

Positionspapier

Zum Nachweisverfahren für die
Stromversorgungen von
Wasserstoff-Elektrolyseuren

Einleitung

Dieses Positionspapier analysiert die aktuellen Herausforderungen bei der Zertifizierung und Netzintegration von Wasserstoffelektrolyseuren in Deutschland und zeigt auf, wie die krecotec GmbH mit innovativen technischen Lösungen diesen Herausforderungen begegnet. krecotec bietet maßgeschneiderte Ansätze, die eine stabile Netzintegration sicherstellen und den Weg für eine erfolgreiche Wasserstoffwirtschaft ebnen.

Übersicht der Akteure

Der aktuelle Handlungsrahmen in Deutschland ist geprägt durch folgende Akteure mit ihren Aufgaben und Zielen:

- 1) Die **Bundesregierung** verfolgt mehrere Initiativen zur Förderung der Wasserstoffwirtschaft in Deutschland, um die Energiewende zu unterstützen und das Land bis 2045 klimaneutral zu machen. Dabei spielt Wasserstoff eine zentrale Rolle, insbesondere für die Dekarbonisierung der Industrie und des Verkehrssektors. Die Maßnahmen dabei sind:
 - das Wasserstoffbeschleunigungsgesetz
 - das Update der Nationale Wasserstoffstrategie (2023)
 - die Förderprogramme und internationale Partnerschaften
- 2) Die **Übertragungsnetzbetreiber** in Deutschland sind die Schlüsselfiguren für die sichere Integration von Wasserstoffanlagen in das Stromnetz. Sie stellen sicher, dass die Anforderungen an die Systemstabilität erfüllt werden, und unterstützen die Planung und den Ausbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur, um die Energiewende voranzutreiben.
- 3) Derzeit sind die **Anlagenhersteller** von Wasserstoffelektrolyseuren in Deutschland nicht vollständig in der Lage, alle Anforderungen der Übertragungsnetzbetreiber zu erfüllen. Es gibt technische und regulatorische Herausforderungen, die die Hersteller vor erhebliche Schwierigkeiten stellen.
- 4) Der **Deutsche Wasserstoffverband (DWV)** fordert eine stufenweise Einführung der Netzanschlussbedingungen. In seinem Drei-Phasen-Modell argumentiert der Verband, dass die strikten Anforderungen erst gelten sollten, wenn signifikante Kapazitäten (über 1 GW) installiert sind.

Retrospektive

Deutschland kann bei der Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft und deren Integration in das elektrische Netz aus der Geschichte der Wind- und Photovoltaiktechnologien der letzten 30 Jahren viele Parallelen ziehen. Diese Entwicklung hat gezeigt, dass technologische Hürden und anfängliche Netzstabilitätsprobleme durch regulatorische Unterstützung, klar formulierte Anforderungen, technologische Weiterentwicklungen und Kooperationen überwunden werden können. Dieselben Prinzipien könnten helfen, die Herausforderungen der Wasserstoffwirtschaft zu meistern und ihren Beitrag zur Energiewende und Exportstärke Deutschlands sicherzustellen. Eine Komponente aus dieser Zeit stellt der FGW dar.

Die Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien e.V. (FGW) wurde 1992 gegründet.

Ihr Ziel war es von Anfang an, die Entwicklung der Windenergie in Deutschland zu fördern, technische Standards zu setzen und die Zusammenarbeit zwischen Industrie, Wissenschaft und Politik zu stärken.

Die FGW hat sich insbesondere durch die Veröffentlichung von technischen Richtlinien einen Namen gemacht, die für den Betrieb, die Zertifizierung und die Qualitätssicherung von Windenergieanlagen entscheidend sind. Sie unterstützt damit die Professionalisierung und den sicheren Ausbau der Windenergie in Deutschland.

Aus dieser Sicht in den Rückspiegel sehen wir in krecotec die Notwendigkeit eines Gremiums bzw. einer Institution, die technische Standards entwickelt, Zertifizierungen unterstützt und die Zusammenarbeit zwischen Industrie, Netzbetreibern und Regierung fördert und somit eine ähnliche Rolle in der Prüf- und Zertifizierung von Wasserstoffelektrolyseuren für die Netzintegration spielen könnte wie die FGW für Windenergieanlagen. Ein Gremium wie der DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches) oder der VDE (Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik) wäre somit ggf. in der Rolle des technischen Regelsetzers, um Standards und Zertifizierung zu entwickeln, die für die Integration von Wasserstoffelektrolyseuren in das Stromnetz erforderlich sind und damit die notwendige Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern, Herstellern und Regulierungsbehörden fördern, um die essentiellen Anforderungen an Netzstabilität und die elektrische Sicherheit der Anlagen zu erfüllen.

Grundsätzliche Herausforderungen bei den Elektrolysesystemen

Die Nachweisverfahren und Zertifizierungen von Elektrolyse-Stromversorgungen nach den Anforderungen der vier Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) in Deutschland stellen eine Reihe von grundlegenden Herausforderungen dar. Diese Herausforderungen betreffen sowohl technologische als auch regulatorische Aspekte, die für die stabile und effiziente Integration von Elektrolyseuren in das Stromnetz entscheidend sind.

3.1 Kurzschlussfestigkeit und Netzstützung

Elektrolyseure benötigen erhebliche Strommengen, die potenziell das Netz destabilisieren können. Die Übertragungsnetzbetreiber verlangen daher, dass die Anlagen kurzschlussfest sind und zur Netzstützung beitragen. Darunter fallen folgende Anforderungen:

- Sicherer Anlagenbetrieb unabhängig vom Betriebspunkt in dem vom Netzbetreiber vorgegebenen Bereich zwischen minimaler und maximaler Kurzschlussleistung.
- Durchfahren von vorgegebenen Frequenzgradienten ohne Trennung vom Netz.
- Durchfahren von temporären Spannungsänderungen (FRT). Dies betrifft sowohl Spannungseinbrüche als auch -erhöhungen sowie symmetrische und unsymmetrische Fehler im Netz. Die Anlage darf sich innerhalb der vorgegebenen Grenzkurven nicht vom Netz trennen und muss nach Fehlerklärung so schnell wie möglich den Vorfehlerwert der Wirkleistung wieder aufnehmen.
- Elektrolyseanlagen müssen am Lastabwurfkonzept des Netzbetreibers teilnehmen und eine vorgegebene spannungsabhängige Wirkleistungsanpassung bei Über- und Unterfrequenzen vornehmen.
- Elektrolyseanlagen müssen ihre Leistung auf einen vom Netzbetreiber vorgegebenen Wert anpassen, wobei die Leistungsänderung höchstens 10 % pro Minute der Anlagen-nennleistung betragen darf.
- Der Netzbetreiber kann eine dynamische Netzstützung über den Einsatz der dynamischen Blindstromeinspeisung oder der kontinuierlichen dynamischen Netzstützung einfordern.

3.2 Blindleistung

Elektrolyseanlagen müssen in der Lage sein, bei maximalem Wirkleistungsbezug die vom Netzbetreiber vorgegebenen Anforderungen zur Blindleistungsabgabe bzw. -bezug am Netzanschlusspunkt ohne vorherige Anpassung der Wirkleistung zu erfüllen (Q(U)-Bereich).

Der Netzbetreiber gibt zudem das Verfahren zur Blindleistungsbereitstellung am Netzanschlusspunkt vor.

- Blindleistungs-Spannungskennlinie $Q(U)$. Hierbei muss die Elektrolyseanlage ihre Blindleistung in Abhängigkeit der aktuellen Spannung am Netzanschlusspunkt gemäß einer vom Netzbetreiber vorgegebenen Kennlinie regeln.
- Blindleistung mit Spannungsbegrenzerfunktion $Q = \text{const.}$ Hierbei muss die Elektrolyseanlage ihre Blindleistung weitestgehend unabhängig vom Wirkleistungsbezug auf einen vom Netzbetreiber vorgegebenen Wert regeln.

3.3 Interaktionen und Netzurückwirkungen

Elektrolyseanlagen dürfen keine ungewollten Interaktionen mit anderen Elektrolyseanlagen sowie anderen Anlagen und Betriebsmitteln aufweisen. Dies betrifft sowohl sub- als auch supersynchrone Interaktionen in folgenden Frequenzbereichen:

- Netzfrequenzschwingungen bzw. Pendelungen im Bereich 0,1 ... 0,2 Hz
- Torsionsinteraktionen (SSTI) im Bereich 4 ... 45 Hz
- Interaktionen im harmonischen Frequenzbereich oberhalb von 50Hz
- Netzurückwirkungen der Elektrolyseanlagen dürfen die Vorgaben der Netzbetreiber im harmonischen (bis 2,5 kHz) sowie im höherfrequenten Bereich (ab 2,5 kHz) nicht überschreiten.

3.4 Fehlende technische Reife von Simulationsmodellen

Ein zentraler Aspekt bei den Nachweisverfahren ist der Einsatz von detaillierten (EMT- und RMS-Modelle) sowie aggregierten (harmonische und RMS-Modelle) Simulationsmodellen, die das Verhalten der Elektrolyseanlagen im Netz präzise abbilden sollen. Die Anforderungen an die Modelle und Simulationsumgebungen werden im Rahmen des Netzanschlussprozesses zwischen Netzbetreiber und Anlagenbetreiber abgestimmt und sollten validiert werden.

Diese Modelle sind jedoch in der Praxis noch nicht ausgereift. Der Deutsche Wasserstoff-Verband (DWV) argumentiert, dass die technischen Tools und Modelle erst schrittweise entwickelt werden müssen, um den Anforderungen der Netzbetreiber gerecht zu werden.

3.5 Zertifizierung der kleinsten repräsentativen Einheiten

Ein weiteres Hindernis besteht darin, dass die ÜNB spezifische Prüfstandtests fordern, um die kleinsten repräsentativen Einheiten der Elektrolyseure zu testen. Diese Anforderung wird von Herstellern kritisiert, da es bei großen Systemen technisch und wirtschaftlich schwierig ist, diese Prüfungen durchzuführen. Der DWV plädiert stattdessen für Feldtests und weniger strikte Prüfungen, da die kleinsten Einheiten oft nicht repräsentativ für das Verhalten der gesamten Anlage sind.

3.6 Kosten und wirtschaftliche Unsicherheiten

Die Einhaltung der umfangreichen Anforderungen und Zertifizierungen führt zu hohen Kosten und Unsicherheiten für die Hersteller. Viele Anlagen befinden sich noch in der Entwicklungsphase und die strengen Anforderungen könnten den Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft verzögern. Hersteller fordern daher eine gestaffelte Einführung der Anforderungen, um den Unternehmen mehr Zeit zu geben, die technischen Anpassungen umzusetzen.

3.7 Fazit

Die Herausforderungen bei den Nachweisverfahren und Zertifizierungen von Elektrolyse-Stromversorgungen resultieren aus den strengen Anforderungen der Übertragungsnetzbetreiber in Bezug auf Netzstabilität, Netzurückwirkungen und Simulationsmodellen. Viele dieser Anforderungen sind technologisch komplex und erfordern erhebliche Anpassungen, die derzeit von vielen Herstellern noch nicht vollständig erfüllt werden können. Eine schnelle Anpassung der Technologien und Nachweisverfahren ist aber dringend notwendig, um den Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft zu beschleunigen.

Der Ansatz für Nachweisverfahren

Aus unserer Sicht besteht die erste Phase in der Sicherstellung der technischen Anschlussparameter in einem Nachweisverfahren. In den aktuellen Veröffentlichungen der vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber werden hierzu die entsprechenden Anforderungen definiert.

Dieses Dokument stellt im Folgenden technische Möglichkeiten zur Realisierung der notwendigen Funktionalitäten wie auch deren Nachweisverfahren dar, wobei diese die Einhaltung bestimmter technischer Anforderungen oder Parameter auf Grundlage technischer Berechnungen, Tests oder Simulationen belegen. Dies ist Teil des Zertifizierungsprozesses, aber fokussierter und oft weniger formal als die Zertifizierung selbst.

Wichtige Merkmale von Nachweisverfahren sind:

- **Fokussierung:** Nachweisverfahren konzentrieren sich auf spezifische technische Parameter oder Anforderungen (z. B. die mechanische Belastbarkeit, Schall- und Umweltauswirkungen, Lasten, Netzverträglichkeit etc.).
- **Technische Basis:** Nachweisverfahren beinhalten oft technische Analysen, Simulationen, Labortests oder Berechnungen, die nach bestimmten Normen durchgeführt werden.
- **Nicht zwangsläufig unabhängig:** Während eine Zertifizierung von einer externen, akkreditierten Stelle vorgenommen wird, können Nachweisverfahren auch von den Herstellern oder Ingenieurbüros selbst durchgeführt werden, um technische Anforderungen zu belegen.
- **Teil des Zertifizierungsprozesses:** Nachweisverfahren liefern die technischen Grundlagen, auf deren Basis die Zertifizierung später erfolgen kann. Sie belegen z. B., dass eine Anlage den zu erwartenden Windlasten standhält oder ihre elektrische Leistung stabil ins Netz eingespeist werden kann.
- **Ziel:** Der Zweck eines Nachweisverfahrens ist es, bestimmte technische Aspekte zu belegen, bevor eine formale Zertifizierung stattfinden kann.

Beispiele für Nachweisverfahren von Elektrolyseanlagen in Anlehnung an Windkraftanlagen wären hierbei:

- **Schall- und Umweltauswirkungsnachweise:** Diese Nachweise belegen, dass die Anlage die Lärmschutzvorgaben einhält oder keine schädlichen Umweltauswirkungen hat.
- **Netzverträglichkeitsnachweise:** Diese zeigen, dass die Stromversorgung einer Elektrolyseanlage keine negativen Auswirkungen auf das Stromnetz hat (z. B. in Bezug auf Spannungsschwankungen oder Blindleistung).

Vorgehensweise bei der späteren Zertifizierung

5.1 Rechtlichen Rahmenbedingungen

Eine Zertifizierung ist ein formeller und umfassender Prozess, bei dem eine unabhängige, akkreditierte Stelle die Konformität eines Produkts, Systems oder Prozesses mit spezifischen Normen und Anforderungen bestätigt. Zertifizierungen sind meist notwendig, um die Marktzulassung oder den Betrieb von Windkraftanlagen zu ermöglichen.

5.2 Merkmale einer Zertifizierung

Wichtige Merkmale einer Zertifizierung

- **Umfang:** Eine Zertifizierung kann unterschiedliche Aspekte überprüfen. Darunter fallen z.B. spezifische Eigenschaften eines Designs oder der Entwicklungsprozesse hinsichtlich geforderter Richtlinien und Normen. Dies kann sich in die Phasen des Designs über die Herstellung und Installation bis hin zum Betrieb erstrecken.
- **Akkreditierung:** Zertifizierungsstellen müssen akkreditiert sein und damit nachgewiesen haben, dass sie befugt sind, den Erfüllungsgrad von Normen und gesetzlichen Vorgaben zu überprüfen.
- **Unabhängigkeit und Transparenz:** Diese Faktoren müssen durch eine Kombination aus strukturellen, verfahrenstechnischen und normativen Anforderungen gewährleistet sein, um die unparteiliche und fachliche Einschätzung durch eine dritte Partei sicherzustellen.
- **Prüfung auf Basis von Standards:** Zertifizierungen orientieren sich an nationalen und internationalen Standards.
- **Verbindlichkeit:** Die Zertifizierung ist oft eine gesetzliche Anforderung. Zum Beispiel müssen Windkraftanlagen in Deutschland eine Typen- und Standortzertifizierung erhalten, um betrieben werden zu dürfen.
- **Ziel:** Das Ziel einer Zertifizierung ist es, formell zu bestätigen, dass eine Anlage sicher und regelkonform entwickelt und/oder betrieben werden kann.

Beispiele für Zertifizierungen bei Windkraftanlagen

- Typenzertifizierung
- Standortzertifizierung
- Netzanschlusszertifizierung

In Deutschland ist die Zertifizierung von z.B. Windkraftanlagen heute gesetzlich stark reguliert, insbesondere durch

- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG): Es regelt die Einspeisevergütung und setzt bestimmte technische Anforderungen voraus.
- Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG): Es legt Anforderungen an den Umweltschutz fest und beinhaltet Genehmigungsverfahren für den Bau von Windkraftanlagen.
- Bauordnungen der Länder: Für die Bauplanung und -ausführung sind je nach Bundesland unterschiedliche Bestimmungen zu berücksichtigen.

Diese Struktur stellt eine hervorragende Blaupause dar, um auch die Zertifizierungen von Elektrolyse-Stromversorgungen in Zukunft zu realisieren.

5.3 Beteiligte Institutionen

Für die technische Zertifizierung von Windkraftanlagen sind in Deutschland verschiedene Institutionen und Organisationen verantwortlich:

- Akkreditierte Zertifizierungsstellen: sind Organisationen, die für die technische Zertifizierung zuständig sind. Sie führen Prüfungen und Zertifizierungen auf der Basis internationaler und nationaler Normen und Richtlinien durch.
- FGW (Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien e.V.): Die FGW ist ein wichtiger Akteur im Zertifizierungsprozess. Sie erstellt technische Richtlinien und Standards, die für die Zertifizierung von Windkraftanlagen von Bedeutung sind, insbesondere für die Prüfung von Leistung, Netzverträglichkeit und Lastannahmen.
- BNetzA (Bundesnetzagentur): Die Bundesnetzagentur spielt eine Rolle bei der Überwachung der Netzverträglichkeit von Windkraftanlagen und legt Standards für den Netzanschluss fest.

Diese bestehenden Strukturen könnten genutzt werden, um schnell und mit bestehendem Know-How die Zertifizierung für die Wasserstoff-Elektrolyseure aufzubauen.

5.4 Die Phasen einer Zertifizierung

Ein typischer Ablauf der Zertifizierung könnte folgendermaßen aussehen.

- Planungsphase: Ein Anlagenhersteller plant eine neue Elektrolyseanlage und lässt das Design durch eine akkreditierte Zertifizierungsstelle zertifizieren.
- Typenzertifizierung: Der Hersteller durchläuft den Prozess der Typenzertifizierung, bei dem die mechanischen und elektrischen Komponenten der Anlage sowie deren Leistung und Sicherheit überprüft werden.
- Standortzertifizierung: Ein Betreiber plant den Bau mehrerer Anlagen dieses Typs an einem neuen Standort. Der Betreiber beantragt eine standortspezifische Zertifizierung, um zu prüfen, ob die geplanten Anlagen für die dortigen Verhältnisse geeignet sind.
- Netzverträglichkeit: Die Anlagen werden auf ihre Verträglichkeit mit dem regionalen Stromnetz geprüft und erhalten eine entsprechende Zertifizierung.
- Inbetriebnahme und Wartung: Nach dem Bau der Elektrolysanlage wird eine Inbetriebnahmeprüfung durchgeführt, gefolgt von regelmäßigen Inspektionen und Wartungszertifikaten.

Zusammengefasst stellt der Zertifizierungsprozess in Zukunft sicher, dass Elektrolyseanlagen in Deutschland sicher, effizient und umweltfreundlich betrieben werden können. Die enge Zusammenarbeit von Zertifizierungsstellen, Herstellern, Betreibern und staatlichen Stellen ist dabei zentral.

Unterschiede zwischen Nachweisverfahren und Zertifizierungen

Nachweisverfahren sind einzelne, technische Belege, die spezifische Aspekte wie Lasten, Netzverträglichkeit oder Schall berücksichtigen. Sie sind oft Vorstufen oder Teile einer Zertifizierung und liefern den technischen Beleg, dass bestimmte Anforderungen erfüllt sind. Nachweisverfahren können auf Grundlage von Anforderungen, Richtlinien und Normen gefordert werden.

Diese können sowohl von Herstellern als auch von externen Gutachtern durchgeführt werden.

Zertifizierungen hingegen sind formale und standardisierte Prüfungen, die durch akkreditierte Stellen durchgeführt werden, um zu bestätigen, dass eine Elektrolyseanlage oder eine ihrer Komponenten als Ganzes den gesetzlichen und technischen Anforderungen entspricht.

Während das Nachweisverfahren spezifische technische Parameter belegt, dient die Zertifizierung dazu, das gesamte System oder den gesamten Prozess unabhängig zu überprüfen und zu validieren.

Lösungsansätze der krecotec GmbH für die Nachweisverfahren und die spätere Zertifizierung

Die Firma krecotec GmbH bietet spezifische technische Lösungen an, um die aktuell als kritisch betrachteten Punkte im Markt anzugehen und den Anforderungen der Übertragungsnetzbetreiber gerecht zu werden:

7.1 Netzverträglichkeit

Netzurückwirkungen:

krecotec setzt auf umfassende EMT-Simulationen, um die Oberschwingungen und Netzurückwirkungen präzise zu simulieren. Die Validierung der Modelle erfolgt dabei im Rahmen der Typprüfungen von Komponenten und Anlagen.

Durch den Einsatz maßgeschneiderter Filtertechnologien kann die Firma eine optimale Filterdimensionierung bieten, um unerwünschte Netzurückwirkungen zu minimieren. Diese maßgeschneiderten Lösungen basieren auf IGBT-Systemen, die sich durch ihre hohe Regelbarkeit und Effizienz auszeichnet.

Blindleistungskompensation:

krecotec bietet Lösungen, um die Blindleistungskompensation dynamisch und effizient zu steuern. Durch die Implementierung von intelligenten Regelalgorithmen kann die Stromversorgung schnell auf Netzanforderungen reagieren und dabei sicherstellen, dass Spannungsschwankungen vermieden werden. Diese Lösungen werden simuliert und getestet, um den hohen Anforderungen der ÜNB gerecht zu werden.

7.2 Fault Ride Through (FRT)

krecolec stellt sicher, dass die FRT-Fähigkeit der Elektrolyseanlagen durch präzise Simulationen und Feldtests nachgewiesen wird. Die Stromversorgungssysteme sind so ausgelegt, dass sie temporäre Spannungseinbrüche und Erhöhungen stabil durchfahren können. krecolec bietet eine Lösung an, die durch detaillierte FRT-Kurven-Simulationen validiert wird und gewährleistet, dass die Anlagen stabil am Netz bleiben.

Der Wiederkehr nach einem Fehler wird durch optimierte Regelalgorithmen sichergestellt, die eine Rückkehr zur vollen Leistungsaufnahme innerhalb von maximal 1 Sekunde garantieren. Diese Lösung wird durch praxisnahe Simulationen und Testreihen im Feld validiert.

7.3 Wirk- und Blindleistung

krecolec entwickelt dynamische Steuerungsmechanismen, um die Regelgeschwindigkeit der Wirkleistung den Anforderungen der Netzbetreiber anzupassen. Durch den Einsatz von leistungsstarken Regelalgorithmen reagiert die Anlage flexibel auf Änderungen der Netzfrequenz, sowohl bei der Erhöhung als auch bei der Reduzierung der Wirkleistung. Dies wird durch Simulationen getestet, die die Dynamik der Leistungserhöhung bei Frequenzfehlern abbilden.

Im Bereich der Blindleistungskompensation bietet krecolec Lösungen an, die am Netzanschlusspunkt direkt an die Netzbedingungen angepasst werden. Durch Simulationen und Tests wird sichergestellt, dass die Stromversorgung stets stabil bleibt und die Netzanforderungen erfüllt werden.

7.4 Stabilität der Stromversorgung

krecolec nutzt Simulationen, um die Stabilität der Stromversorgung im gesamten Betriebsbereich ($P_{\min}$ bis $P_{\max}$, $Q_{\min}$ bis $Q_{\max}$) zu überprüfen. Diese Simulationen stellen sicher, dass Spannungsschwankungen und Lastwechsel durch Hochstromversorgungen stabil abgefangen werden können. Dies erhöht die Betriebssicherheit, insbesondere in Hochlastphasen.

Kurzschlussfestigkeit: Der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit wird durch spezifische Tests und Simulationen geführt, die die stabile Funktionsweise der Anlage auch unter extremen Kurzschlussbedingungen belegen. krecolec entwickelt Lösungen, die garantieren, dass die Anlagen im gesamten Kurzschlussleistungsbereich stabil arbeiten.

7.5 Frequenzanpassung und Lastabwurf

Die Robustheit gegenüber Frequenzänderungen wird durch den Einsatz optimierter Regelalgorithmen und dynamischer Simulationsverfahren sichergestellt. krecoTECS Lösungen ermöglichen es den Anlagen, Frequenzgradienten sicher zu durchfahren, ohne vom Netz getrennt zu werden.

Für den Lastabwurf bietet krecoTEC maßgeschneiderte Lösungen an, die es der Anlage ermöglichen, aktiv am Lastmanagement teilzunehmen und flexibel auf Netzanforderungen zu reagieren. Dies wird durch praxisnahe Tests und dynamische Simulationen nachgewiesen.

7.6 Hilfsenergieversorgung im Fehlerfall

krecoTEC gewährleistet die Autonomie der Hilfsenergieversorgung während eines Netzfehlers. Durch genaue Berechnungen der notwendigen Energiemenge und spezifische Tests für den unterbrechungsfreien Betrieb wird sichergestellt, dass die Steuerungen und Regelungen der Anlage auch in kritischen Situationen zuverlässig funktionieren. Diese Lösung umfasst ebenfalls Notfallsysteme für die kontinuierliche Energieversorgung.

7.7 Kommunikation

Für die Kommunikation zwischen Netzbetreibern und Elektrolysesystemen setzt krecoTEC auf bewährte Schnittstellenprotokolle, die eine reibungslose Übertragung von Systemdaten und Anforderungen gewährleisten. Diese Schnittstellen, die bereits in der Windparktechnologie erfolgreich eingesetzt werden, werden an die spezifischen Bedürfnisse von Elektrolyseanlagen angepasst, um eine effiziente Netzkommunikation zu ermöglichen.

Durch diese konkreten Lösungsansätze bietet krecoTEC innovative und praxisnahe Lösungen, um die Anforderungen der Übertragungsnetzbetreiber zu erfüllen und die sichere Integration von Wasserstoffelektrolyseuren in das Stromnetz zu gewährleisten.

Zusammenfassung und Ausblick

Die krecotec GmbH arbeitet an der Gestaltung von Nachweisverfahren für Hochstromversorgungen von Wasserstoffelektrolyseuren und leistet wichtige Beiträge zur Lösung der derzeitigen technischen Herausforderungen, die in Zusammenhang mit den Anforderungen der Übertragungsnetzbetreiber stehen.

8.1 Technologische Vorreiterrolle bei der Hochstromversorgung

krecotec entwickelt spezifische Nachweisverfahren für Hochstromversorgungen, die für den sicheren Betrieb von Elektrolyseuren entscheidend sind. Wir möchten eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung der technischen Lösungen einnehmen, die notwendig sind, um die hohen Anforderungen an Netzstabilität und -integration, wie die Fault Ride Through (FRT)-Fähigkeit und die Netzverträglichkeit, zu erfüllen.

8.2 Partnerschaft mit Netzbetreibern und Industrie

krecotec arbeitet bereits mit den vier Übertragungsnetzbetreibern in Deutschland zusammen. Diese Zusammenarbeit ist entscheidend, um praxisnahe Lösungen zu entwickeln, die sowohl die technischen Anforderungen der Netzbetreiber erfüllen als auch für die Elektrolysehersteller umsetzbar sind. Wir setzen hier auf eine Vermittlung zwischen Industrie und Netzbetreibern, um flexible und realistische Standards zu definieren, die eine schrittweise Anpassung an die Netzanforderungen ermöglichen.

8.3 Optimierung von Simulationsmodellen und Netzintegration

Da krecotec in der Entwicklung und Prüfung von Nachweisverfahren für Hochstromsysteme tätig ist, könnte das Unternehmen bei der Erstellung und Optimierung der geforderten Simulationsmodelle für Elektrolyseure (RMS- und EMT-Modelle) eine Vorreiterrolle spielen. Durch die Entwicklung leistungsfähiger Simulations- und Testverfahren kann krecotec dazu beitragen, die technischen Unsicherheiten zu reduzieren und den Markthochlauf von Wasserstoffanlagen zu beschleunigen.

8.4 Innovative Lösungen für Blindleistungskompensation und Netzstabilität

Eine weitere mögliche Rolle von krecotec liegt in der Entwicklung von innovativen Lösungen für die Blindleistungskompensation und die Netzstabilität von Wasserstoffanlagen. Dies ist ein wesentlicher Aspekt, der von den Netzbetreibern gefordert wird, um die Stabilität des Stromnetzes bei schwankender Leistungsaufnahme der Elektrolyseure zu gewährleisten.

8.5 Schlüsselfigur im Transfer technischer Lösungen auf den Markt

Durch unsere Expertise in der Entwicklung und Anwendung technischer Lösungen will krecotec die Brücke zwischen Forschung und kommerziellen Anwendungen schlagen. In Anlehnung an die Erfolgsgeschichte der Wind- und PV-Industrie könnte krecotec eine entscheidende Rolle dabei spielen, technologische Innovationen aus der Theorie in die Praxis zu überführen und die nötigen technischen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Integration der Wasserstofftechnologie zu schaffen.

8.6 Fazit

Wir nutzen unser Potenzial, durch die Weiterentwicklung von Nachweisverfahren und technischer Expertise eine entscheidende Rolle in der Integration der Wasserstoffwirtschaft in das deutsche Stromnetz zu spielen. Dabei helfen wir, die technischen Herausforderungen zu überwinden und den Markthochlauf der Wasserstoffproduktion zu beschleunigen, ähnlich wie es in der Vergangenheit bei der Windenergie und Photovoltaik geschehen ist.

krecotec plant in den kommenden Jahren, seine Expertise in der Hochstromversorgung weiter auszubauen und die Zusammenarbeit mit den Übertragungsnetzbetreibern zu intensivieren, um eine umfassende Lösung für die Netzintegration von Wasserstoffanlagen bereitzustellen.

Unsere Experten stehen Ihnen zu jeder Zeit zur Verfügung.
Sie erreichen uns via Mail über info@krecotec.com

Dieses Positionspapier wird unterstützt durch:



Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH



autoren



Prof. Dr.-Ing. Holger Wrede

Fachgebiet Leistungselektronik
Langjährige Expertise bei der Anbindung von
Umrichteranlagen an elektrische
Energieversorgungsnetze



Eric Hartmann

Mitbegründer und Geschäftsführer der
krecoTec GmbH
Fokus in der Entwicklung von
Umrichtersystemlösungen