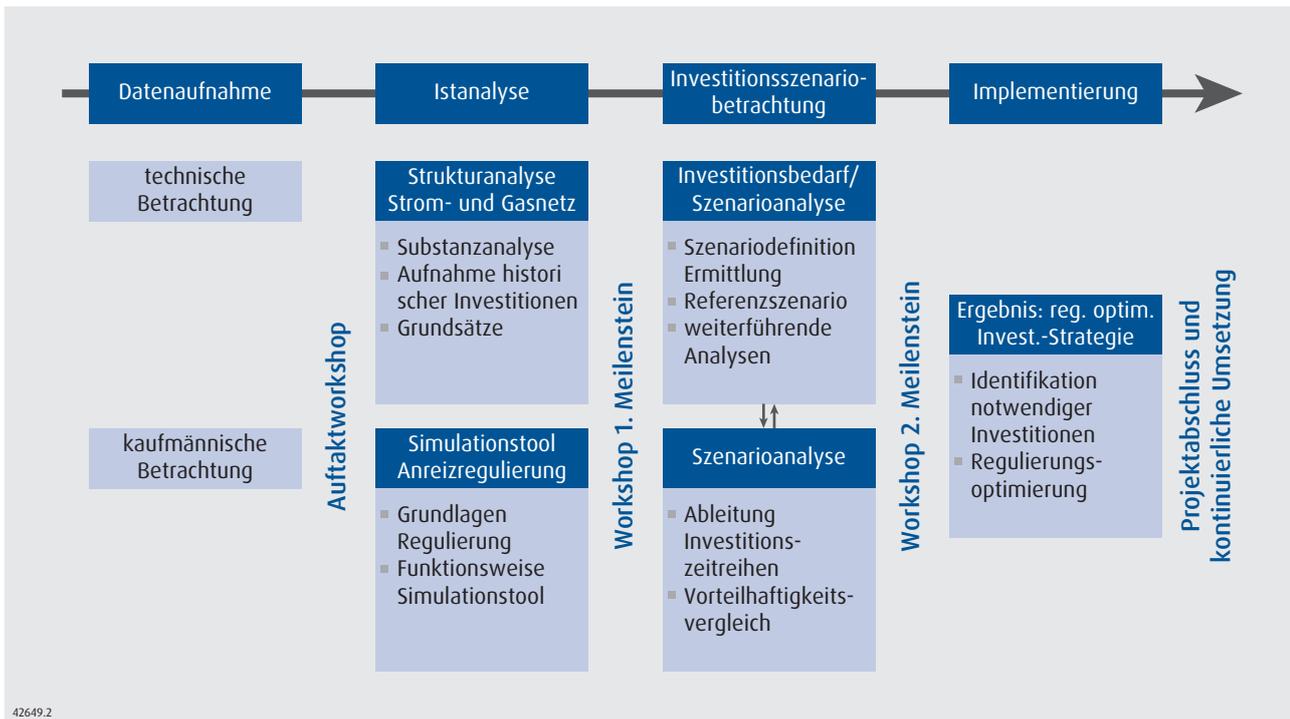


Bild 2. Prinzipieller Projektablauf

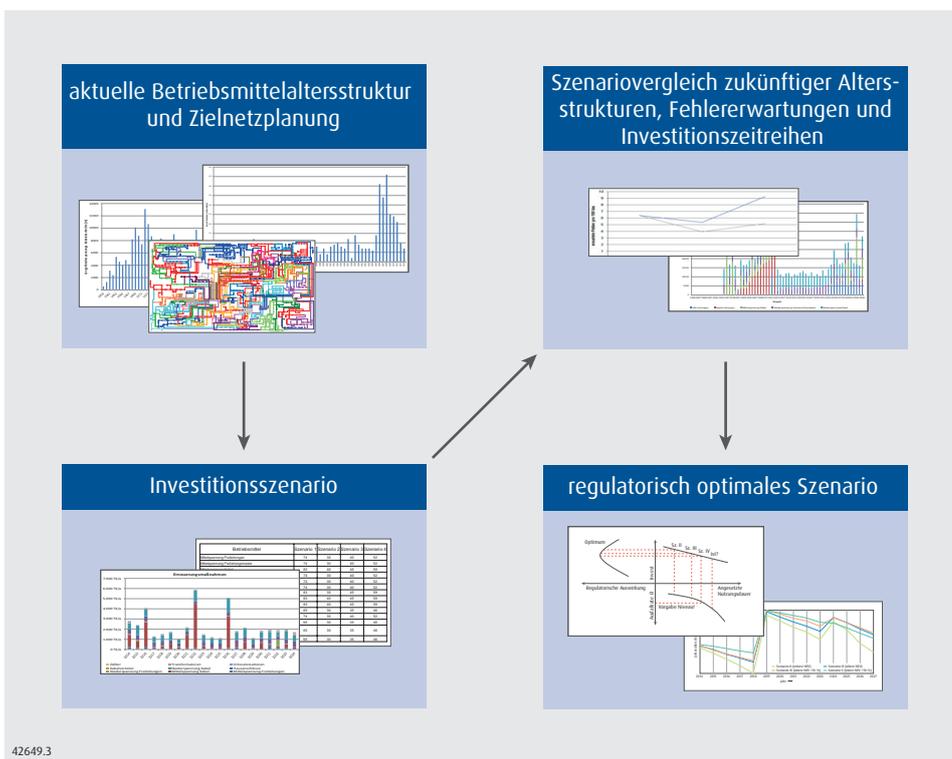


Bild 3. Vorgehensschema mit Bearbeitungsschleifen

Erzeugung im Netz gewählt. Hierbei wurde projektspezifisch festgelegt, dass die künftigen Anforderungen zum Großteil ohne weitere beziehungsweise mit den bereits geplanten Maßnahmen bewältigt werden können.

Die Annahmen über ergänzende, netzbetreiberspezifische Fragen wurden individuell abgestimmt. Auch hier ist die Fort-

schreibung der bisherigen Systematik oft ein guter Ansatz, da in der Vergangenheit bereits entsprechende Optimierungspotenziale gehoben wurden.

**BET-Lösungsansatz**

Nach Abstimmung der Rahmenbedingungen beginnt die Entwicklung und Konkretisierung einer langfristigen In-

vestitionsstrategie. Das grundsätzliche Vorgehen ist in Bild 2 dargestellt.

Wichtig ist, dass technische und betriebswirtschaftliche Aspekte bei der Strategieermittlung parallel betrachtet werden. Weiterhin ist eine enge Kommunikation und Abstimmung mit dem Mandanten notwendig. Um diese sicherzustellen, hat sich ein Vorgehen mit regelmäßigen

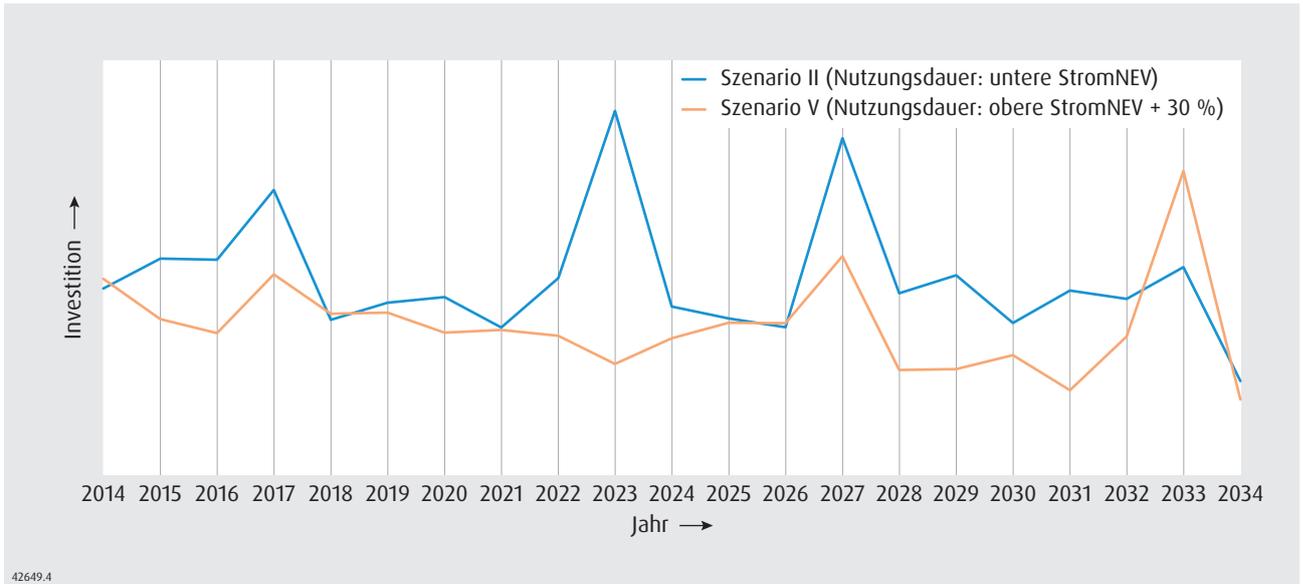


Bild 4. Schematischer Vergleich der Investitionszeitreihen für Szenario II und V

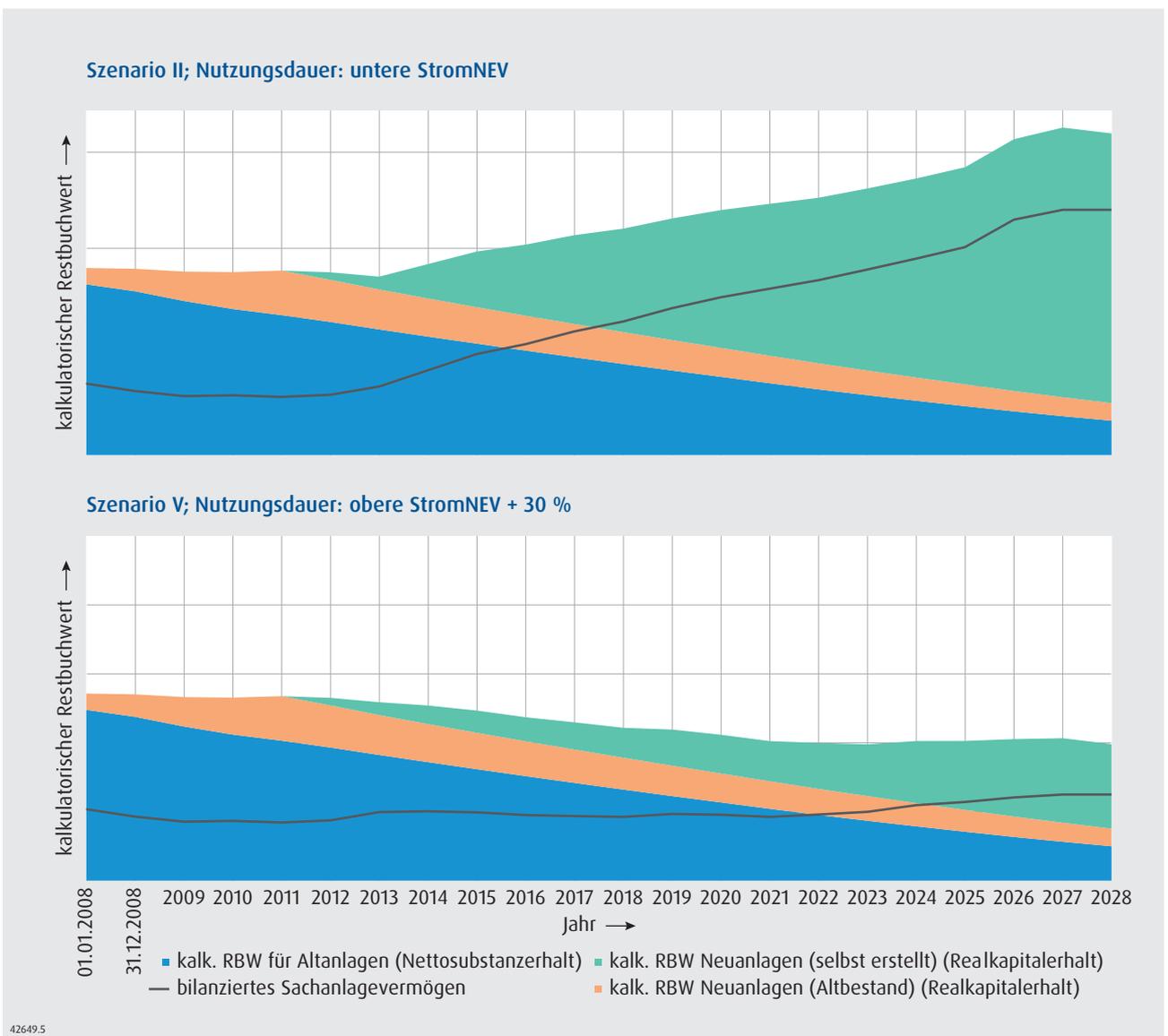


Bild 5. Beispiel für einen betriebswirtschaftlichen Vergleich: Entwicklung des kalkulatorischen Restbuchwerts (RBW)

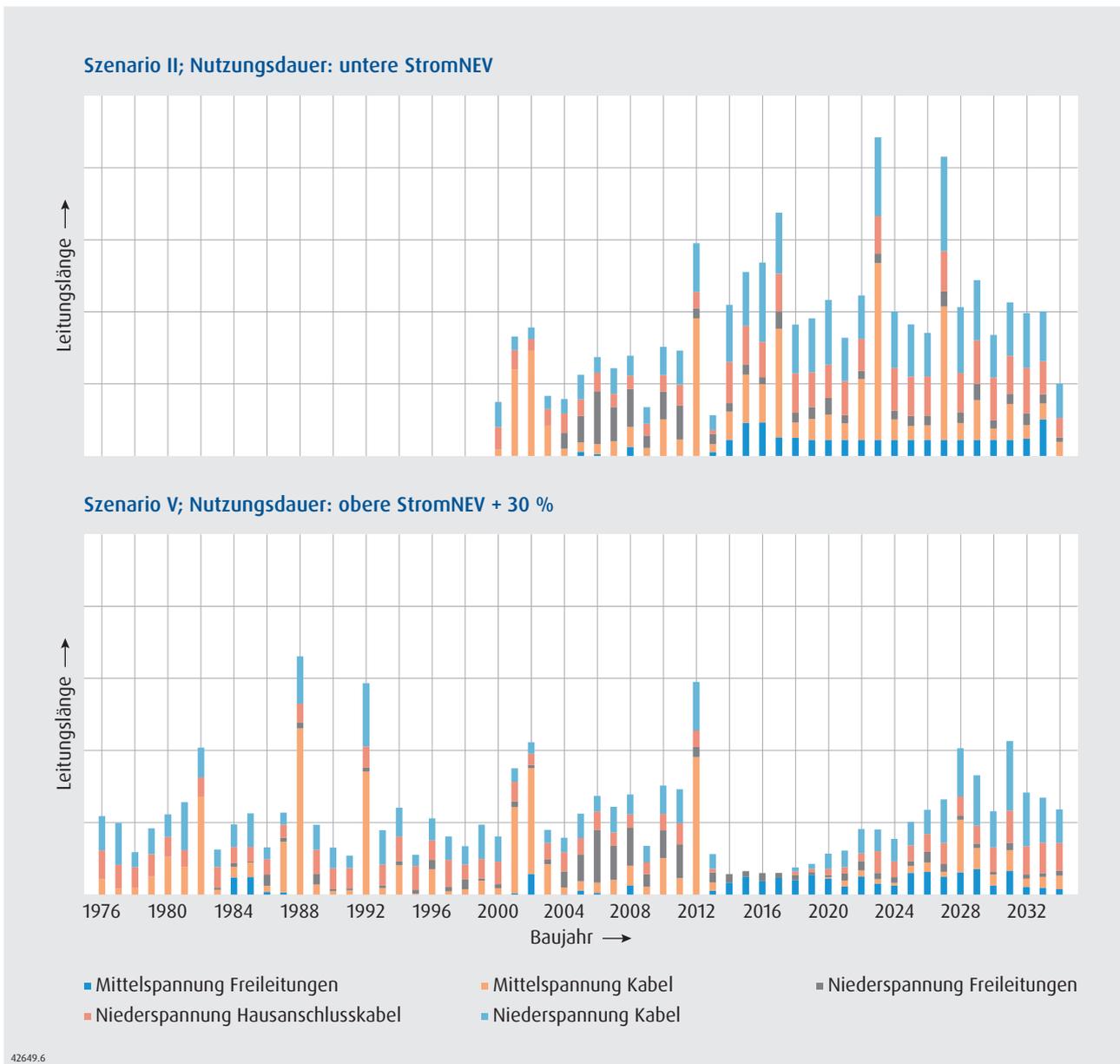


Bild 6. Schematischer Vergleich der Altersstruktur im Betrachtungsjahr 2034 (20-Jahre-Horizont)

Workshops bewährt, in denen die erreichten Zwischenergebnisse vorgestellt sowie die nächsten Schritte diskutiert werden. Das prinzipielle Vorgehen zur Ermittlung und Konkretisierung einer Investitionsstrategie orientiert sich an dem in *Bild 3* dargestellten iterativen Schema.

Im Folgenden wird zuerst auf die technischen, dann auf die wirtschaftlichen Aspekte eingegangen. Grundlage der technischen Betrachtung sind das vorhandene Netz sowie – wenn vorhanden – bereits vorliegende (Ziel-)Netzplanungen. Es ist zu bestimmen, welche Betriebsmittel betrachtet werden sollen. Gleichzeitig wird die vorhandene Altersstruktur der Betriebsmittel benötigt und ist – sofern nicht vorhanden – aufzunehmen.

Ergänzend sind die aktuell gelebten technischen Nutzungsdauern aufzunehmen und zu hinterfragen. Sofern hier keine Festlegungen vorliegen, sind diese abzustimmen. Die praktizierten technischen Nutzungsdauern sind dabei oft höher als der rechtliche Rahmen der Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV) vorgibt.

Für die Festlegung der Nutzungsdauern bieten sich unterschiedliche einfache Szenarien an:

- Szenario I: gemäß historischer oder geplanter Investitionsstrategie
- Szenario II: gemäß unterer Grenze der StromNEV
- Szenario III: gemäß oberer Grenze der StromNEV

- Szenario IV: gemäß oberer Grenze der StromNEV + 10 %
- Szenario V: gemäß oberer Grenze der StromNEV + 30 %.

Auf dieser Grundlage lassen sich die jeweils zugehörigen Nutzungsdauern für die betrachteten Betriebsmittel ermitteln. Mit diesen Daten werden die künftig jährlich notwendigen Investitionen berechnet. Gleichzeitig kann der künftig erwartete Betriebsmittelbestand eines Netzes für einen Zeitpunkt in der Zukunft ermittelt werden.

Ziel ist es, dass nach einem kompletten Investitionszyklus sämtliche im Netz vorhandenen Betriebsmittel innerhalb ihrer im jeweiligen Szenario spezifizierten, be-

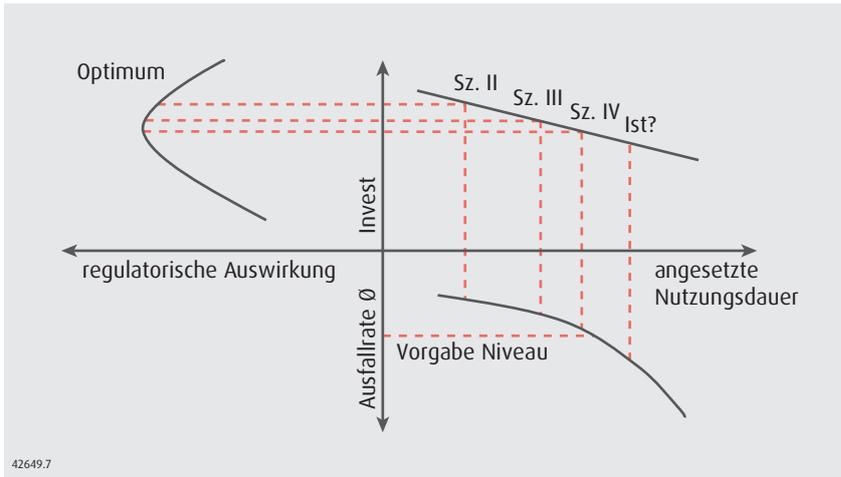


Bild 7. Zuverlässigkeitsbewertung der Szenarien (Die regulatorische Auswirkung der Zuverlässigkeit im Sinn einer Q-Element-Betrachtung wurde in den betrachteten Projekten nicht vorgenommen, ist aber möglich.)

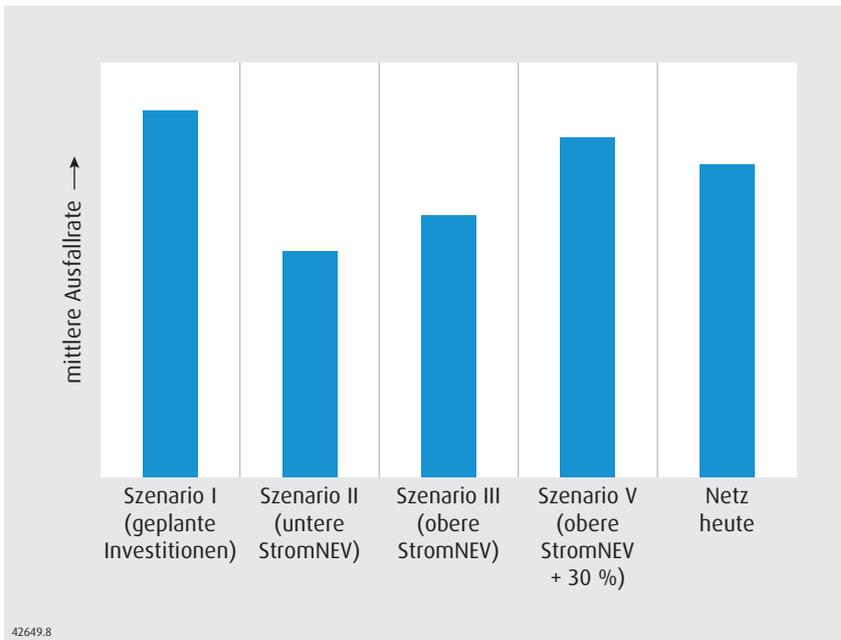


Bild 8. Mittlere Ausfallrate im Betrachtungsjahr 2034 (Gesamtnetz betrachtet, basierend auf Altersstruktur)

triebsüblichen Nutzungsdauer liegen. In diesem Zusammenhang ist zu klären, wie mit einem eventuell bestehenden Investitionsstau umzugehen ist. Ein Beispiel für dieses Vorgehen ist in Bild 4 dargestellt.

Die resultierenden Investitionszeitreihen richten sich nach dem sich ergebenden Bedarf. Es ist zu erkennen, dass bei einer langen Betriebsmittelnutzungsdauer im Schnitt weniger zu investieren ist. Weiterhin werden Investitionsspitzen sichtbar, also Zeitpunkte beziehungsweise -räume, in denen aus unterschiedlichen Gründen viel investiert wurde. Damit sind Maßnahmen zur Glättung der Investitionen

für die Zukunft planbar. Durch eine Langzeitbetrachtung (hier bis zum Jahr 2075) ergibt sich ergänzend eine mittlere notwendige Investition, so dass identifizierte Investitionsspitzen mit einer geeigneten Strategie ebenfalls geglättet werden können.

Im Rahmen der wirtschaftlichen Betrachtung wird auf Basis der ermittelten Investitionszeitreihen sowie den Vorgaben des Netzbetreibers die weitere Unternehmensentwicklung betrachtet. Hierbei hat sich die Betrachtung über einen Zeitraum von maximal 15 Jahren in die Zukunft bewährt.

Als Beispiel des Vergleichs ist in Bild 5 die Entwicklung des kalkulatorischen Restbuchwerts für das Szenario »untere Grenze der StromNEV« (Szenario II; oben) sowie für das Szenario »obere Grenze der StromNEV + 30%« (Szenario V; unten) dargestellt. Ergänzend lassen sich weitere wirtschaftliche Kenngrößen ermitteln. Das kann zum Beispiel eine Abschätzung der im jeweiligen Szenario erwarteten Jahresüberschüsse sein.

Die auf dieser Basis ermittelten Investitionsstrategien können somit in einem Szenariovergleich gegenübergestellt, bewertet und konkretisiert werden. Zur Verdeutlichung der Auswirkungen der jeweiligen Investitionsszenarien auf das Netz kann ergänzend die jeweils erwartete künftige Altersstruktur der Betriebsmittel berechnet werden (Bild 6).

Erwartungsgemäß ergibt sich im Szenario II ein deutlich jüngeres Netz als in Szenario V. Diese Betriebsmittelaltersstruktur hat Auswirkungen auf die erwartete Versorgungszuverlässigkeit. Weiterhin lassen sich erste Rückschlüsse auf den Betriebsmittelzustand und somit auf Risiken im laufenden Betrieb ziehen.

Unter Annahme einer gleichbleibenden Netzstruktur ist mit Literaturdaten ein relativer Vergleich der jeweils zu erwartenden Versorgungszuverlässigkeit der Szenarien möglich [2, 3]. Die verwendete Systematik ist in Bild 7 dargestellt.

Besonders zu beachten ist die Sekundärtechnik. Diese wird in Form smarterer Komponenten neben der klassischen Schutz- und Fernwirktechnik immer häufiger im Netz eingesetzt. Gleichzeitig liegen bei den neuen Technologien nur bedingt Erfahrungen bezüglich der erreichbaren technischen Nutzungsdauer vor. Diese wird die Nutzungsdauer dieser Betriebsmittel durch die Verfügbarkeit von Ersatzteilen beziehungsweise Austauschgeräten limitieren. Das betrifft sowohl die verwendete Hard- und Software als auch die Kompatibilität künftiger Produktgenerationen. Erste Erfahrungswerte zeigen, dass bedingt durch diese Faktoren oft nicht einmal die betriebsübliche Nutzungsdauer gemäß StromNEV erreicht wird.

Die vorgestellte Analyse bietet eine umfassende und flexibel erweiterbare Basis für die Konkretisierung von Investitionsstrategien. Gleichzeitig geben die betrachteten Szenarien technische und wirtschaftliche Anhaltspunkte, welche Strategie zu bevorzugen ist.

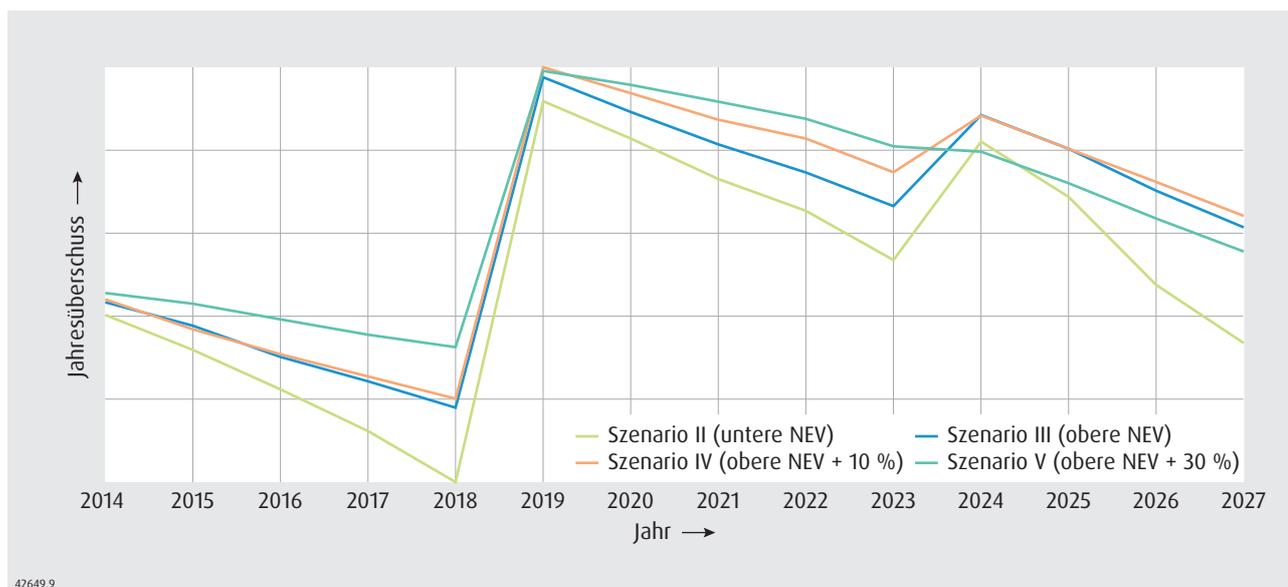


Bild 9. Vergleich der Jahresüberschüsse bei verschiedenen Betriebsmittelnutzungsdauern (und definierter Erlöspfad)

### Ergebnisse des Szenariovergleichs

Auf Basis der in *Bild 6* dargestellten Altersstruktur – die sich abhängig vom betrachteten Investitionsszenario ergibt – werden die erwarteten Zuverlässigkeiten ermittelt. Die Ergebnisse der Betriebsmittelgruppen werden auf das Gesamtnetz übertragen (*Bild 8*). Zur Herstellung der Vergleichbarkeit wird diese Systematik auch auf das Bestandsnetz angewendet.

Es ist zu erkennen, dass vor allem in Szenario II eine geringe Ausfallrate, also ein im Vergleich hohes Zuverlässigkeitsniveau erreicht wird. Die bisherige, nicht explizit definierte Nutzungsdauer von Betriebsmitteln liegt entsprechend zwischen der oberen Nutzungsdauer nach StromNEV (Szenario III) und der oberen Nutzungsdauer nach StromNEV + 30 % (Szenario V). Auf Basis dieser Ergebnisse können gezielt Investitionsszenarien bestimmt werden, bei denen die erwartete Zuverlässigkeit auf dem aktuellen Niveau bleibt oder ein angestrebtes Niveau erreicht.

Gleichzeitig stellt sich die Frage, welche Investitionsszenarien betriebswirtschaftlich vorteilhaft sind. Zielgrößen sind neben der bereits genannten erwarteten Zuverlässigkeit zum Beispiel der Erhalt des Unternehmenswerts, die Renditeerwartung, die Entwicklung der Eigenkapitalquote, der Aufwandspositionen, der Erlösobergrenze und der Jahresüberschüsse. Auch diese lassen sich aus den aufgestellten Investitionsszenarien errechnen. Die Ergebnisse der Jahresüberschussbetrachtung zeigt *Bild 9* exemplarisch.

Durch die Strategie, Betriebsmittel so lange wie technisch möglich zu nutzen, werden Investitionen lediglich verschoben. Dies hat unter der aktuellen Regulierungssystematik jedoch Folgen. Bei der Annahme einer betriebsüblichen Nutzungsdauer nach StromNEV + 30 % (Szenario V) sinken mittelfristig die Jahresüberschüsse. Der Rückgang der Jahresüberschüsse hängt direkt mit der in *Bild 5* dargestellten Abnahme des kalkulatorischen Restbuchwerts des Netzes zusammen. Dieser bleibt hingegen bei Szenario III konstant, so dass mittelfristig höhere Jahresüberschüsse erwirtschaftet werden können. Ergänzend stehen dem Netzbetreiber in Szenario V kaum noch Mittel aus der Innenfinanzierung zur Verfügung, wobei zum gleichen Zeitpunkt auch höhere Investitionen anstehen.

Bei den durchgeführten Projekten zeigt sich einheitlich, dass sich durch kontinuierliche und ausreichend hohe Investitionen mittel- und langfristig Vorteile für Netzbetreiber, Netz und Kunden ergeben. Wie entsprechende Investitionszeitreihen aussehen, ist jedoch stark abhängig von den Gegebenheiten des jeweiligen Netzbetreibers, dem zu bewirtschaftenden Netz sowie der sich ändernden Versorgungsaufgabe. Es hat sich jedoch gezeigt, dass Netzbetreiber, die heute nicht investieren, mittelfristig mehrfach zahlen müssen: in Form sinkender Überschüsse, höherer notwendiger Investitionen und einer schlechter werdenden Versorgungsqualität. Es ist also sinnvoll, kaufmännische und technische Aspekte bei der Planung kombiniert

zu betrachten und somit einen direkten Mehrwert zu schaffen.

### Literatur

- [1] EEG-Anlagendaten: [www.amprion.net/eeg-anlagenstammdaten-aktuell](http://www.amprion.net/eeg-anlagenstammdaten-aktuell).
- [2] Brünecke, K.; Neumann, K.; Nikolaizik, J.: VEM-Handbuch Zuverlässigkeit von Automatisierungs- und Elektroenergieanlagen. Technik Verlag, Berlin, 1981.
- [3] Kloepfel, F.; Adler, G.; Sorin, W. W.; Tislenko, W. W.: Zuverlässigkeit von Elektroenergiesystemen. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.



Dr.-Ing. Steffen Hetzel,  
Berater,  
BET Büro für Energiewirtschaft  
und technische Planung  
GmbH, Aachen



Hartmut Müller,  
Teamleiter Netzbewertung  
und Netzplanung,  
BET Büro für Energiewirtschaft  
und technische Planung  
GmbH, Aachen

>> [steffen.hetzel@bet-aachen.de](mailto:steffen.hetzel@bet-aachen.de)  
[hartmut.mueller@bet-aachen.de](mailto:hartmut.mueller@bet-aachen.de)

>> [www.bet-aachen.de](http://www.bet-aachen.de)