



## Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenanlage (1000a; 1000b), aufweisend ein Brennstoffzellensystem (1) zur Stromerzeugung, einen Wechselrichter (3) zum Wandeln von Gleichspannung des Brennstoffzellensystems (1) in Wechselspannung für ein Stromnetz (4), einen Hochsetzsteller (2) zum Erhöhen der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems (1) und zum Anlegen der erhöhten Ausgangsspannung in Form einer Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2) am Wechselrichter (3), eine Betriebszustandsermittlungsvorrichtung mit einer ersten Ermittlungseinheit (14) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Brennstoffzellensystems (1), einer zweiten Ermittlungseinheit (15) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Hochsetzstellers (2), und/oder einer dritten Ermittlungseinheit (16) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Wechselrichters (3), und eine Regeleinheit (5) zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2), wobei die Regeleinheit (5) zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2) abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems (1), einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers (2) und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters (3) durch eine erste Regelsignalverbindung (12) mit dem Hochsetzsteller (2) in Kontakt steht. Ferner betrifft die Erfindung ein Spannungsregelsystem (100), ein Computerprogramm (6) sowie ein Verfahren zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2). Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Speichermittel mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm (6) sowie eine Regeleinheit (5) mit einem darin installierten Computerprogramm (6).

Fig. 1

## **Brennstoffzellenanlage und Verfahren zur Spannungsregelung in der Brennstoffzellenanlage**

- Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenanlage, insbesondere eine stationäre Brennstoffzellenanlage, mit einem Brennstoffzellensystem zur Stromerzeugung, einem Wechselrichter zum Wandeln von Gleichspannung des Brennstoffzellensystems in Wechselspannung für ein Stromnetz sowie einem Hochsetzsteller zum Erhöhen der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems und zum Anlegen der erhöhten Ausgangsspannung in Form einer Ausgangsspannung des Hochsetzstellers am Wechselrichter. Ferner betrifft die Erfindung ein Spannungsregelsystem zum Regeln der Spannung innerhalb einer Brennstoffzellenanlage. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Spannungsregelung in einer gattungsgemäßen Brennstoffzellenanlage, ein Computerprogramm, ein Speichermittel mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm sowie eine Regeleinheit mit einem darin installierten Computerprogramm zur Spannungsregelung in einer Brennstoffzellenanlage.
- 15 Im Stand der Technik sind verschiedene Systeme bekannt, um den erzeugten Strom eines Brennstoffzellensystems in das Stromnetz einzuspeisen. Insbesondere ist es bekannt, hierfür Wechselrichter einzusetzen, die Gleichspannung des Brennstoffzellensystems in Wechselspannung umwandeln und dabei eine Frequenz an die Netzfrequenz anpassen.
- 20 Der Wirkungsgrad dieser Wechselrichter ist von der Eingangsspannung am Wechselrichter abhängig. Die Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems lässt sich mit einem charakteristischen Spannungsverlauf beschreiben. Je mehr Strom dem Brennstoffzellensystem entzogen wird, umso weiter fällt die Spannung ab, wobei sich eine Spannungskurve in einem Bereich, in dem solche Systeme betrieben werden, annähernd linear verhält. Entsprechend der Systemspannung des Brennstoffzellensystems muss der gewählte Wechselrichter für das jeweilige System ausgelegt werden, damit ein möglichst guter Betriebspunkt erreicht werden kann. Zusätzlich liegt ein Spannungsniveau von Brennstoffzellensystemen üblicherweise nicht in dem Spannungsbereich, in dem der Wechselrichter seinen idealen Betriebspunkt hat.
- 25
- 30 Eine Möglichkeit um einen vorhandenen Wechselrichter zu verwenden und bei einem bevorzugten Betriebspunkt zu betreiben, ist die Verwendung eines Hochsetzstellers. Ein Hochsetzsteller wandelt die Gleichspannung des Brennstoffzellensystems auf

eine höhere Gleichspannung um. Durch die Schaltvorgänge im Hochsetzsteller kommt es zur Erzeugung von Oberwellen sowohl in der Ausgangs- als auch in der Eingangsspannung des Hochsetzstellers. Die Oberwellen bzw. entsprechende Oberschwingungen auf der Seite des Brennstoffzellensystems könnten die Leistung des Stacks beeinträchtigen oder die Degradation beschleunigen. Sinkt die Leistung des Brennstoffzellensystems in ein Teillastverhalten von beispielsweise 30% oder weniger ab, kommt es zu einem starken Absinken des Wirkungsgrades des Hochsetzstellers. Ein ähnliches Verhalten kann man bei einem Teillastbetrieb des Wechselrichters beobachten. Die durch den Hochsetzsteller verursachten Oberwellen verschlechtern den Wirkungsgrad des Wechselrichters zusätzlich.

Der Wirkungsgrad des Hochsetzstellers ist dabei sowohl von der Eingangsleistung, die aus dem Brennstoffzellensystem kommt, als auch vom Spannungsniveau, mit dem die Leistung bereitgestellt wird, abhängig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, der voranstehend beschriebenen Problematik zumindest teilweise Rechnung zu tragen. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Brennstoffzellenanlage mit verbessertem Wirkungsgrad sowie ein Spannungsregelsystem und ein Verfahren zur Spannungsregelung in einer Brennstoffzellenanlage zur Verbesserung des Wirkungsgrades der Brennstoffzellenanlage zu schaffen.

Die voranstehende Aufgabe wird durch die Patentansprüche gelöst. Insbesondere wird die voranstehende Aufgabe durch die Brennstoffzellenanlage gemäß Anspruch 1, das Spannungsregelsystem gemäß Anspruch 4, das Verfahren gemäß Anspruch 5, das Computerprogramm gemäß Anspruch 8, das Speichermittel gemäß Anspruch 9 sowie die Regeleinheit gemäß Anspruch 10 gelöst. Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der Brennstoffzellenanlage beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Spannungsregelsystem, dem erfindungsgemäßen Verfahren, dem erfindungsgemäßen Computerprogramm, dem erfindungsgemäßen Speichermittel, der erfindungsgemäßen Regeleinheit und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Brennstoffzellenanlage zur Verfügung gestellt. Die Brennstoffzellenanlage weist ein Brennstoffzellensystem zur Stromerzeugung, einen Wechselrichter zum Wandeln von Gleichspannung des Brennstoffzellensystems in Wechselspannung für ein Stromnetz und einen Hochsetzsteller zum Erhöhen der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems und zum Anlegen der erhöhten Ausgangsspannung in Form einer Ausgangsspannung des Hochsetzstellers am Wechselrichter, auf. Ferner weist die Brennstoffzellenanlage eine Betriebszustandsermittlungsvorrichtung mit einer ersten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Brennstoffzellensystems, einer zweiten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Hochsetzstellers und/oder einer dritten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Wechselrichters. Zudem weist die Brennstoffzellenanlage eine Regeleinheit auf, die zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems, einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters durch eine erste Regelsignalverbindung mit dem Hochsetzsteller in Kontakt steht.

In der vorliegenden Brennstoffzellenanlage ist die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers variabel bzw. dynamisch für unterschiedliche Betriebszustände bzw. Betriebspunkte des Brennstoffzellensystems, des Hochsetzstellers und/oder des Wechselrichters regel- bzw. einstellbar. Mit der Regelung der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers in Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebszustand bzw. Lastpunkt und damit auch von der sich einstellenden Brennstoffzellensystemspannung, kann für die Kombination eines Hochsetzstellers und eines Wechselrichters, zur Einspeisung von elektrischem Strom in das Stromnetz, der Gesamtwirkungsgrad der Brennstoffzellenanlage effektiv verbessert werden. Wird die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers wie vorstehend beschrieben geregelt, werden sowohl der Wirkungsgrad des Hochsetzstellers verändert, als auch der Wirkungsgrad des Wechselrichters. Die Regelung kann dabei stets auf eine möglichst ideale Betriebsweise der Brennstoffzellenanlage hin vorgenommen werden. Mittels der Regelung kann in einem gewünschten Betriebspunkt eine Ausgangsspannung des Hochsetzstellers eingestellt werden, durch die in Kombination mit dem Wirkungsgrad des Wechselrichters in dem gegebenen Betriebs- bzw. Lastpunkt der maximalen Gesamtwirkungsgrad erreicht wird.

Unter der Brennstoffzellenanlage ist insbesondere eine stationäre Brennstoffzellenanlage zu verstehen. Das Brennstoffzellensystem ist bevorzugt in Form eines SOFC-Systems ausgestaltet, welches sich für die in Rede stehenden Zwecke besonders eignet. Unter dem Stromnetz ist insbesondere das öffentliche Stromnetz zu verstehen. Unter einer Regelsignalverbindung kann vorliegend eine Metalleitung zur Signal-, Strom- und/oder Spannungsübertragung verstanden werden. Die Regeleinheit kann in Form eines Controllers mit einer oder mehreren Regel- und/oder Steuereinheiten ausgestaltet sein. Unter dem Kontakt können vorliegend ein Signalkontakt, ein elektrischer Kontakt, eine drahtlose und/oder eine drahtgebundene bzw. mechanische Signalverbindung zwischen den jeweiligen Funktionsbauteilen verstanden werden.

Wie vorstehend beschrieben, kann unter der erhöhten Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers verstanden werden. D.h., die Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems wird durch den Hochsetzsteller erhöht und vom Hochsetzsteller entsprechend in Richtung des Wechselrichters ausgegeben.

Die erste Ermittlungseinheit, die zweite Ermittlungseinheit und die dritte Ermittlungseinheit können als separate Ermittlungseinheiten bereitgestellt sein, oder mechanisch und/oder integral verbunden in einer gemeinsamen Einheit bereitgestellt sein. D.h., die Betriebszustandsermittlungsvorrichtung kann als eine Einheit oder aufgeteilt in mehrere getrennt voneinander angeordnete Einheiten realisiert sein. Die Ermittlungseinheiten können jeweils eine Sensorik zur Ermittlung der Betriebszustände aufweisen.

Im Rahmen der Ermittlung des jeweiligen Betriebszustands kann insbesondere jeweils ein Wirkungsgrad im aktuellen Betriebszustand ermittelt werden, wobei die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers in diesem Fall abhängig vom jeweils ermittelten Wirkungsgrad des Brennstoffzellensystems, des Hochsetzstellers und/oder des Wechselrichters geregelt wird. Die Betriebszustandsermittlungsvorrichtung weist vorzugsweise die erste Ermittlungseinheit, die zweite Ermittlungseinheit sowie die dritte Ermittlungseinheit zum Ermitteln der jeweiligen Betriebszustände auf. Gleichwohl kann die Betriebszustandsermittlungseinheit auch nur eine, die erste und die zweite, die erste und die dritte, oder die zweite und die dritte Ermittlungseinheit aufweisen. Entsprechend kann die Regeleinheit zum Regeln der Ausgangsspannung

des Hochsetzstellers vorzugsweise abhängig vom ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems, dem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers und dem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters durch die erste Regelsignalverbindung mit dem Hochsetzsteller in Kontakt steht, wobei die Ausgangsspannung  
5 auch abhängig von nur einem Betriebszustand oder wahlweise zwei ermittelten Betriebszuständen geregelt werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass in Stromflussrichtung zwischen Brennstoffzellensystem und Hochsetzsteller und/oder zwischen Hochsetzsteller und Wechselrichter ein Tiefpassfilter, zum Filtern  
10 von Signalanteilen vom Brennstoffzellensystem in Richtung des Hochsetzstellers bzw. vom Hochsetzsteller in Richtung des Wechselrichters in einem vordefinierten Frequenzbereich, angeordnet ist. Der Einbau eines Tiefpassfilters zwischen Brennstoffzellensystem und Hochsetzsteller und/oder zwischen Hochsetzsteller und Wechselrichter, insbesondere an beiden Positionen, kann verhindern, dass die einleitend  
15 erwähnten Oberwellen negative Auswirkungen auf die Betriebsleistung des Brennstoffzellensystems haben. Außerdem kann verhindert werden, dass der Wirkungsgrad des Wechselrichters verschlechtert wird. Darüber hinaus kann verhindert werden, dass Schwingungskomponenten zu einer Beschädigung im Brennstoffzellensystem führen. Hierzu ist ein Tiefpassfilter vorzugsweise in Stromflussrichtung direkt  
20 zwischen einem Brennstoffzellenstapel des Brennstoffzellensystems und dem Hochsetzsteller angeordnet.

Weiterhin ist es bei einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanlage möglich, dass die Regeleinheit zum Regeln der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems, abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems, des  
25 Hochsetzstellers und/oder des Wechselrichters durch eine zweite Regelsignalverbindung mit der Brennstoffzelle in Kontakt steht. Bei umfangreichen Versuchen im Rahmen der vorliegenden Erfindung hat sich herausgestellt, dass durch eine gezielte Regelung der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems ebenfalls positive Effekte auf den Gesamtwirkungsgrad der Brennstoffzellenanlage erzielt werden können.  
30 Unter der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems kann auch die Eingangsspannung des Hochsetzstellers verstanden werden. Unter der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems ist vorliegend insbesondere die Ausgangsspannung des Brennstoffzellenstapels des Brennstoffzellensystems zu verstehen. Diese

kann beispielsweise durch den bezogenen Strom aus dem Brennstoffzellensystem bzw. dem Brennstoffzellenstapel beeinflusst bzw. entsprechend verändert werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Spannungsregelsystem für eine wie vorstehend im Detail beschriebene Brennstoffzellenanlage zur Verfügung gestellt. Das Spannungsregelsystem weist einen Hochsetzsteller zum Erhöhen der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems und zum Anlegen der erhöhten Ausgangsspannung in Form einer Ausgangsspannung des Hochsetzstellers am Wechselrichter, auf. Außerdem weist das Spannungsregelsystem eine Betriebszustandsermittlungsvorrichtung mit einer ersten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Brennstoffzellensystems, einer zweiten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Hochsetzstellers, und/oder einer dritten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Wechselrichters, auf. Darüber hinaus weist das Spannungsregelsystem eine Regeleinheit zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers auf, wobei die Regeleinheit zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems, einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters durch eine erste Regelsignalverbindung mit dem Hochsetzsteller in Kontakt steht.

Durch die erfindungsgemäß konfigurierte Regeleinheit bringt das Spannungsregelsystem die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf die erfindungsgemäße Brennstoffzellenanlage beschrieben worden sind. Darunter, dass die Regeleinheit zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems, einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters durch eine erste Regelsignalverbindung mit dem Hochsetzsteller in Kontakt steht kann verstanden werden, dass die Regeleinheit zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems, einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters konfiguriert und ausgestaltet ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Spannungsregelung in einer wie vorstehend beschriebenen Brennstoffzellenanlage

und/oder mit einem wie vorstehend beschriebenen Spannungsregelsystem zur Verfügung gestellt. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

- Ermitteln eines Betriebszustandes des Brennstoffzellensystems mit der ersten Ermittlungseinheit,
- 5 - Ermitteln eines Betriebszustandes des Hochsetzstellers mit der zweiten Ermittlungseinheit, und/oder
- Ermitteln eines Betriebszustandes des Wechselrichters mit der dritten Ermittlungseinheit, wobei
- 10 - die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers durch die Regeleinheit abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems, einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters geregelt wird.

Damit bringt auch das erfindungsgemäße Verfahren die vorstehend ausführlich beschriebenen Vorteile mit sich. Im Rahmen des Verfahrens kann die Ausgangsgleichspannung des Brennstoffzellensystems von einem Bereich zwischen beispielsweise 120V bis 220V auf eine Ausgangsgleichspannung des Hochsetzstellers von einem Bereich zwischen beispielsweise 200 V bis 800 V, insbesondere etwa 400 V hochgesetzt werden. Der Wechselrichter kann anschließend eine Wechselspannung mit Strom mit einer Wechselspannung von beispielsweise 400 V in das Stromnetz einspeisen.

Wie vorstehend bereits mit Bezug auf die Brennstoffzellenanlage beschrieben, ist es im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, dass während der Regelung der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers eine Tiefpassfilterung durch den Tiefpassfilter in Stromflussrichtung zwischen Brennstoffzellensystem und Hochsetzsteller und/oder durch den Tiefpassfilter in Stromflussrichtung zwischen Hochsetzsteller und Wechselrichter durchgeführt wird. Zudem kann die Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems durch die Regeleinheit abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems, einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters geregelt werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Computerprogramm bereitgestellt. Das Computerprogramm umfasst Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, ein wie vorstehend beschriebenes Verfahren auszuführen. Das Computerprogramm kann als  
5 computerlesbarer Anweisungscode in jeder geeigneten Programmiersprache wie beispielsweise in JAVA, C++ oder C# implementiert sein. Das Computerprogramm kann auf einem computerlesbaren Speichermedium wie einer Datendisk, einem Wechsellaufwerk, einem flüchtigen oder nichtflüchtigen Speicher, oder einem eingebauten Speicher/Prozessor oder der Regeleinheit abgespeichert sein. Der Anwei-  
10 sungscode kann einen Computer oder andere programmierbare Geräte wie die Regeleinheit derart programmieren, dass die gewünschten Funktionen ausgeführt werden. Ferner kann das Computerprogramm in einem Netzwerk wie beispielsweise dem Internet bereitgestellt werden bzw. sein, von dem es bei Bedarf von einem Nutzer heruntergeladen werden kann. Das Computerprogramm kann sowohl mittels ei-  
15 ner Software, als auch in Form eines Computerprogrammprodukts mittels einer oder mehrerer spezieller elektronischer Schaltungen, d.h. in Hardware, oder in beliebig hybrider Form, d.h. mittels Software-Komponenten und Hardware-Komponenten, realisiert werden bzw. sein.

Darüber hinaus werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Speichermittel  
20 mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm sowie eine Regeleinheit mit einem darin installierten Computerprogramm zur Verfügung gestellt, wobei das Computerprogramm jeweils zum Durchführen eines wie vorstehend beschriebenen Verfahrens konfiguriert und ausgestaltet ist. Damit bringen ein erfindungsgemäßes Computerprogrammprodukt, ein erfindungsgemäßes Speichermittel sowie eine erfin-  
25 dungsgemäße Regeleinheit ebenso die Vorteile mit sich, wie sie vorstehend ausführlich beschrieben worden sind.

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung zu verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung, welche in den Figuren schematisch dargestellt sind. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Be-  
30 schreibung oder den Figuren hervorgehende Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten und räumlicher Anordnungen können sowohl für sich als auch in den verschiedenen Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Es zeigen jeweils schematisch:

- Figur 1 ein Blockschaltbild zum Erläutern einer Brennstoffzellenanlage gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Figur 2 ein Blockschaltbild zum Erläutern einer Brennstoffzellenanlage gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und
- 5 Figur 3 ein Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Elemente mit gleicher Funktion und Wirkungsweise sind in den Figuren jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 ist schematisch eine Brennstoffzellenanlage 1000a gemäß einer ersten Ausführungsform dargestellt. Die Brennstoffzellenanlage 1000a weist ein Brennstoffzellensystem 1 zur Stromerzeugung, einen Wechselrichter 3 zum Wandeln von Gleichspannung des Brennstoffzellensystems 1 in Wechselspannung für ein Stromnetz 4, und einen Hochsetzsteller 2 zum Erhöhen der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems 1 und zum Anlegen der erhöhten Ausgangsspannung in Form einer Ausgangsspannung des Hochsetzstellers 2 am Wechselrichter 3, auf. Zwischen dem Brennstoffzellensystem 1 und dem Hochsetzsteller 2 ist eine Stromleitung 9 ausgestattet. Ebenso ist zwischen dem Hochsetzsteller 2 und dem Wechselrichter 3 eine Stromleitung 10 ausgestattet. Zum Einspeisen des Stroms vom Brennstoffzellensystem 1 in das Stromnetz 4 ist zwischen dem Wechselrichter 3 und dem Stromnetz 4 eine Stromleitung 11 ausgestattet.

Die in Fig. 1 dargestellte Brennstoffzellenanlage 1000a weist ferner eine Betriebszustandsermittlungsvorrichtung mit einer ersten Ermittlungseinheit 14 zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Brennstoffzellensystems 1, einer zweiten Ermittlungseinheit 15 zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Hochsetzstellers 2, und einer dritten Ermittlungseinheit 16 zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Wechselrichters 3 auf. Außerdem steht eine Regeleinheit 5 zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers 2 abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems 1, einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers 2 und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters 3 durch eine erste Regelsignalverbindung 12 mit dem Hochsetzsteller 2 in Signalkontakt.

Die Regeleinheit 5 steht zum Regeln der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems 1 abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems

tems 1, des Hochsetzstellers 2 und/oder des Wechselrichters 3 zudem durch eine zweite Regelsignalverbindung 13 mit der Brennstoffzelle 1 in Kontakt.

In der Regeleinheit 5 ist ein Computerprogramm 6 installiert, das Befehle umfasst, die bei der Ausführung des Computerprogramms 6 durch einen Computer, beispielsweise einen Computer der Regeleinheit 5, diesen veranlassen, ein mit Bezug auf Fig. 3 beschriebenes Verfahren auszuführen.

Durch eine gestrichelte Linie ist in Fig. 1 ein Spannungsregelsystem 100 der Brennstoffzellenanlage 1000a dargestellt. Das Spannungsregelsystem 100 kann als selbstständige Einheit betrachtet werden und weist den Hochsetzsteller 2, die erste Ermittlungseinheit 14, die zweite Ermittlungseinheit 15, die dritte Ermittlungseinheit 16 sowie die Regeleinheit 5 auf.

Mit Bezug auf Fig. 2 wird anschließend eine Brennstoffzellenanlage 1000b gemäß einer zweiten Ausführungsform beschrieben. Die zweite Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der ersten Ausführungsform und unterscheidet sich insbesondere durch zwei Tiefpassfilter 7 und 8 von der ersten Ausführungsform. Genauer gesagt ist jeweils ein Tiefpassfilter 7 und 8 in der Stromleitung 9 zwischen dem Brennstoffzellensystem 1 und dem Hochsetzsteller 2 sowie in der Stromleitung 10 zwischen dem Hochsetzsteller 2 und dem Wechselrichter 3, zum Filtern von Signalanteilen vom Brennstoffzellensystem 1 in Richtung des Hochsetzstellers 2 bzw. vom Hochsetzsteller 2 in Richtung des Wechselrichters 3 in einem vordefinierten Frequenzbereich, angeordnet.

Fig. 3 zeigt ein Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zur Spannungsregelung in einer wie in Fig. 2 dargestellten Brennstoffzellenanlage 1000b bzw. mit dem Spannungsregelsystem 100. Bei dem Verfahren werden in einem ersten Schritt S1 zunächst der Betriebszustand des Brennstoffzellensystems 1 durch die erste Ermittlungseinheit 14, der Betriebszustand des Hochsetzstellers 2 mit der zweiten Ermittlungseinheit 15, und der Betriebszustand des Wechselrichters 3 mit der dritten Ermittlungseinheit 16 ermittelt. Anschließend wird in einem zweiten Schritt S2 die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers 2 durch die Regeleinheit 5 abhängig vom ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems 1, dem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers 2 und dem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters 3 geregelt.

Die Erfindung lässt neben den dargestellten Ausführungsformen weitere Gestaltungsgrundsätze zu. D.h., die Erfindung soll nicht auf die mit Bezug auf die Figuren erläuterten Ausführungsbeispiele beschränkt betrachtet werden. So kann beispielsweise auf ausgewählte Ermittlungseinheiten verzichtet werden. D.h., es müssen nicht

5 alle drei Ermittlungseinheiten 14, 15, 16 bereitgestellt und/oder verwendet werden, um die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers 2 zu regeln. Während der Regelung der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers 2 ist es ferner möglich, dass eine Tiefpassfilterung durch die in Fig. 2 dargestellten Tiefpassfilter 8 in Stromflussrichtung

10 zwischen Brennstoffzellensystem 1 und Hochsetzsteller 2 und/oder in Stromflussrichtung zwischen Hochsetzsteller 2 und Wechselrichter 3 durchgeführt wird. Darüber hinaus kann die Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems 1 durch die Regeleinheit 5 abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems 1, einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers 2 und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters 3 geregelt werden.

15 Es kann auch vorgesehen sein, dass eine Regelung der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems 1 auch im zweiten Schritt S2 erfolgt. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers 2 anschließend eingestellt wird. Die Einstellung der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems 1 kann dabei auch weggelassen werden. Die Einstellungen können auch gleichzeitig

20 oder in anderer Reihenfolge vorgenommen werden.

**Bezugszeichenliste**

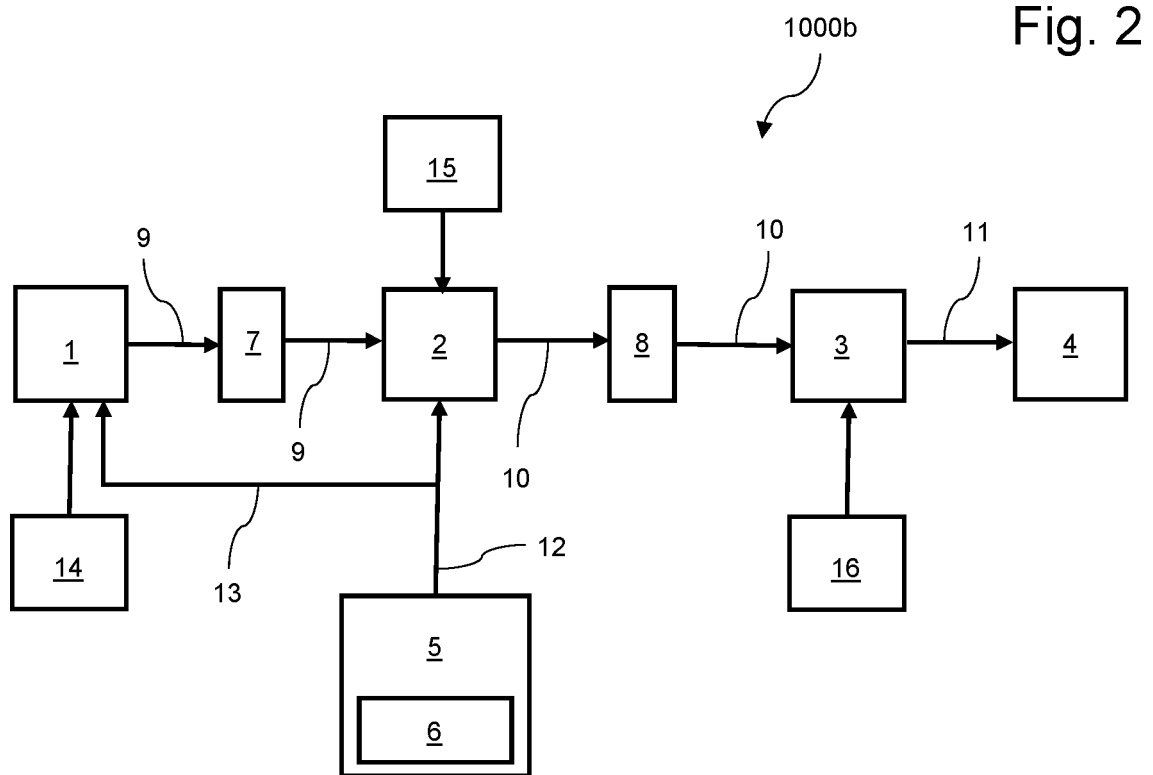
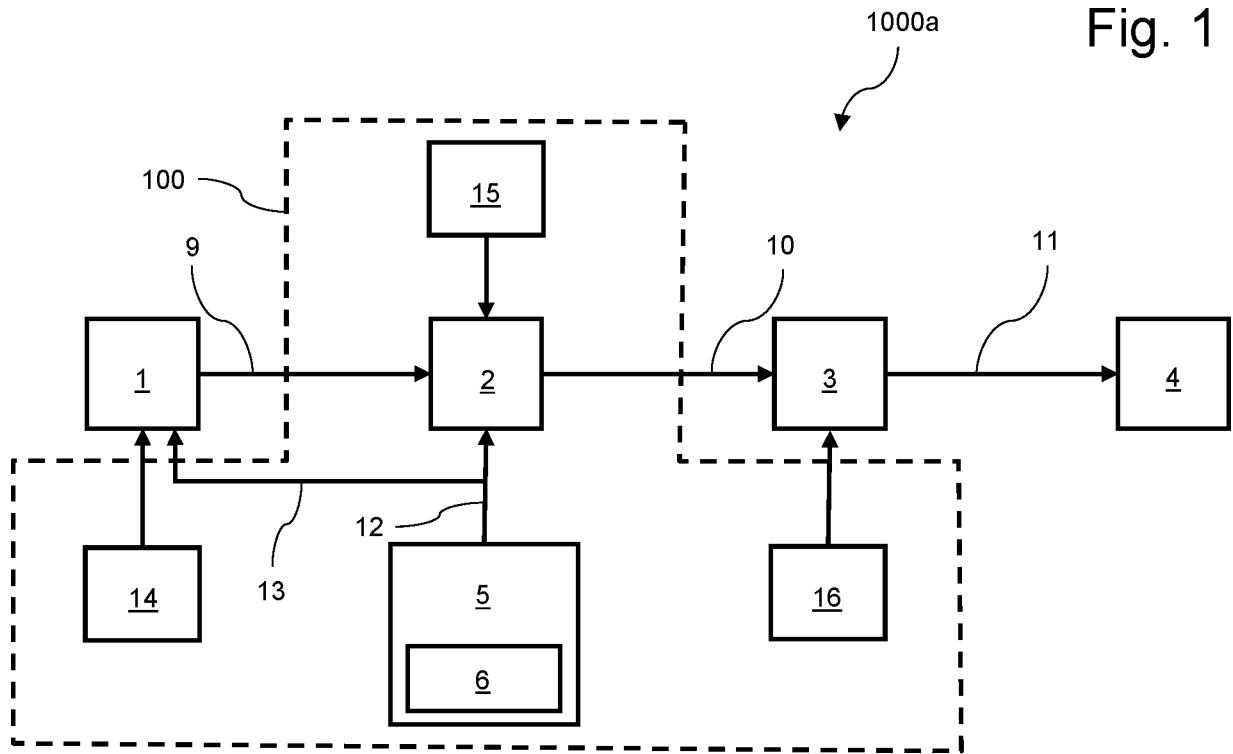
- 1 Brennstoffzellensystem
- 2 Hochsetzsteller
- 3 Wechselrichter
- 4 Stromnetz
- 5 Regeleinheit
- 6 Computerprogramm
- 7 Tiefpassfilter
- 8 Tiefpassfilter
- 9 Stromleitung
- 10 Stromleitung
- 11 Stromleitung
- 12 Signalleitung
- 13 Signalleitung
- 14 erste Ermittlungseinheit
- 15 zweite Ermittlungseinheit
- 16 dritte Ermittlungseinheit
  
- 100 Spannungsregelsystem
- 1000a Brennstoffzellenanlage
- 1000b Brennstoffzellenanlage

## Patentansprüche

1. Brennstoffzellenanlage (1000a; 1000b), aufweisend ein Brennstoffzellensystem (1) zur Stromerzeugung, einen Wechselrichter (3) zum Wandeln von Gleichspannung des Brennstoffzellensystems (1) in Wechselspannung für ein Stromnetz (4), einen Hochsetzsteller (2) zum Erhöhen der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems (1) und zum Anlegen der erhöhten Ausgangsspannung in Form einer Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2) am Wechselrichter (3), eine Betriebszustandsermittlungsvorrichtung mit einer ersten Ermittlungseinheit (14) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Brennstoffzellensystems (1), einer zweiten Ermittlungseinheit (15) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Hochsetzstellers (2), und/oder einer dritten Ermittlungseinheit (16) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Wechselrichters (3), und eine Regeleinheit (5) zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2), wobei die Regeleinheit (5) zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2) abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems (1), einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers (2) und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters (3) durch eine erste Regelsignalverbindung (12) mit dem Hochsetzsteller (2) in Kontakt steht.
2. Brennstoffzellenanlage (1000a; 1000b) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in Stromflussrichtung zwischen Brennstoffzellensystem (1) und Hochsetzsteller (2) und/oder zwischen Hochsetzsteller (2) und Wechselrichter (3) ein Tiefpassfilter (8), zum Filtern von Signalanteilen vom Brennstoffzellensystem (1) in Richtung des Hochsetzstellers (2) bzw. vom Hochsetzsteller (2) in Richtung des Wechselrichters (3) in einem vordefinierten Frequenzbereich, angeordnet ist.
3. Brennstoffzellenanlage (1000a; 1000b) nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinheit (5) zum Regeln der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems (1), abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems (1), des Hochsetzstellers (2) und/oder des Wechselrichters (3) durch eine zweite Regelsignalverbindung (13) mit der Brennstoffzelle (1) in Kontakt steht.

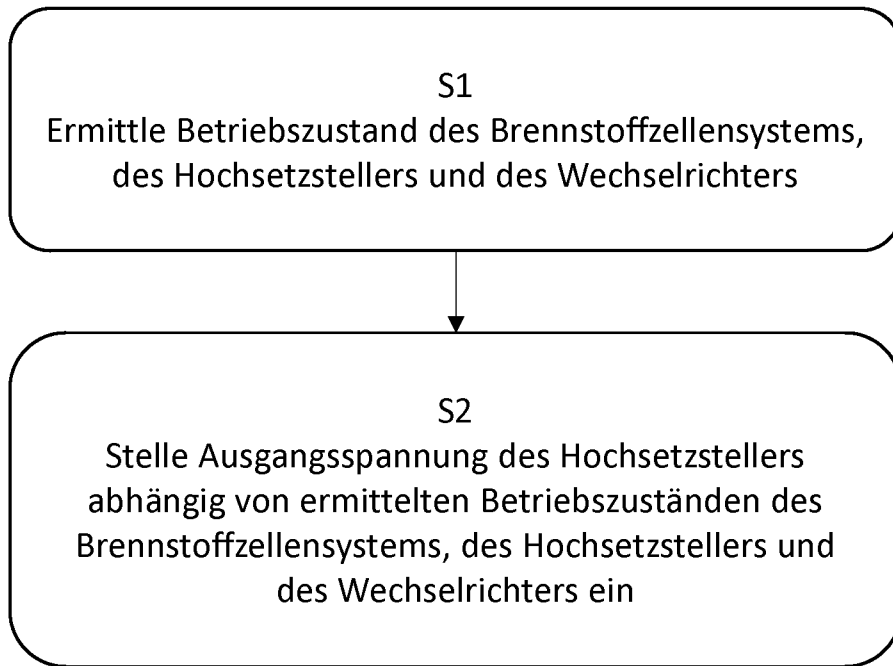
4. Spannungsregelsystem (100) für eine Brennstoffzellenanlage (1000a; 1000b) nach einem der voranstehenden Ansprüche, aufweisend einen Hochsetzsteller (2) zum Erhöhen der Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems (1) und zum Anlegen der erhöhten Ausgangsspannung in Form einer Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2) am Wechselrichter (3), eine Betriebszustandsermittlungsvorrichtung mit einer ersten Ermittlungseinheit (14) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Brennstoffzellensystems (1), einer zweiten Ermittlungseinheit (15) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Hochsetzstellers (2), und/oder einer dritten Ermittlungseinheit (16) zum Ermitteln eines Betriebszustandes des Wechselrichters (3), und eine Regeleinheit (5) zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2), wobei die Regeleinheit (5) zum Regeln der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2) abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems (1), einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers (2) und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters (3) durch eine erste Regelsignalverbindung (12) mit dem Hochsetzsteller (2) in Kontakt steht.
5. Verfahren zur Spannungsregelung in einer Brennstoffzellenanlage (1000a; 1000b) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und/oder mit einem Spannungsregelsystem (100) nach Anspruch 4, aufweisend die Schritte:
  - Ermitteln eines Betriebszustandes des Brennstoffzellensystems (1) mit der ersten Ermittlungseinheit (14),
  - Ermitteln eines Betriebszustandes des Hochsetzstellers (2) mit der zweiten Ermittlungseinheit (15), und/oder
  - Ermitteln eines Betriebszustandes des Wechselrichters (3) mit der dritten Ermittlungseinheit (16), wobei
  - die Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2) durch die Regeleinheit (5) abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems (1), einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers (2) und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters (3) geregelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass während der Regelung der Ausgangsspannung des Hochsetzstellers (2) eine Tiefpassfilterung durch den Tiefpassfilter (8) in Stromflussrichtung zwischen Brennstoffzellensystem (1) und Hochsetzsteller (2) und/oder durch den Tiefpassfilter (8) in Stromflussrichtung zwischen Hochsetzsteller (2) und Wechselrichter (3) durchgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangsspannung des Brennstoffzellensystems (1) durch die Regeleinheit (5) abhängig von einem ermittelten Betriebszustand des Brennstoffzellensystems (1), einem ermittelten Betriebszustand des Hochsetzstellers (2) und/oder einem ermittelten Betriebszustand des Wechselrichters (3) geregelt wird.
8. Computerprogramm (6), umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms (6) durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7 auszuführen.
9. Speichermittel mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm (6), das zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 5 bis 7 konfiguriert und ausgestaltet ist.
10. Regeleinheit (5) mit einem darin installierten Computerprogramm (6), das zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 5 bis 7 konfiguriert und ausgestaltet ist.



2/2

Fig. 3



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:  
**H01M 8/04537** (2016.01); **H02M 7/537** (2006.01); **G05F 1/67** (2006.01); **G05F 1/575** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:  
**H01M 8/04537** (2016.02); **H02M 7/537** (2013.01); **G05F 1/67** (2013.01); **G05F 1/575** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
 H01M, H02M, G05F

Konsultierte Online-Datenbank:  
 WPI, EPODOC, IEEE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 23.08.2018 eingereichten Ansprüchen 1-10 erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2003201674 A1 (DROPPA G W, SCHIENBEIN L A, HARRIS B E, HAMMERSTROM D J) 30. Oktober 2003 (30.10.2003) Absätze [0017-0023]; Fig. 2.	1, 3-5, 7-10
Y		2, 6
Y	US 2012201064 A1 (ASAKURA FUMIO, OCHI KENJI, YOSHIDA HIROSHI) 09. August 2012 (09.08.2012) Absatz [0039]; Fig. 1.	2, 6
A		1, 4, 5
X	US 2006046107 A1 (LINDSEY R W) 02. März 2006 (02.03.2006) Absätze [0015-0020]; Fig. 1.	1, 3-5, 7-10
Y		2, 6
Y	Absatz [0016]; Fig. 1.	2, 6
A		1, 3-5, 7-10
Y	US 2013076134 A1 (SMITH D, GONG M) 28. März 2013 (28.03.2013) Absätze [0018..0020]; Fig. 1.	2, 6
A		1, 3-5, 7-10
X	EP 2922192 A1 (YASKAWA DENKI SEISAKUSHO KK ) 23. September 2015 (23.09.2015) Absätze [0010-0026], Fig. 1.	1, 2, 4, 5, 6, 8-10
A		3, 7
X	US 2016322828 A1 (VOGEL J A, CONNOLLY E) 03. November 2016 (03.11.2016) Absätze [0025-0031]; Fig. 4.	1, 2, 4-6, 8-10
A		3, 7

Datum der Beendigung der Recherche: 19.02.2019      Seite 1 von 1      Prüfer(in): MEHLMAUER Adolf

\*) Kategorien der angeführten Dokumente:  
**X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.  
**Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.  
**A** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.  
**P** Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.  
**E** Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).  
**&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.