



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 002 312.9**
 (22) Anmeldetag: **03.05.2021**
 (43) Offenlegungstag: **03.11.2022**

(51) Int Cl.: **G06F 30/20 (2020.01)**
G06Q 50/06 (2012.01)

(71) Anmelder:
Krause, Rainer, 55299 Nackenheim, DE

(72) Erfinder:
Erfinder gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Simulation zur Produktion von Wasserstoff und grüner Energie um erneuerbare Energien als Primärenergieträger zu validieren**

(57) Zusammenfassung: Der provisorische Patententwurf zeigt die Bedürfnisse und Anforderungen auf, um eine konstante Energieversorgung des Stromnetzes durch die ausschließliche Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu ermöglichen. Damit soll gezeigt werden, dass erneuerbare Energiequellen als Primärenergieträger anstelle der heute genutzten Atom-, Kohle- und Gaskraftwerke genutzt werden können.

Der Patententwurf verwendet aktuelle Solar- und Windkraftanlagendaten, die für Simulationen verwendet werden, die wiederum die Verwendung von erneuerbaren Energien als Primärquellen demonstrieren.

Die tatsächlichen Solar- und Windkraftanlagendaten bestimmen den Einspeisepunkt, der in das Netz eingespeist werden soll. Das Simulationsmodell, mit dem zugrundeliegenden Algorithmus, hilft, die zusätzliche Solar- und Wind- oder im Allgemeinen erneuerbare Kraftwerksgröße zu bestimmen, die benötigt wird, um den für die Energieerzeugung erforderlichen Wasserstoff zu erzeugen, falls die erneuerbare Energiequelle alleine dazu nicht in der Lage ist. Der erzeugte Wasserstoff wird in sicheren Tanks gespeichert, wo er in einem späteren Prozess wiederverwendet wird, um bei Bedarf elektrische Energie zu erzeugen. Im Folgenden wird der Prozessablauf visualisiert, beginnend mit der Energieerzeugung durch eine Solar- und Windkraftanlage. Die Solar- und Windenergie wird dann aufgeteilt, wobei ein Teil direkt in das Stromnetz eingespeist wird, während ein erheblicher Teil für die Wasserstoffproduktion verwendet wird. Der Wasserstoff wird dann so gespeichert, dass er später zur Erzeugung elektrischer Energie (grüner Energie) genutzt werden kann, die dann direkt ins Netz eingespeist wird.

Der Aufbau muss so konfiguriert und dimensioniert werden, dass eine konstante Energieversorgung in das Netz sichergestellt ist, dies mit Hilfe eines im Dokument gezeigten Simulationsmodells.

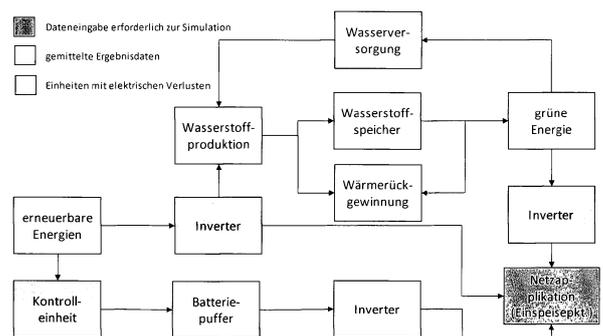
Die Wasserstoff- und grüne elektrische Energieerzeugung unter Verwendung von Wasserstoff wird mit handelsüblichen Materialien und Komponenten realisiert. Die Wasserstoffproduktionseinheiten, hier als Basiseinheiten bezeichnet, können in Containern zwischen 20' und 40' integriert. Ebenso können für die wasserstoffbasierten Energieerzeugungseinheiten (Brennstoffzellen) alle benötigten Geräte

in einem Container installiert werden. Dies gibt uns die Flexibilität, die Container dort zu platzieren, wo sie benötigt werden, insbesondere an dezentralen Standorten. Wobei die Wasserstoffproduktion sowie die Herstellung grüner Energie auch in festen Installationen realisiert werden können.

Die Wasserstoffherzeugung zur Speicherung von Energieträgern ist nur dann sinnvoll, wenn erneuerbare Energiequellen zur Energieversorgung der Produktion genutzt werden. Die Wasserstoffproduktion muss so klein wie möglich dimensioniert werden, um Kosten und Verluste für eine wirtschaftliche Anwendung zu verwalten.

Das Dokument diskutiert verschiedene Lösungen zur Erzeugung von Wasserstoff unter Verwendung von Sonnenenergie, Windenergie oder einer Kombination aus beidem. Es wird auch diskutiert, die verschiedenen Lösungen zu verwenden, um dem Netz ein konstantes Energieniveau (konstanter Einspeisepunkt) zur Verfügung zu stellen. Dies ist eine Grundvoraussetzung, wenn erneuerbare Energien eine Primärenergiequelle sein sollen. Außerdem ist es wichtig, erneuerbare Energiequellen zur Herstellung von Wasserstoff zu nutzen! Dies, um grünen Wasserstoff und daraus wieder grüne Energie zu produzieren.

Wichtig ist es, dass die Simulationsumgebung ermöglicht den gesamten Installationsaufwand bezüglich Ressourcen, Kosten, Aufwand, Durchsatz und Effizienz sowie vor allem Zuverlässigkeit, dass konstanter Einspeisepunkt garantiert ist, zu optimieren.



Beschreibung

2. Einführung

[0001] Der Patententwurf zeigt die Anforderungen eine konstante Energieversorgung (konstanter Einspeisepunkt) in das Strom- oder grüne Netz zu ermöglichen, indem nur erneuerbare Energiequellen verwendet werden. Damit soll gezeigt werden, dass erneuerbare Energiequellen anstelle der heute genutzten Kernkraftwerke, Kohle- und Gaskraftwerke als Primärenergieträger genutzt werden können. Der Patententwurf basiert auf einer Simulation und einem Datenmodell, das hiermit erstellt werden soll. Der Patententwurf nutzt reale Solar- und Windkraftanlagendaten (Datenmodell), die für die Simulation verwendet werden. Damit wiederum wird belegt, dass erneuerbare Energien als Primärenergiequellen fungieren können. Die Nennleistungen der Solar- und Windkraftanlagen bestimmen die konstante Energie, die ins Netz eingespeist werden soll. Die Simulation bestimmt die Nennleistungen der erneuerbaren Energiequellen, aus Solar- und Windenergie, die zur Erzeugung des Wasserstoffs benötigt wird, um die erforderlich grüne Energie damit erzeugen zu können. Der erzeugte Wasserstoff wird in sicheren Tanks gespeichert, wo er in einem späteren Prozess wiederverwendet wird, um bei Bedarf die elektrische grüne Energie zu erzeugen.

Die Wasserstoff- und grüne Energieerzeugung, mit Wasserstoff, wird weitestgehend mit Standardkomponenten realisiert. Die Wasserstoffproduktionseinheiten (Elektrolyseure), hier als Basiseinheiten bezeichnet, sind in Container zwischen 20' und 40' integriert. Ebenso werden für die wasserstoffbasierten Energieerzeugungseinheiten alle benötigten Geräte in einem Container installiert. Dies gibt uns die Flexibilität, die Container dort zu platzieren, wo sie benötigt werden, insbesondere an dezentralen Standorten. Natürlich kann das Ganze auch im Fall einer Großanlage, als solche installiert werden, ohne dass Container verwendet werden.

[0002] Grundlage für den Patententwurf ist die Entwicklung des Simulators mit dem zugrunde liegenden Algorithmus und das Datenmodell für die erneuerbaren Energiequellen. Die Simulation nutzt den gesamten Prozess von erneuerbaren Energiequellen, Wasserstoffproduktion, Wasserstoffspeicherung, grüne Energieerzeugung, Wasserversorgung, Batteriepufferoption, Wärmerückgewinnung und Wasserversorgung bis hin zur konstanten Energieversorgung in das grüne Netz.

Wasserstoff ist ein sehr effektives und zuverlässiges Medium, um elektrische Energie zu speichern. Der effektivste Weg, Wasserstoff zu produzieren, ist die Verwendung von reinem Wasser (H₂O) in Elektrolyseuren. Die Elektrolyse erfordert Gleichstrom, aber auch die Wechselstromversorgung kann verwendet

werden, wenn entsprechende Inverter Technologie verwendet wird. Die angewendete lokale Steuerung ermöglicht einen autonomen Betrieb an jedem beliebigen, dezentralen, Ort. Die Wasserstoffproduktion ist die Basis für den Betrieb erneuerbarer Energiequellen im Primärenergiequellenmodus. Dies ist notwendig, wenn erneuerbare Energien als Ersatz für Kohle, Gas oder Kernenergie als Primärenergiequelle genutzt werden. Aufgrund von Versorgungsunsicherheiten bei der Nutzung erneuerbarer Energiequellen ist es unerlässlich, eine effektive Energiespeicherung, wie Wasserstoff zu schaffen, die bei weitem die effizienteste verfügbare Energiespeicherung ist. Die Komplexität des gesamten Prozesses besteht darin, das richtige Gleichgewicht zwischen erneuerbaren Energiequellen, der zu produzierenden Wasserstoffmenge und der für die Anwendung benötigten grünen Energie zu finden. Die Simulation gibt ein erstes Konzeptlayout für die Installation, mit dem Ziel, eine konstante Netzversorgung zu ermöglichen, entsprechend einer Primärenergiequelle.

3. Beschreibung der Erfindung

[0003] Grundlage ist das Simulationstool, das entwickelt wurde, um eine Solar-/Windkraftwerksanlage zusammen mit der Wasserstoff- und grünen Energieerzeugung zu bestimmen. Ein Simulator wurde entwickelt, um die wichtigsten Parameter oder Komponenten für eine so komplexe Anwendung zu bestimmen, wie in **Abb. 1** dargestellt. Wir benötigen erneuerbare Energiequellen, die zur Herstellung von Wasserstoff mit Elektrolysetechnologie verwendet werden. Der Wasserstoff muss, für die grüne Energieerzeugung mit Brennstoffzellentechnologie, vorab gespeichert werden. Ein zusätzlicher Batteriepuffer muss dimensioniert werden um mehr Flexibilität zu haben. Für den Elektrolyseprozess und das Recycling aus dem Brennstoffzellenprozess wird eine Wasserversorgung benötigt. Die Wärmerückgewinnung von Elektrolyse- und Brennstoffzelleneinheiten muss dimensioniert werden. Elektrische Komponenten werden benötigt, um den grünen Energieprozess zu unterstützen, damit z.B eine Netzanwendung abgebildet werden kann. Der Simulationsablauf, siehe **Abb. 2**, zeigt die Eingaben und Resultate der Simulation sowie die Anforderungen und Annahmen, die zum Ausführen des Simulations-Algorithmus erforderlich sind. Der Simulator ermittelt die Nennkapazitäten der erneuerbaren Energien auf Basis der angestrebten Einspeiseenergie für die grüne Netzversorgung. Es wurde ein Algorithmus entwickelt, um die notwendigen Anlagen für erneuerbare Energien nur anhand der Einspeiseenergie bestimmen zu können.

[0004] Anforderungen an den Algorithmus:

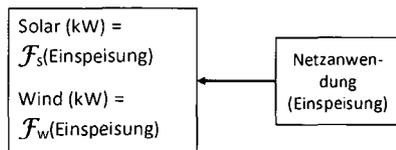
Die Daten zu den Verlusten, die für den Simulator-Algorithmus verwendet werden, sind haupt-

sächlich literaturbasiert. Es war möglich, einige davon aus Installationsberichten oder Lieferantenspezifikationsdaten zu extrahieren.

[0005] Annahmen für den Algorithmus:

Die Kapazitätsfaktoren für Solar und Wind (beide im Bereich von 12% bis 13%) wurden anhand von Installationsdaten ermittelt. Die Effizienz der verwendeten Einheiten basiert hauptsächlich auf Lieferantenspezifikationsdaten.

[0006] Die umgekehrte Berechnung zur Bestimmung des Algorithmus für die Simulation wurde ermittelt, damit sich die Funktion die die Nennleistungen basierend auf den Einspeiseenergien ergibt. Das Ergebnis ist eine Art umgekehrte Übertragungsfunktion, die die funktionelle Abhängigkeit zwischen Einspeisepunkt und Nennkapazitäten für Solar- und Windanlagen beschreibt. Die höchste Komplexität liegt in der konstanten Netzversorgung, quasi Primärenergiequelle, die durch solche eine grüne Energieanwendung realisiert wird. Dies ist die Basis, damit nukleare und fossile Energiequellen durch erneuerbare Energiequellen ersetzt werden können.



[0007] Der angestrebte Einspeisepunkt wird eingegeben (siehe oben rechtes Feld), um die Simulation zu starten. Eine umgekehrte Berechnung bestimmt die Nennkapazitäten für die benötigten erneuerbaren Energien als Funktionen des Einspeisepunktes (siehe Verlauf oben). Die Nennkapazitäten werden in die Datenmodelle für Solar und Wind eingefügt, um die detaillierten Daten zur Ausgangsleistung erneuerbarer Energien für die Dauer von einem Jahr mit einem 1-Stunden-Zeitstempel zu bestimmen. Ein iterativer Pfad wurde verwendet, um die umgekehrten Übertragungsfunktionen für die grüne Energieanwendung zu bestimmen. Mit dem Simulationslauf werden auch die durchschnittlichen Material- und Energieleistungen der Anlage ermittelt. Die Basisergebnisse aus der Simulation sind in **Abb. 3** dargestellt. Der Simulationsfluss, der die Ergebnisse generiert, ist in **Abb. 4** detailliert dargestellt. Die Nennleistungen der erneuerbaren Energiequellen werden mittels der Umkehrfunktion bestimmt und auf ein Minimum optimiert. Ein Batteriepuffer ist im Falle einer effizienteren Nutzung, der grünen Applikation, aufgrund zusätzlicher Verluste zu berücksichtigen.

[0008] Bei Betrieb im Primärkraftwerksbetrieb muss die Steuerung sicherstellen, dass die konstante Energieversorgung des grünen Netzes (Einspeise-

punkt - FPE) mit einer definierten Einspeiseenergie eingehalten werden kann. Für den Fall, dass das Niveau der erneuerbaren Energien (Eingangleistung - IP) den Einspeisepunkt nicht versorgen kann, wird zusätzlich grüne Energie (GE) verwendet, um den Einspeisepunkt konstant zu halten, siehe **Abb. 5** mit den Details zum konstanten Netzversorgungsprozessfluss. Die grüne Energie wird aus dem gespeicherten Wasserstoff gewonnen, der mit der überschüssigen Energie (EE) hergestellt wird. Die überschüssige Energie ist der Energieanteil aus der Differenz von erneuerbarer Energie und Einspeiseenergie ins Netz. Das Simulationstool bestimmt die erneuerbaren Energiequellen, die jährliche durchschnittliche Wasserstoffproduktion und den durchschnittlichen Bedarf an grüner Energieerzeugung und die Bedingungen, die zur Sicherung der konstanten Netzversorgung erforderlich sind. Der Primärkraftwerksbetriebsmodus kann mit Solar- und/oder Windenergie konfiguriert werden. Die Simulation wird verwendet, um die beste Einrichtung von Solar- und Windenergie zu finden, um höchstmöglichen Einspeisepunkt bei effizienter grünen Energie- und Wasserstoffproduktion bereitzustellen.

[0009] Für die Simulation wurde ein Datenmodell entwickelt. Das Datenmodell muss generisch, zuverlässig, robust und natürlich repräsentativ für den Standort sein, an dem die Anwendung installiert wird. Das Flussdiagramm in **Abb. 6** zeigt, wie das Datenmodell erstellt wurde. Die **Abb. 7** bis **Abb. 9** zeigen die für den größten Teil Deutschlands repräsentativen Solar-, Wind- und Kombinierten (Solar- und Wind-) elektrischen Leistungen. Die normalisierten Datensätze werden verwendet, um die Anlagen für erneuerbare Energien anhand der Nennkapazitäten aus der Simulation zu definieren. Die Datensätze stellen die Solar- und Windenergieleistung für eine Dauer von 1 Jahr dar. Der Datensatz hat eine Auflösung eines 1-Stunden-Zeitstempels und ergibt damit 8760 Datenpunkte pro Jahr. Die physische Basiseinheit besteht aus Standardkomponenten, die auf dem Markt erworben werden können. Da die Basiseinheit hauptsächlich aus Standardkomponenten besteht, ist ein geringer Entwicklungsaufwand wie die Steuerung (SPS) zur Überwachung und Steuerung der Basiseinheit erforderlich, um eine effiziente und optimierte H₂-Produktion zu gewährleisten. Die Planung (Anwendung von Simulationen) und die Prozesssteuerung enthalten die wichtigsten Merkmale für die Anwendung. Mit dem Simulationswerkzeug, Steuerungen und Algorithmus kann eine ausgewogene Nutzung der erneuerbaren Energiequellen, der Wasserstoffproduktion, der grünen Energie um eine konstante Netzversorgung sichergestellt werden. Die Containernutzung ist wichtig, um Flexibilität, Mobilität und Dezentralisierung zu ermöglichen, aber nicht notwendig. Der H₂-Produktionscontainer enthält alles, was zur Herstellung von Wasserstoff (H₂) aus reinem Wasser (H₂O) mittels elektrolytischen

Prozesses erforderlich ist. Im Container befindet sich auch der Kompressor für die Komprimierung des Wasserstoffes, zur späteren Lagerung in Tanks. Das Containerdesign selbst ist flexibel und hat eine hohe Mobilität und kann daher dezentral eingesetzt werden, wo immer erneuerbarer überschüssiger Strom zur Speicherung zur Verfügung steht. Der H₂-Container enthält den Stromschränk, in dem der Stromeinlass installiert ist, sowie die Stromverteilung in AC/DC und DC/DC sowie Netzteile für Niederspannung-Anwendungen. Darüber hinaus enthält der Container die AC/DC- und DC/DC-Einheiten, um entweder Solar- oder Windstrom in geeigneten Gleichstrom umzuwandeln, der für den Elektrolyseur (EL) erforderlich ist. Die Nutzung der EL-Einheiten wird auch mit einem intelligenten Algorithmus überwacht und gesteuert, um sicherzustellen, dass alle verfügbaren Leistungen der erneuerbaren Energiequellen mit installierten EL-Einheiten genutzt werden können. Die EL-Einheiten verfügen laut Hersteller-Spezifikationen über ein typisches Betriebsfenster zwischen 10 % und 100 % der Nennkapazität des Geräts. Daher ist es notwendig, die EL-Einheiten so zu wählen, dass alle Eingangsleistung, für die Wasserstoffproduktion, genutzt werden kann. Auch ist es notwendig, die EL-Einheiten für maximale Auslastung (PLC-gesteuert) zu betreiben, um auch die Utilisierungen, Maintenance, Operation und Kosten zu optimieren.

[0010] Innovativ und Stand der Technik, durch:

Die generische Möglichkeit, die komplexe Anwendungen durch die Verwendung erneuerbarer Energiequellen zu simulieren, um eine primäre Energiequelle zu realisieren. Die Nennkapazitäten für die erneuerbaren Energien werden anhand des Einspeisepunktes ins Netz ermittelt. Die iterative Simulation auf der Suche nach optimiertem Wasserstoffeinsatz liefert die finalen Anforderungen der erneuerbaren Energiequellen. Die Simulation liefert auch die zu produzierende Wasserstoffmenge, einschließlich der benötigten Wasserstoffspeicherkapazität. Auch wird die grüne Energie aus dem verfügbaren Wasserstoff bestimmt. Bei erforderlichen Energiepuffern berechnet die Simulation Batteriepuffer sowie Wasserstoffpuffer, um sonstige Energieverluste oder Verluste aus den Energiequellen zu kompensieren.

Die Methode (Simulation), die Anwendung auf intelligente Weise auszuführen, um die kritischen Komponenten wie Elektrolyseur- und Brennstoffzellen so effizient wie möglich zu nutzen. Die Steuerungen für Gas- und Wassernutzung.

Die dezentrale Gestaltung der Wasserstoff- und grüne Energieproduktion zur Maximierung von Mobilität und Flexibilität. Auch die intelligente

Anpassungsfähigkeit an jede Energiequelle, die an jedem Ort verfügbar sein kann.

Der Vorteil der Erfindung ist, dass die Lösung ad hoc mit bestehenden erneuerbaren Energiequellen eingesetzt werden kann. Sie unterstützt den schnellen Austausch von Primärenergieträgern wie Kohle, Gas oder Kernkraftwerken. Die CO₂-Einsparungen sind enorm und unterstützen den Bedarf an Klimaschutz und Umwelt. Die Investition eines grünen Kraftwerks hat die Größe eines normalen Kohlekraftwerks, könnte aber über den Rückfluss der CO₂-Zertifikate, ohne zusätzliche Investitionen, finanziert werden. Die simulierten Ergebnisse zeigen deutlich geringere Kosten pro kWh, im Vergleich zu den aktuellen Kosten der Energieversorger. Die Lösung macht Menschen, Industrie, Häuser, Dörfer, Städte usw. unabhängig und autonom von monopolistischen Energieversorgern, die Kohle-, Gas- und Atomkraftwerke betreiben, um sie maximal ausgelastet zu halten.

Patentansprüche

1. Einzigartiges Simulationstool, mit einem Algorithmus aus der Umkehrfunktion des Prozesses entwickelt, zur Bestimmung der Nennkapazitäten für die erneuerbaren Energiequellen.
2. Einzigartiges Datenmodell, basierend auf realen Felddaten, anpassungsfähig an jeden Energieressourcenbedarf zum Betrieb einer Primärenergiequelle.
3. Einzigartiger Monitor- und Steuerungsalgorithmus, um die erneuerbare Energie, Wasserstoffproduktion und grüne Energieerzeugung so effizient und optimiert wie möglich zu betreiben und den Betrieb und die Effizienz zu maximieren.
4. Dezentrale und hochmobile, flexible Lösung für die gesamte grüne Anwendungskette als effektive Primärenergiequelle, um Atom- und Kohlestrom so schnell wie möglich zu ersetzen

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

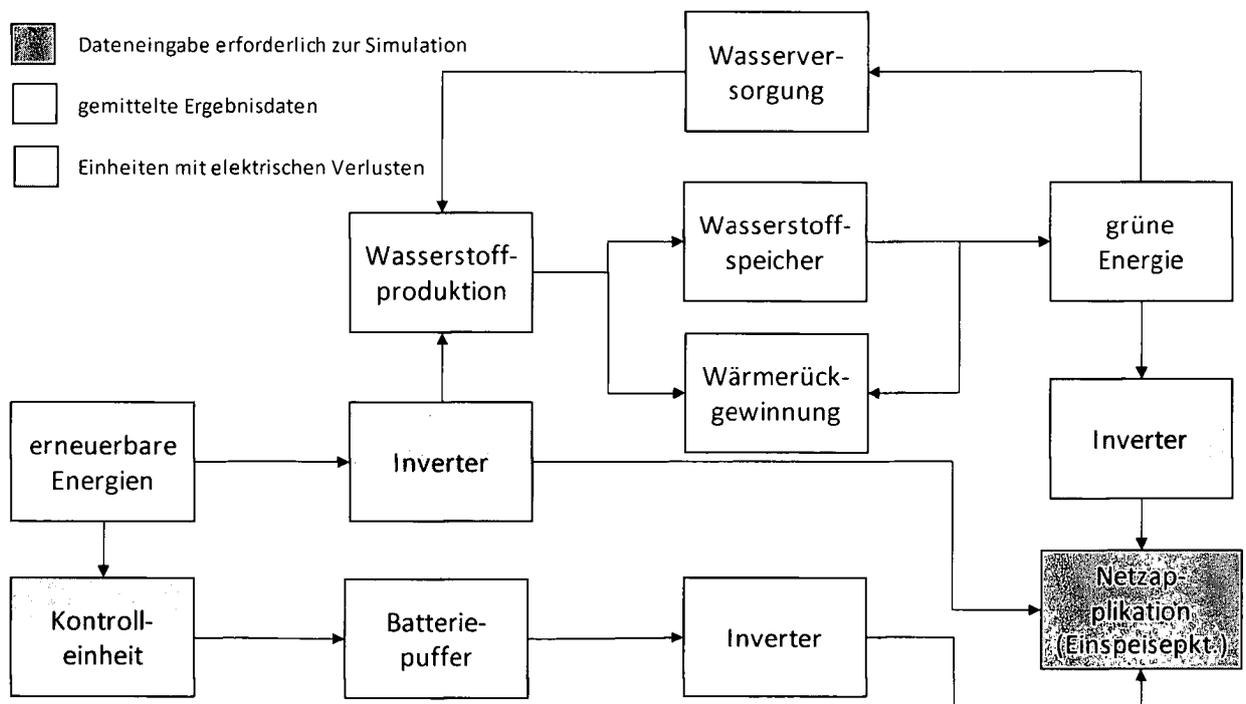


Abbildung: 1: Blockdiagramm mit den Simulationskomponenten

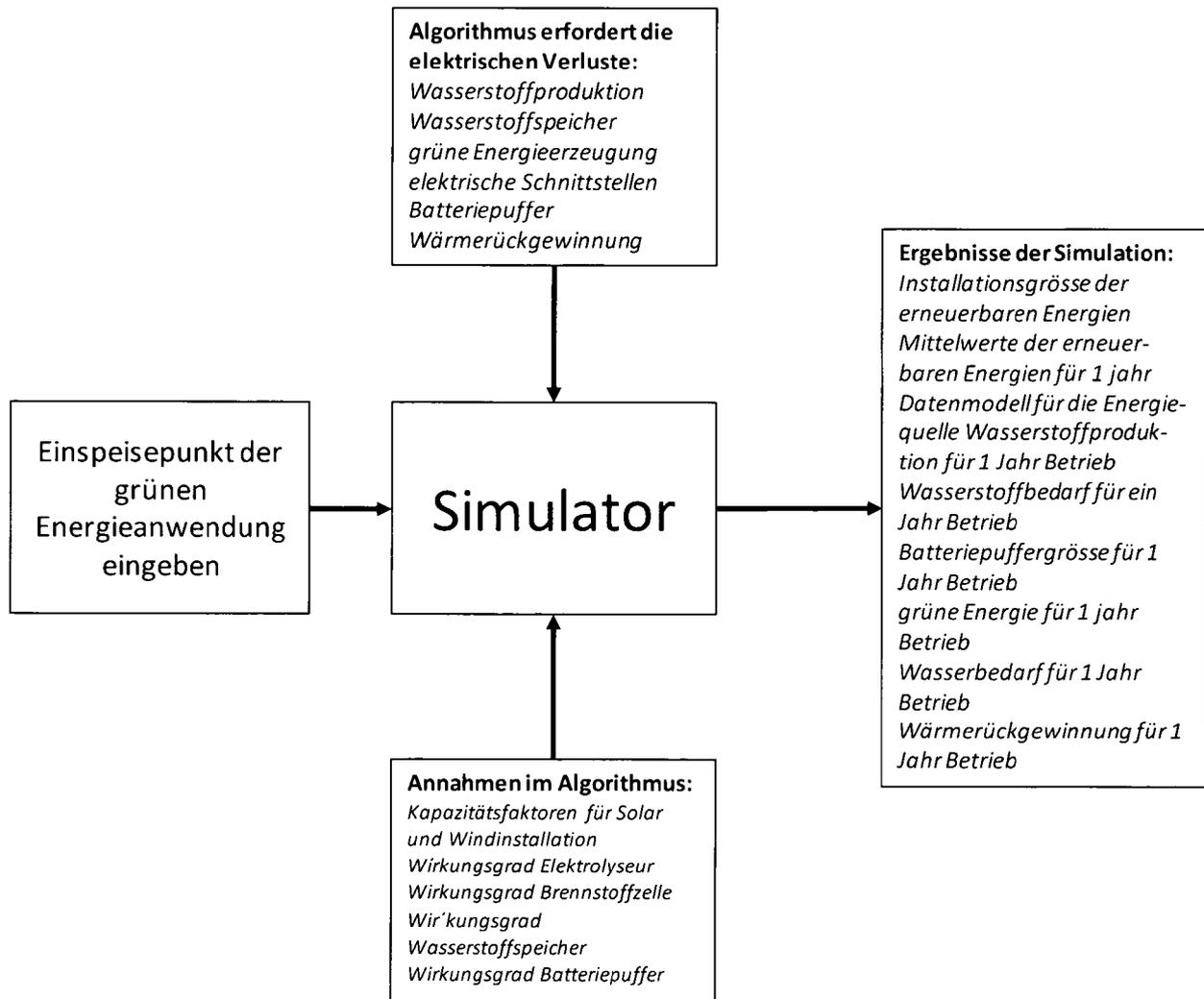


Abbildung 2: Blockdiagramm zum Simulationsablauf

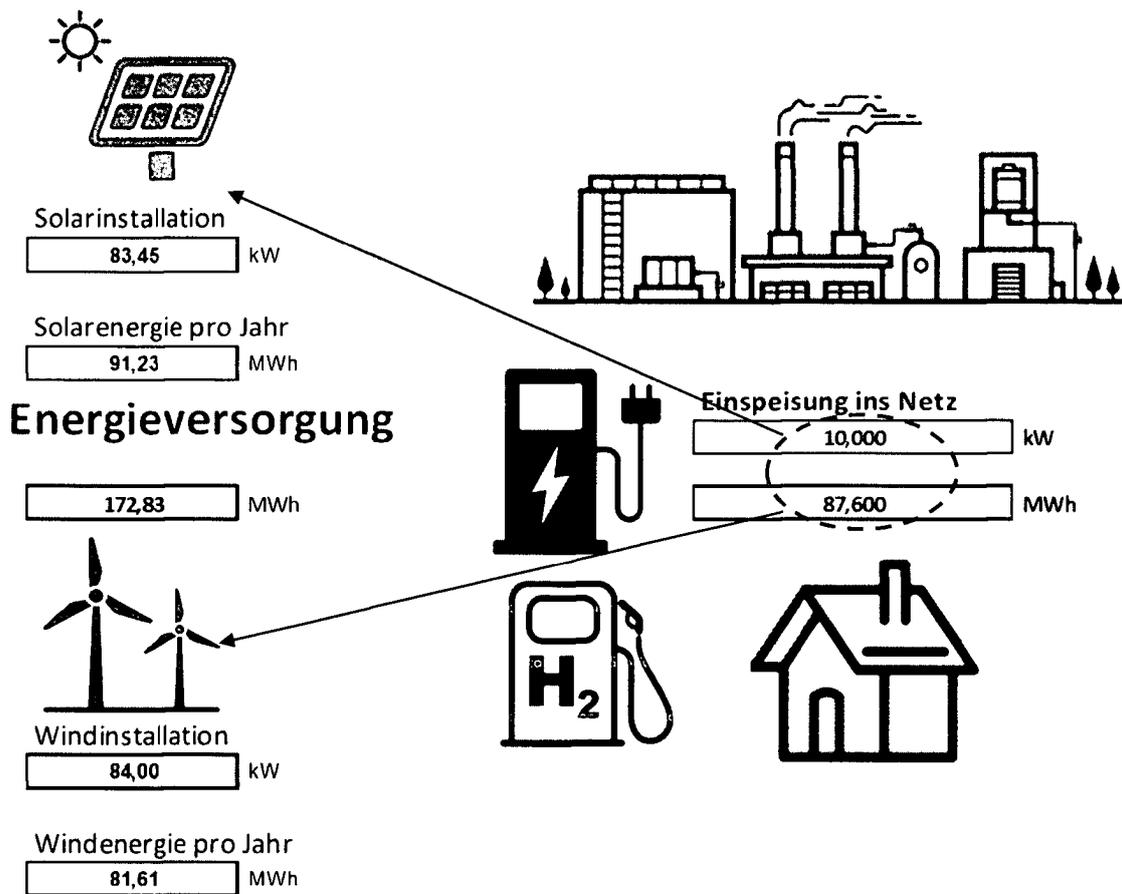


Abbildung 3: Simulationsansicht, mit Eingabe rechts und Ergebnissen links

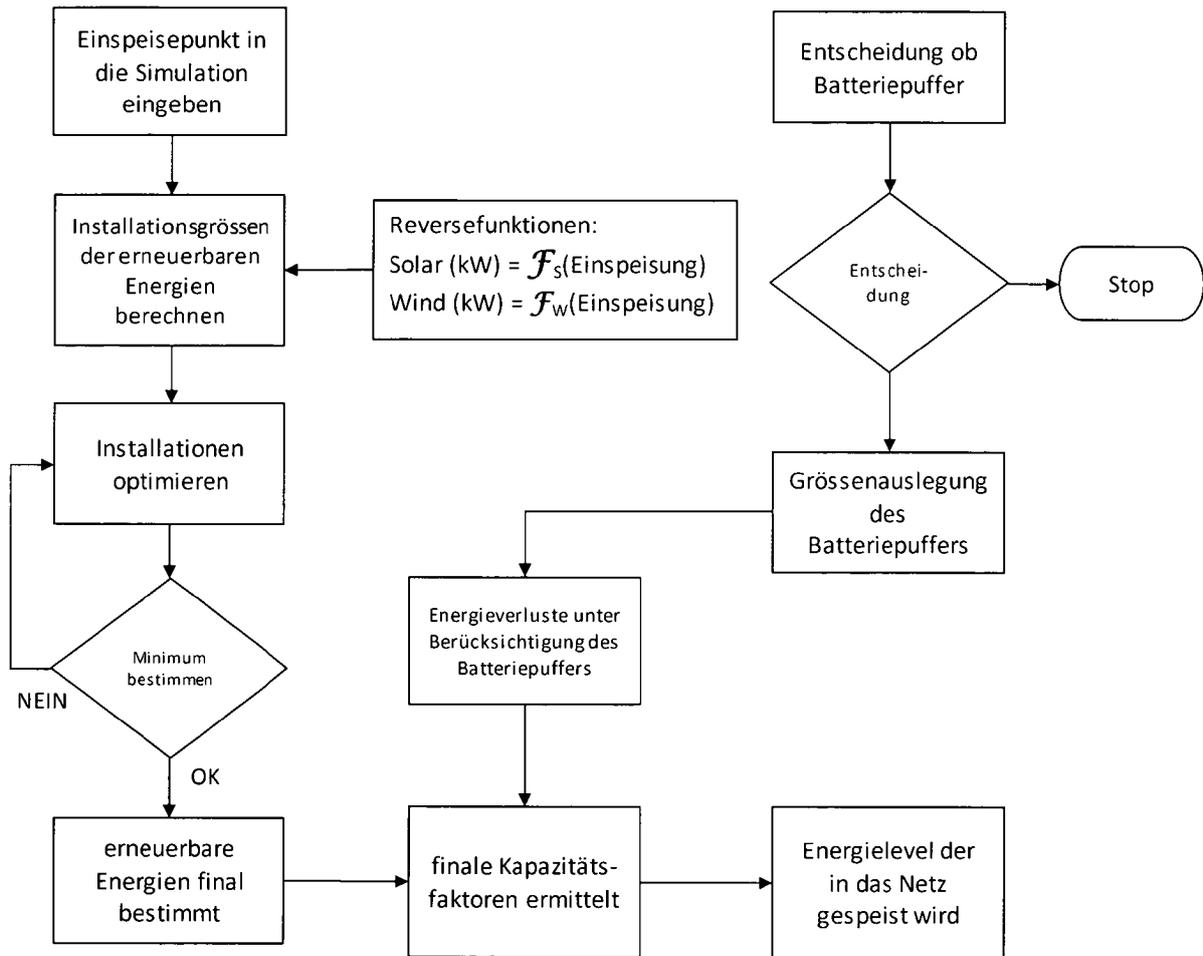


Abbildung 4: Flussdiagramm der Simulation

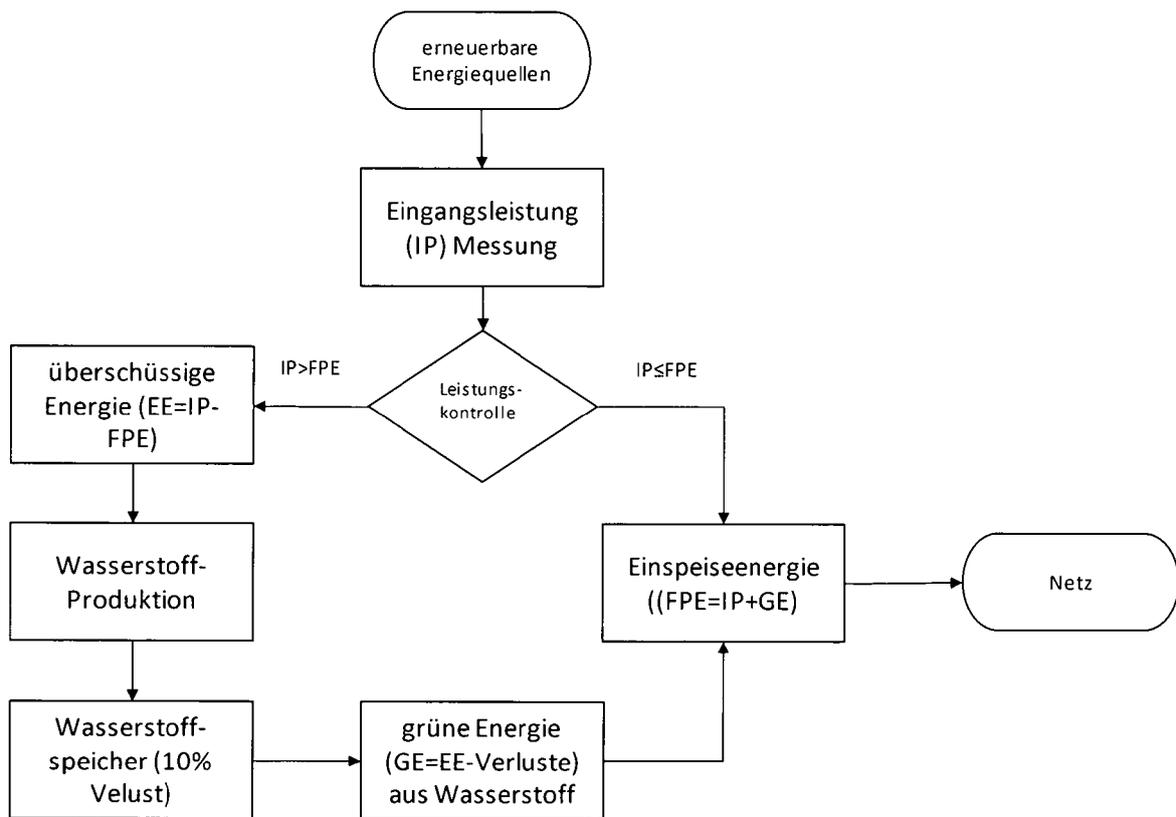


Abbildung 5: Prozessfluss von erneuerbarer Energie zur Netzeinspeisung

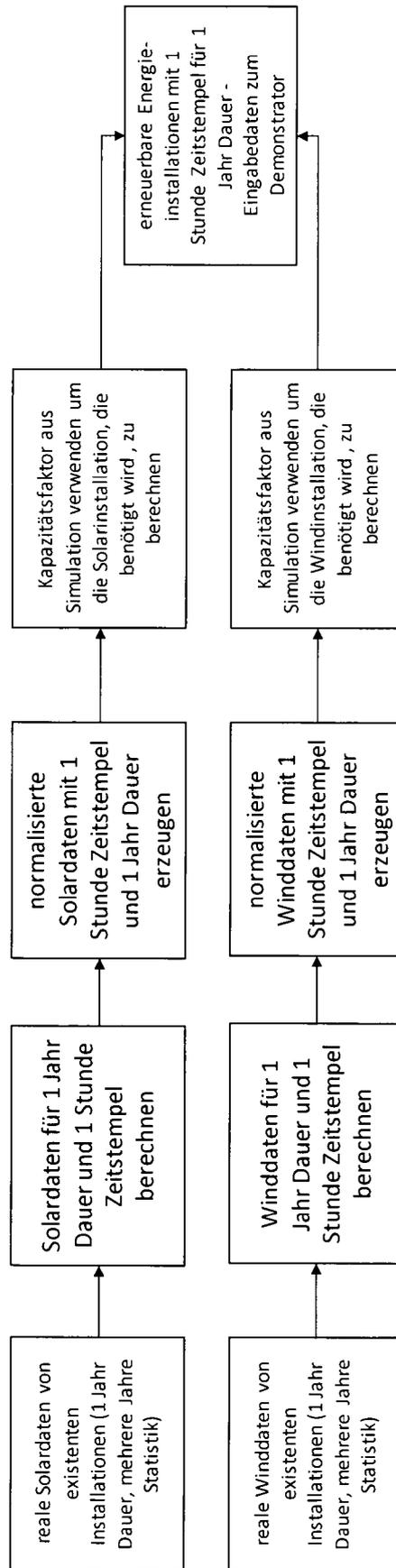
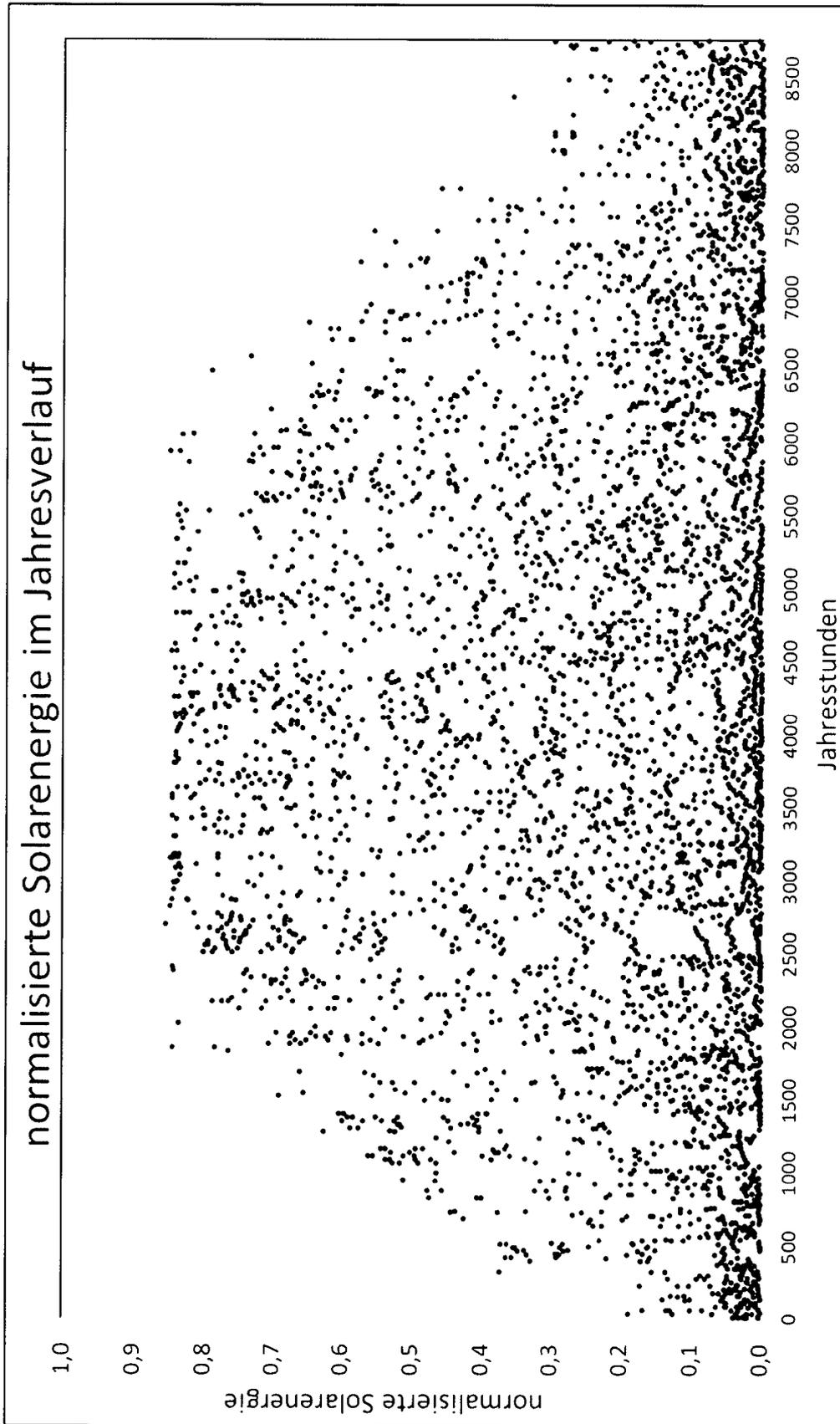


Abbildung 6: Berechnung der notwendigen erneuerbare Energieinstallationen



+
Abbildung 7: normalisierter Energieverlauf der Solarinstallation über 1 Jahr hinweg

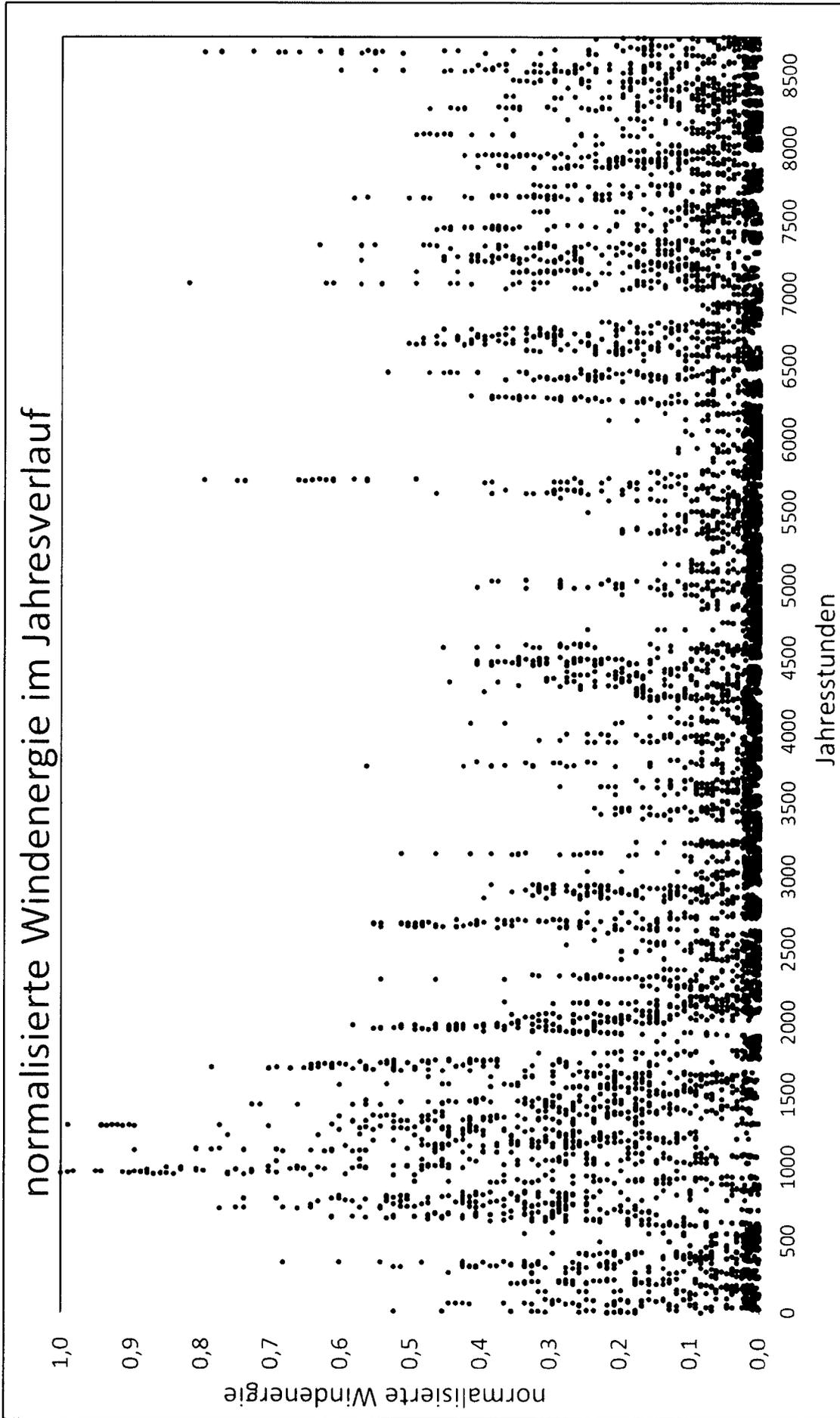


Abbildung 8: normalisierter Energieverlauf der Windinstallation über 1 Jahr hinweg

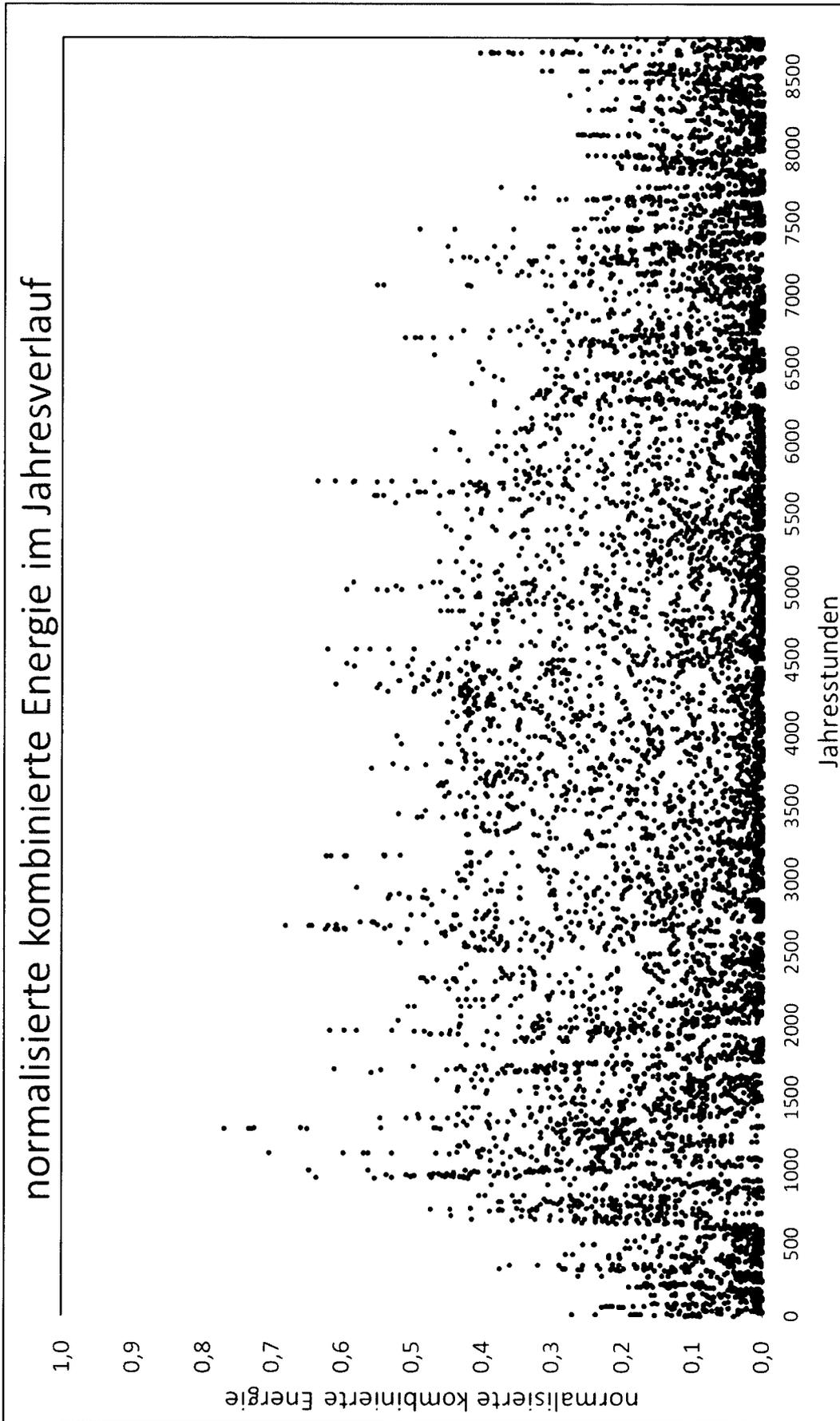


Abbildung 9: normalisierter Energieverlauf der kombinierten Installation über 1 Jahr hinweg