

---

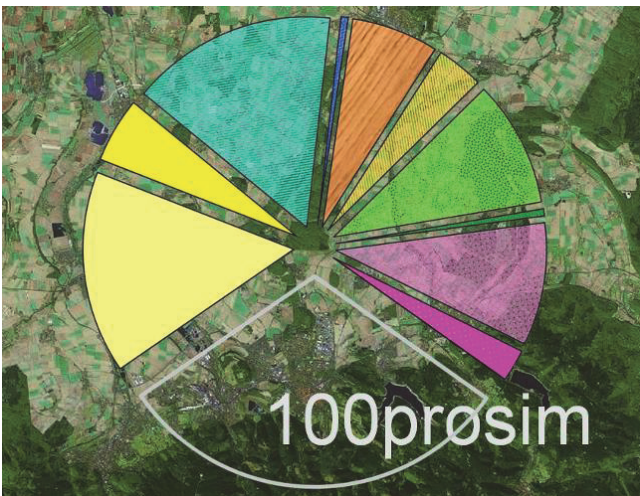
# 100prosim-Methodik

## Software-gestützte Modellierung von Ziel-Szenarien für 100%-Erneuerbare-Energien-Regionen

---

### 100%-Erneuerbare-Energien

Die Vorstellung von einer dauerhaft zukunftssicheren Energieversorgung gewinnt an Anziehungskraft. Der Niedergang der fossilen und atomaren Energien ist absehbar und immer mehr Menschen wünschen sich eine Befreiung aus ihrer hochgradigen Abhängigkeit. Die Methodik zielt auf künftige Energiesysteme, die eine Deckung des Bedarfs allein mit Erneuerbaren Energien ermöglichen.



### Regionaler Bezugsrahmen

Im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffvorkommen sind in jeder Region natürliche Energieströme nachhaltig nutzbar. Zahlreiche lokale und regionale Initiativen sind bereits entstanden, die sich eine Versorgung weitgehend mit freier Umgebungsenergie ihrer Region zum Ziel gesetzt und mit dem Umbau begonnen haben. Klimaschutz, langfristige Versorgungssicherheit, Stärkung der regionalen Wirtschaftskraft und mehr Verteilungsgerechtigkeit sind dabei wesentliche Motive.

Die Methodik ist auf beliebige Regionen innerhalb Deutschlands generisch anwendbar. Anstatt eines hohen Importanteils ist sie bewusst auf die jeweils eigenen Möglichkeiten fokussiert. Die Erfassung der spezifischen naturräumlichen Gegebenheiten der Region bildet die Grundlage für eine realistische Potenzialbewertung. Die Abgrenzung einer zu betrachtenden Region erfolgt aus Gründen der Datenverfügbarkeit vorzugsweise entlang der Landkreisgrenzen.

### Ziel-Szenarien

Die Zahl der Studien und Konzepte zur Energiewende wächst rasant. Üblicherweise sind sie auf Etappenziele in nicht allzu ferner Zukunft gerichtet. Und im Vordergrund steht die Frage, wie ein steigender Anteil Erneuerbarer Energien kurzfristig in das bestehende, fossil-/atomar geprägte Energiesystem integriert werden kann.

Allerdings ist nicht zu erwarten, dass diese ‚explorative‘ Sicht allein geradlinig zu einem langfristig zukunftsfähigen Energiesystem führt, mit seinen grundlegend unterschiedlichen Strukturanforderungen. Dringend notwendig erscheint vielmehr die klare, ‚normative‘ Orientierung der Energie-

wende am Gesamtziel einer postfossilen Energieversorgung, um gravierende Zeitverzögerungen und Fehlinvestitionen zu vermeiden und die Existenzgrundlagen nicht vollends aufs Spiel zu setzen.

Die Modellierung von Ziel-Szenarien hat sich als geeignetes Mittel erwiesen, um Aufschluss zu gewinnen über die Möglichkeiten, Grenzen und Bedingungen eines postfossilen Energiesystems. Sie geben den Blick frei auf mögliche Zukünfte und erlauben die Identifikation wünschenswerter Konstellationen innerhalb dieses ‚Möglichkeitsraumes‘.

Die Methodik ist daher bewusst auf die Modellierung der Ziel-Situation fokussiert und vermeidet so eine für den klaren Blick aufs Ziel abträgliche Vermischung mit Überlegungen zur Vorgehensweise. Jedes modellierte Ziel-Szenario besteht im Wesentlichen aus einer Jahres-Energiebilanz für die betreffende Region im postfossilen Zeitalter.

### Software-gestützte Modellierung

Die praktische Anwendung der Methodik wird durch *100prosim-Simulationswerkzeuge\** unterstützt, im Wesentlichen bei den folgenden Aktivitäten:

- Aufbau des Datenmodells für die zu betrachtende Region (naturräumliche Gegebenheiten, Status der Erneuerbaren Energien und des Energieverbrauchs), Datenbezug aus allgemein zugänglichen Datenquellen, Aufnahme von erläuternden Kommentaren.
- Modellierung von Ziel-Konstellationen auf einer transparenten tabellarischen Oberfläche mit Hilfe einer kontextsensitiv verknüpften Datenbasis inkl. Beschreibungen.
- Zeitgleiche Mitkalkulation der resultierenden Jahres-Energiebilanz; Ergebnisdarstellung tabellarisch und in grafischer Form gewährt jederzeit Überblick über den erreichten Stand.
- Beliebige Modifikation eines Ausgangs-Szenarios zur Modellierung verschiedener Varianten.

Das Werkzeug ist besonders auch auf die Anwendung in *Szenario-Workshops\** ausgerichtet, in denen die Teilnehmenden gemeinschaftlich Ziel-Szenarien entwickeln.

### Physische Grundlage

Der Möglichkeitsraum, innerhalb dessen Lösungen für eine postfossile Energieversorgung vorstellbar sind, wird maßgeblich durch zwei Faktoren bestimmt und begrenzt: Die naturräumlichen Gegebenheiten der Region einerseits und die erwartbaren technischen Möglichkeiten andererseits. Deshalb erfolgt die Szenario-Modellierung maßgeblich auf dieser physischen Grundlage.

In zweiter Linie sind ökonomische Gesichtspunkte dann von Bedeutung, wenn zwischen mehreren in Frage kommenden Lösungen innerhalb des Möglichkeitsraumes abzuwägen ist.

### Wünschbares Optimum

Der Übergang zu einer zukunftsfähigen Energieversorgung, wie auch immer diese geartet sein mag, wird in jedem Fall mit gravierenden Veränderungen verbunden sein. Auf der einen Seite führt die notwendige Erhöhung der regenerativen Energieerzeugung zu einer Ausweitung der beanspruchten Flächen, verbunden mit verschiedenen Belastungen für die Gesellschaft. Auf der anderen Seite kann die Erzeugung angesichts der Begrenztheit der nutzbaren Energieströme nicht wie bisher ungehemmt einer steigenden Nachfrage folgen.

Folglich geht es darum, innerhalb des Möglichkeitsraums ein wünschbares Optimum zu finden zwischen

*\*) in eigenständigen Infos beschrieben*

- der Menge an verfügbarer Energie und damit zu erbringender Dienstleistungen einerseits und
- den mit der Energiegewinnung verbundenen Belastungen andererseits.

Die Methodik unterstützt dies durch einfache Modifizierbarkeit der getroffenen Ansätze. Für die Annäherung an ein wünschbares Optimum können so mit geringem Aufwand verschiedene Szenario-Varianten erzeugt werden.

### Flächenbasierter Ansatz

Die gewohnten fossilen Brennstoffe weisen eine hohe Energiedichte auf. Die Vorkommen liegen räumlich konzentriert unterhalb der Erdoberfläche, so dass die zur Ausbeutung erforderlichen Anlagen meist nur punktuell in Erscheinung treten. Die natürlichen Energieströme dagegen sind gekennzeichnet durch flächige Verteilung bei vergleichsweise geringer Energiedichte. Die Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Quellen bedeutet, sie in der Fläche ‚einzusammeln‘, und das größtenteils oberirdisch.

Die Beanspruchung erheblicher Flächen zur Gewinnung erneuerbarer Energien setzt diese in Konkurrenz zu anderen Nutzungen und Ansprüchen an den Landschaftsraum. Erst mit einer Vorstellung von Größe und Nutzungsform der vorgesehenen Energiegewinnungsflächen werden mögliche Nutzungskonflikte erkennbar - als eine Grundvoraussetzung für die Bestimmung von Möglichkeitsraum und wünschbarem Optimum.

Die Methodik geht demzufolge von der Flächenstruktur der betrachteten Region aus. Auf dieser Grundlage werden für die verschiedenen Energiegewinnungsflächen vertretbar erscheinende Zielansätze getroffen. Mit dem jeweiligen Energieertrag pro Hektar lässt sich daraus dann die resultierende Jahres-Energieproduktion bestimmen.

### Vorlagen für Zielansätze

Zur Unterstützung einer nach heutigem Erkenntnisstand angemessenen Festlegung der Zielansätze beinhaltet die Methodik Vorlagen für technikspezifische und Leitlinien für regionsspezifische Größen. Diese Wissensbasis beruht auf einer umfassenden Literatur-Recherche. Die Vorlagen befreien die Szenario-Entwicklung von umfangreichen Vorarbeiten, können aber gegebenenfalls auch durch Werte nach eigenen Erkenntnissen ersetzt werden.

### Statusmodell und Deckungsgrad

Grundlegend für Modellierung und Bewertung von Zielszenarien sind unter anderem auch die Veränderungen gegenüber dem heutigen wohlbekannten Zustand. Um diese Veränderungen direkt einsehbar zu machen, wird dem Zielszenario ein identisch strukturiertes Statusmodell gegenüber gestellt. Die Methodik unterstützt den Aufbau des Statusmodells durch ein Standardverfahren für die Beschaffung der regionsspezifischen Daten aus allgemein zugänglichen Quellen.

Im Interesse der besseren Interpretierbarkeit werden die Absolutwerte für Energie-Produktion und -Bedarf außerdem relativ zum heutigen Endenergieverbrauch als Deckungsbeitrag beziehungsweise Deckungsgrad angezeigt.

### Verursacher-Prinzip / Solidar-Prinzip

Es hat sich erwiesen, dass die Erfassung des tatsächlichen Energieverbrauchs in der betrachteten Region nach dem Territorial-Prinzip einerseits unnötig aufwändig und andererseits als Grundlage für die Zielbetrachtung wenig geeignet ist: Die ermittelten Werte wären stark von der gegenwärtigen Wirtschaftsstruktur der Region geprägt, die in den nächsten Jahrzehnten sicher größeren, kaum absehbaren

Veränderungen unterworfen sein wird und nicht als konstant angenommen werden kann.

Stattdessen ist in der Methodik die Verbrauchsermittlung nach dem Verursacher-Prinzip vorgesehen. Der von den Einwohnern der Region verursachte Energieverbrauch ergibt sich dabei aus dem Produkt des durchschnittlichen deutschen Pro-Kopf-Verbrauchs und der Einwohnerzahl.

Das Solidar-Prinzip erlaubt darüber hinaus die Berücksichtigung eines interregionalen Austauschs zwischen den dicht besiedelten Ballungs- und den dünn besiedelten ländlichen Regionen Deutschlands aufgrund der Bevölkerungsdichte.

### Energiebedarf

Das Ziel-Szenario weist dann eine ausgeglichene Energiebilanz auf, wenn genügend Energie zur Deckung des künftigen Bedarfs bereitgestellt wird. Das heißt, dass sich mit einer Minderung des Bedarfs auch die erforderliche Energieproduktion und die damit verbundenen Belastungen verringern lassen. Zum einen können Bedarfsminderungen durch Einsatz effizienterer Technik bei Energiewandlung und Energienutzung erreicht werden, ohne die mit Energie erbrachten Leistungen zu schmälern. Zum anderen können auch durch Änderungen im Verbrauchsverhalten Einsparungen erreicht werden (‚Suffizienz‘).

Die Methodik unterstützt daher die Modellierung der heutigen Energienutzung in der Region und verschiedener Möglichkeiten einer künftigen Bedarfsminderung.

### Ganzheitlicher Ansatz

Die Methodik umfasst neben Strom auch die übrigen Energieträger, neben den privaten Haushalten auch die Verbrauchssektoren Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Industrie und Verkehr. Die Energiebedarfs-Betrachtung erfolgt differenziert nach Anwendungsart:

- Strom (Kraft/Licht/Information/Kommunikation/Kälte)
- Niedertemp.-/Gebäude-Wärme (Raumwärme/Warmwas.)
- Prozesswärme (über 100° für Herstellungsprozesse)
- Antriebsenergie im Verkehrsbereich (Kraftstoffe, Strom)

### Stromspeicherung

Die fluktuierende Stromerzeugung aus den künftigen Hauptquellen Wind und Solarstrahlung erfordert Stromspeicherung zur Absicherung einer kontinuierlichen Bedarfsabdeckung. Die Methodik umfasst eine dynamische Simulation in Tagesscheiben zur Ermittlung des besonders kritischen Langzeitspeicherbedarfs, um die dadurch entstehenden Verluste in der Energiebilanz angemessen berücksichtigen zu können.

### Anwendung

Die Methodik wurde auf bisher 47 Landkreise und Großräume angewendet, die rund ein Viertel der Bodenfläche Deutschlands einnehmen, darüber hinaus auf 8 Bundesländer mit zwei Dritteln der deutschen Fläche und auf Deutschland insgesamt. Die Praxiserfahrungen sind in die Verfeinerung der Methodik eingeflossen. Nähere Informationen dazu sind auf den Projektseiten im Internet verfügbar.

### Kontakt

Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt, Ing. (grad.)  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter zum Thema:

‚Regionale Energiekonzepte‘  
Ostfalia Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Fakultät Versorgungstechnik  
Salzdahlumer Straße 46/48, 38302 Wolfenbüttel

Projektseiten: <http://wattweg.net>

Email: [info@wattweg.net](mailto:info@wattweg.net)