BAM

Bundesanstalt für
Materialforschung
und -prüfung

Stellungnahme der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zur Weiterentwicklung des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung

20. August 2026

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) ist eine wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde mit Sitz in Berlin. Als Ressortforschungseinrichtung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie forschen, prüfen und beraten wir zum Schutz von Menschen, Umwelt und Sachgütern. Im Fokus unserer Tätigkeiten in der Materialwissenschaft, der Werkstofftechnik und der Chemie steht dabei die technische Sicherheit von Produkten und Prozessen. Im Themenfeld Energie forscht die BAM an den zentralen Themen der Energiewende von Wasserstoff über elektrische Energiespeicher bis hin zu erneuerbaren Energien. Dabei betrachtet die BAM die gesamte Nutzungskette von der Erzeugung über die Speicherung bis hin zum Verbrauch und bietet vom Labor- bis zum Realmaßstab ganzheitliche Voraussetzungen für innovative Forschung und Entwicklung.

In diesem Schreiben bezieht die BAM Stellung zum Energieforschungsprogramm der Bundesregierung und möchte damit zu einer zielgerichteten Weiterentwicklung des Förderprogramms beitragen.

Das aktuelle Energieforschungsprogramm adressiert mit seinen Missionen die zentralen Bedarfe unserer Gesellschaft für eine zukunftsfähige Energieversorgung. Damit einhergehend wird ein hohes Maß an Sicherheit erwartet. Mit den Kompetenzen der BAM im Bereich Sicherheitsforschung und zielgerichteter Regulatorik, bezieht sich diese Stellungnahme primär auf die Mission Wasserstoff aus dem 8. Energieforschungsprogramm und betrachtet ergänzend die Missionen Stromwende und Energiesysteme.

Die Mission Wasserstoff behandelt technische Sicherheit an mehreren Stellen, allerdings als flankierende Maßnahme zum Vertrauenserhalt und zur Akzeptanzsteigerung unter den Aspekten Infrastruktur, Betrieb und Skalierung. Eine eigenständige sicherheitsbezogene Innovationslinie ist nicht erkennbar.

Gleichzeitig enthalten die Ziele des Programms einen beschleunigten Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft. Die Praxis zeigt, dass dies ohne weiterentwickelte Sicherheitskonzepte bzw. neue Sicherheitsansätze, digitale Überwachungssysteme und die Unterstützung innovativer Wege im Regelwerk kaum mit der erforderlichen Geschwindigkeit und Quantität erreichbar sein wird.

Technische Sicherheit als Dimension der strategischen Innovation der Wasserstoffanwendung auch in der Forschung stärken

Die Methoden und Werkzeuge der technischen Sicherheit sollten in einem weiterentwickelten Energieforschungsprogramm nicht nur als Begleitthema der Technologieentwicklung behandelt werden. Sie sind in der Technologieentwicklung und dem nachfolgenden Markthochlauf ein eigenständiger Innovations- und Beschleunigungsfaktor der Wasserstoffwirtschaft. Mit zunehmender Skalierung von Elektrolyseuren, Transportnetzen, Speichern und industriellen Anwendungen entstehen neue, teilweise als Engstelle wahrgenommene Genehmigungsbedarfe mit Anforderungen an Überwachung, Genehmigung, Betrieb und Regelsetzung. Die Forschungsförderung rund um Wasserstoff sollte daher bzgl. der öffentlich-technischen Sicherheit drei Schwerpunkte verstärkt adressieren:

1. Digitale Werkzeuge für die Sicherheitsüberwachung systematisch ausbauen

Die Mission Wasserstoff benennt bereits Überwachungssysteme und Sensorik. Wir empfehlen dies künftig zu einem eigenständigen Forschungsfeld „Digitale Sicherheit von Wasserstoffsystemen" auszubauen. Dazu zählen digitale Zwillinge von Wasserstoffanlagen zur Sicherheitsüberwachung, die möglichst viele der folgenden Aspekte in Echtzeit zusammenführen sollten: Anomalienerkennung, KI-basierte Leckageerkennung, Zustandsüberwachung von Pipelines, Speichern und Elektrolyseuren, Predictive Maintenance der lebensdauerkritischen Komponenten und automatisierte Integritätsbewertung von Bestandsinfrastrukturen. Nach unserer Empfehlung adressiert das neue Forschungsfeld auch sektorübergreifende Sicherheitsleitstände für Wasserstoffcluster. Darin sollte untersucht werden, wie Betriebsdaten sicher und rechtskonform eingespeist, verwaltet und genutzt werden können. In vielen Fällen verhindern bestehende Anforderungen des Datenschutzes, der IT-Sicherheit oder des Anlagenrechts eine kontinuierliche Datennutzung über Unternehmensgrenzen hinweg. Die fortlaufende Forschung an föderierten Datenökosystemen und der Ausbau vertrauensvoller und energiespezifischer Datenräume tragen dazu bei, KI-Methoden und andere IT-Ansätze in der (pre-)regulatorischen Forschung zielgerichtet voranzutreiben.

In Konsequenz empfehlen wir in einem angepassten Forschungsprogramm ausdrücklich auch pre-regulatorische Forschung zu fördern. So können notwendige Rechtsänderungen vorbereitet werden, welche die technische Umsetzung digitaler Sicherheitslösungen ermöglichen. Der bisher erkannte Forschungsbedarf für eine anwendungsorientierte Umsetzung von IT-Ansätzen betrifft insbesondere die Datennutzung für Sicherheitszwecke, digitale Prüfnachweise, die Fernüberwachung von Anlagen und digitale Genehmigungs- und Inspektionsverfahren. Dadurch könnte die Sicherheit gleichzeitig erhöht und der Fachkräftemangel durch leistungsfähigere IT-Unterstützung bei Prüf- und Überwachungsaufgaben abgefedert werden. Wir regen daher an, diesen Forschungsbedarf mit in das zukünftige Energieforschungsprogramm aufzunehmen.

2. Sicherheit als Enabler der Hochskalierung verstehen

Die Mission Wasserstoff setzt auf den Ausbau und die Umrüstung bestehender Infrastruktur. Für den Markthochlauf müssen bewährte Technologien deutlich ausgebaut werden. Dabei reicht es jedoch nicht aus, bestehende Lösungen einfach zu vervielfachen. Mit der Größe, Komplexität und Anzahl der Anlagen steigen auch mögliche Folgen von Störungen oder Unfällen. Gleichzeitig beruhen viele heutige Sicherheits- und Akzeptanzgrenzen auf Erfahrungen mit einzelnen Anlagen und sind nicht automatisch auf deutlich größere und komplexere Systeme übertragbar.

Dadurch entstehen neue Herausforderungen, etwa bei Sicherheitsabständen, Notfallkonzepten, Netzstabilität oder dem Zusammenspiel vieler Anlagen. Für solche großskaligen oder innovativen Wasserstoffsysteme fehlen häufig noch passende Bewertungs- und Zulassungsverfahren. Ohne eine übergreifende und strategische Betrachtung wird es zunehmend schwieriger, die Sicherheit komplexer Wasserstoffsysteme zuverlässig zu bewerten und Risiken wirksam zu begrenzen.

Wir empfehlen im zukünftigen Energieforschungsprogramm gezielt Projekte zu unterstützen, die innovative Sicherheitsnachweise entwickeln und ihre Wirkung validieren, risikobasierte statt rein regelbasierte Genehmigungsansätze erproben, neue Normungs- und Standardisierungskonzepte vorbereiten und internationale Regelwerke vergleichen und helfen zu harmonisieren.

Sicherheitsvorgaben sind eine Leitplanke, sollten aber nicht als Begrenzung, sondern als zielgerichteter Enabler für Innovation und Skalierung verstanden und technologiebegleitend weiterentwickelt werden. Anderenfalls werden suboptimale Sicherheitsvorgaben zurecht als wirtschaftliche Belastung und technologisches Hindernis wahrgenommen.

3. Breite Anwendung von Reallaboren und Experimentierräumen stärken

Die Mission Wasserstoff hebt die Erprobung unter realen Bedingungen hervor, außerdem unterstützt die Transfermission Experimentierräume und Reallabore ausdrücklich. Solch eine reale Testinfrastruktur ist für viele Sicherheitsfragen essenziell: Belastbare Erkenntnisse entstehen erst im Realbetrieb und betreffen u. a. das tatsächliche Verhalten von Komponenten, die Wirksamkeit von Sicherheitsmaßnahmen, die Mensch-Technik-Interaktion, die Betriebsorganisation oder Notfall- und Instandhaltungskonzepte.

Die heutigen großen Reallabore der Energiewende im Kontext des 8. Energieforschungsprogramms sind dafür wertvoll, aber oft zu aufwendig, langwierig und ressourcenintensiv. Neben diesen großen Leuchtturmprojekten empfehlen wir eine neue Kategorie von Reallaboren als niederschwellige Experimentierräume zu schaffen und soweit bereits vorhanden zu fördern. Diese könnten auf Betriebsstandorte ausgerichtet sein, durch vereinfachte Förderverfahren für deren Nutzung in einem klar definierten „Sandbox-System" genutzt werden und Sicherheitsfragestellungen explizit adressieren. Dadurch können deutlich mehr Betreiber, Stadtwerke, Mittelständler, Netzbetreiber und industrielle Anwender praktische Erfahrungen sammeln. Dies würde den Einstieg in der Breite erleichtern und helfen, die Anzahl der Sachkundigen ohne weitere Maßnahmen deutlich zu erhöhen.

Die Transfermission bietet mit Mikroprojekten, Demonstrationsvorhaben und experimentellen Ansätzen bereits eine geeignete Grundlage für eine solche Ausweitung.

Die Missionen Wasserstoff, Stromwende und Energiesystem verknüpfen und fördern

Um das zukünftige Energiesystem zu diversifizieren und damit auch resilienter aufzustellen, ist es unverzichtbar, verschiedene Technologien systemdienlich zu koppeln. Elektrische Energiespeicher und Wasserstoff können gemeinsam sowohl auf kurzzeitige als auch langfristige Schwankungen im Stromnetz reagieren. Dabei müssen bspw. Batterien, Elektrolyseure, Druckgasspeicher und Brennstoffzellen in einem gekoppelten Betrieb intelligent geregelt und sicher betrieben werden. Solche gekoppelten Systeme können dezentral und standortspezifisch betrieben werden sowie die energetische Versorgung kritischer Infrastrukturen resilienter werden lassen.

Durch die Kopplung entstehen Schnittstellen, welche in einem realitätsnahen Umfeld getestet und sicherheitstechnisch bewertet werden müssen. Dabei ist auch die Regelung solcher gekoppelten Systeme zu betrachten und die Sicherheit bereits beim Design des Systems von Anfang an mitzudenken. Um die jeweiligen Stärken optimal nutzen und Schwächen reduzieren zu können, benötigen auch gekoppelte bzw. hybride Energiesysteme (z. B. gekoppelte Strom- und Wasserstoffspeicher) realitätsnah arbeitende aber niederschwellig erreichbare Experimentierräume. Es ist daher zu empfehlen, den Aufbau solcher Experimentierräume zu fördern und für unterschiedliche Technologien zu öffnen, um deren Kopplung zu ermöglichen.

Wie bereits vielfach gezeigt wurde, können auch gebrauchte Batterien im Zusammenspiel mit Wasserstofftechnologien systemdienlich eingesetzt werden und Energiesysteme damit resilient aufgebaut werden. Dieses Zusammenspiel bedarf jedoch auch niederschwellig zugängliche Experimentierräume, um die Betriebs- und Anlagensicherheit innovativer Konzepte von Beginn an mitzuentwickeln. Im Zuge der in den letzten Jahren stark gefallenen Preise für Batteriespeicher werden 2nd-Life-Anwendungen, z. B. unter Verwendung ausgedienter Traktionsbatterien, immer schwerer wirtschaftlich darstellbar. Um lokale Wertschöpfungs- und Lieferketten zu stärken und die Abhängigkeit von Rohstoffen aus dem außereuropäischen Ausland gering zu halten, empfiehlt die BAM innovative Konzepte durch das Energieforschungsprogramm fördern zu lassen, um Batterien mit hohen Energiedichten möglichst langfristig und wirtschaftlich zu nutzen und ggf. wiederzuverwenden.

Kontakt:

Koordinatoren des Themenfelds Energie

Frank Wille
frank.wille@bam.de

Kai Hilgenberg
kai.hilgenberg@bam.de

Forschungskoordinator Themenfeld Energie

Finn Lückoff
finn-simon.lueckoff@bam.de