

Wasserstoff-Infrastruktur für zukunftsweisende Anwendungen und den technologischen Durchbruch in Österreich

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 66/2026

Wien, 2026

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien

Leitung (ad interim): DI (FH) Isabella Warisch

Autorinnen und Autoren:

Dipl.-Ing. Dr.techn. Marie-Gabrielle Macherhammer, Dipl.-Ing. Dr.techn. Klara Treusch,
Dipl.-Ing. Dr.techn. Alexander Trattner (HyCentA Research GmbH)

DDI Dr Stephan Abermann, DI Maximilian Wolf, DIⁱⁿ Drⁱⁿ Selina Götz und MSc Dr Theodoros
Dimopoulos (AIT Austrian Institute of Technology GmbH)

Dr Aria Rodgarkia-Dara und MSc Maximiliane Reger (Frontier Economics)

Wien, 2026. Stand: 20. Oktober 2026

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von der/dem Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Hinweise des Projektkonsortiums

Haftungsausschluss. Dieser Bericht wurde mit größtmöglicher Sorgfalt, auch unter Zuhilfenahme Künstlicher Intelligenz, erstellt. Für die Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität der enthaltenen Informationen wird dennoch keine Gewähr übernommen. Eine Haftung für Schäden, die aus der Nutzung oder Nichtnutzung der bereitgestellten Informationen entstehen, ist ausgeschlossen.

Auffassung der Autor:innen. Die in diesem Bericht dargestellten Analysen, Bewertungen und Empfehlungen geben die Auffassung der Autor:innen wieder und stellen nicht notwendigerweise die Position des Auftraggebers (BMIMI) oder der Förderstelle (FFG) dar.

Indikative Kosten- und Finanzierungsangaben. Sämtliche Kosten-, Förder- und Finanzierungsangaben sind indikative Schätzungen auf Basis des zum Erstellungszeitpunkt verfügbaren Informationsstands. Sie ersetzen keine verbindliche Detailkalkulation und stehen unter dem Vorbehalt der jeweils geltenden Förder- und Beihilfebestimmungen sowie einer beihilferechtlichen Einzelfallprüfung.

Interessenkonflikt. Der Bericht wurde von der HyCentA Research GmbH und dem AIT Austrian Institute of Technology erstellt. Diese Einrichtungen kommen als etablierte Forschungs- und Technologieorganisationen zugleich als potenzielle Trägerinstitutionen der empfohlenen Infrastruktur in Betracht. Auf diesen möglichen Interessenkonflikt wird hiermit transparent hingewiesen. Die inhaltlichen Empfehlungen orientieren sich an fachlichen Auswahlkriterien (vgl. Kap. 7.3).

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem FTI-Schwerpunkt „Energiewende“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) und Klima- und Energiefonds (KLIEN). Ziel dieses Schwerpunkts ist es, durch gezielte Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsaktivitäten die Transformation zu einem klimaneutralen Energie- und Wirtschaftssystem in Österreich wesentlich zu unterstützen.

Im Fokus stehen dabei technische, organisatorische und gesellschaftliche Innovationen entlang von Wirkungspfaden und Innovationszielen, die systemisch wirken und über eine rein technologische Perspektive hinausgehen. Gefördert werden insbesondere Lösungen, die einen konkreten Beitrag zur Verfügbarkeit, Skalierung und Integration klimafreundlicher Technologien leisten und dabei Aspekte wie Kreislaufwirtschaft, Digitalisierung, soziale Teilhabe und Resilienz berücksichtigen.

Projekte im FTI-Schwerpunkt Energiewende sind angehalten, bedarfsorientierte, interdisziplinäre und praxisnahe Fragestellungen zu adressieren. Sie sollen die Innovationskraft österreichischer Akteur:innen stärken, internationale Anschlussfähigkeit ermöglichen und Transformationsimpulse für eine nachhaltige Energiezukunft setzen.

Die Verfügbarkeit und Sichtbarkeit von Projektergebnissen ist dabei ein zentraler Bestandteil des Programmdesigns. Durch begleitende Maßnahmen wie Open Access-Publikation, Kommunikation und Stakeholder-Einbindung sollen Ergebnisse skalierbar, replizierbar und in den Umsetzungsprozess überführbar gemacht werden. Daher werden Projekte nach dem Open Access Prinzip in der Schriftenreihe des BMIMI über die Plattform nachhaltigwirtschaften.at frei zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhalt

Rechtlicher Hinweis	3
Hinweise des Projektkonsortiums	4
Vorbemerkung.....	5
1 Kurzfassung.....	8
2 Abstract	11
3 Ausgangslage, Auftrag und Vorgehensweise	14
3.1 Ausgangslage	14
3.2 Auftrag und Zielsetzung.....	14
3.3 Vorgehensweise und Projektstruktur	15
4 Zieldefinition und KPI-Rahmen (AP2)	16
4.1 Projektziele im Kontext von Wasserstoff- und Industriestrategie	16
4.2 KPI-Rahmen.....	18
5 Ist-Analyse und Gap-Analyse (AP2)	20
5.1 Bestehende H ₂ -Forschungsinfrastruktur in Österreich	21
5.2 Ergebnisse aus Umfrage und Interviews	23
5.3 Identifizierte Gaps.....	24
5.4 Positionierung Österreichs	25
6 Europäischer Vergleich und Benchmarking (AP3)	26
6.1 Mapping und Ländervergleich	26
6.2 Benchmarking: Finanzierung vergleichbarer RDI-Zentren	28
6.3 Best Practice Beispiel: imec (Belgien).....	29
6.4 Regulatorischer und beihilferechtlicher Rahmen.....	30
6.5 Abschluss der Analyse: Zwischenfazit und Ableitung des Empfehlungsrahmens.....	32
7 Investitionskonzept und Finanzierungsanalyse (AP4)	34
7.1 Infrastrukturkonzept: KI-gestützte Zell- und Stackfabrikation	34
7.2 Module und Investitionsbedarf	35
7.3 Institutionelle Voraussetzungen: Anforderungen an Trägerinstitutionen	40
7.4 Finanzierungsmodelle und Fördermöglichkeiten.....	41
7.5 Spezifische Förderoptionen	44
7.6 Risikoanalyse und Maßnahmenplanung.....	46
7.7 Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft	47
8 Strategischer Nutzen und Standortpositionierung (AP5).....	48

8.1 Innovationskraft Österreichs	48
8.2 Wirkung und Ziele	48
8.3 Wirtschaftliche Vorteile der Investition	49
8.4 Skalierungspotenziale und Bedarfsnachweis	52
8.5 USP und Differenzierung.....	54
9 Zusammenführung, Bewertung und Empfehlung (AP6)	56
9.1 Bewertungsrahmen	56
9.2 Handlungsempfehlungen.....	56
9.3 Conclusio.....	57
10 Quellenverzeichnis	59
11 Abkürzungsverzeichnis	64
12 Tabellenverzeichnis	66
13 Abbildungsverzeichnis	68
Anhang A: Mapping der H₂-Forschungsinfrastruktur in Österreich	69
Anhang B: Mapping der H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa.....	81
Anhang C: KPI-Katalog.....	113
Anhang D: Förderprogramme für H₂-F&E-Infrastruktur	117
Anhang E: Benchmarking RDI-Zentren – Finanzierungsdetails	121
Anhang F: Österreichische Förderlandschaft – Richtlinien und Zusammenspiel	123
Anhang G: Fragen und geclusterte Antworten der Online Umfrage zu Wasserstoff-FuE Infrastrukturen	125
Anhang H: Details Investitionskonzept	127
Anhang I: Details Finanzierungsoptionen	131
1. Ausgangslage und Zielsetzung	131
2. Analysierte Förderinstrumente	132
3. Option A – Förderung über das Instrumentenmosaik.....	135
4. Option B – Vollfinanzierung aus einer Hand.....	136
5. Option C – Hybridvariante: Basisfinanzierung + Projektanträge.....	137
6. Internationale Referenzfälle (Best Practice).....	142
7. Industriekooperations- und IP-Modelle	146
8. Geteilt nutzbare Infrastruktur (Open-Access) bei etablierten Trägern.....	147
9. Synthese: Erfolgsfaktoren und Empfehlung	149
10. Risiken und Empfehlungen	150

1 Kurzfassung

Mit der F&E-Dienstleistung WIZARD wurde im Auftrag des BMIMI auf Basis der HyPA-Beiratsempfehlung 2024 eine fundierte Entscheidungsgrundlage für den Ausbau der Wasserstoff-Forschungsinfrastruktur in Österreich erarbeitet. In sechs Arbeitspaketen wurden Ziele und KPIs definiert, die bestehende Forschungsinfrastruktur in Österreich und Europa systematisch erhoben, Investitions- und Finanzierungsmodelle analysiert sowie der strategische Nutzen für den Standort Österreich bewertet.

Die Gap-Analyse zeigt: Österreich verfügt über eine im europäischen Vergleich sehr breite und exzellente H₂-Forschungslandschaft (u.a. HyCentA/TU Graz, AIT, Montanuniversität Leoben, TU Wien) mit international sichtbaren Spezialkompetenzen in kryogenen Systemen (LH₂), H₂-Verbrennungsmotoren, Hochdrucktechnologien, Methanpyrolyse und wasserstoffbasierter Stahlerzeugung sowie Material- und Sicherheitsfragen. Die zentrale strukturelle Lücke liegt jedoch für die Elektrolyse und die Brennstoffzelle in der durchgängigen Transferkette von der Materialentwicklung über Zelle und Stack bis zur Vorserie: Es fehlen semi-industrielle Fertigungs- und Testkapazitäten, KI-gestützte, datenintensive Entwicklungsplattformen („Materials Acceleration Platforms“) sowie in weiterer Folge ein offener, niederschwelliger Zugang für KMU und Start-ups.

Zur Schließung dieser Lücke wird ein komplementäres, vollständig digital integriertes Infrastrukturkonzept empfohlen: eine Plattform für automatisierte Zellfabrikation (KI-gestützte Materialentwicklung, kombinatorische Abscheidung, Hochdurchsatz-Charakterisierung, parallelisiertes Zelltesten) und semi-industrielle Stackfabrikation (Roboterfertigung, additive Fertigung, Vollflächen-Stack-Teststände für PEM, AEM/AEL und SOE, Ex-situ-Analytik). Das empfohlene Gesamtinvestitionsvolumen beträgt 50 Mio. € (davon 36,5 Mio. € CAPEX und 13,5 Mio. € OPEX über fünf Jahre Aufbauphase). Damit wird die in der HyPA-Empfehlung genannte Untergrenze von 40 Mio. € konkretisiert und durch die vollständige digitale Integration (digitaler Zwilling, KI-Agenten, FAIR-Datenplattform) plausibilisiert.

Im Vordergrund steht dabei der Transfer von Wissen aus der Grundlagenforschung in Markt und Wertschöpfung: Die Plattform verbindet die Grundlagenforschung an Universitäten und Forschungseinrichtungen über den Bereich mittlerer Reifegrade (TRL/MRL 3–7) unmittelbar mit der industriellen Anwendung, sodass

Forschungsergebnisse schneller zu Produkten, Fertigungsprozessen und Wertschöpfung in Österreich führen. Ihre Module für KI-gestützte Materialentwicklung, kombinatorische Abscheidung, Hochdurchsatz-Charakterisierung, additive Fertigung und Analytik sind nicht auf Wasserstofftechnologien beschränkt. Sie bauen unter anderem auf der Materialwissenschaft auf, einer besonderen Stärke Österreichs, und können so weitere Schlüsseltechnologien und Stärkefelder der Industriestrategie Österreich 2035 adressieren, etwa „Fortgeschrittene Werkstoffe“, „Energie- und Umwelttechnologien“, „Weltraum- und Luftfahrttechnologien“ und „Mobilitätstechnologien“, und damit Branchen wie die Automotive-Zulieferindustrie und die Metallverarbeitung. Zudem lassen sich mit Elektrolyse und Brennstoffzelle verwandte elektrochemische Technologien in der semi-automatisierten Plattform entwickeln und testen, etwa (elektro-)katalytische Technologien zur CO₂-Abscheidung und -Konversion, die Co-Elektrolyse oder weitere Power-to-X-Verfahren. Diese Variabilität erhöht die Auslastungssicherheit der Infrastruktur und verringert ihre Abhängigkeit vom Markthochlauf einzelner Wasserstofftechnologien.

Die so entstehende End-to-End-Plattform – von der Materialentwicklung über Fertigung bis zu Test und Validierung – wäre in dieser vollintegrierten Form auf europäischer Ebene einzigartig und könnte Österreich nach dem Vorbild von imec (Flandern) als hochspezialisierten F&E-Hub im europäischen Wasserstoff-Ökosystem positionieren. Erwartete Wirkungen innerhalb von zehn Jahren ab Betriebsbeginn sind: 2–5 Scale-ups/Spin-offs, 25–50 Mio. € Folgeinvestitionen, rund 15 Industrieprojekte pro Jahr, 4–6 Patentfamilien pro Jahr, über 300 Plattformnutzer:innen (davon über 150 KMU und Start-ups) sowie eine bis zu fünffache Beschleunigung der Materialentwicklung.

Die Finanzierung kann – abhängig von den finanziellen Rahmenbedingungen – ausschließlich mittels öffentlicher, nationaler Förderung oder aus einem Mix aus nationalen Infrastruktur- und Transformationsprogrammen, europäischen Instrumenten sowie privater Beteiligung erfolgen. Ein Hybridansatz aus öffentlicher Ankerfinanzierung und nachfolgendem, projektbezogenem finanziertem Ausbau kann einen Kompromiss aus den zuvor genannten Varianten darstellen. Die Governance sollte einem mehrjährigen Management-Agreement mit klaren KPI-Systemen und Open-Access-Regeln folgen.

Drei Schlüsselbotschaften fassen den Bericht und somit die Ergebnisse aus WIZARD zusammen:

Erstens ist die Investition volkswirtschaftlich fundiert: Öffentlich finanzierte Forschung erzielt nachweislich hohe gesellschaftliche Renditen, sodass je eingesetztem Förder-Euro ein Vielfaches an regionaler Wertschöpfung und fiskalischem Rückfluss entstehen kann.

Zweitens wirkt die vorgeschlagene Infrastruktur-Plattform unmittelbar auf den Standort Österreich: Sie beschleunigt den Transfer von Wissen aus der Grundlagenforschung in Markt und Wertschöpfung, senkt Kosten und Risiken nachfolgender Pilot- und Demonstrationsvorhaben, stärkt die Wettbewerbsposition der österreichischen Wasserstoffwirtschaft mit ihren bereits rund 5.800 Beschäftigten in einem rasch wachsenden europäischen Markt und eröffnet der heimischen Automotive-Zulieferindustrie einen konkreten Transformationspfad in die Elektrolyseur- und Brennstoffzellenfertigung.

Drittens ist das Zeitfenster für eine maximale Wirkung begrenzt: Planung, Errichtung und Inbetriebnahme vergleichbarer Infrastrukturen benötigen mehrere Jahre, während europäische Wettbewerber ihre Kapazitäten bereits massiv ausbauen. Eine zeitnahe Investitionsentscheidung wird daher empfohlen.

2 Abstract

With the R&D service contract WIZARD, commissioned by the BMIMI and based on the 2024 recommendation of the HyPA Advisory Board, a sound basis for decision-making on the expansion of hydrogen research infrastructure in Austria was developed. In six work packages, objectives and KPIs were defined, the existing research infrastructure in Austria and Europe was systematically surveyed, investment and financing models were analysed, and the strategic benefit for Austria as a location was assessed.

The gap analysis shows that Austria has a very broad and excellent H₂ research landscape by European standards (including HyCentA/TU Graz, AIT, Montanuniversität Leoben and TU Wien), with internationally visible specialist expertise in cryogenic systems (LH₂), H₂ internal combustion engines, high-pressure technologies, methane pyrolysis and hydrogen-based steelmaking, as well as in materials and safety issues. For electrolysis and fuel cells, however, the central structural gap lies in the end-to-end transfer chain from materials development via cell and stack to pre-series production: semi-industrial manufacturing and testing capacities are lacking, as are AI-supported, data-intensive development platforms (“Materials Acceleration Platforms”) and, subsequently, open, low-threshold access for SMEs and start-ups.

To close this gap, a complementary, fully digitally integrated infrastructure concept is recommended: a platform for automated cell fabrication (AI-supported materials development, combinatorial deposition, high-throughput characterisation, parallelised cell testing) and semi-industrial stack fabrication (robot-based manufacturing, additive manufacturing, full-area stack test benches for PEM, AEM/AEL and SOE, ex-situ analytics). The recommended total investment volume is EUR 50 million (of which EUR 36.5 million CAPEX and EUR 13.5 million OPEX over a five-year build-up phase). This specifies the lower limit of EUR 40 million stated in the HyPA recommendation and substantiates it through full digital integration (digital twin, AI agents, FAIR data platform).

The focus here is on the transfer of knowledge from basic research to the market and into value creation: The platform links basic research at universities and research organisations directly with industrial application across the range of medium readiness levels (TRL/MRL 3–7), so that research results translate more quickly into products, manufacturing processes and value creation in Austria. Its modules for AI-supported materials

development, combinatorial deposition, high-throughput characterisation, additive manufacturing and analytics are not limited to hydrogen technologies. They build on materials science, a particular strength of Austria, and can thus address further key technologies and fields of strength of the Austrian Industrial Strategy 2035, such as “advanced materials”, “energy and environmental technologies”, “space and aeronautics technologies” and “mobility technologies”, and thereby sectors such as the automotive supplier industry and metal processing. In addition, electrochemical technologies related to electrolysis and fuel cells can be developed and tested on the semi-automated platform, for example (electro-)catalytic technologies for CO₂ capture and conversion, co-electrolysis or other power-to-X processes. This versatility makes the utilisation of the infrastructure more robust and reduces its dependence on the market ramp-up of individual hydrogen technologies.

The resulting end-to-end platform – from materials development via manufacturing to testing and validation – would be unique at European level in this fully integrated form and could position Austria, following the example of imec (Flanders), as a highly specialised R&D hub in the European hydrogen ecosystem. Expected impacts within ten years of the start of operations are: 2–5 scale-ups/spin-offs, EUR 25–50 million in follow-up investment, around 15 industrial projects per year, 4–6 patent families per year, more than 300 platform users (of which more than 150 SMEs and start-ups) and an acceleration of materials development by up to a factor of five.

Depending on the financial framework conditions, financing can be provided exclusively through public national funding or through a mix of national infrastructure and transformation programmes, European instruments and private participation. A hybrid approach combining public anchor funding with a subsequent, project-financed expansion can represent a compromise between the aforementioned variants. Governance should follow a multi-annual management agreement with clear KPI systems and open-access rules.

Three key messages summarise the report and thus the results of WIZARD:

First, the investment is economically well founded: Publicly funded research demonstrably yields high social returns, so that each euro of funding can generate a multiple in regional value added and fiscal return.

Second, the proposed infrastructure platform has a direct effect on Austria as a location:

It accelerates the transfer of knowledge from basic research to the market and into value creation, lowers the costs and risks of subsequent pilot and demonstration projects, strengthens the competitive position of the Austrian hydrogen economy – which already directly employs around 5,800 people – in a rapidly growing European market, and opens up a concrete transformation path for the domestic automotive supplier industry into electrolyser and fuel cell manufacturing.

Third, the window of opportunity for maximum impact is limited: Planning, construction and commissioning of comparable infrastructures take several years, while European competitors are already massively expanding their capacities. A timely investment decision is therefore recommended.

3 Ausgangslage, Auftrag und Vorgehensweise

3.1 Ausgangslage

Die österreichische Wasserstoffstrategie (BMK & BMAW, 2022) definiert in Aktionsfeld 6 den Bedarf einer Intensivierung von Forschung und Entwicklung für künftige Markterfolge neuer H₂-Technologien und setzt u.a. das Ziel von 1 GW installierter Elektrolysekapazität bis 2030 (Stand Juni 2026: 35,2 Megawatt (elektrisch) installiert). Der HyPA-Beirat hat in seinem Positionspapier (HyPA-Beirat, 2024) zu Forschungsinfrastruktur für erneuerbaren Wasserstoff (September 2024) die zentrale Lücke im Bereich beschleunigter, KI-unterstützter Entwicklungs- und Testverfahren für Materialien und Komponenten von Elektrolyse-, Brennstoffzellen- und innovativen Speichertechnologien identifiziert und – unter der Prämisse des komplementären Ausbaus an den bestehenden Leitinstitutionen – ein Investitionsvolumen von mindestens 40 Mio. € empfohlen.

Parallel positioniert die Industriestrategie Österreich 2035 (BMWET, o. D.) das Ziel der Rückkehr unter die Top-10 der wettbewerbsfähigsten Industrienationen und benennt mit „Fortgeschrittenen Werkstoffen“, „Chips/Elektronik“, „KI und Dateninnovation“ sowie „Fortgeschrittenen Produktionstechnologien und Robotik“ Schlüsseltechnologien sowie mit „Energie- und Umwelttechnologien“, „Mobilitätstechnologien“ und „Weltraum- und Luftfahrttechnologien“ Stärkefelder, die in direktem Bezug zur Wasserstoff-F&E-Infrastruktur stehen. Der Wasserstoffsektor beschäftigt in Österreich (direkt und indirekt) bereits rund 5.800 Personen (Industriewirtschaftliches Institut, 2021) mit überdurchschnittlicher Wertschöpfung pro Kopf.

3.2 Auftrag und Zielsetzung

Mittels der F&E-Dienstleistung WIZARD sollen das Potenzial bzw. Kosten und Nutzen eines Ausbaus von Forschungsinfrastruktur im Bereich Wasserstoff analysiert und eine fundierte Entscheidungsgrundlage erarbeitet werden. Ausgangspunkt ist die vom HyPA-Beirat veröffentlichte Empfehlung 2024 (HyPA-Beirat, 2024). Das Projekt wurde vom Konsortium

HyCentA Research GmbH und AIT Austrian Institute of Technology mit Unterstützung der Frontier Economics im Zeitraum 01.12.2025 bis 30.06.2026 durchgeführt.

3.3 Vorgehensweise und Projektstruktur

Der Arbeitsplan gliedert das Projekt in sechs Arbeitspakete: (AP1) Projektmanagement, (AP2) Zieldefinition und Gap-Analyse, (AP3) Vergleich und Benchmarking, (AP4) Investitionsplanung und Finanzierungsanalyse, (AP5) Strategischer Nutzen und Standortpositionierung sowie (AP6) Zusammenführung, Bewertung und Empfehlung. Methodisch kamen Bestandsaufnahmen und Dokumentenanalysen, eine Online-Umfrage (37 teilnehmende Unternehmen), Interviews mit dem Projektbeirat und Industrieunternehmen, Benchmarking europäischer Vergleichszentren, Kostenerhebung der Infrastruktur sowie ein KPI-basierter Bewertungsrahmen zum Einsatz. Der vorliegende Endbericht fasst die Ergebnisse aller Arbeitspakete zusammen (Deliverable 1.2 gemäß Arbeitsplan). Die vollständigen Erhebungstabellen (Infrastruktur-Mapping, KPI-Katalog, Förderprogramme) sind im Anhang dokumentiert.

In der folgenden Tabelle 1 sind die Arbeitspakete, deren Inhalt sowie die zugehörigen, zentralen Ergebnisse dieses Berichtes dargestellt.

Tabelle 1 Arbeitspakete und zugehörige, zentrale Projektergebnisse

AP	Inhalt	Zentrale Ergebnisse (Verweis)
AP2	Zieldefinition und Gap-Analyse	KPI-Rahmen (Kap. 4, Anhang C); Mapping Österreich, Umfrage und Interviews, Gaps A–G (Kap. 5, Anhang A)
AP3	Vergleich und Benchmarking	Mapping Europa, Ländervergleich, Benchmarking RDI-Zentren, regulatorischer Rahmen (Kap. 6, Anhänge B, E)
AP4	Investitionsplanung und Finanzierungsanalyse	Infrastrukturkonzept, Gesamtinvestition 50 Mio. €, Finanzierungs- und Förderanalyse, Risiko und Nachhaltigkeit (Kap. 7, Anhang D)
AP5	Strategischer Nutzen und Standortpositionierung	Innovationskraft, Wirkung und Ziele, Skalierungspotenziale (Kap. 8)
AP6	Zusammenführung, Bewertung und Empfehlung	Bewertungsrahmen, Handlungsempfehlungen, Conclusio (Kap. 9)

4 Zieldefinition und KPI-Rahmen (AP2)

4.1 Projektziele im Kontext von Wasserstoff- und Industriestrategie

Die Zieldefinition erfolgte entlang der österreichischen Wasserstoffstrategie (BMK & BMAW, 2022) und der HyPA-Empfehlung 2024 (HyPA-Beirat, 2024) sowie in Abstimmung mit der Industriestrategie Österreich 2035 (Abbildung 1; BMWET, o. D.). Daraus wurden fünf strategische Stoßrichtungen („Stärken stärken“) bzw. Ziele abgeleitet, an denen sich das Infrastrukturkonzept und der Bewertungsrahmen ausrichten:

- **A. Monetarisierung des „First-Mover-Advantage“:** Export von Enabling Technologies statt reiner Einzelkomponenten; KI-gestützte In-Line-Qualitätssicherung als Alleinstellungsmerkmal.
- **B. Transformation der Automotive-Zulieferer als „Business Case“:** Transfer von Präzisionsfertigungs-Know-how in Elektrolyseur-, Brennstoffzellen- und H₂-Anlagenfertigung.
- **C. Industrieoffensive und Anlagenbau:** Positionierung Österreichs als Systemexporteur (Balance of Plant), Validierung von Multi-Megawatt-Systemen unter Realbedingungen.
- **D. Souveränität durch Materialinnovation und Recycling:** CRM-Substitution, edelmetallfreie Technologien, Kreislaufkonzepte zur Absicherung der Lieferketten.
- **E. „Fast-Track“ für KMU und Start-ups:** niederschwelliger Open-Access zu Shared Labs zur Validierung ohne hohe Eigeninvestitionen (Vermeidung von Sunk Costs).

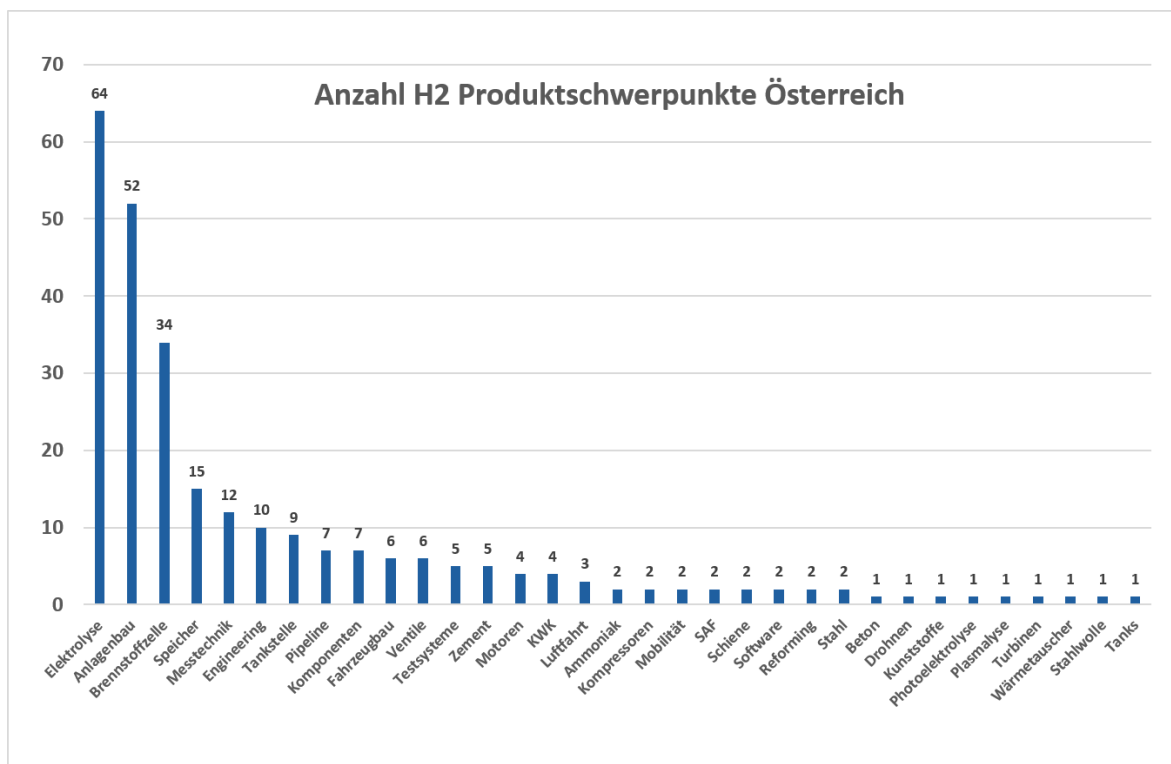
Abbildung 1 Schlüsseltechnologien der Industriestrategie Österreich 2035



Quelle: BMWET (o. D.)

Eine Analyse der österreichischen Produktlandschaft zeigt die hohe industrielle Relevanz der Bereiche Anlagenbau, Elektrolyse, Brennstoffzelle und Speicher (Abbildung 2) und bestätigt die Fokussierung der Infrastruktur auf die Kernwertschöpfung Zelle und Stack.

Abbildung 2 Anzahl H₂-Produktschwerpunkte in Österreich



Quelle: eigene Erhebung auf Basis öffentlich verfügbarer Quellen sowie aggregierter, anonymisierter Angaben aus Umfrage und Interviews. Die Statistik umfasst sowohl bereits marktverfügbare Produkte als auch in Entwicklung befindliche Produkte. Einzelne Unternehmensangaben werden aus Vertraulichkeitsgründen nur aggregiert dargestellt.

Insbesondere Ziel B benötigt sofort vollständige Aufmerksamkeit. Eine kürzlich veröffentlichte Studie des Fraunhofer-Instituts zum EU-Automotive-Paket kommt zu einem klaren Ergebnis: Unter den derzeitigen europäischen Rahmenbedingungen wäre Österreichs Automobil- und Zulieferindustrie von den Auswirkungen des EU-Automotive-Pakets besonders stark betroffen – stärker als jene jedes anderen EU-Mitgliedstaates. Es bedarf dringend Maßnahmen, unter anderem mehr „Made in Europe“ und eine starke europäische Technologie- und Innovationsbasis (Stegmüller et al., 2026). Lösungen hierfür würden auch aus der erfolgreichen Umsetzung der Ziele A und C bis E hervorgehen.

4.2 KPI-Rahmen

Als Basis für Zieldefinition, Monitoring und spätere Evaluierung wurde ein KPI-Katalog mit wissenschaftlichen, ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Kennzahlen

entwickelt (vollständiger Katalog in Anhang C). In Anlehnung an europäische Leitfäden (OECD, 2019; ESFRI, o. D.; ERIC-Forum, o. D.; RI-PATHS, o. D.) folgt der Katalog der Logik Output – Outcome – Impact und wendet die RACER-Kriterien (Relevant, Accepted, Credible, Easy, Robust; Europäische Kommission, 2009) an.

Zentral ist die Trennung zwischen jährlich erhobenen Standard-Monitoring-KPIs (z.B. Publikationen, Schutzrechte, Industrieprojekte, private F&E-Mittel, Stakeholder-Events) und modellbasierten Impact-Indikatoren, die nur alle 3–5 Jahre im Rahmen eigener Impact-Studien erhoben werden (z.B. BIP-Beitrag, Beschäftigungseffekte, CO₂-Einsparvolumen). Jeder KPI ist mit Definition, Datenquelle, Erhebungsfrequenz, Wirkungsebene und Bezug zur Industriestrategie 2035 hinterlegt.

5 Ist-Analyse und Gap-Analyse (AP2)

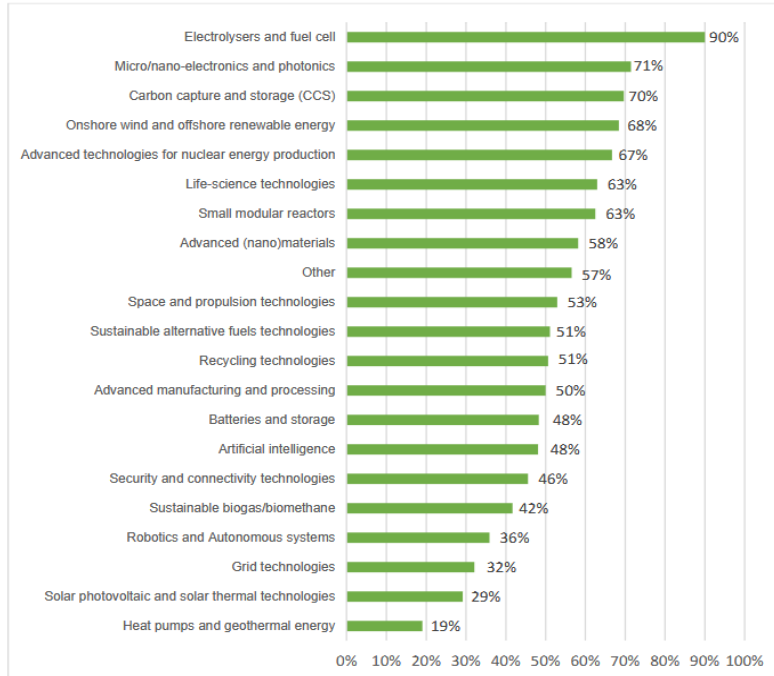
Europäische und österreichische Forschungs- und Technologieinfrastrukturen (RTIs; Europäische Kommission, 2019) bilden eine solide technische Grundlage für Innovationen im Wasserstoffbereich. Sie verfügen über etablierte Kapazitäten für Prüfung, Charakterisierung, Modellierung, Prototyping sowie frühe Skalierung und unterstützen damit die Technologieentwicklung in zentralen Industriesektoren. Diese Kapazitäten tragen zur Validierung von Materialeigenschaften **und Stack-/Komponentenperformance**, zur Optimierung von Prozessen, zur Bewertung von Funktionalitäten unter Betriebsbedingungen sowie zur Reduktion technischer Risiken vor der industriellen Investition bei.

Gleichzeitig wird ihre Wirkung durch anhaltende Fragmentierung zwischen Regionen, Sektoren sowie Technology und Manufacturing Readiness Levels (TRL/MRL) eingeschränkt. Diese Lücken verhindern bislang ein kohärentes Infrastruktur- und Kapazitätssystem, das Technologieentwicklungen nahtlos von der frühen Forschung über Validierung und Skalierung bis hin zur industriellen Umsetzung begleiten kann. Für Wasserstofftechnologien ist diese Lücke besonders im Bereich der mittleren Reifegrade (TRL/MRL 4–7) ausgeprägt, wo Systemvalidierung, harmonisierte Stack-Prüfung und die Skalierung der Fertigung zusammenfallen.

Diese Einschätzung deckt sich unter anderem mit der Europäischen Strategie zu Forschungs- und Technologieinfrastrukturen (Europäische Kommission, 2025a) und der Mitteilung „Advanced Materials for Industrial Leadership“ (Europäische Kommission, 2024), die beide begrenzte Scale-up-Kapazitäten und unzureichende systemische Integration als wesentliche Einschränkungen der Wettbewerbsfähigkeit Europas benennen. Für den Wasserstoffsektor wird dieser Befund empirisch gestützt: In der TI-Erhebung der Europäischen Kommission bezeichneten rund 90 % der in Elektrolyse und Brennstoffzellen tätigen Unternehmen die bestehenden TI-Kapazitäten als unzureichend für ihre Technologieentwicklung (Abbildung 3; Europäische Kommission, 2025b).

Abbildung 3 Anteil fehlender TIs in Technologiefeldern, die von Unternehmen als Investitionspriorität für die nächsten zwei Jahre gesehen werden

Figure 2. Proportion of TIs missing in technology areas seen by enterprises as an investment priority in the next two years.



5.1 Bestehende H₂-Forschungsinfrastruktur in Österreich

Das aktualisierte Mapping (Stand Juni 2026, vollständige Tabelle in Anhang A) erfasst die akademische und außeruniversitäre H₂-Forschungsinfrastruktur Österreichs. Die Schwerpunkte liegen bei HyCentA/TU Graz (u.a. COMET-Zentrum mit ca. 1.200 m² F&E-Infrastruktur, Elektrolyse- und Brennstoffzellen-Teststände, H₂-Tankstelle), AIT (u.a. AIT SmartEST Coatings Lab für Materialsynthese und -charakterisierung; AIT SmartEST H2LAB in Aufbau mit Testfeldern bis 2 MW), Montanuniversität Leoben (H₂-C Research Centre zur Methanpyrolyse), TU Wien mit dem FWF-Exzellenzcluster MECS (Materialentwicklung), FH OÖ Wels (HyBRID) sowie spezialisierten Akteuren wie MCL (Materials Center Leoben Forschung GmbH), PCCL (Polymer Competence Center Leoben GmbH), AC2T (AC2T Research GmbH), BEST (Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH), K1-MET (K1-MET GmbH) und LEC (LEC – Large Engine Competence Center – GmbH), siehe Abbildung 4.

Bezogen auf die fünf Elektrolyse-Technologiefamilien (AEL, PEM, AEM, PCC, SOE) und die Skalierungsachse von der Komponente über Einzelzelle, kleinen Stack und Vollflächen-

Stack bis zum Elektrolyseurmodul ist Österreich auf Material- und Zellebene gut aufgestellt. Ab dem Vollflächen-Stack (500–2.000 cm², bis zu 1.000 Zellen) sowie bei automatisierter, KI-gestützter Entwicklung bestehen deutliche Lücken (Abbildung 5).

Abbildung 4 Mapping der österreichischen Wasserstoffforschung (Institutionen und Technologiefelder)

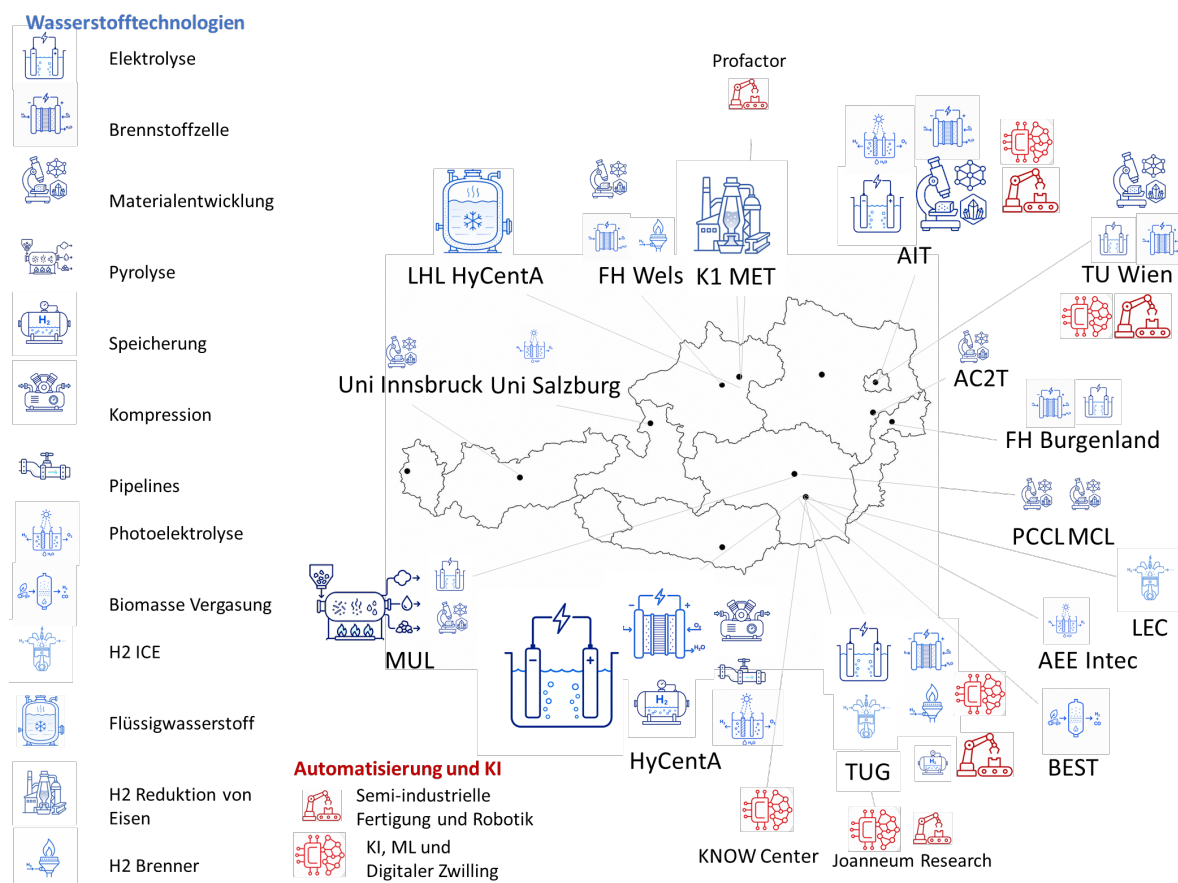
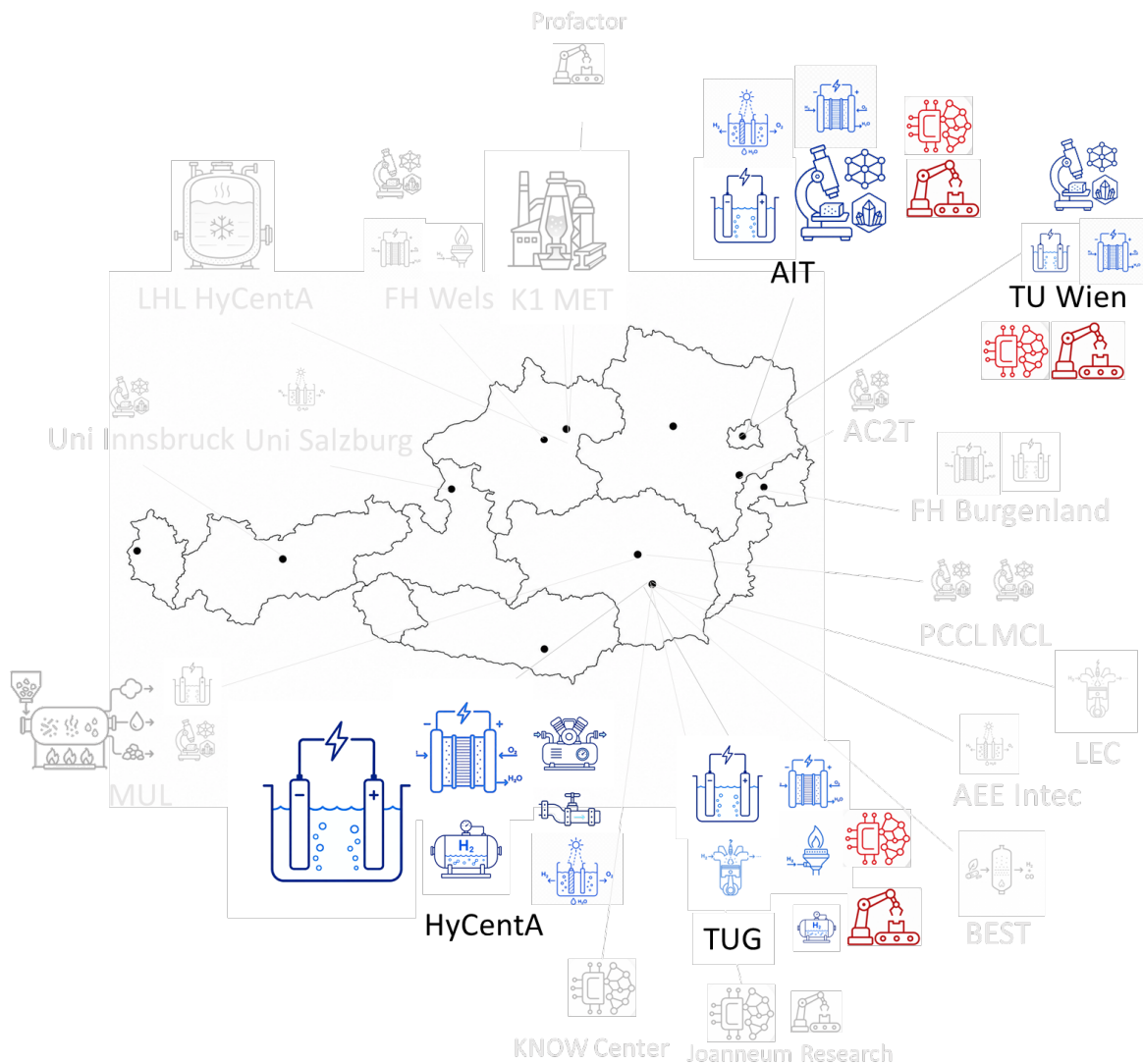


Abbildung 5 Mapping Österreich – Elektrolyse-Technologien sowie KI und Robotik



Hervorgehoben sind AIT, TU Wien, HyCentA und TU Graz (TUG). Alle übrigen Einrichtungen aus Abbildung 4 sind ausgegraut dargestellt.

5.2 Ergebnisse aus Umfrage und Interviews

Die Online-Umfrage (37 Unternehmen: Großunternehmen, KMU und Start-ups über alle Branchen, siehe Anhang G) und die Projektbeirat-Interviews zeichnen ein konsistentes Bild: Eigene H₂-Forschungsinfrastruktur wird, wo vorhanden, fast ausschließlich intern genutzt. Viele Akteure verzichten wegen hoher Investitions- und Betriebskosten bewusst auf eigene Anlagen. Externe Infrastruktur wird von nahezu allen Unternehmen intensiv

genutzt – insbesondere für Charakterisierung, Gasanalyse und Qualitätsmessung, Pilotanlagen, Materialentwicklung und LH₂.

Für die Zukunft werden vor allem anwendungsorientierte Infrastrukturen für Komponentenentwicklung, industrielle Elektrolyseanlagen, Sicherheit und Systemstabilität, Flüssigwasserstoff, Fertigungstechnologien (insbesondere Roll-to-Roll) sowie Pilot- und Demonstrationsanlagen priorisiert.

Mehrfach betont wurden zudem: klare regulatorische Rahmenbedingungen (rasche RED-III-Umsetzung), Investitionsförderung mit Standortbindung statt maximaler Fördersätze, belastbare Daten unabhängiger Institute, koordinierte Bündelung statt Doppelstrukturen sowie Rohstoff-Resilienz (non-CRM/SRM).

5.3 Identifizierte Gaps

Die Gegenüberstellung der nationalen und europäischen H₂-F&E-Infrastruktur mit den Rückmeldungen der Industrie und dem Vergleich mit internationalen Studien zum Hochlauf der Wasserstoff-Wirtschaft (Hydrogen Europe Research, 2025) ermöglicht das Ableiten folgender Lücken:

- **Gap A – Durchgängige Transferkette Material → Zelle/Stack → Vorserie:** Es fehlt eine kohärente, anwendungsnahe Infrastrukturplattform, die grundlagennahe Forschung effizient mit industrieller Implementierung verbindet, vor allem im Bereich Elektrolyse und Brennstoffzelle.
- **Gap B – Semi-industrielle Fertigung für H₂-Komponenten:** Bedarf an automatisierten, skalierbaren Fertigungsprozessen auf Pilot-/Vorserienniveau, v.a. für Elektrolyse- und Brennstoffzellenstacks.
- **Gap C – Automatisierung, Standardisierung, Vergleichbarkeit und Zertifizierung:** automatisierte Versuchsdurchführung, interoperable Testmethoden, digitale Datenstandards über TRLs hinweg, „One-Stop“-Zugang zu Prüfkapazitäten.
- **Gap D – KI-gestützte, datenintensive Entwicklungs- und Testverfahren:** vollintegrierte „Materials Acceleration Platforms“ (MAP) aus Hochdurchsatzexperimenten, Datenmanagement, Modellierung/Simulation und KI-Optimierung.
- **Gap E – Offener, niederschwelliger Zugang für Start-ups und KMU:** governance- und finanzierungsseitig abgesicherte Open-Access-Mechanismen.

- **Gap F – Abdeckung kritischer Randbedingungen zukünftiger Märkte:** H₂-Qualität, Hochdruck- und kryogene Anwendungen, Materialkompatibilität, Sicherheit.
- **Gap G – Nationale Koordination und europäische Einbettung:** institutionenübergreifender Ordnungsrahmen zur Vermeidung von Doppelgleisigkeiten und für eine sichtbare europäische Positionierung.

5.4 Positionierung Österreichs

Österreich ist im europäischen Vergleich umfassend entlang der gesamten Wertschöpfungskette aktiv. Die Breite allein ist jedoch keine Differenzierungsquelle gegenüber Deutschland, den Niederlanden, Frankreich etc. Die stärkste Position liegt in hochspezialisierten Feldern: kryogene Wasserstoffsysteme (LH₂), H₂-Verbrennungsmotoren (H₂-ICE), Hochdrucktechnologien, Methanpyrolyse, wasserstoffbasierte Stahlerzeugung, Material- und Sicherheitsfragen sowie mobilitätsnahe Systemintegration. Diese Einschätzung ist als relative Stärke im europäischen Vergleich zu verstehen – abgeleitet aus Mapping, Umfrage und Interviews – und nicht als gesicherte Marktführerschaft. In einzelnen Feldern (z.B. H₂-ICE) hängt die künftige Relevanz zudem stark vom tatsächlichen Markthochlauf ab.

Daraus folgt die strategische Stoßrichtung: nicht Wettbewerb über Größe und industrielle Skalierung, sondern bewusste Positionierung als hochspezialisierter F&E-Hub („Deep Tech + Spezialkompetenz“), Konzentration auf systemkritische Nischen, gezielte Einbindung in europäische Scale-up-Plattformen und internationale Sichtbarkeit durch thematische Fokussierung. Zusätzlich müssen neue, unterstützende Technologien wie künstliche Intelligenz, Data Management und automatisierte Fertigung in die einzelnen Plattformen integriert werden, um die Effizienz und Schnelligkeit insgesamt zu erhöhen. In der Kombination aus KI-gestützter Entwicklung, automatisierter Fertigung und konsequenter Zirkularität („Safe and Sustainable by Design“, Recycling, CRM-Substitution) liegt das Differenzierungspotenzial: nicht in der Skalierung selbst, sondern in den Technologien, die Skalierung schneller, kostengünstiger und ressourceneffizienter machen.

6 Europäischer Vergleich und Benchmarking (AP3)

6.1 Mapping und Ländervergleich

Das europäische Mapping (Anhang B) umfasst führende Einrichtungen in Deutschland (DLR, Fraunhofer Referenzfabrik und Hydrogen Labs, ZBT, ZSW/HyFaB, FZ Jülich, HIC), Italien, Spanien, Frankreich (CEA-Liten), den Niederlanden, Dänemark, Norwegen, der Schweiz, Finnland, Slowenien, Belgien und Tschechien. Der qualitative Ländervergleich zeigt die relative Stärke Österreichs in Grundlagen, Testing und Spezialfeldern – und die Lücke bei offen sichtbaren MW-Demonstrations- und Industrialisierungsplattformen:

Tabelle 2 Ländervergleich F&E-Infrastruktur

Land	Einträge	Grundlagen	Testing	MW-Demo	Industrie	Spezialfelder
Österreich	5*	5	5	3	4	LH ₂ , H ₂ -ICE, Hochdruck, Material-/Permeationsprüfung, Metallhydrid, EL/BZ-Testing
Deutschland	11	7	9	6	6	Serienfertigung, Standardisierung, MW-Elektrolyse, Luftfahrt/Großleistung, HRS
Italien	4	3	4	4	4	Living Lab, integrierte H ₂ -Kette, SOC/Ammoniak/Systemintegration
Spanien	6	4	5	4	4	Mikronetze, Upscaling, 350 bar, Schiffe/Busse/Trucks, PEC/SOC
Frankreich	2	4	4	4	5	Pilotlinien, Roll-to-Roll, LH ₂ , 700 bar, Methanisierung

Land	Einträge	Grundlagen	Testing	MW-Demo	Industrie	Spezialfelder
Niederlande	7	4	6	3	6	Standardisierung, Hochdruckspeicher, Elektrolyse-Scale-up, offene Innovationsplattform
Belgien	1	4	3	2	4	Elektrolyse-Komponenten, Nanomesh-Elektroden, Pre-Pilot-Line
Dänemark	1	5	2	1	3	SOEC/SOFC, Co-Elektrolyse, Materialien
Norwegen	3	4	4	2	3	Hochtemperatur bis 1.100 °C, LH ₂ , PEM/AEM, Reformer mit CO ₂ -Abscheidung
Schweiz	2	3	4	3	3	HIL, Site-Planning, Methanisierung, HRS-Sicherheitsforschung
Finnland	1	3	3	2	4	Industrielle Dekarbonisierung, AEM, Smart-Grid-Kopplung
Slowenien	1	3	2	1	3	H ₂ /CO ₂ -Konversion, Katalysatoren, Sorbentien
Tschechien	1	4	2	1	2	Katalysatorscreening, RDE/RRDE, Single-Cell bis Stack

Skala 1 = wenig vorhanden bis 5 = stark ausgebaut; *Institutionen mit >30 VZÄ im Bereich H₂; Daten basierend auf interner Recherche

Im MW- bis industriellen Maßstab (DLR, Leuna, Görlitz, Enel, CEA, ZSW) und bei Industrialisierung/Fertigung (Fraunhofer Referenzfabrik, ZSW HyFaB, HIC) besteht europaweit bereits starke Infrastruktur. Bei Material- und Zellforschung weist Europa eine hohe Dichte exzellenter Standorte auf (TU München, TU Wien, DIFFER, DTU, Montanuniversität). Das Feld LH₂/kryogen (DLR, CEA, IFE, LHL HyCentA) ist hingegen noch selektiv besetzt und strategisch besonders interessant. Für Österreich folgt daraus: Eine nationale Replikation großskaliger MW-Demonstration wäre weder differenzierend noch effizient. Die Lücke zwischen Materialexzellenz und europäischen Scale-up-Plattformen –

automatisierte, KI-gestützte Zell- und Stackentwicklung mit semi-industrieller Fertigung – ist hingegen europaweit unbesetzt.

6.2 Benchmarking: Finanzierung vergleichbarer RDI-Zentren

Die deutschen ITZ-Wasserstoffstandorte sowie das ZSW zeigen wiederkehrende Finanzierungsmuster: hohe öffentliche Anschubfinanzierung von Bund (54–70 Mio. €) plus Land (14,5–50 Mio. €), Gesamtvolumina von 74 bis etwa 120 Mio. € pro Standort, Trägerschaft durch Vereine, gemeinnützige GmbHs oder Konsortien, und das Ziel wirtschaftlicher Selbstständigkeit nach der Förderperiode über Prüf-, Test- und Zertifizierungsdienstleistungen, Vermietung und Weiterbildung. Etablierte Institute wie ZBT und ZSW verfügen zusätzlich über eine Basisfinanzierung von 15–20 %.

Tabelle 3 Vergleich der Finanzierung deutscher ITZ-Standorte und des ZSW (Details in Anhang E)

Standort (ITZ / Hub)	Name / Projekt	Fokus	Finanzierung Bund (BMDV)	Finanzierung Land / Sonstige	Gesamtvolumen (geplant)
ITZ Ost (Chemnitz)	HIC (HZwo e. V.)	Zulieferer, Schiene, Off- Road	ca. 70 Mio. €	ca. 14,5 Mio. € (Sach- sen)	84,4 Mio. €
ITZ West (Duisburg)	TrHy (Projekt)	LKW, Busse, Binnenschiffe	bis zu 70 Mio. €	ca. 50 Mio. € (NRW)	120 Mio. €
Forschung (Duisburg)	ZBT GmbH	Brennstoffzel- len-Forschung	Drittmittel / Projekte	Landesgrundförde- rung	>120 Mio. €
ITZ Süd (Pfeffenhau- sen)	WTAZ	Flüssig-H ₂ , PKW, Drohnen	54 Mio. €	ca. 30 Mio. € (Bay- ern)	84 Mio. €
ITZ Nord (Verbund)	ITZ Nord	Luft- & Schiff- fahrt	ca. 70 Mio. €	ca. 30–40 Mio. € (HH/HB/NI)	100–110 Mio. €
Produktion (Ulm)	ZSW (HyFaB)	Massenferti- gung (Stacks)	ca. 30 Mio. €	ca. 25–40 Mio. € (BW / EFRE), Landes- grundförderung	ca. 74 Mio. €

6.3 Best Practice Beispiel: imec (Belgien)

Als ein mögliches Referenzmodell für den Aufbau und Betrieb der empfohlenen Infrastruktur dient imec (Leuven, Belgien), das 1984 von der flämischen Regierung als unabhängiges, gemeinnütziges Forschungs- und Technologiezentrum für Mikro- und Nanoelektronik gegründet wurde und heute mit ca. 6.000 Mitarbeitenden aus mehr als 90 Ländern, einem Umsatz von über 940 Mio. € und mehr als 600 Industriepartnern das weltweit führende unabhängige Zentrum seines Feldes ist (imec, 2024). Kern des Modells ist eine mehrjährig gesicherte öffentliche Basisfinanzierung über fünfjährige Strategieverträge mit der Region Flandern (zuletzt 108 Mio. € pro Jahr), die heute nur noch 10 bis 15 % des Budgets ausmacht – über 80 % werden über Industriekooperationen, Auftragsforschung und EU-Projekte erwirtschaftet (imec, 2024). Im Rahmen des EU Chips Act wurden imec zudem 1,45 Mrd. € (EU und Flandern) für die NanoIC-Pilotlinie zugesprochen, ergänzt um Industrie-Ko-Investitionen (u.a. 1,05 Mrd. € von ASML; imec, 2024).

Das zweite Kernelement ist das Open-Innovation-Modell: Auf einer neutralen Plattform mit klaren IP- und Zugangsregeln kooperiert die gesamte Wertschöpfungskette – von Chip-Herstellern über Fabless-Unternehmen und Integratoren bis zu Material- und Anlagelieferanten – in präkompetitiver Forschung und teilt Kosten und Risiken der Technologieentwicklung. Die volkswirtschaftliche Wirkung ist belegt: Eine unabhängige Impact-Studie weist für 2014–2023 6,98 Mrd. € Wertschöpfung in Flandern und 3,9 Mrd. € fiskalischen Rückfluss aus. Je eingesetztem Förder-Euro wurden 11,7 € an Wertschöpfung und fiskalischem Rückfluss generiert (imec, 2024).

Für einen österreichischen Infrastrukturausbau lassen sich daraus fünf übertragbare Erfolgsfaktoren ableiten: eine klar kommunizierte technologische Nische im internationalen Spitzenfeld statt Wettbewerb über Größe, eine mehrjährig gesicherte Grundfinanzierung als Hebel für Industrie- und EU-Mittel, eine KPI-basierte Governance mit externen Evaluierungen und ESG-Verankerung, die enge Verknüpfung mit Universitäten und Technologietransfer-Einrichtungen sowie eine neutrale Plattform für Industriekonsortien mit klaren IP-Regeln und Zugangsmodellen. Diese Elemente sind im Infrastruktur- und Governance-Konzept (Kap. 7) sowie in den Handlungsempfehlungen (Kap. 9.2) verankert. Finanzierungsdetails zu imec finden sich in Anhang E.

6.4 Regulatorischer und beihilferechtlicher Rahmen

Der regulatorische und beihilferechtliche Rahmen für die Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsinfrastrukturen ist durch ein mehrstufiges Zusammenspiel europäischer und nationaler Vorgaben geprägt. Wie die Übersicht in Anhang F zeigt, setzt die EU-Ebene den grundlegenden Rechtsrahmen. Zentrale Bezugspunkte sind dabei insbesondere das EU-Beihilfenrecht, die Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO, 2014), die De-minimis-Regelungen, die EU-Haushaltsordnung sowie die Verordnungen für kohäsionspolitische Fonds wie EFRE (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) und JTF (Just Transition Fund). Diese Vorgaben bestimmen, unter welchen Voraussetzungen öffentliche Mittel gewährt werden dürfen, welche Kosten förderfähig sind, welche Förderintensitäten zulässig sind und welche Transparenz- und Berichtspflichten und Kontrollmechanismen einzuhalten sind. Auf dieser Grundlage werden nationale Richtlinien, Programmdokumente und Ausschreibungen ausgestaltet, wie etwa die nationalen Rahmenrichtlinien (ARR, 2014), die FFG-Strukturen-Richtlinie 2024–2026 (BMIMI, o. D.) sowie die NFFR 2021–2027¹ (NFFR, 2026).

Für F&E-Infrastrukturen ist beihilferechtlich besonders relevant, ob und in welchem Umfang eine Infrastruktur nicht-wirtschaftlich oder wirtschaftlich genutzt wird.

- Nicht-wirtschaftliche Tätigkeiten umfassen typischerweise unabhängige Forschung, breite Wissensverbreitung, Ausbildung, öffentlich zugängliche Forschungsleistungen oder kooperative Forschung, sofern keine selektive Begünstigung einzelner Unternehmen erfolgt.
- Wirtschaftliche Tätigkeiten liegen dagegen vor, wenn Infrastruktur entgeltlich, exklusiv oder marktnah für Unternehmen genutzt wird, zum Beispiel für Auftragsforschung, Prüfleistungen, Zertifizierungsvorbereitung oder die Validierung proprietärer Technologien.

Diese Unterscheidung ist nicht nur formaler Natur, sondern bestimmt unmittelbar die zulässige Förderquote, die Anforderungen an Kostenrechnung und Trennungsrechnung sowie die Ausgestaltung von Zugangs- und Preisregeln. In der Praxis müssen Betreiber daher eine klare Governance, transparente Nutzungsbedingungen und ein belastbares

¹ Die nationale Umsetzung von durch EFRE-/JTF-kofinanzierten Programmen.

Rechnungswesen etablieren, um wirtschaftliche und nicht-wirtschaftliche Nutzungen sauber abzugrenzen.

Die Förderlandschaft bietet grundsätzlich mehrere Anknüpfungspunkte für F&E-Infrastrukturen.

- Nationale Programme können den Aufbau hochwertiger Forschungs- und Technologieinfrastruktur, Pilot- und Demonstrationsanlagen, kooperative F&E-Projekte oder industrienähe Transformationsvorhaben unterstützen.
- Ergänzend stehen europäische Programme zur Verfügung, etwa für transnationale Forschung, großskalige Demonstration, industrielle Dekarbonisierung, Wasserstoffanwendungen oder marktnähere Innovationsprojekte.

Das in Anhang F dargestellte System verdeutlicht, dass diese Instrumente nicht isoliert zu betrachten sind. Vielmehr greifen Rechtsrahmen, Programmrichtlinien, Förderstellen, nationale Ko-Finanzierung, europäische Mittel und projektbezogene Prüfprozesse ineinander. Für Antragsteller entsteht daraus ein Gestaltungsspielraum, aber auch eine erhebliche Komplexität: Ein Vorhaben kann gleichzeitig unter EU-Beihilfenrecht, nationalen Rahmenrichtlinien, spezifischen Programmleitfäden und fondsbezogenen Förderfähigkeitsregeln zu beurteilen sein.

Das Potenzial des regulatorischen Rahmens liegt darin, unterschiedliche Phasen der Innovationskette adressieren zu können: vom Aufbau gemeinsam nutzbarer Forschungsinfrastruktur über industrielle Forschung und experimentelle Entwicklung bis hin zu Demonstration und Skalierung. Besonders wirksam ist der Förderrahmen dort, wo öffentliche Finanzierung hohe Anfangsinvestitionen, technologische Risiken und positive externe Effekte abfedert, die private Akteure allein nicht tragen würden. Dies gilt insbesondere für offene Technologieinfrastrukturen, die mehreren Nutzergruppen zugutekommen, KMU und Start-ups Zugang zu kapitalintensiven Anlagen ermöglichen und Forschungsergebnisse in industrielle Anwendungen übersetzen. Durch die Kombination nationaler und europäischer Instrumente können zudem Hebeleffekte erzielt werden, wenn Basisinfrastruktur, Projektförderung, Industriebeiträge und europäische Kooperationsmittel strategisch aufeinander abgestimmt werden.

Die Einschränkungen liegen vor allem in der Fragmentierung und in den unterschiedlichen Förderlogiken der Programme. Hinzu kommen administrative Anforderungen, Nachweis- und Berichtspflichten, mögliche Kumulierungsgrenzen, beihilferechtliche Prüfungen sowie

die Notwendigkeit, Anreizeffekt, Angemessenheit und Nichtdiskriminierung nachzuweisen. Für wirksame Infrastrukturförderung ist daher nicht nur die Auswahl eines passenden Programms entscheidend, sondern eine durchgängige Förderarchitektur, die Aufbau, Betrieb, Zugang, Weiterentwicklung und spätere marktnähere Nutzung von Beginn an zusammendenkt.

Ein belastbares Förderkonzept sollte folglich klare Nutzungsregeln, transparente Preis- und Zugangsmodelle, eine Trennung wirtschaftlicher und nicht-wirtschaftlicher Tätigkeiten, eine langfristige Betriebsperspektive sowie Anschlussfähigkeit an europäische Programme und industrielle Ko-Finanzierung sicherstellen. Einen aktuellen europäischen Referenzrahmen hierfür bietet die im Juli 2026 veröffentlichte Charta der Europäischen Kommission für den Zugang von Nutzern aus der Wirtschaft zu Forschungs- und Technologieinfrastrukturen, die auf freiwilliger Basis Grundsätze zu Sichtbarkeit und Qualität der Dienste, vereinfachten Vertragsverfahren, IP-Schutz, maßgeschneiderter Unterstützung für Start-ups und KMU sowie Interoperabilität und FAIR-Datenzugang definiert (Europäische Kommission, 2026b).

6.5 Abschluss der Analyse: Zwischenfazit und Ableitung des Empfehlungsrahmens

Mit den vorangegangenen Kapiteln ist der analytische Teil dieses Berichts abgeschlossen: Die Ist- und Gap-Analyse (Kap. 5) hat sieben strukturelle Lücken (Gaps A–G) identifiziert, die Befragung von 37 Unternehmen und die Projektbeirat-Interviews haben den Bedarf aus Nutzersicht präzisiert, und der europäische Vergleich (Kap. 6) hat die Position Österreichs, die Finanzierungsmodelle vergleichbarer Zentren sowie den regulatorischen Rahmen eingeordnet. Die folgenden Kapitel wechseln von der Analyse zur Empfehlung. Damit diese Ableitung nachvollziehbar bleibt, fasst dieses Kapitel die entscheidungsrelevanten Befunde zusammen und begründet, warum das in Kapitel 7 dargestellte Konzept aus den Analyseergebnissen folgt.

Aus der Nachfrageperspektive zeigt sich ein klarer Schwerpunkt auf der Elektrolyse: Sie ist der mit Abstand am häufigsten genannte Produktschwerpunkt österreichischer Unternehmen (vgl. Abbildung 2), und die befragten Akteure priorisieren für die Zukunft vor allem anwendungsorientierte Infrastrukturen für Komponentenentwicklung, industrielle Elektrolyseanlagen und skalierbare Fertigungstechnologien (Kap. 5.2, Anhang G). Die Angebotsperspektive bestätigt diesen Befund: Österreich verfügt über eine breite,

exzellente Forschungslandschaft und eine industrielle Basis mit rund 5.800 Beschäftigten in der Wasserstoffwirtschaft, insbesondere in der Zulieferindustrie mit unmittelbarem Transformationsbedarf in Richtung Elektrolyseur- und Brennstoffzellenfertigung. Das Marktpotenzial ist auf allen Ebenen belegt: national durch das 1-GW-Elektrolyseziel der Wasserstoffstrategie (BMK & BMAW, 2022), europäisch durch den von der Kommission forcierten Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft (Europäische Kommission, 2026a) und international durch das dokumentierte Kostensenkungspotenzial automatisierter, skaliertter Fertigung von 60 bis 70 % auf Stackebene (IRENA, 2020).

Vor diesem Hintergrund wurden drei grundsätzliche Ausbauszenarien und entsprechende Finanzierungsoptionen gegen die identifizierten Gaps und die europäische Positionierung gespiegelt. Erstens ein inkrementeller Ausbau bestehender Einzelinfrastrukturen: Dieser stärkt vorhandene Spezialkompetenzen (Gap F), schließt aber weder die Transferkette Material–Zelle–Stack (Gap A) noch die Lücken bei semi-industrieller Fertigung, Automatisierung und KI-gestützter Entwicklung (Gaps B–D) und birgt das Risiko fragmentierter Doppelstrukturen. Zweitens ein Fokus auf Systemintegrations- und Endanwendungstests: In diesem Segment bestehen europaweit bereits zahlreiche, vielseitige Infrastrukturen (Kap. 6.1), sodass ein österreichischer Ausbau hier weder differenzierend noch effizient wäre. Drittens eine digital integrierte Zell- und Stackfabrikation: Sie adressiert die Gaps A–E unmittelbar, besetzt die im europäischen Vergleich klar unterversorgte Nische zwischen Materialforschung und industrieller Skalierung und bietet den größten Hebel für die heimische Zulieferindustrie. Dieses Infrastrukturkonzept wird im folgenden Kapitel vorgestellt.

7 Investitionskonzept und Finanzierungsanalyse (AP4)

7.1 Infrastrukturkonzept: KI-gestützte Zell- und Stackfabrikation

Zur Schließung der Gaps A–E wird als Konzept eine komplementäre, digital voll integrierte Infrastrukturplattform an Leitinstitutionen empfohlen, im Wesentlichen basierend auf einer Infrastruktur für Zell- und Stackfabrikation (Abbildung 6).

Eine modulare Trennung der wesentlichen Innovationskomponenten Zelle und Stack ermöglicht eine verbesserte Adressierung der jeweiligen Innovationsbedarfe: Auf der Zellebene das zentrale (Material-)System, die Membran-Elektrodenanordnung (MEA), und auf der Stackebene die automatisierte Integration bzw. das Stacking der MEAs sowie das (in-situ und ex-situ) Testen des fertigen Stacks selbst. Beide Module können geografisch gemeinsam oder isoliert ausgeführt werden, sofern sie über eine gemeinsame Daten- und Zugriffsplattform, digitale Zwillinge und KI-Agenten orchestriert sind. Harmonisierte Governance-Schnittstellen stellen sicher, dass Daten nach FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) behandelt werden.

Der zugehörige Entwicklungsworkflow bildet einen geschlossenen Zyklus: KI-Modelle für Materialien, Abscheidungsverfahren und Zellstacks optimieren die Parameter (1). Eine vollautomatisierte Laborinfrastruktur stellt Proben her, charakterisiert Materialeigenschaften und testet die Zellperformance (2). Eine modulare Sputteranlage beschichtet Elektrolysemembranen im Batch-zu-Batch-Verfahren (3). Die beschichteten Membranen werden automatisiert zum Stacking transportiert (4). Ein robotisierter Prozess stapelt und verpresst die Zellstacks (5). Das Testen erfolgt in Hochleistungsprüfständen mit integrierter Analytik (6). Bildgebende und materialdiagnostische Verfahren prüfen Degradationsmechanismen (7). Alle Daten fließen laufend in den nächsten Entwicklungszyklus zurück (8).

Die Plattform ist als offenes Ökosystem konzipiert: Kunden und Projektpartner wählen Services über eine Online-Plattform, Start-ups und KMU können proprietäre Technologien (z.B. Roboter, Prozesse) integrieren oder proprietäre Stacks testen lassen, und weitere österreichische Infrastrukturen sowie EU-Netzwerke (z.B. ERIC) werden über definierte

Schnittstellen angebunden (Abbildung 7). Auch hier ermöglicht die modulare Trennung der wesentlichen Innovationskomponenten Zelle und Stack den verbesserten und zielgerichteteren Zugang für Kunden und Projektpartner.

Entlang der TRL/MRL-Skala adressiert die Infrastruktur gezielt den Bereich vom Machbarkeitsnachweis über die Produktion im Laborumfeld bis zur Pilotliniendemonstration und ermöglicht so den Lückenschluss bzw. die Integration des gesamten, nationalen Ökosystems: von universitärer Grundlagenforschung über die angewandte Entwicklung und Innovation bis hin zur industriellen Marktreife (Abbildung 8).

7.2 Module und Investitionsbedarf

Das erarbeitete Konzept enthält die beiden zuvor beschriebenen, separaten Bereiche bzw. Module (Infrastruktur für Zellfabrikation und Infrastruktur für Stackfabrikation), die sowohl an einem als auch an zwei Standorten aufgebaut werden können, weitere Details siehe Anhang H:

Infrastruktur für Zellfabrikation

Die Zellfabrikation umfasst fünf Module: integriertes Daten- und Workflow-Management inkl. KI-Infrastruktur und digitaler Zwillinge (3,4 Mio. €), automatisierte kombinatorische Abscheidung mit Co-Sputtersystemen DC/RF/HiTUS/HiPIMS (1,5 Mio. €), automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung mit SEM+EDX, AFM, XRF, XRD, SEC, ICP-MS und GC-MS (3,2 Mio. €), automatisiertes, parallelisiertes Zelltesten für PEM- und AEM-Zellen mit 5-kW-Testständen (3,8 Mio. €) sowie ein modulares System für die Batch-zu-Batch-Abscheidung mit Vakuum- und Transportplattform, Sputtermodulen und In-Line-Analyse (6,1 Mio. €).

Infrastruktur für Stackfabrikation

Die Stackfabrikation umfasst ebenfalls fünf Module: Infrastruktur für robustes Datenmanagement (0,5 Mio. €), eine Roboterlinie für die Stackfertigung mit Großformat-Robotik, End-of-Line-Presse und Vision-Automatisierung (4,5 Mio. €), Maschinen für additive Fertigung (Metall-L-PBF, Keramik-Binder-Jetting, Großformat-Polymer-3D-Druck; 3,0 Mio. €), Teststände für Elektrolyse-Vollflächen-Stacks der Technologien PEM (20 kA),

AEM/AEL (10 kA) und SOE (1 kA) inkl. Testinfrastruktur (7,5 Mio. €) sowie Laborgeräte für die Ex-situ-Charakterisierung (SEM+EDX+EBSD, Labor- μ CT, ICP-MS u.a.; 3,0 Mio. €).

Gesamtinvestition

Die empfohlene Gesamtinvestition beträgt 50,0 Mio. € und verteilt sich zu gleichen Teilen auf beide Bereiche. Die OPEX-Positionen decken die fünfjährige Aufbauphase (Planung/Beschaffung, Installation, zweistufiger Hochlauf, Projektfinalisierung) ab. Ab dem sechsten Jahr fallen laufende Personal- und Maschinenkosten von zusammen rund 3,3 Mio. € pro Jahr an, die zunehmend über Industrie- und Förderprojekte zu decken sind (vgl. Kap. 7.4 und 9). Die Aufteilung zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4 Zusammenfassung der notwendigen Investitionen für Zell- und Stackfabrikation (Gesamtinvestition 50 Mio. €)

Position	Zellfabrikation (M€)	Stackfabrikation (M€)
CAPEX: Daten- und Workflow-Management	3,4	0,5
CAPEX: Kombinatorische Abscheidung bzw. Roboterlinie Stackfertigung	1,5	4,5
CAPEX: Hochdurchsatz-Charakterisierung bzw. additive Fertigung	3,2	3,0
CAPEX: Parallelisiertes Zelltesten bzw. Stack-Teststände	3,8	7,5
CAPEX: Batch-zu-Batch-Abscheidung bzw. Ex-situ-Charakterisierung	6,1	3,0
Summe CAPEX	18,0	18,5
OPEX Jahr 1: Planung und Beschaffung	0,5	1,0
OPEX Jahr 2: Installation	0,9	1,0
OPEX Jahr 3: Hochfahren I	2,0	1,5
OPEX Jahr 4: Hochfahren II	2,0	1,5
OPEX Jahr 5: Projektfinalisierung	1,6	1,5
Summe OPEX (5 Jahre)	7,0	6,5
SUMME GESAMT	25,0	25,0

Abbildung 6 Workflow-Gesamtübersicht der Stack-Entwicklung (geschlossener, KI-gestützter Entwicklungszyklus)

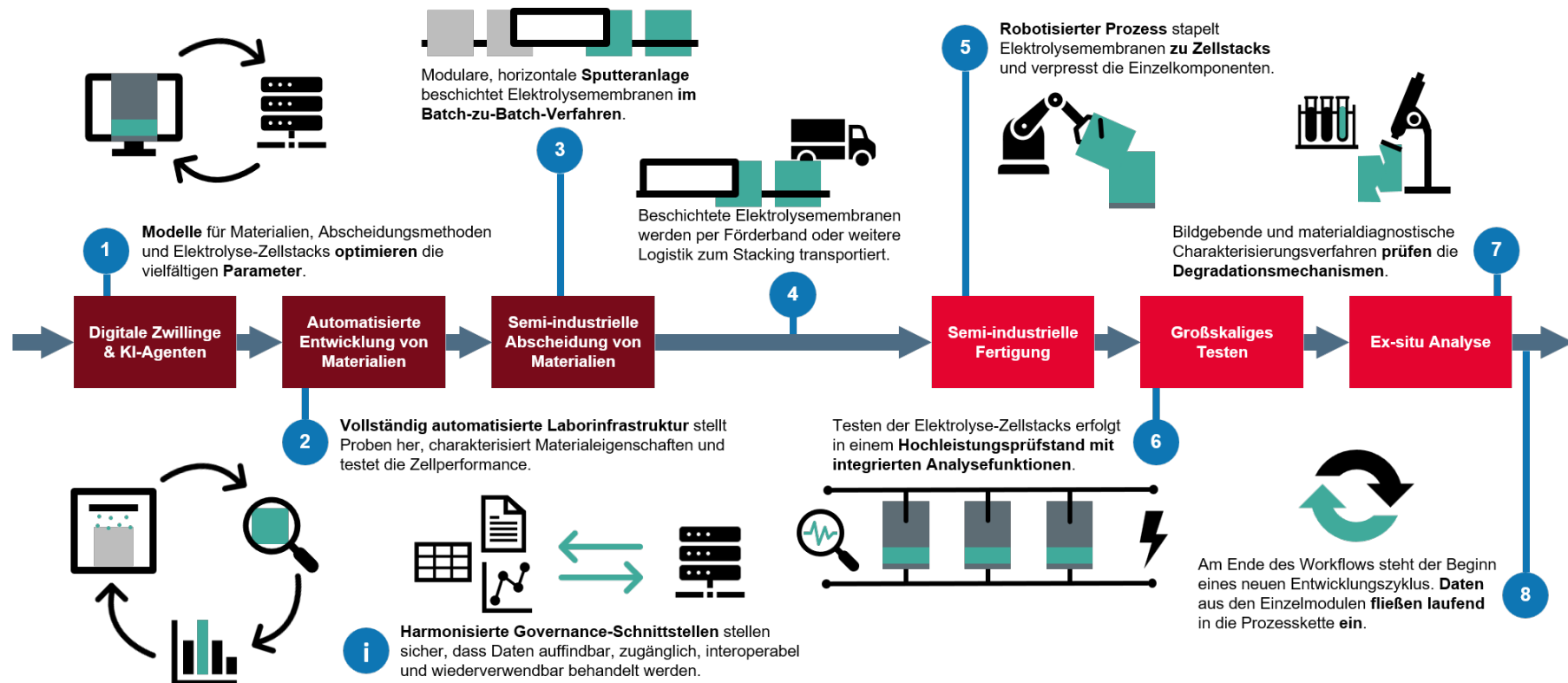


Abbildung 7 Workflow-Gesamtübersicht mit Datenplattform, Governance-Schnittstelle und Kundenzugang

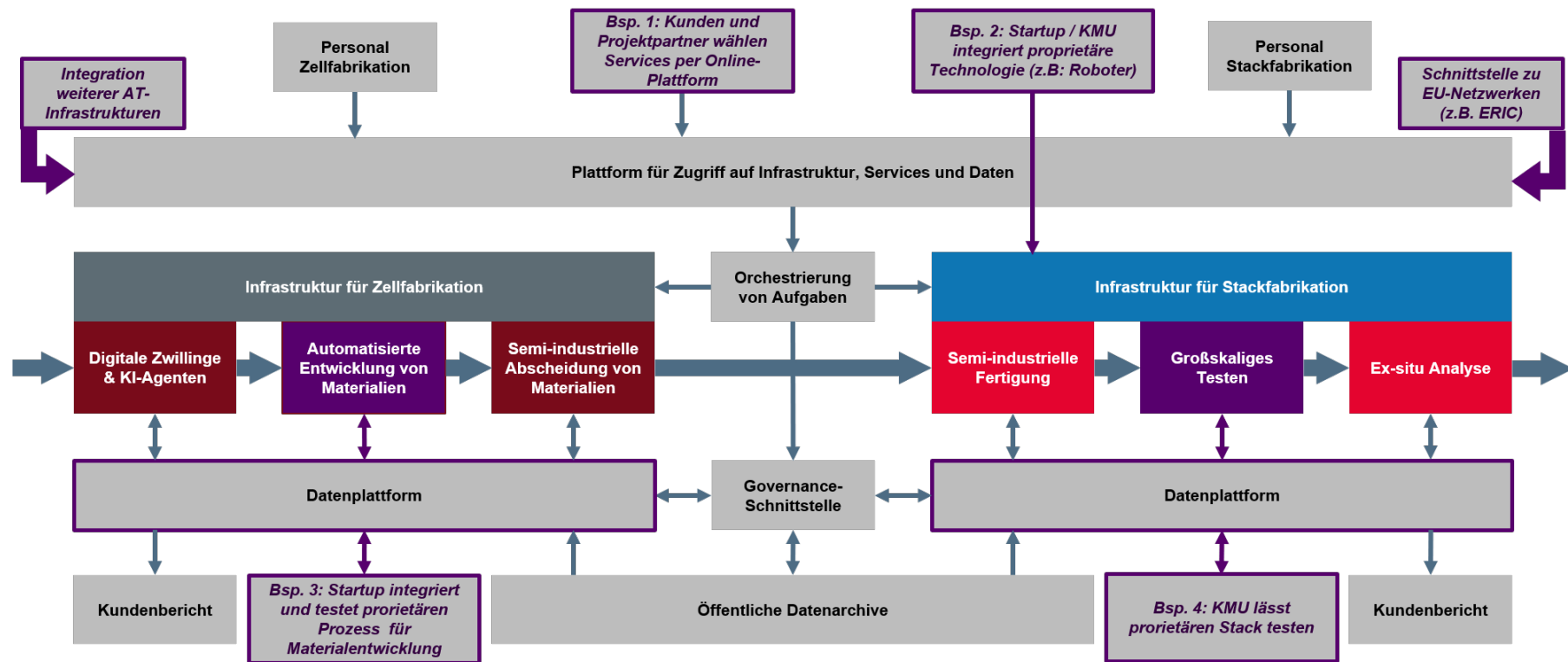
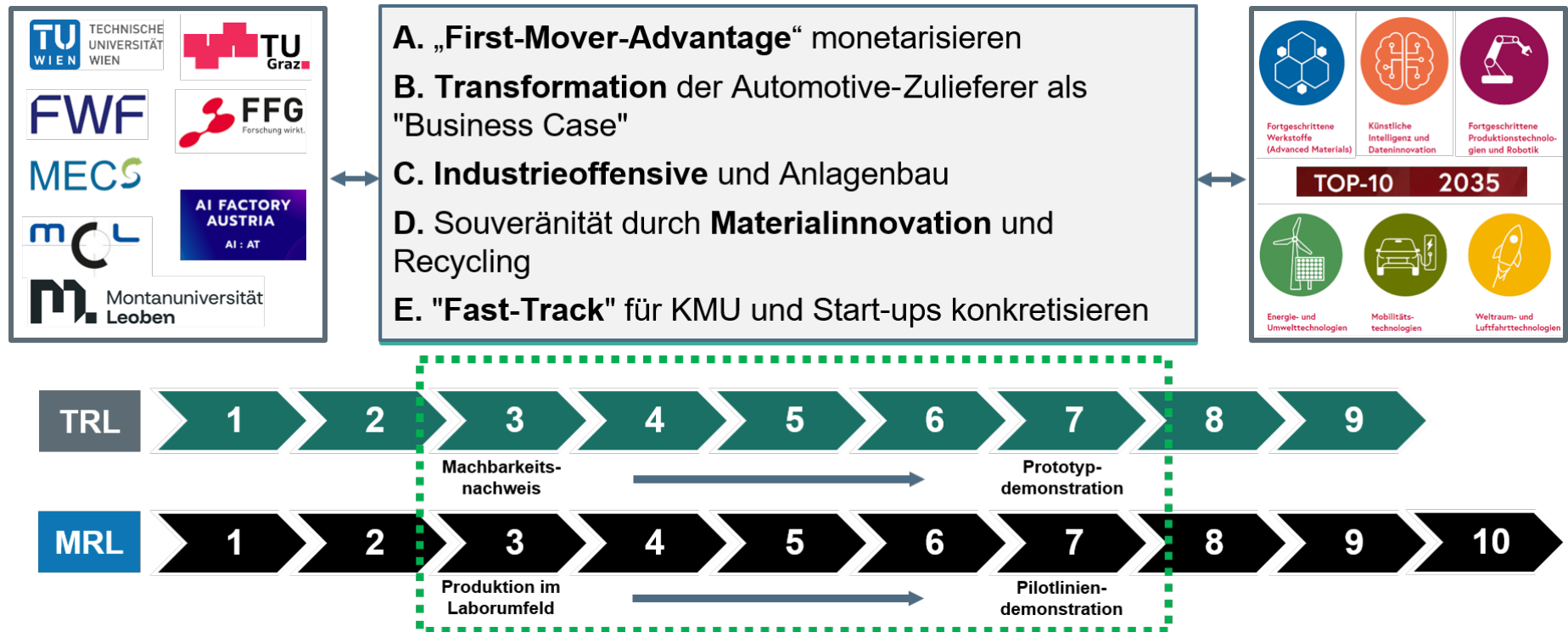


Abbildung 8 Nationale Einbindung und Ökosystem entlang TRL und MRL



7.3 Institutionelle Voraussetzungen: Anforderungen an Trägerinstitutionen

Der Weg vom Labor zum Markt stellt Anforderungen, die weit über die Beschaffung von Geräten hinausgehen. Eine funktionsfähige Technologieinfrastruktur muss vier Dimensionen gleichzeitig abdecken:

1. **Physische Kapazitäten:** Pilot- und Demonstratorlinien, Test-, Validierungs- und Zertifizierungseinrichtungen, flexible Fertigungs- und Prozessanlagen, Digital-Twin- und Simulationsumgebungen.
2. **Qualifiziertes Stammpersonal** mit Erfahrung aus Industrie, Forschung und Projektleitung – von Technologietransfer-Management über Fachkräfte für Normung, Recht und IP bis zu Business Development und Anlagentechnik.
3. **Leistungen und Services** wie Technologietransfer, Kommerzialisierung, Qualitätssicherung, Regulatorik und Normierung, IP-Management und Lizenzierung sowie einen offenen, schnellen und zugleich vertraulichen Industriezugang.
4. **Ökosystem und Governance** mit stabiler öffentlicher Basisfinanzierung, einer neutralen Vermittlerrolle, der Anbindung an das FTI-Ökosystem und die KMU- und Start-up-Pipeline sowie langfristigen Industrie-Ko-Investitionen.

Diese Anforderungen erklären, warum Technologieinfrastrukturen europaweit überwiegend von etablierten außeruniversitären Forschungs- und Technologieorganisationen (RTOs) getragen werden, die seit Langem komplexe Großanlagen betreiben und Unternehmen aller Größen offenen Zugang bieten (EARTO, 2020). Auch die europäische RTI-Strategie hebt die operative Schlüsselrolle der RTOs bei der Verbindung von Forschung, industrieller Anwendung und Scale-up hervor (Europäische Kommission, 2025a).

Etablierte Einrichtungen bringen mit, was neu aufzubauende Strukturen erst über Jahre entwickeln müssten: kritische Masse an Fachpersonal und komplementärer Laborausstattung, akkreditierte Prüf- und Qualitätsprozesse, eine eingespielte beihilfekonforme Trennungsrechnung zwischen wirtschaftlicher und nicht-wirtschaftlicher Nutzung (vgl. Kap. 6.4), belastbare Industrienetzwerke mit etablierten Vertraulichkeitsroutinen sowie Erfahrung im mehrjährigen Anlagenbetrieb einschließlich Re-Investitions- und Upgrade-Zyklen. Letzteres ist entscheidend, da verspätete Upgrades

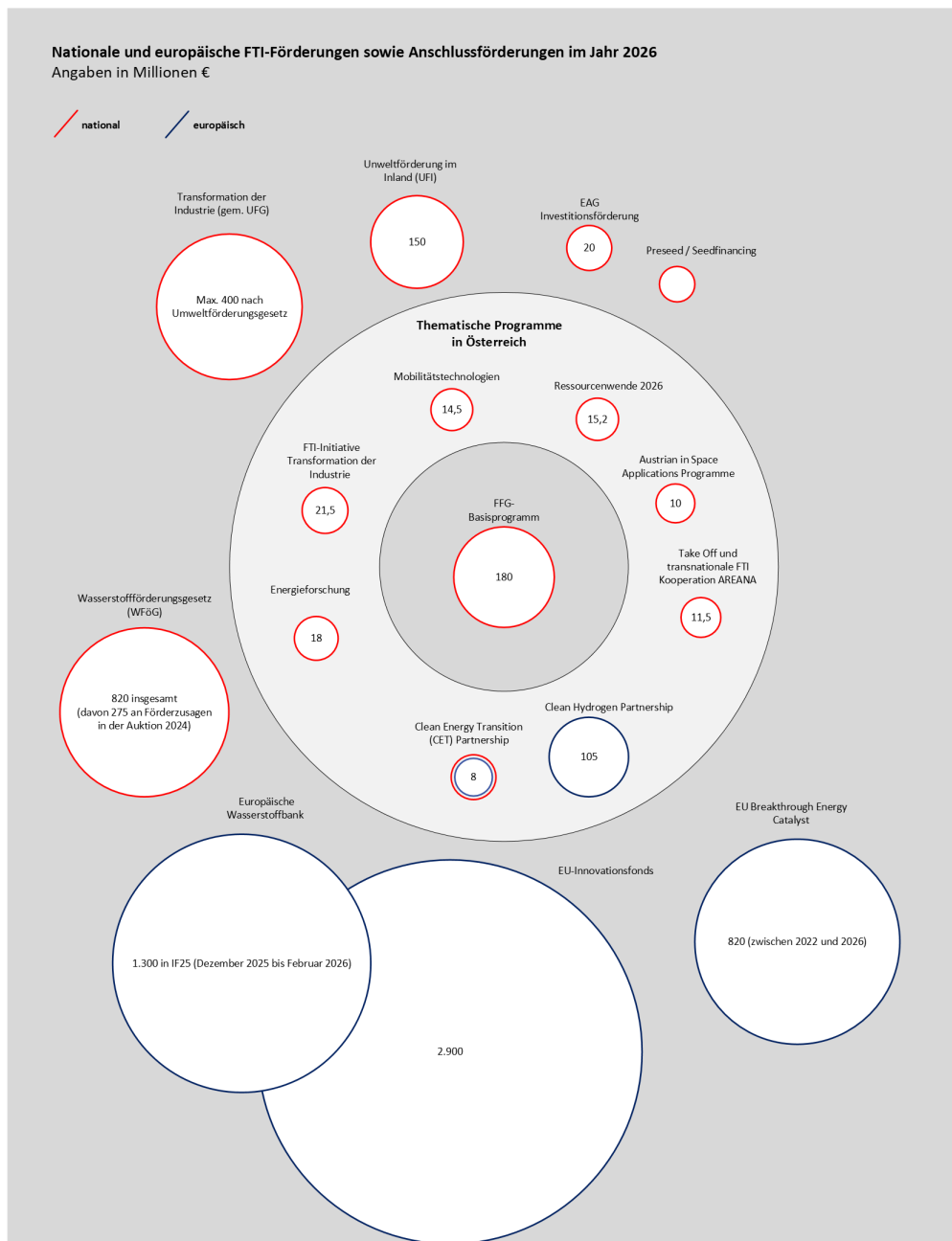
die Nutzernachfrage kritisch reduzieren können (EARTO, 2020). Ein Aufbau „auf der grünen Wiese“ ohne institutionelle Verankerung würde demgegenüber Zeitverzug, Doppelstrukturen und deutlich höhere Betriebsrisiken (Auslastung, Personalgewinnung, Betriebsfinanzierung) bedeuten.

Für das vorgeschlagene Konzept folgt daraus: Die Infrastruktur sollte an bestehenden Leitinstitutionen mit nachweisbarer wissenschaftlicher Exzellenz und substanziellem Industrieprojektvolumen im Themenfeld verankert werden (komplementärer Ausbau gemäß HyPA-Empfehlung [HyPA-Beirat, 2024] und Kap. 7.1). Die vier genannten Anforderungsdimensionen sollten dabei als Auswahl- und Governance-Kriterien dienen, insbesondere vorhandene komplementäre Basisinfrastruktur, ein tragfähiges Personal- und Betriebskonzept, Open-Access-Fähigkeit für KMU und Start-ups sowie eine etablierte Trennungsrechnung. Dass dieses Modell funktioniert, zeigt das Best-Practice-Beispiel imec (Kap. 6.3): institutionelle Verankerung, mehrjährige Basisfinanzierung und neutrale Plattform-Governance sind dort die Grundlage für die Hebelung privater und europäischer Mittel.

7.4 Finanzierungsmodelle und Fördermöglichkeiten

Die Analyse der nationalen und europäischen Förderlandschaft (Detailtabellen in Anhang D) zeigt, dass der Aufbau von Wasserstoff-F&E-Infrastruktur grundsätzlich bis dato gut adressiert wurde: Für die direkte Infrastrukturförderung waren national vor allem die FFG F&E-Infrastrukturförderung (nicht-wirtschaftliche Nutzung bis 90 %, wirtschaftliche Nutzung bis 50 %; Technologieinfrastruktur-Ausschreibung 2025 mit Einreichfrist Februar 2026) und die FTI-Initiative Transformation der Industrie (F&E-Infrastruktur bis 5 Mio. € und 50 %; P&D-Anlagen bis 6 Mio. € und 45 %) relevant. Projektseitig ergänzen Energieforschung 2026 (Einreichung 27.05.–30.09.2026) sowie EU-Instrumente wie die Clean Hydrogen Partnership (Call 2026: 105 Mio. €, 21 Themen, Einreichfrist 15.04.2026), die CET Partnership und der EU-Innovationsfonds das Portfolio. Für großvolumige, mitgliedstaatsübergreifende Vorhaben kommen zusätzlich IPCEI in Betracht (Europäische Kommission, o. D.-c), die allerdings auf industrielle Erstumsetzung und nicht auf Forschungsinfrastruktur zielen.

Abbildung 9 Nationale und europäische FTI-Förderungen sowie Anschlussförderungen
2026 in Mio. €



Quelle: HyPA (2026). Rote Kreislinie: nationale Förderungen; blaue Kreislinie: europäische Förderungen (Clean Hydrogen Partnership, Europäische Wasserstoffbank, EU-Innovationsfonds, EU Breakthrough Energy Catalyst); beide Kreislinien: Clean Energy Transition (CET) Partnership.

Die zentrale strukturelle Erkenntnis: Die Förderlücke liegt weniger beim Infrastrukturaufbau als beim Übergang in die Umsetzung. Während nicht-wirtschaftlich genutzte Forschungsinfrastruktur und industrielle Forschung hohe Quoten erreichen (bis

90 % bzw. bis 85 %), sinkt die Förderintensität in Richtung experimenteller Entwicklung, Demonstration und wirtschaftsnaher Nutzung deutlich (typisch 35–60 %). Genau diese Phase – realitätsnahe Validierung, Skalierung, Demonstration – ist jedoch kostenintensiv, technisch risikobehaftet und regulatorisch anspruchsvoll. Die Förderstrategie für das empfohlene Infrastrukturkonzept muss daher von Beginn an den gesamten Pfad vom nicht-wirtschaftlichen Forschungsbetrieb über experimentelle Entwicklung bis zur anwendungsnahen Demonstration abdecken und den Betrieb (OPEX, Personal, Weiterentwicklung) mitdenken – analog zu den Benchmark-Zentren mit Basisfinanzierung und Dienstleistungsgeschäft.

Ergänzend zu den in der Förderlandschaft dargestellten nationalen und europäischen Zuschussinstrumenten kann auch eine Einbindung der Europäischen Investitionsbank (EIB) geprüft werden. Die EIB verweist ausdrücklich darauf, dass sie Wasserstofftechnologien wie Elektrolyseure, Katalysatoren, Brennstoffzellen sowie großskalige Wasserstoffproduktion einschließlich Elektrolyse finanziert und beratend unterstützt (EIB, o. D.). Für das empfohlene Infrastrukturkonzept wäre dies insbesondere als digital integrierte Zell- und Stack-Fabrikationsplattform interessant. Sie adressiert den Übergang von Materialentwicklung über Fertigung bis zu Test und Validierung im Bereich mittlerer TRL/MRL und reduziert damit technische sowie finanzielle Risiken vor der industriellen Skalierung. Dass dieser Weg praktisch gangbar ist, zeigen aktuelle Beispiele: In Österreich finanziert die EIB mit 450 Mio. € die grüne Wasserstoff-Produktionsanlage der OMV in Bruck an der Leitha (EIB, 2026), und imec realisierte seine 300-mm-Forschungsfab unter anderem über einen EIB-Kredit mit Staatsgarantie (vgl. Anhang I). Da direkte EIB-Darlehen typischerweise für größere Investitionsvorhaben oder Investitionsprogramme in Betracht kommen, wäre für das empfohlene Konzept ein EIB-Kredit vor allem als ergänzende Finanzierungssäule für den investiven Anteil oder spätere Skalierungsschritte denkbar, jedoch weniger als Ersatz für Zuschüsse zur frühen Infrastrukturerrichtung.

Für die Förderstrategie folgt daraus, dass das empfohlene Konzept weiterhin primär über Infrastruktur-, F&E- und Transformationszuschüsse aufgebaut werden sollte, eine EIB-Einbindung jedoch als komplementäres Instrument zur Erhöhung der Investitionsreife, zur Strukturierung einer möglichen Fremdfinanzierung und zur Vorbereitung anschließender industrieller Demonstrations- oder Skalierungsinvestitionen geprüft werden kann.

7.5 Spezifische Förderoptionen

Für die Umsetzung der vorgestellten Infrastruktur zur Zell- und Stackfabrikation wurden drei Finanzierungsoptionen untersucht:

Option A verfolgt einen modularen Ansatz auf Basis bestehender Förderinstrumente. Dafür ist zunächst eine detaillierte Analyse der verfügbaren Förderlandschaft auf nationaler und europäischer Ebene erforderlich, insbesondere der Programme von FFG, KPC und EU. Im Fokus stehen dabei Fördermöglichkeiten für F&E-Infrastrukturen, Technologie- und FTI-Infrastrukturen sowie Programme zur Demonstration von Stack-Technologien. Kleinere Anlagen und Geräte mit Investitionskosten von bis zu etwa 400.000 Euro könnten gegebenenfalls über weitere geförderte Projekte angeschafft werden. Zu beachten ist jedoch der beträchtliche organisatorische und personelle Aufwand für die Erstellung, Koordination und Abwicklung einer Vielzahl einzelner Förderanträge sowie die Risiken hinsichtlich Zeitplan und Umsetzungserfolg aufgrund begrenzter Bewilligungswahrscheinlichkeiten.

Option B sieht eine Vollfinanzierung über ein neu zu schaffendes Förderinstrument vor. Die gesamte Infrastruktur würde dabei aus einer zentralen öffentlichen Förderquelle finanziert. Dieser Ansatz bietet den Vorteil einer einheitlichen Finanzierung und koordinierten Umsetzung aus einer Hand, erfordert jedoch die Entwicklung und politische Verankerung eines entsprechend umfangreichen neuen Förderprogramms. Grundsätzlich bietet diese Variante die höchste Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen und zeitnahen Umsetzung und des damit verbundenen Erreichens der Innovationsziele und KPIs (siehe Kapitel 8). Der Faktor Zeit kann hierbei nicht stark genug betont werden, da Planung, Errichtung und Inbetriebnahme solch komplexer Infrastrukturen – selbst wenn an etablierten Trägerinstitutionen umgesetzt – zumindest 3–5 Jahre benötigen (vgl. Kap. 7.2), sodass jede Verzögerung erhebliche Nachteile und Risiken im globalen Wettbewerb bedeutet.

Option C stellt einen Hybridansatz dar, der eine öffentliche Ankerfinanzierung mit einem schrittweisen modularen Ausbau kombiniert. Der nicht-wirtschaftlich genutzte Kern der Infrastruktur könnte zunächst aus einer zentralen öffentlichen Quelle mit einem Volumen von bspw. 15 bis 25 Millionen Euro finanziert werden. Der weitere Ausbau im Umfang der verbleibenden rund 25 bis 35 Millionen Euro würde anschließend über projektbezogene Förderanträge analog zu Option A sowie über Ko-Investitionen von Industriepartnern erfolgen. Dieser Ansatz verbindet eine gesicherte Grundausstattung mit der Flexibilität,

zusätzliche Infrastrukturmodule bedarfsgerecht und unter Einbindung der Industrie schrittweise zu realisieren. Weitere Details und Rahmenbedingungen sind in Anhang I zu finden.

Tabelle 5 Unterschiedliche Finanzierungsoptionen für das empfohlene Infrastrukturkonzept

Kennzahl	A – Instrumentenmosaik	B – Vollfinanzierung	C – Hybridvariante (Bsp. 15 Mio. €)
Finanzierungsweg	viele geförderte Einzelprojekte (FFG/KPC/EU)	eine öffentliche Quelle (Bund/Länder/Sondermittel)	gesicherte Basisfinanzierung (~15 Mio., 100 %) + Projektanträge + Ko-Investment
Förderquote CAPEX	65,7 %	bis 100 %	69,0 %
Förderquote OPEX	71 %	bis 100 %	93,3 %
Dauerhafter Eigenmittelbedarf	16,4 Mio. €	0 €	12,2 Mio. €
Vorfinanzierungsanteil	~15,5–18,5 Mio. €	gering	~6,5–9,5 Mio. € (indikativ)
Anzahl Förderanträge	26 Anträge	1 Vereinbarung	1 Basisvereinbarung + ~20 Anträge
Kommerzielle Nutzung	unbegrenzt (Marktpreis)	max. 20 % der Kapazität	Kern ≤ 20 %; Industriemodule separat (Marktpreis)
Beihilferecht	Beihilfe; nicht-öffentl. Eigenanteil nötig	außerhalb Beihilferecht (Art. 107 n.a.)	gemischt: Kern Art. 107 n.a.; Module = Beihilfe

Grundsätzlich bietet eine Vollfinanzierung (Option B) die höchste Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen und zeitnahen Umsetzung für den Aufbau einer nationalen, offen zugänglichen Forschungsinfrastruktur. Alternativ stellt Option C (Hybridansatz) eine gut ausbalancierte Variante zwischen öffentlicher Förderung und zusätzlichen (privaten) Investments bzw. europäischer Förderung dar. Sie ermöglicht die vollständige öffentliche Finanzierung des nicht-wirtschaftlichen Forschungskerns und reduziert dadurch sowohl den erforderlichen Eigenmittelanteil als auch den Vorfinanzierungsbedarf gegenüber Option A. Gleichzeitig bleibt die notwendige Flexibilität erhalten, industriennahe und wirtschaftlich nutzbare Infrastrukturmodule über projektbezogene Förderungen und Ko-Investitionen der Industrie schrittweise auszubauen und kommerziell zu verwerten.

Sollte keine geeignete öffentliche Finanzierungsquelle für die Grundinfrastruktur verfügbar sein, stellt Option A die unmittelbar umsetzbare Alternative dar, indem

bestehende nationale und europäische Förderinstrumente kombiniert werden. Liegt der Anteil der wirtschaftlichen Nutzung hingegen dauerhaft bei höchstens 20 % und ist eine vollständige öffentliche Finanzierung der Gesamtinfrastruktur möglich, bietet Option B aus finanzieller und administrativer Sicht die effizienteste Lösung.

7.6 Risikoanalyse und Maßnahmenplanung

Aufbauend auf der Methodik des Arbeitsplans wurden die wesentlichen Risiken der Investition systematisch nach Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung bewertet und mit Gegenmaßnahmen hinterlegt:

Tabelle 6 Risikoanalyse und Maßnahmenplanung (Bewertung: Eintrittswahrscheinlichkeit / Auswirkung)

Risiko	Bewertung	Maßnahmen
Kostenüberschreitung bei Beschaffung und Errichtung (Preissteigerungen, Lieferketten)	mittel / hoch	Detaillierte Kostenkalkulation auf Basis aktueller Lieferantenangebote und kürzlich realisierter Investitionen; modulare Beschaffung; Reserven in OPEX-Planung; laufendes Kostencontrolling
Marktentwicklung: verzögerter H₂-Markthochlauf reduziert Industrienachfrage	mittel / mittel	Technologieoffene Auslegung (PEM, AEM/AEL, SOE); Nutzbarkeit für angrenzende Cleantech-Felder (Batterien, Power-to-X, CO ₂ -Abscheidung und -Konversion); gestufter Hochlauf mit Entscheidungspunkten
Technologische Inkompatibilitäten und schnelle Technologiesprünge	mittel / mittel	Modulare, skalierbare Architektur; digitale Zwillinge zur Vorab-Validierung; Advisory Board zur laufenden Portfolio-Anpassung
Regulatorische Änderungen (Beihilfenrecht, Nutzungstypen, RED III)	mittel / mittel	Klare Trennung wirtschaftlicher/nicht-wirtschaftlicher Nutzung in Governance und Rechnungswesen; frühzeitige Abstimmung mit Fördergebern; Monitoring der EU-Rechtslage
Auslastungsrisiko und fehlende Betriebsfinanzierung nach der Aufbauphase	mittel / hoch	Zielauslastung 70 %; Dienstleistungs- und Konsortialmodelle nach ITZ-/imec-Vorbild; LOIs der Industrie; Basisfinanzierungskomponente in Management-Agreements verankern
Fachkräftemangel für Aufbau und Betrieb	mittel / mittel	Frühzeitiger Personalaufbau in der OPEX-Planung; gemeinsame Professuren und PhD-Programme mit Universitäten; Trainings- und Ausbildungsangebote

7.7 Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

Die geplanten Investitionen wurden anhand der KPIs „Einsatz kritischer/strategischer Rohstoffe (CRM/SRM)“, „Energieverbrauch und -effizienz“, „CO₂-Fußabdruck und Kreislauffähigkeit“ bewertet. Ergänzend wurden soziale Dimensionen (Arbeitsbedingungen, Lieferketten, Standortentwicklung) berücksichtigt. Die Infrastruktur ist auf positive Nachhaltigkeitswirkung ausgelegt: Sie adressiert mit edelmetallfreien Katalysatoren, PFSA-freien Membranen, CRM-Substitution und Recyclingfähigkeit („Safe and Sustainable by Design“, Design for Recycling) genau jene Themen, die die Ressourcenabhängigkeit der Wasserstofftechnologien reduzieren. Die KI-gestützte Beschleunigung der Entwicklung senkt zudem den experimentellen Material- und Energieeinsatz pro Erkenntnisgewinn erheblich. Die Variabilität der Infrastruktur ermöglicht darüber hinaus Entwicklungen und Innovationen für verwandte Branchen, in denen der Einsatz von CRMs/SRMs ein Problem darstellt. Über die ökologischen KPIs (Anhang C) – etwa Technologien mit quantifizierter CO₂-Verbesserung aus LCA nach ISO 14040/44 und Energieeffizienzverbesserung ausgewählter Systeme – wird die Wirkung laufend gemessen. Modellierete CO₂-Einsparvolumina von Leuchtturm-Technologien werden alle 3–5 Jahre in Szenario-Studien ausgewiesen.

8 Strategischer Nutzen und Standortpositionierung (AP5)

8.1 Innovationskraft Österreichs

Die Innovationskraft Österreichs im Wasserstoffbereich ist insgesamt sehr hoch, insbesondere in der anwendungsnahen Forschung und technologischen Entwicklung. Die institutionelle Basis – geprägt durch die enge Zusammenarbeit von HyCentA, TU Graz, AIT, TU Wien und Montanuniversität Leoben – verbindet akademische Exzellenz, experimentelle Infrastruktur und industrielle Anwendungsnähe. Den Stärken (breite Test- und Forschungsinfrastruktur, hohe Kompetenzdichte, international wettbewerbsfähige Nischen in LH₂, H₂-ICE, Hochdruck, Materialverträglichkeit und Sicherheit) stehen strukturelle Lücken gegenüber: weniger große, sichtbare MW-Demonstrations- und Industrialisierungsplattformen, geringere Präsenz bei Referenzfabriken und Serienüberführung sowie eingeschränkte Sichtbarkeit in europäischen Standardisierungs- und Zertifizierungsstrukturen. Österreich übernimmt damit komplementär die Rolle eines hochspezialisierten Entwicklungs- und Absicherungsstandorts und Enablers, während großskalige Industrialisierung primär in anderen europäischen Leitmärkten stattfindet – entscheidend ist die Anbindung an europäische Scale-up-Plattformen.

8.2 Wirkung und Ziele

Für den Wirtschaftsstandort wirkt die vorgestellte Infrastruktur als industriepolitischer Hebel zur Erreichung des Top-10-Ziels 2035: Stärkung kritischer Wertschöpfung (Materialien, Komponenten, Anlagenbau, Prüf- und Sicherheitstechnik, Recycling), Beschleunigung der Industrialisierung neuer Technologien und Unterstützung der Transformation bestehender Industrien, insbesondere der Automotive-Zulieferindustrie in Richtung Cleantech. Für den Innovationsstandort entsteht eine durchgängige Innovationskette von der Materialentwicklung über Stack und System bis zur Anwendung, beschleunigt durch Automatisierung, KI, digitale Zwillinge und datenbasierte Entwicklung, mit Open Access („Fast-Track“) für KMU und Start-ups und Integration in europäische Netzwerke.

8.3 Wirtschaftliche Vorteile der Investition

Die volkswirtschaftliche Evidenz stützt die Investition: Studien weisen für öffentlich finanzierte Forschung und Entwicklung soziale Renditen von typischerweise 20–67 % aus. Für akademische Forschung liegen Schätzungen aus den 1990er-Jahren bei rund 28 % (Del Bo, 2016). Für Forschungsinfrastrukturen im Energiebereich zeigt die Analyse europäischer Anlagen zwar die höchsten Investitionskosten aller Wissenschaftsfelder, zugleich aber eine mit Betriebsdauer und Größe signifikant steigende Kosteneffizienz – der Nutzen einer Forschungsinfrastruktur wächst somit kumulativ über ihren Lebenszyklus (Del Bo, 2016).

Auf das empfohlene Infrastrukturkonzept übertragen bedeutet dies: Die Gesamtinvestition von 50 Mio. € ist im europäischen Benchmark effizient dimensioniert (vgl. Kap. 9.1) und entfaltet ihre Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Spillover-Effekte auf Zuliefer- und Anwenderindustrien über die gesamte Nutzungsdauer.

Unmittelbar greifbar sind die Kostensenkungen für die Umsetzung nachgelagerter Pilotvorhaben und Demonstrationsanlagen: Nach IRENA können Standardisierung und der Übergang von manueller zu vollautomatisierter Stackfertigung die Stackkosten um 60–70 % senken. Für Elektrolyseursysteme insgesamt wird ein Kostensenkungspotenzial von rund 40 % kurzfristig und bis zu 80 % langfristig ausgewiesen (IRENA, 2020), auf Stack-Ebene wird eine erhebliche Kostenreduktion durch höhere Stromdichten, geringere Edelmetallbeladung und Automatisierung erwartet (Detz & Weeda, 2022). Genau diese Hebel – automatisierte Fertigung, KI-optimierte Prozessfenster, parallelisierte Tests – werden mit der Infrastruktur vorwettbewerblich erschlossen: Eine bis zu 5-fach schnellere Materialentwicklung und 25–50 % weniger Iterationen in der Prozessentwicklung (Tabelle 9) reduzieren Entwicklungskosten und technische Risiken, bevor kapitalintensive Pilot- und Demoanlagen errichtet werden. Für KMU und Start-ups entfallen darüber hinaus Eigeninvestitionen in Fertigungs- und Testinfrastruktur (Vermeidung von Sunk Costs) – ein in Umfrage und Interviews mehrfach bestätigter Bedarf (Kap. 5.2).

Daraus ergeben sich Wettbewerbsvorteile für die österreichische Wasserstoffwirtschaft mit ihren bereits heute rund 5.800 Beschäftigten (Industriewirtschaftliches Institut, 2021): Erstens sichert die Infrastruktur den „First-Mover-Advantage“ bei KI-gestützter In-Line-Qualitätssicherung und Enabling Technologies (Stoßrichtung A, Kap. 4.1) in einem Markt, dessen Investitionsdynamik durch die EU-Mitteilung „AccelerateEU“ (Investitionsbedarf von 660 Mrd. € pro Jahr für die Energiewende; Wasserstoff als explizit zu skalierende Technologie) zusätzlich beschleunigt wird (Europäische Kommission, 2026a). Zweitens eröffnet der Zugang zu semi-industrieller Fertigungs- und Testkompetenz der Automotive-

und metallverarbeitenden Zulieferindustrie einen konkreten Transformationspfad in die Elektrolyseur- und Brennstoffzellenfertigung (Stoßrichtung B). Drittens kommen rund 15 Industrieprojekte pro Jahr sowie Drittmittel hinzu, die mittelfristig mindestens 50 % der laufenden Betriebskosten decken sollen. Viertens ermöglicht die geplante Infrastruktur Resilienz und Kostenabsicherung: Die Ausrichtung auf edelmetallfreie Katalysatoren, PFSA-freie Membranen und CRM-Substitution (Stoßrichtung D) reduziert die Abhängigkeit von volatilen Lieferketten und senkt zugleich Herstellkosten und Preisrisiko der Endprodukte. Fünftens wirken neutrale Open-Access-Plattformen als Anker für Ansiedlungen, Kooperationen und Direktinvestitionen. Öffentliche F&E-Investitionen ziehen erfahrungsgemäß zusätzliche private F&E-Ausgaben nach sich (Crowding-in) und erzeugen über Wissens-Spillovers gesamtwirtschaftliche Renditen oberhalb der privaten Einzelrendite (Frontier Economics, 2023; Sussex et al., 2016).

Um die potenzielle Kostensenkung und Wertschöpfung greifbar zu machen, wird nachfolgend eine Hochrechnung des Potenzials basierend auf einem Szenarienmodell dargestellt. Die Eingangsgrößen und Annahmen sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7 Eingangsgrößen und Annahmen des Szenarienmodells

Parameter	Wert / Bandbreite	Quelle
System-CAPEX Elektrolyse (EU-gefertigt, 2025)	≈ 2.100 €/kW (Alkalisch ~2.075; PEM ~2.196); Bandbreite 1.500–2.500 €/kW	European Hydrogen Observatory (o. D.)
Stack-Anteil an den Systemkosten	≈ 33 % (Bandbreite 30–45 %) → ~700 €/kW	BloombergNEF (2024); Detz & Weeda (2022)
Lernrate Elektrolyse/Brennstoffzelle	16–21 %	IRENA (2020)
Gesamt-Kostensenkungspotenzial (Systemebene)	≈ 40 % kurzfristig, bis 80 % langfristig	IRENA (2020)
Der Plattform zurechenbare Systemkostensenkung	5 % / 10 % / 15 % (Annahme, 3 Szenarien)	eigene Annahme
Ausbau Österreich bis 2030	Ziel 1 GW (Stand: 35,2 MWel installiert)	H ₂ -Strategie; Bericht, Kap. 3
Ausbau EU bis 2030	90–100 GW kumuliert (Ziel); EU-Fertigung ~13,1 GW/a (2025)	ACER (2025)
Adoption plattformentwickelter Technologie	AT-Teiladoption 0,3 GW / AT-Voll 1 GW / EU-Hebel 5 GW	Szenarioannahme

Parameter	Wert / Bandbreite	Quelle
Wertschöpfungsquote Fertigung (GVA/Umsatz)	30 %	GTAI (2024)

Der europäische Ausbau hinkt den Zielen deutlich hinterher (2024 nur rund 0,3 GW EU-Zubau; ACER, 2025). Das Ausbautempo ist damit das wesentliche Mengen- und Zeitrisko und wird über die Adoptionsvolumina abgebildet.

Kostensenkung bei Elektrolysetechnologien: Die zurechenbare Systemkostensenkung wird auf Basis der CAPEX-Referenz von 2.100 €/kW und eines angenommenen zurechenbaren Anteils der plattformentwickelten Technologie von 5 %, 10 % bzw. 15 % ermittelt. Daraus ergibt sich eine spezifische Kostensenkung von 105 €/kW, 210 €/kW bzw. 315 €/kW. Die absolute Kostenersparnis ergibt sich anschließend durch Multiplikation dieser spezifischen Kostensenkung mit der ausgerollten Kapazität, in der die entwickelte Plattformtechnologie tatsächlich eingesetzt wird, siehe Tabelle 8.

Tabelle 8 Kumulierte Systemkostensenkung nach Szenario und Adoptionsvolumen (Mio. €)

Szenario (zurechenbarer Anteil)	Δ €/kW	AT-Teiladoption 0,3 GW (M€)	AT-Volladoption 1 GW (M€)	EU-Hebel 5 GW (M€)
Konservativ (5 %)	105	31,5	105	525
Basis (10 %)	210	63,0	210	1.050
Optimistisch (15 %)	315	94,5	315	1.575

Als belastbare Kernschätzung dient die inländische Teiladoption (0,3 GW): rund 30–95 Mio. €. Bei vollständiger inländischer Adoption der 1-GW-Zielkapazität steigt der Wert auf 105–315 Mio. €. Die EU-Hebel-Spalte (Adoption bei ~5 % der europäischen Zielkapazität) illustriert das Exportpotenzial mit 0,5–1,6 Mrd. €. Bereits die konservative Kernschätzung liegt in der Größenordnung der Investition von 50 Mio. €.

Wertschöpfungspotenziale: Die Wertschöpfung wird über drei komplementäre Zugänge abgeschätzt:

- 1. Teilhabe am Ausrüstungs- und Zulieferwertschöpfungsmarkt:** Bei Erreichung der definierten Ausbauziele ergibt sich für den europäischen Ausrüstungsmarkt ein jährliches Marktvolumen in der Größenordnung von rund 30 Mrd. €. Diese

Abschätzung basiert auf einer jährlich neu installierten Kapazität von etwa 15 GW und einer CAPEX-Referenz von 2.100 €/kW. Österreich positioniert sich in diesem Markt nicht primär als Massenfertigungsstandort, sondern als spezialisierter Enabling- und Systemanbieter. Die adressierbare heimische Wertschöpfung umfasst daher insbesondere hochwertige Komponenten, Balance-of-Plant-Systeme, Systemintegration, Engineering-, Prüf-, Validierungs- und begleitende Dienstleistungen. Bei einem österreichischen Erfassungsanteil von 1,5 % ergibt sich somit ein Umsatz von 0,45 Mrd. €/a. Bei einer Bruttowertschöpfungsquote von 30 % (GTAI, 2024) ergibt sich eine Bruttowertschöpfung von rund 135 Mio. €/a.

2. **Hebelbenchmark nach imec-Vorbild:** Der imec-Hebel von 11,7 € je Förder-Euro (imec, 2024) entspräche auf 50 Mio. € rechnerisch rund 585 Mio. € über ~10 Jahre – der Benchmark eines gereiften Spitzenzentrums und keine Prognose für das empfohlene Infrastrukturkonzept. Realistischer für eine Aufbauphase ist ein Hebel von 2:1 bis 5:1, entsprechend rund 100–250 Mio. € kumuliert, was die Investition von 50 Mio. € deutlich übersteigt.
3. **Bottom-up aus den Ziel-KPIs** gemäß Tabelle 9: Die daraus abgeleitete Untergrenze ist die am besten abgesicherte Abschätzung.

Tabelle 9 High-Level- und operative Ziel-KPIs der Infrastruktur

Ebene	Ziel-KPIs (bis 10 Jahre ab Betriebsbeginn)
Impact	2–5 Scale-ups/Spin-offs; 25–50 Mio. € Folgeinvestitionen; >10 direkte hochwertige Arbeitsplätze plus deutlich höherer indirekter Beschäftigungseffekt
Innovation	ca. 15 Industrieprojekte/Jahr; 4–6 Patentfamilien/Jahr; Industrieanteil bis 50 %, je nach Finanzierungsoption
Plattform	>300 Nutzer:innen, davon >150 KMU und Start-ups; Zielauslastung ca. 70 %
Operativ	Materialentwicklung bis zu 5× schneller (z.B. 4 statt 20 Jahre); 25–50 % weniger Iterationen in der Prozessentwicklung; Stack-Performance: Lebensdauer erhöht, Degradation reduziert; interoperable Daten- und KI-Plattform nach FAIR-Prinzipien

8.4 Skalierungspotenziale und Bedarfsnachweis

Die Interviews mit Industrieunternehmen, die Online-Umfrage (37 Unternehmen, Kapitel 5.2) und die europäische TI-Erhebung – rund 90 % der in Elektrolyse und Brennstoffzellen tätigen Unternehmen bewerten die bestehenden Technologieinfrastruktur-Kapazitäten als unzureichend (Europäische Kommission, 2025b) – belegen den Bedarf: Nahezu alle

befragten Unternehmen nutzen bereits externe Forschungsinfrastruktur und priorisieren für die Zukunft anwendungsorientierte Entwicklungs-, Fertigungs- und Testkapazitäten. Der Bedarf spiegelt sich auch unmittelbar in der europäischen Programm- und Marktlandschaft:

- **Die Clean Hydrogen Partnership schreibt gezielt Themen zur Behebung von Fertigungsengpässen aus** – Komponentenzufuhr, Fertigungsprozesse, End-of-Line-Testing, Design-for-Manufacture, Automatisierung, In-Line-Qualitätskontrolle und KI/ML zur Skalierung (TRL 5/6, MRL 5) – also exakt das Leistungsprofil des empfohlenen Infrastrukturkonzepts (Europäische Kommission, o. D.-a).
- Europäische Scale-up-Projekte wie SCALE-AEM² und GREENH2ATLANTIC³ benennen den **Mangel an Fertigungsstandardisierung und Automatisierung** ausdrücklich als zentralen Skalierungsengpass.
- **Die Deployment-Lücke ist groß:** Gemäß Projektpipeline ist bis 2030 ein 15- bis 30-facher Ausbau der Elektrolysekapazität erforderlich (IRENA, 2020). Auch wenn diese Pipeline laufenden Anpassungen unterzogen ist, strebt die EU 90–100 GW Elektrolyse für 10 Mt lokaler Wasserstoffproduktion an. Der reale Zubau hinkt diesen Zielen jedoch deutlich hinterher (ACER, 2025) – Kosten und Fertigungsreife gelten als wesentliche Barrieren, die die Plattform adressiert.

Mit dem prognostizierten Markthochlauf von Elektrolyseuren und Brennstoffzellen eröffnen sich Skalierungspotenziale entlang der gesamten industriellen Wertschöpfungskette: für Großkonzerne mit Elektrolysefokus (u.a. AVL List, Andritz, Bosch, Siemens Energy), für die Automotive- und metallverarbeitende Zulieferindustrie, den Anlagen- und Sondermaschinenbau, Leistungselektronik sowie Mess- und Analysetechnik. Der eigentliche Engpass beim Hochlauf liegt heute weniger in der Technologie selbst als in der Fertigungsreife (Manufacturing Readiness): Automatisierung, Standardisierung, In-Line-Qualitätssicherung und Design-for-Manufacture. Genau hier setzt die semi-industrielle Stackfabrikation der Plattform an (Roboterlinie, additive Fertigung, Vollflächen-Stack-Teststände für PEM, AEM/AEL und SOE, In-Line-Analytik):

- **Validierung der Massenfertigungstauglichkeit vor der Gigafactory-Investition:** Unternehmen können skalierbare Fertigungsprozesse auf Pilot-/Vorserienniveau absichern, bevor sie zwei- bis dreistellige Millionenbeträge in eigene Serienfertigung binden. Dass dieser Schritt marktseitig hoch relevant ist, zeigen die aktuell

² [Projektwebsite SCALE-AEM \(scale-aem-project.eu\)](https://scale-aem-project.eu)

³ [Projektwebsite GreenH2Atlantic \(greenh2atlantic.com\)](https://greenh2atlantic.com)

entstehenden, hochautomatisierten Stack-Gigafabriken (u.a. Air Liquide/Siemens Energy in Berlin, Hochlauf von 1 auf ≥ 3 GW/Jahr [H2 News, 2023]; MAN Energy Solutions/Quest One in Hamburg, > 5 GW/Jahr auf zwei automatisierten Linien [Everllence, 2024]).

- **Erschließung der zentralen Kostenhebel:** Der Übergang von manueller zu vollautomatisierter Fertigung samt Standardisierung kann die Stackkosten laut IRENA um 60–70 % senken (IRENA, 2020). Die Plattform baut genau diese Fähigkeit national auf und macht sie über Open-Access breit verfügbar.
- **Transformation der Zulieferindustrie:** Präzisionsfertigungs-Know-how der Automotive- und metallverarbeitenden Zulieferindustrie kann in die Elektrolyseur- und Brennstoffzellenfertigung überführt werden (Stoßrichtung B). Die Plattform ist der Ort, an dem dieser Transfer erprobt und abgesichert wird.
- **Niederschwelliger Zugang für KMU und Start-ups:** Über den Open-Access-Mechanismus können kleine, forschungsintensive Akteure ihre Technologien auf Serientauglichkeit prüfen, bevor sie skalieren – ohne prohibitive Eigeninvestitionen (Gap E).

8.5 USP und Differenzierung

Die Plattform positioniert sich als End-to-End-Infrastruktur von der Materialentwicklung über die Fertigung bis zu in-/ex-operando Test und Validierung, in dieser vollintegrierten Form zumindest auf europäischer Ebene einzigartig.

Differenzierende Merkmale sind der Ansatz „digital first and digital full“ (vollumfänglicher, KI-Agenten-basierter digitaler Zwilling von Beginn an), die konsequente Verankerung von Kreislaufwirtschaft und „Safe and Sustainable by Design“ sowie der imec-ähnliche Ansatz für Cleantech/Wasserstoff: Kombination aus Forschung und Pilotproduktion auf einer offenen, neutralen Plattform für Industrie, KMU und Start-ups.

Im Vordergrund steht dabei der Transfer von Wissen aus der Grundlagenforschung in Markt und Wertschöpfung: Die Plattform verbindet die Grundlagenforschung an Universitäten und Forschungseinrichtungen über den Bereich mittlerer Reifegrade (TRL/MRL 3–7) unmittelbar mit der industriellen Anwendung, sodass Forschungsergebnisse schneller zu Produkten, Fertigungsprozessen und Wertschöpfung in Österreich führen. Ihre Module für KI-gestützte Materialentwicklung, kombinatorische Abscheidung, Hochdurchsatz-Charakterisierung, additive Fertigung und Analytik sind nicht

auf Wasserstofftechnologien beschränkt. Sie bauen auf der Materialwissenschaft auf, einer besonderen Stärke Österreichs, und können so weitere Schlüsseltechnologien und Stärkefelder der Industriestrategie Österreich 2035 adressieren, etwa „Fortgeschrittene Werkstoffe“, „Energie- und Umwelttechnologien“, „Weltraum- und Luftfahrttechnologien“ und „Mobilitätstechnologien“, und damit Branchen wie die Automotive-Zulieferindustrie und die Metallverarbeitung. Zudem lassen sich mit Elektrolyse und Brennstoffzelle verwandte elektrochemische Technologien in der semi-automatisierten Plattform entwickeln und testen, etwa (elektro-)katalytische Technologien zur CO₂-Abscheidung und -Konversion, die Co-Elektrolyse oder weitere Power-to-X-Verfahren. Dass auch hier Bedarf besteht, zeigt die TI-Erhebung der Europäischen Kommission, die für CO₂-Abscheidung und -Speicherung einen Anteil fehlender Technologieinfrastruktur von 70 % ausweist (Europäische Kommission, 2025b). Diese Variabilität erhöht die Auslastungssicherheit der Infrastruktur und verringert ihre Abhängigkeit vom Markthochlauf einzelner Wasserstofftechnologien.

9 Zusammenführung, Bewertung und Empfehlung (AP6)

9.1 Bewertungsrahmen

Zur objektiven Entscheidungsfindung wurde ein Rahmen aus allgemein zugänglichen Kriterien definiert (KPIs gemäß Anhang C, u.a. Reduktion von Treibhausgasen, Energieverbrauch und -effizienz, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, Anzahl Industrieprojekte und Schutzrechte, Recyclingfähigkeit, Plattformnutzung). Die Bewertung der Investitionsoptionen entlang dieses Rahmens bestätigt das in Kapitel 7 dargestellte Konzept als beste Alternative: Es adressiert die identifizierten Gaps A–E direkt und die Gaps F–G indirekt (über Schnittstellen und Governance), erzielt die höchste strategische Passung zu Wasserstoff- und Industriestrategie, bleibt komplementär zur europäischen Infrastrukturlandschaft (keine Doppelstruktur zu MW-Demo und Referenzfabriken) und weist mit 50 Mio. € ein im europäischen Benchmark-Vergleich (74–120 Mio. € je ITZ-Standort) effizientes Investitionsvolumen mit hoher Hebelwirkung auf.

9.2 Handlungsempfehlungen

1. Investitionsentscheidung: Umsetzung der komplementären Infrastruktur für Zellfabrikation und Stackfabrikation mit einem Gesamtvolumen von 50 Mio. € (36,5 Mio. € CAPEX, 13,5 Mio. € OPEX über 5 Jahre) als ein gemeinsames, digital integriertes Vorhaben.
2. Stufenweise Umsetzung: Jahr 1 Planung und Beschaffung, Jahr 2 Installation, Jahre 3–4 zweistufiger Hochlauf, Jahr 5 Projektfinalisierung; Meilenstein-basierte Freigaben und externe Zwischenevaluierung analog imec-Modell.
3. Finanzierungsarchitektur: Grundsätzlich bietet eine Vollfinanzierung (Option B) die höchste Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen und zeitnahen Umsetzung für den Aufbau einer nationalen, offen zugänglichen Forschungsinfrastruktur. Alternativ stellt Option C (Hybridansatz) eine gut ausbalancierte Variante zwischen öffentlicher Förderung und zusätzlichen (privaten) Investments bzw. europäischer Förderung dar.
4. Governance nach Best Practice: neutrale Plattform mit klaren IP- und Zugangsregeln; wissenschaftlich-industrielles Advisory Board; KPI-System nach RACER mit Trennung

von jährlichem Monitoring und periodischen Impact-Studien; regelmäßige externe Evaluierungen. Institutionelle Verankerung an etablierten Leitinstitutionen anhand der Kriterien aus Kap. 7.3 (komplementäre Basisinfrastruktur, Personal- und Betriebskonzept, Open-Access-Fähigkeit, beihilfekonforme Trennungsrechnung).

5. Open Access für KMU und Start-ups: governance- und finanzierungsseitig abgesicherter „Fast-Track“ (z.B. Voucher-/Prepaid-Modelle), um Gap E zu schließen und die Plattformziele (>150 KMU/Start-ups) zu erreichen. Die Zugangs-, Vertrags- und Servicegestaltung sollte sich dabei an der EU-Charta für den Zugang von Nutzern aus der Wirtschaft zu Forschungs- und Technologieinfrastrukturen orientieren, deren Grundsätze die Trägerinstitutionen formell annehmen sollten (Europäische Kommission, 2026b). Dies stärkt die europäische Sichtbarkeit der Infrastruktur und signalisiert Industrienutzern verlässliche, harmonisierte Zugangsbedingungen.
6. Nationale Koordination und europäische Einbettung (Gap G): institutionenübergreifende Abstimmung mit bestehenden Zentren (H2-C Leoben, HyBRID Wels, MECS, LHL); aktive Anbindung an Clean Hydrogen Partnership, Hydrogen Europe Research, ERIC-Strukturen und Hydrogen Valleys; Beiträge zu Standardisierung und Zertifizierung.
7. Förderpolitische Begleitung: Schließung der identifizierten Förderlücke beim Übergang von der Forschungsinfrastruktur in die umsetzungsnahe Demonstration (sinkende Quoten bei experimenteller Entwicklung und wirtschaftsnaher Nutzung) durch eine durchgängige Förderlogik über den gesamten TRL/MRL-Pfad.

9.3 Conclusio

Österreich verfügt über die wissenschaftliche Exzellenz, die industrielle Basis und die institutionellen Stärkefelder, um im europäischen Wasserstoff-Ökosystem eine klar differenzierte Rolle einzunehmen. Die empfohlene Investition von 50 Mio. € in eine KI-gestützte, digital voll integrierte Zell- und Stackfabrikationsplattform schließt die zentrale Lücke zwischen Materialforschung und industrieller Umsetzung, hebt vorhandene Stärken („Stärken stärken“), mobilisiert KMU und Start-ups und schafft ein auf europäischer Ebene einzigartiges Alleinstellungsmerkmal.

Im Vordergrund steht dabei der Transfer von Wissen aus der Grundlagenforschung in Markt und Wertschöpfung: Die Plattform verbindet die Grundlagenforschung an Universitäten und Forschungseinrichtungen über den Bereich mittlerer Reifegrade (TRL/MRL 3–7) unmittelbar mit der industriellen Anwendung, sodass

Forschungsergebnisse schneller zu Produkten, Fertigungsprozessen und Wertschöpfung in Österreich führen. Ihre Module für KI-gestützte Materialentwicklung, kombinatorische Abscheidung, Hochdurchsatz-Charakterisierung, additive Fertigung und Analytik sind nicht auf Wasserstofftechnologien beschränkt. Sie bauen auf der Materialwissenschaft auf, einer besonderen Stärke Österreichs, und können so weitere Schlüsseltechnologien und Stärkefelder der Industriestrategie Österreich 2035 adressieren, etwa „Fortgeschrittene Werkstoffe“, „Energie- und Umwelttechnologien“, „Weltraum- und Luftfahrttechnologien“ und „Mobilitätstechnologien“, und damit Branchen wie die Automotive-Zulieferindustrie und die Metallverarbeitung. Zudem lassen sich mit Elektrolyse und Brennstoffzelle verwandte elektrochemische Technologien in der semi-automatisierten Plattform entwickeln und testen, etwa (elektro-)katalytische Technologien zur CO₂-Abscheidung und -Konversion, die Co-Elektrolyse oder weitere Power-to-X-Verfahren. Dass auch hier Bedarf besteht, zeigt die TI-Erhebung der Europäischen Kommission, die für CO₂-Abscheidung und -Speicherung einen Anteil fehlender Technologieinfrastruktur von 70 % ausweist (Europäische Kommission, 2025b). Diese Variabilität erhöht die Auslastungssicherheit der Infrastruktur und verringert ihre Abhängigkeit vom Markthochlauf einzelner Wasserstofftechnologien.

Die empfohlene Investition ist damit ein konkreter, effizienter und wirkungsorientierter Schritt zur Umsetzung der Wasserstoffstrategie und der Industriestrategie Österreich 2035 – vorausgesetzt, Aufbau-, Betriebs- und Governance-Fragen werden, wie in den Handlungsempfehlungen dargelegt, von Beginn an gemeinsam gedacht.

10 Quellenverzeichnis

ACER. (2025). European hydrogen markets 2025 Monitoring Report.

acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Publications/ACER-2025-European-hydrogen-markets.pdf

AGVO. (2014). Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung, Verordnung (EU) Nr.

651/2014. eur-lex.europa.eu/eli/reg/2014/651/oj?locale=de; eur-lex.europa.eu/DE/legal-content/summary/general-block-exemption-regulation.html

ARR. (2014). Allgemeine Rahmenrichtlinien für die Gewährung von Förderungen aus Bundesmitteln (ARR 2014), Fassung vom 25.06.2026.

ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008920

BloombergNEF. (2024, Mai). Hydrogen Supply Outlook 2024: A Reality Check. Abgerufen am 21.07.2026, von about.bnef.com/insights/clean-energy/hydrogen-supply-outlook-2024-a-reality-check

BMIMI. (o. D.). FFG-Strukturen-Richtlinie 2024–2026.

bmimi.gv.at/themen/innovation/foerderrecht/richtlinien-2024.html

BMK & BMAW. (2022). Wasserstoffstrategie für Österreich (2022) und Umsetzungsbericht (2024). bmwet.gv.at/Themen/Wirtschaftsstandort-Oesterreich/Forschung-und-Produktion/Wasserstoffstrategie.html

BMWET. (o. D.). Industriestrategie Österreich 2035.

bmwet.gv.at/Themen/industriestrategie.html

CETPartnership. (o. D.). CETP (Clean Energy Transition Partnership). cetpartnership.eu

Clean Hydrogen Partnership. (2026). Call for Proposals 2026 (105 Mio. €, 21 Themen, Einreichfrist 15.04.2026). clean-hydrogen.europa.eu

Del Bo, C. F. (2016). The rate of return to investment in R&D: The case of research infrastructures. *Technological Forecasting & Social Change*, 112, 26–37.
doi.org/10.1016/j.techfore.2016.02.018

Detz, R. J., & Weeda, M. (2022). Projections of Electrolyzer Investment Cost Reduction through Learning Curve Analysis. TNO. energy.nl/wp-content/uploads/tno-2022-p10111_detzweeda_projections-of-electrolyzer-investment-cost-reduction-through-learning-curve-analysis.pdf

EARTO. (2020). Setting up a European Strategy for Technology Infrastructures – The RTOs' View. earto.eu/wp-content/uploads/EARTO-Paper-Setting-up-a-European-Strategy-for-Technology-Infrastructures-Final.pdf

EIB. (o. D.). EIB offers financing and advisory support for renewable hydrogen projects. Europäische Investitionsbank. eib.org/en/press/news/eib-offers-financing-and-advisory-support-for-renewable-hydrogen-projects

EIB. (2026). EIB provides €450 million financing for OMV's flagship green hydrogen project. Europäische Investitionsbank. eib.org/en/press/all/2026-248

ERIC-Forum. (o. D.). ERIC-Forum (European Research Infrastructure Consortium). eric-forum.eu

ESFRI. (o. D.). ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructure). esfri.eu

Europäische Kommission. (o. D.-a). HORIZON-JU-CLEANH2-2025-01-03: Scale-up and Optimisation of manufacturing processes for electrolyser materials, cells, or stacks. cordis.europa.eu/programme/id/HORIZON_HORIZON-JU-CLEANH2-2025-01-03

Europäische Kommission. (o. D.-b). Innovation Fund. climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund

Europäische Kommission. (o. D.-c). IPCEI (Important Projects of Common European Interest). competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/ipcei_en; ffg.at/ipcei-important-projects-common-european-interest

Europäische Kommission. (2009). Impact Assessment Guidelines. ec.europa.eu/smart-regulation/impact/ia_carried_out/cia_2009_en.htm

Europäische Kommission. (2019). Technology Infrastructures (Commission Staff Working Document SWD(2019) 158 final).

Europäische Kommission. (2024). Advanced Materials for Industrial Leadership (Mitteilung COM(2024) 98 final).

Europäische Kommission. (2025a). A European Strategy on Research and Technology Infrastructures (Mitteilung COM(2025) 497 final, 15. September 2025).

Europäische Kommission. (2025b). Towards a European policy for technology infrastructures: Building bridges to competitiveness. Generaldirektion Forschung und Innovation. op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ebbad86c-ea87-11ef-b5e9-01aa75ed71a1/language-en

Europäische Kommission. (2026a). AccelerateEU – Energy Union: Affordable and Secure Energy through Accelerated Action (Mitteilung). energy.ec.europa.eu

Europäische Kommission. (2026b). Charta für den Zugang von Nutzern aus der Wirtschaft zu Forschungs- und Technologieinfrastrukturen (C/2026/4100, ABl. C vom 28.7.2026). data.europa.eu/eli/C/2026/4100/oj

European Hydrogen Observatory. (o. D.). Electrolyser cost (Reference year 2025). Abgerufen am 21.07.2026, von observatory.clean-hydrogen.europa.eu/hydrogen-landscape/production-trade-and-cost/electrolyser-cost

Everllence. (2024). Meilenstein für grüne Wasserstoffwirtschaft: Quest One und MAN Energy Solutions eröffnen neuen Gigahub. Abgerufen am 21.07.2026, von man-es.com/de/unternehmen/pressemitteilungen/press-details/2024/10/01/meilenstein-f%C3%BCr-gr%C3%BCne-wasserstoffwirtschaft---quest-one-und-man-energy-solutions-er%C3%B6ffnen-neuen-gigahub

FFG. (o. D.). FFG Horizon Europe. ffg.at/en/Europe/HorizonEurope

FFG. (2025). F&E-Infrastrukturförderung; Ausschreibung Technologieinfrastrukturen 2025 (Einreichfrist 25.02.2026). ffg.at/FuE-Infrastrukturfoerderung_2024; ffg.at/ausschreibung/technologieinfrastrukturfoerderung-2025

FFG. (2026). Energieforschung 2026 (Einreichung 27.05.–30.09.2026). ffg.at/2026-Ausschreibung-Energieforschung

Frontier Economics. (2023, März). Rate of Return to Investment in R&D. frontier-economics.com/media/015adtpq/rate-of-return.pdf

GTAI. (2024). Österreichs Maschinenbau ist noch ohne Drive. Abgerufen am 21.07.2026, von gtai.de/de/trade/oesterreich-wirtschaft/maschinen-und-anlagenbau

H2 News. (2023). Siemens Energy und Air Liquide eröffnen Gigawatt-Fabrik für Elektrolyseure. Abgerufen am 21.07.2026, von h2-news.de/wirtschaft-unternehmen/siemens-energy-und-air-liquide-eroeffnen-gigawatt-fabrik-fuer-elektrolyseure

Hydrogen Europe Research. (2025). Position Paper on Research and Technology Infrastructures. hydrogeneuroperesearch.eu/storage/9adafd92-be34-4d80-a898-3cd9e67b37ce.pdf

HyPA. (2026). Förderungen (Förderlandschaft Wasserstoff, Stand März 2026); Elektrolyse-Bestand Österreich (35,2 MWel, Stand Juni 2026). hypa.at/politik/foerderungen; hypa.at

HyPA-Beirat. (2024). Positionspapier zu Forschungsinfrastruktur für erneuerbaren Wasserstoff in Österreich (finale Version 05.09.2024). hypa.at

imec. (2024). About imec; Imec in 2024 – an overview (Jahresrückblick); Flämische Regierung/imec: Strategic Agreement 2017–2021 (Basisfinanzierung 108 Mio. €/Jahr); unabhängige Impact-Studie Flandern 2014–2023. imec-int.com/en/about-us; imec-int.com/en/articles/imec-2024-overview

Industriewirtschaftliches Institut. (2021). Wasserstoffwirtschaft Österreich. Im Auftrag von WKO – Außenwirtschaft Austria. wko.at/oe/news/wasserstoffwirtschaft-oesterreich-bericht.pdf

IRENA. (2020). Green Hydrogen Cost Reduction – Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5 °C Climate Goal. irena.org/publications/2020/Dec/Green-hydrogen-cost-reduction

Klima- und Energiefonds & FFG. (2025). Leitfaden FTI-Initiative Transformation der Industrie 2025. klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/2025/09/Leitfaden-TDI-2025.pdf

KPC. (2026). Transformation der Industrie, Ausschreibung April 2026 (Investitionszuschuss). umweltfoerderung.at/betriebe/transformationindustrie1-2026

NFFR. (2026). NFFR 2021–2027 (Nationale Förderfähigkeitsregeln), Version 6.0 vom 15. April 2026. efre.gv.at/downloads/rechtsgrundlagen

OECD. (2019). Reference Framework for Assessing the Scientific and Socio-economic Impact of Research Infrastructures (OECD Science, Technology and Industry Policy Papers No. 65). doi.org/10.1787/3ffee43b-en

RI-PATHS. (o. D.). RI-PATHS (Research Infrastructures' Impact Assessment Toolkit). ri-paths-tool.eu/en

Stegmüller, S., Block, L., Assefaw, B. S., Schlömer, J. M., Keicher, L., & Borrmann, D. (2026). *ELAB2040 – Kurzstudie: Wertschöpfung und Beschäftigung in der Automobilindustrie*. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. publica.fraunhofer.de/entities/publication/11dfe8d3-d6ea-4b98-92d4-2032050c2d91

Sussex, J., Feng, Y., Mestre-Ferrandiz, J., Pistollato, M., Hafner, M., Burridge, P., & Grant, J. (2016). Quantifying the economic impact of government and charity funding of medical research on private research and development funding in the United Kingdom. *BMC Medicine*, 14, 32. doi.org/10.1186/s12916-016-0564-z

11 Abkürzungsverzeichnis

AC2T	AC2T Research GmbH
AEL / AEM / PEM / PCC / SOE(C)	Alkalische / Anionenaustauschmembran- / Protonenaustauschmembran- / protonenleitend-keramische / Festoxid-Elektrolyse(zelle)
AGVO	Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung (VO (EU) 651/2014)
AIT	AIT Austrian Institute of Technology GmbH
ARR	Allgemeine Rahmenrichtlinien für die Gewährung von Förderungen aus Bundesmitteln
BEST	BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH
BMIMI	Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur
BOS / BOP	Balance of System / Balance of Plant
BZ	Brennstoffzelle
CAPEX / OPEX	Investitionsausgaben / Betriebsausgaben
CRM / SRM	Critical / Strategic Raw Materials
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
ERIC	Konsortium für eine europäische Forschungsinfrastruktur
ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructures
FAIR	Findable, Accessible, Interoperable, Reusable (Datenprinzipien)
FFG	Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft
FWCI	Field-Weighted Citation Impact (feldnormalisierte Zitationswirkung)
HRS	Hydrogen Refuelling Station (Wasserstofftankstelle)
HyPA	Hydrogen Partnership Austria
H ₂ -ICE	Wasserstoff-Verbrennungsmotor (Internal Combustion Engine)
IBW	Investitionen in Beschäftigung und Wachstum
IPCEI	Important Projects of Common European Interest
ITZ	Innovations- und Technologiezentrum Wasserstoff (Deutschland)

JTF	Just Transition Fund
KMU / GU	Kleine und mittlere Unternehmen / Großunternehmen
KPI	Key Performance Indicator
K1-MET	K1-MET GmbH
LCA	Life Cycle Assessment (Ökobilanz)
LEC	LEC (Large Engine Competence Center) GmbH
LH ₂	Flüssigwasserstoff
LOI / LOC	Letter of Intent / Letter of Commitment
MAP	Materials Acceleration Platform
MCL	Materials Center Leoben Forschung GmbH
MEA / CCM	Membran-Elektroden-Einheit / Catalyst Coated Membrane
MRL / TRL	Manufacturing / Technology Readiness Level
NFFR	Subsidiäre nationale Regeln für die Förderfähigkeit von Kosten 2021–2027
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PCCL	Polymer Competence Center Leoben GmbH
RACER	Relevant, Accepted, Credible, Easy, Robust
RED III	Renewable Energy Directive III (EU-Erneuerbaren-Richtlinie)
RI-PATHS	Research Infrastructure Impact Assessment Pathways
SSbD	Safe and Sustainable by Design
VZÄ	Vollzeitäquivalente

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Arbeitspakete und zugehörige, zentrale Projektergebnisse	15
Tabelle 2 Ländervergleich F&E-Infrastruktur	26
Tabelle 3 Vergleich der Finanzierung deutscher ITZ-Standorte und des ZSW (Details in Anhang E).....	28
Tabelle 4 Zusammenfassung der notwendigen Investitionen für Zell- und Stackfabrikation (Gesamtinvestition 50 Mio. €).....	36
Tabelle 5 Unterschiedliche Finanzierungsoptionen für das empfohlene Infrastrukturkonzept	45
Tabelle 6 Risikoanalyse und Maßnahmenplanung (Bewertung: Eintrittswahrscheinlichkeit / Auswirkung).....	46
Tabelle 7 Eingangsgrößen und Annahmen des Szenariomodells	50
Tabelle 8 Kumulierte Systemkostensenkung nach Szenario und Adoptionsvolumen (Mio. €)	51
Tabelle 9 High-Level- und operative Ziel-KPIs der Infrastruktur	52
Tabelle 10 Module, CAPEX und OPEX-Aufbau	131
Tabelle 11 Nationale Forschungs-Förderinstrumente – Übersicht.....	132
Tabelle 12 Nationale KPC-Förderinstrumente – Übersicht.....	133
Tabelle 13 Europäische Förderprogramme – Übersicht	134
Tabelle 14 Ergebnis Option A	135
Tabelle 15 Vergleich der drei Finanzierungsoptionen	138
Tabelle 16 Stufenweise Ausbau-Roadmap mit ~15-Mio.-€-Anker.....	141
Tabelle 17 Typologie der Finanzierungsmodelle.....	142
Tabelle 18 Master-Matrix – Quervergleich der zwölf Referenzfälle.....	145
Tabelle 19 Industriekooperations- und IP-Modelle ausgewählter Referenzfälle	147
Tabelle 20 Open-Access-Zugangs- und IP-Matrix.....	148
Tabelle 21 Zentrale Risiken und Gegenmaßnahmen	150
Tabelle A-1 H2-Forschungsinfrastruktur in Österreich	69
Tabelle B-1 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Deutschland.....	81
Tabelle B-2 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Italien.....	90
Tabelle B-3 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Spanien	93
Tabelle B-4 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Frankreich	98

Tabelle B-5 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Niederlande	100
Tabelle B-6 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Dänemark	104
Tabelle B-7 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Norwegen	105
Tabelle B-8 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Schweiz	107
Tabelle B-9 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Finnland	109
Tabelle B-10 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Slowenien	110
Tabelle B-11 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Belgien	111
Tabelle B-12 H2-Forschungsinfrastruktur in Europa – Tschechische Republik.....	112
Tabelle C-1 Definition wissenschaftlicher KPIs.....	113
Tabelle C-2 Definition ökologischer KPIs.....	114
Tabelle C-3 Definition ökonomischer KPIs	114
Tabelle C-4 Definition gesellschaftlicher KPIs	115
Tabelle D-1 Österreichische Förderlandschaft mit Fokus auf H2-F&E-Infrastruktur	117
Tabelle D-2 EU-weite Förderlandschaft mit Bezug zu H2-F&E-Infrastruktur.....	119
Tabelle H-1 Module, Komponenten und CAPEX der Zellfabrikation (Datentabelle zu Abbildung H-1).....	127
Tabelle H-2 Module, Komponenten und CAPEX der Stackfabrikation (Datentabelle zu Abbildung H-2).....	129

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Schlüsseltechnologien der Industriestrategie Österreich 2035.....	17
Abbildung 2 Anzahl H2-Produktschwerpunkte in Österreich	18
Abbildung 3 Anteil fehlender TIs in Technologiefeldern, die von Unternehmen als Investitionspriorität für die nächsten zwei Jahre gesehen werden.....	21
Abbildung 4 Mapping der österreichischen Wasserstoffforschung (Institutionen und Technologiefelder)	22
Abbildung 5 Mapping Österreich – Elektrolyse-Technologien sowie KI und Robotik.....	23
Abbildung 6 Workflow-Gesamtübersicht der Stack-Entwicklung (geschlossener, KI-gestützter Entwicklungszyklus)	37
Abbildung 7 Workflow-Gesamtübersicht mit Datenplattform, Governance-Schnittstelle und Kundenzugang.....	38
Abbildung 8 Nationale Einbindung und Ökosystem entlang TRL und MRL	39
Abbildung 9 Nationale und europäische FTI-Förderungen sowie Anschlussförderungen 2026 in Mio. €.....	42
 Abbildung F-1 Die österreichische Förderlandschaft – rechtlicher Rahmen, Beihilfenrecht, Förderinstitutionen, Förderprozess und Wechselwirkungen	 123
 Abbildung H-1 Notwendige Infrastruktur für die Zellfabrikation (CAPEX-Module).....	 127
Abbildung H-2 Notwendige Infrastruktur für die Stackfabrikation (CAPEX-Module).....	129

Anhang A: Mapping der H₂-Forschungsinfrastruktur in Österreich

Stand: 31.05.2026. Quellen: Hydrogen Research Map Austria, Forschungsinfrastrukturdatenbank des BMBWF, Energieforschungserhebung 2023, FFG-Ausschreibungen, eigene Erhebung.

Tabelle A-1 H₂-Forschungsinfrastruktur in Österreich

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
HyCentA an der TU Graz	COMET Forschungszentrum für elektrochemische Systeme und Wasserstofftechnologie	AEM Elektrolyse Einzel- und Shortstackteststand; AEM Elektrolyse Stapelteststand bis zu 20 kW; Autoklav zur H ₂ -Materialkompatibilitäts-Bestimmung und Versprödung von Stählen; BZ-Kathodensubsystemprüfstand; EHC Elektrochemischer Kompressionsteststand „HE-RON“;	2 - 8	Material, Komponente, Zelle, Stack, System	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	alle	Aktuell findet eine Erweiterung um ein zusätzliches 300 m ² großes Laborgebäude statt mit Zell- und Stapeltestständen; ca. 5

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
	gien(F&E Infrastruktur mit ca. 1200 m²)	Ejector Teststand für PEM-Brennstoffzellen; Faraday - elektrochemisches Labor mit Spraycoater; Gasanalyselabor zur Bestimmung ISO 14687-2 „Boltzmann“; H₂-Tankstelle für 350 und 700 bar inkl. Cold-Fill; Hochdruckprüfstand „Pascal“ für Gasdruckspeicher und Komponenten bis 875 bar; Impedanzspektroskopie; Komponentenprüfstand „Deimann“ und „Troostwijk“; Korrosionsteststand für Bi-Polarplatten von PEM Brennstoffzellen; Massen-Eichmesstechnik für Wasserstofftankstellen; Metallhydridspeicherteststand; PEM Brennstoffzellen-Stackteststand; PEM Brennstoffzellen-Systemprüfstand „Schönbein“; PEM Elektrolyse Stapelteststand bis zu 160 kW / 6000 A; PEM Elektrolyse Stapelteststand bis zu 20 kW; PEM-Elektrolyse Einzelzell-Teststand;					M€ Gesamtinvestition

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
		Probenahmesystem zur Analyse von Gasqualität an Tankstellen und in Produktionsprozessen; Testzelle für Wasserstoffpermeation bis zu 875 bar für Kunststoffe/Komposite; CAX Labor mit high-performance computing server					
TU Graz	Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme	FC-Prüfstand bis zu 200 kW; 8 H₂-ICE Motorenprüfstände bis zu 400 kW (PKW, LKW); Optischer Motor für die Grundlagenforschung; Wasserstofftauglicher Rollenprüfstand für LkWs; Umfassende Prüfstände und Labore für Prüfung von Komponenten, Thermisches Management und Thermodynamische Simulation von Speicher- und Verteilungssystemen	3-8	Komponenten, Stack und Systeme bis zu Fahrzeugen	Speicher, Endanwendung	Mobilität	–
TU Graz	LEC: COMET Forschungszentrum für Großmotoren	H₂-ICE 4 Prüfstände für Einzylinder-Forschungsmotoren bis zu 900 kw Vollmotorprüfstand bis 3,5 MW im Bau Konzepte für H₂, H₂-haltige Gase und H₂-basierte E-Treibstoffe Konzepte für H₂ haltige Gase und H₂-basierte E-Fuels (Methanol, etc.)	3-8	Motoren: Komponenten und Systeme	Endanwendung	Mobilität	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
		Hochflexible Kraftstoffversorgung (6 Komponenten, Gasmischer, etc.) Umfassende Mess-/Sicherheitstechnik					
TU Graz	Institut für Wärmetechnik: S5-HT SOFC Stack Prüfstand	Untersuchung von Hochtemperaturbrennstoffzellen- und Elektrolysesystemen von einigen Watts bis 3 kW Spezifikationen: • Elektronisch geregelter Haubenofen mit 4 optischen Zugängen in Größe je 10cm x 10cm • 4 Massendurchflussregler: Wasserstoff, Stickstoff, Formiergas und Luft • Leistungsfähige Messwerterfassungs- und Auswertesysteme mit der erforderlichen Software • Elektronische Last bis 3 kW • Netzteil bis 6 kW	1 - 5	Material, Komponente, Zelle, Short-Stacks	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	alle	Relevant für Standort Hy-CentA/TU Graz
TU Graz	Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik: Brennstoffzellen- und Wasserstofflabor	Materialentwicklung und -prüfung für Brennstoffzellen • Langzeiterprobung von Brennstoffzellensystemen • Bewertung von Degradationsmechanismen für Brennstoffzellen • Vordruck-Wasserstofferzeugung über Chemical-Looping-Verfahren • Erzeugung und Reinigung von Wasserstoff über den Reformer-Dampfisenkreislauf	1 - 5	Material, Komponente, Zelle, Short-Stacks	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	alle	Relevant für Standort Hy-CentA/TU Graz

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
		Untersuchung der Speichermechanismen von Wasserstoff in ionischen Flüssigkeiten					
AIT	AIT FCLAB AIT Functional Coatings Laboratory	Infrastruktur für Materialsynthese und -charakterisierung für die Wasser(photo)elektrolyse, CO₂-Reduktion, photovoltaische Solarzellen und andere Energiegeräte. Beschichtungssysteme ("Laborgröße"): Cluster-Sputteranlage mit 11 Sputterquellen (DC und RF) mit 4-Zoll-Durchmesser-Targets und Substraten; mehrere thermische und Elektronenverdampfer; automatisiertes Sprühbeschichtungs-/Sprühpyrolysesystem; Elektrochemische Abscheidung / chemisches Bad, SILAR, Spin-Coating und Blade-Coating. Geräte zur Charakterisierung ("Laborgröße"): Röntgenbeugung, Röntgenfluoreszenz, Rasterkraftmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie, energie-dispersive Elektronenspektroskopie, Fourier-Transformations- und Raman-Spektroskopie, Impedanzspektroskopie, externe und interne Quanteneffizienz, Photolumineszenz und Elektrolumineszenz-Bildgebung, Sonnensimulatoren Strukturierung ("Laborgröße"): UV, NIL-, E-Beam- und Laserinterferenzlithografie Elektrolyse ("Laborgröße"):	2 - 7	Material, Komponente, Zelle, Short-Stack	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	alle	Laufende Erweiterungen, aktuell bzgl. Elektrochemischem Langzeit-Testing

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
		Laborreaktoren und -aufbauten für elektrochemisches Zell-Testing bzgl. Photoelektrolyse, PEM und alkalische Elektrolyse Alterung: Klima- und UV-Kammern für die beschleunigte Alterung.					
AIT	AIT SmartEST H2LAB AIT Hydrogen and Hybrid Power Plant Technologies Laboratory	Mehrzweck-Testfelder für die Entwicklung und Validierung von Komponenten und Systemen aus den Bereichen Elektrolyse, Brennstoffzellen, Batteriespeicher und Leistungselektronik. Leistungs- und Prüfparameter: Mittelgroße oder große Systeme bis zu einer Größe eines 40-Fuß-Standardcontainers und einer elektrischen Leistungsaufnahme von bis zu 1,6 MW. „Feldtestlabor“: Mittelspannungs- und Gasnetzanschluss, digitale Netzsimulation sowie die direkte Kopplung mit PV-Dachanlagen. Wasserstoff-Demonstrator: Ermöglicht die Entwicklung und Validierung der kompletten Umwandlungskette Strom <> Wasserstoff und besteht im Wesentlichen aus zwei verschiedenen Elektrolyseur-Technologien, Brennstoffzelle, H₂-Pufferspeicher und einem AIT Smart Grid Converter (ASGC) inklusive elektrischem Batteriespeicher.	5-8	Komponente, Stack, System	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	alle	In Aufbau

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
AIT	AIT SmartEST	Umfassende Test-, Verifizierungs- und F&E-Plattform für große verteilte Energiesysteme und Smart-Grid-Anwendungen. Sie ermöglicht realitätsnahe Untersuchungen von Komponenten wie Wechselrichtern, Speichern, KWK-Einheiten und weiteren elektrischen Geräten unter flexibel steuerbaren AC- und DC-Bedingungen. Durch Kombination von physischer Hardware und fortgeschrittener Simulationstechnik können komplexe Energiesysteme praxisnah entwickelt, erprobt und optimiert werden. Zusätzlich stehen leistungsfähige Rechenressourcen für simulationsgestützte Analysen und Systemauslegungen zur Verfügung. Wesentliche technische Merkmale: Testen von DER-Komponenten unter voller Leistung bis 1 MVA (AC) PV-Array-Simulation (DC) und bidirektionale Batterieemulation Steuerbare AC-/DC-Quellen für flexible Netzzustandsabbildung Umgebungs-Simulationsausrüstung für Temperatur- und Feuchtigkeitsstress P-HIL-Echtzeitsimulation zur Kombination von Hardware und numerischer Modellierung	5-8	Komponenten, System	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	alle	Fokus H ₂ : DC-DC bzw. AC-DC-Wandler für Elektrolyseure

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
		Kopplung von Verteilernetzmodellen mit realen Geräten zur Algorithmus- und Systemvalidierung Zugriff auf moderne Simulationssoftware und HPC-Cluster für komplexe Energiesystemstudien					
TU Wien	Institut für Materialchemie, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Institut für Angewandte Physik	Analytical Instrumentation Center: AFM, SEM/EDX, TOF-SIMS, XPS, UPS, AES, etc.; Röntgenzentrum; Zentrum für Elektronenmikroskopie Materialentwicklung für Energieumwandlung und Speicherung Säule A: Elektrokatalyse Säule B: Photokatalyse Säule C: Modellierung und Simulation	1-3	Materialien	Erzeugung, Speicherung	Energie, Industrie	<u>Exzellenzcluster:</u> Materialien für die Energiewende; Weitere Partner: ISTA, Uni Wien, Uni Innsbruck
TU Wien	<u>Institut für Energietechnik und Thermodynamik</u>	Elektrolyse-Versuchsstand + Co-Elektrolyse Demonstrator	5 - 7	Short-Stacks, Stacks	Erzeugung	alle	<u>TU Wien: Inbetriebnahme des Elektrolyse-Versuchsstandes am IET (tu-wien.at)</u>
Montanuniversität Leoben,	Lehrstuhl für Physikalische Chemie	Prüfstand für Hochtemperatur-Brennstoffzellen und Hochtemperatur-Elektrolysezelle Vor allem Materialentwicklung	1 – 3	Material, Komponente, Zelle	Erzeugung	alle	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
		Herstellung der Schichten über PLD; Group Prof. Rameshan: katal. Materialien Group Prof. Bucher: SOEC					
Montanuniversität Leoben,	H ₂ -C Research Centre (15 Mio € Invest)	Methane pyrolysis, gas treatment, carbon processing, hydrogen-fit combustion chamber, hot product gas cleaning, biomass pyrolysis 2 kg H ₂ /h	3 - 8	Komponenten, Stacks, Anlagen	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	alle	Aktuell in Umsetzung und große Relevanz im Kontext HyPA
MCL Materials Center Leoben	N.A.	Interaktion von Materialien mit Wasserstoff Materialcharakterisierung: SEM, CT, XRD, mechanische Eigenschaften, Simulation (FEM, Atomistic)	–	Materialien	Transport, Speicherung, Endanwendung	Energie, Industrie	–
PCCL – Polymer Competences Center Leoben	N.A.	Forschung und Materialentwicklung im Bereich Kunst-Verbundstoffe für Wasserstoff-Anwendung Optische, Chemische Thermische und mechanische Analyse von Kunststoffen und Composite Materialien; H ₂ -Permeationsmessungen	–	Materialien	Gesamte Wertschöpfungskette	alle	–
FH Oberösterreich Wels	H ₂ -Labor	Wasserstoff-Brennstoffzellenprüfstand H ₂ Brennvversuche, H ₂ -Nutzung im elektrischen Netzverbund, H ₂ Verfahrenstechnik, H ₂ -Wechselwirkung mit Werkstoffen, PEM Einzelbrennstoffzellen	5-7	Einzelzellen und Short-Stacks	Erzeugung + Endanwendung	alle	Insgesamt 8,4 Mio € für H ₂ -Forschungszentrum Wels

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
		sowie PEM-Brennstoffzellenstacks im Leistungs- bereich von 100 bis 500 Watt,					
K1 - MET	N.A.	H ₂ für die Reduktion oder als Reaktant mit CO ₂ Pilotanlage zur H ₂ Reduktion von Eisen für die Stahl- produktion	–	Pilotanlage	Endanwen- dung	Industrie	–
FH Burgen- land;	Campus Pinkafeld Living Lab - EN- ERGETIKUM	Fuel Cell und Elektrolyseprüfstand im sub-100 KW- Bereich	5 - 7	Einzelzellen und Short- Stacks, Stacks	Erzeugung, Speicher, End- anwendung	alle	Vor allem Im Be- reich der Ge- bäudetechnolo- gie relevant, H ₂ mit untergeord- neter Bedeu- tung bzw. als Portfolio-Tech- nologie
BEST – Bioen- ergy and Sus- tainable Technologies	N.A.	Thermochemische Herstellung von Wasserstoff aus Syngas und Biomasse und Abfall; Anwendung von H ₂ - reichem Gas in der Industrie; Biochemische H ₂ Her- stellung; MW DFB Anlage für Syngas Herstellung aus Biomasse und Abfall; Fischer Tropsch Anlage	–	Anlage	Erzeugung und Speicherung; Anwendung in Industrie	Energie, In- dustrie	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien	Solar-Reaktor für H ₂ Herstellung	Reaktor für photoelektrochemische H ₂ -Herstellung	–	Labor-Reaktor	Erzeugung	Energie	–
Universität Innsbruck	Analytik: EIS, RRDE, SPM, FT-IR	Grundlagenforschung bzgl. Grenzflächenprozessen bei elektrochemischer Energieumwandlung	1-3	Materialien	Erzeugung, Endanwendung	Energie	–
Universität Salzburg	Testaufbau	Photoelektrochemische Wasserspaltung - H ₂ Erzeugung mittels photoelektrochemischer Wasserspaltung	2-4	Labora Aufbau	Erzeugung	Energie	–
AC2T research GmbH	AC ² T Hydrogen Testhouse	Forschungsinfrastruktur für anwendungsorientierte Tests in Wasserstoffatmosphäre. Fokus auf Materialien, Schmierstoffe und Komponenten für den Einsatz in H ₂ . Testhaus mit > 1 100 m ² Testständen. Genannte Infrastruktur umfasst u. a. LOTuGA, H ₂ -SRV®, Gaslöslichkeitszelle und Hochdruckzelle; Untersuchungen bis 150 bar bzw. Lagerung von Proben bis 1 000 bar in H ₂ -Atmosphäre.	n. a.	Materialien, Komponenten	Transport, Speicher, Endanwendung	Industrie, Mobilität, Energie	Fokus auf Tribologie, Material- und Schmierstoffverhalten in H ₂ -Atmosphäre.
LHL HyCentA	F&E-Infrastruktur für Wasserstoffanwendungen in Mobilitätssektoren	F&E-Infrastruktur für Wasserstoffanwendungen in schwer zu dekarbonisierenden Mobilitätssektoren (z. B. schwere Nutzfahrzeuge, Hochseeschifffahrt, Luftfahrt) mit Schwerpunkt auf Flüssigwasserstoff:	3-7	Materialien, Komponenten, Anlagen	Speicherung; Anwendung in Mobilität	Mobilität	Aktueller Ausschreibungsschwerpunkt 6 – F&E-Infrastruktur

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges / Links
		Im Mittelpunkt stehen kryogene Technologien und Anwendungen, wobei folgende Aspekte berücksichtigt werden sollen: • Materialbeständigkeit bei niedrigen Temperaturen und Überdruckschutz. • Betrieb von Flüssigwasserstoffanlagen. • Forschung zur Verbesserung der Energieeffizienz der Wasserstoffverflüssigung. • Erforschung fortschrittlicher Werkstoffe und Ausrüstungen, die extrem niedrigen Temperaturen standhalten. • Untersuchung von Sicherheitsmaßnahmen und -technologien zur Verhinderung von Unfällen im Zusammenhang mit Leckagen von flüssigem Wasserstoff					tur für Wasserstoffanwendungen Indikatives Budget: 5 Mio. Euro Klima- und Energiefonds: Leitfaden Energieforschung 2024, PDF (klimafonds.gv.at)

Anhang B: Mapping der H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa

Auswahl führender Einrichtungen; Stand: 31.05.2026. Quellen: Hydrogen Europe Research, Clean Hydrogen Observatory, Webseiten der Einrichtungen, eigene Erhebung.

Tabelle B-1 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Deutschland

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	Zero Emission – Hydrogen site Lampoldshausen	Erzeugungskapazität von 3 Megawatt PEM-Elektrolyse, Produktion von bis zu 280 Tonnen „grünem“ H₂ pro Jahr, Strom bis zu 1.000 Kilowatt, Flüssiger Wasserstoff / flüssiger Stickstoff max. 16 bar / max. 1.000 Kilogramm pro Stunde, Gasförmiger grüner Wasserstoff	5 - 9	Komponenten bis Anlage	Gesamte Wertschöpfungskette	Energie + Mobilität	<u>DLR: H2 Container Technical Center (dlr.de)</u> <u>DLR: Testeinrichtung BALIS (dlr.de)</u> 16 Mio € Förderung)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		30 und 300 bar / max. 60 Kilogramm pro Stunde BALIS: Modulares Testfeld für Brennstoffzellenantriebe bis zu 1,5 MW; Bewertung von Stacks, Elektromotoren, Betankungsinfrastruktur; erreicht >1 MW pro Kernkomponente					
Fraunhofer	1. Referenzfabrik (IWU)	1. Großserienfertigung von Elektrolyseuren Initialer Fokus PEMEL - Erweiterung auf AEL und HTEL	3 - 9	Zelle bis Anlagen	Erzeugung	Energie	Referenzfabrik.H2 (referenzfabrik.de) Fraunhofer IWU: Wasserstofftechnologien (iwu.fraunhofer.de) 22 Mio € Förderung), Teil von H ₂ -Giga
Fraunhofer	H₂ Lab Leuna (IWES)	Das Hydrogen Lab Leuna (HLL) ist eines von drei Fraunhofer-IWES-Hydrogen Labs und bietet eine digital vernetzte Testinfrastruktur für Elektrolyse- und Brennstoffzellensysteme bis 26 MW. Es ermöglicht weltweit einzigartige Pilotanwendungen entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette und stellt passgenaue überregionale Testkapazitäten bereit. Im Mitteldeutschen Chemiedreieck bildet das	3 - 9	Zelle bis Anlagen	Erzeugung	Energie	Fraunhofer Hydrogen Lab Leuna (hydrogen-labs.fraunhofer.de)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		durch Land Sachsen-Anhalt und EU geförderte HLL eine neue Generation von Testumgebungen für Wasserstofftechnologien, direkt eingebettet in den Stoffverbund des Chemieparks Leuna. Der produzierte Grüne Wasserstoff wird vor Ort aufbereitet und in eine 157 km lange Pipeline eingespeist. Technische Infrastruktur: Drei Außen-Testplätze für Elektrolyseure bis 5 MW Teststand für 2 MW Stacktests Weitere Teststände im Technikum bis 50 kW Versorgung mit DI-Wasser, Dampf, Druckluft, N₂, H₂ Geplante Erweiterung: zusätzliche Power-to-X-Pilotanlagen Analyse, Aufbereitung und Direkteinspeisung von Grünem H₂ in die regionale Pipeline Fraunhofer IWES ist Besitzer und Betreiber der gesamten Infrastruktur					
Fraunhofer	Hydrogen Lab Görlitz ab 2027	Im HLG können Elektrolyseure des Typs PEM oder AEL im Industriemaßstab im Dauerbetrieb erprobt werden. Dabei können sowohl statische als auch dynamische Lastprofile aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen simuliert werden. Evaluierung von	5-9	Anlagen, Systeme	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	Energie + Industrie	<u>Hydrogen Lab Görlitz</u>

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		Stacks und Systemen, Digitalisierung, Produktionsverfahren sowie Zertifizierung Anschlussleistung von ca. 10 MW (perspektivisch 15 MW) Wasserstoffherzeugung: PEM Elektrolyseur im 40 Fuß Container, Wasserstoffherzeugung ca. 120 kg pro Tag, elektrische Anschlussleistung 225 kW Wasserstoffaufbereitung: bis zu 4 Stk. 40 Fuß Container mit integrierter Technik/ Komponenten, die den Wasserstoff auf die Qualität 5.0 (99.999% Reinheit) bringen Wasserstoffspeicherung: zwei vertikale Speichertanks für die gasförmige Speicherung (Höhe ca. 20 m, bis zu 50 bar Druck und bis zu 315 kg Wasserstoffspeicherung pro Tank) Wasserstoffverwertung: PEM-Brennstoffzellensystem mit 800 kW elektrischer Leistung von Ballard Medienversorgung und -entsorgung: Frisch-, Reinst- und Abwasser, Stickstoff, Druckluft, Strom					
Fraunhofer	Elektrolyselabor (ISE)	Labor zur Entwicklung und Optimierung von Materialien und Komponenten für die Elektrolyse im Bereich PEM und AEM • Neuartige Zell- und Stackdesigns	2 – 7	Materialien bis Systeme und Monitoring	Erzeugung	Energie + Industrie	Fraunhofer ISE: Elektrolyselabor (ise.fraunhofer.de)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		- Herstellungsverfahren für Membran-Elektroden-Einheiten (MEA) - Optimierung von Produktionsprozessen - Charakterisierung: elektrochemische Kurzzeitmessungen mit maßgeschneiderten Testständen - Analyse von Material- und Stoffeigenschaften - Accelerated stress tests - Betriebsführungskonzepte					
ZBT Zentrum für Brennstoffzellen-Technik	Brennstoffzelle: - System-Prüfstände - Flexible Single-Cell Prüfstände 2 x 3 Testplätze für systemnahe Langzeituntersuchungen	Forschungszentrum, das sich ausschließlich mit Wasserstoff, Brennstoffzellen und Batterien befasst; Industrieprojekte konzentrieren sich hauptsächlich auf Automobilanwendungen Forschungsabteilungen: - Kraftstoffe und Verfahren - Wasserstoff-Infrastruktur - Elektrolyse und Batterien - elektrochemische Komponenten - Brennstoffzellen und Stacks - Brennstoffzellen-Systeme - Neue Materialien und Technologien ~1200 m ² Labore: - Hy-Lab-Wasserstoffqualität - Wasserstoff-Testfeld inkl. HRS (1:1-Komponenten, Heavy-Duty-Protokolle)	3 - 9	Zelle bis Anlagen	Gesamte Wertschöpfungskette	Energie + Industrie	ZBT: Ausstattung (zbt.de) ZBT: Hy-Lab, Labor für Wasserstoffqualität (zbt.de) ZBT: Mess- und Prüfverfahren (zbt.de)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		- Stack-/Systemprüfstände (200 W–20 kW, bis zu 6 bar, 900 A/100 V) - Materialanalytik (XRD, CT, Gasanalyse); - Dichtungsfertigung und Compoundierung von graphitischen Bipolarplatten					
TU München	Lehrstuhl für Technische Elektrochemie (Prof. Gasteiger)	Einzelzellenteststand Elektrolyse (30 A, 30 bar, 5 cm² aktive Fläche – Zellhardware) Einzelzellenteststand Brennstoffzelle (120 A, 5 und 50 cm².Zellhardware) Analytik: RRDE, MIP, SEM, XPS, MS, Stress Strain Testing	2-4	Zellen	Elektrolyse, Brennstoffzelle, Batterie	Energie und Mobilität	<u>TU München: Lehrstuhl für Technische Elektrochemie (ch.nat.tum.de)</u>
ZSW Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff- Forschung Baden-Württemberg	1. Elektrolyse und Labor für H₂ Qualität 2. HyFaB – Research Factory for Hydrogen & Fuel Cells (with Fraunhofer ISE & partners)	10 Forschungsthemen; u.a. - Fotovoltaik - Batterien - erneuerbare Kraftstoffe (Power-to-X) - Wasserstoff und Brennstoffzellen (PEMEFC, HT-PEMFC, DMFC, AEMFC) - Systemanalyse (Simulation, Systembewertung, Beratung) - Netzintegration und Mobilität (Energiespeicherung, Elektromobilität, Vorhersage von Erzeugung und Last)	5 - 9	Zelle bis Anlagen	Infrastruktur, Endanwendung	Mobilität + Industrie	<u>ZSW: Produktionsforschung HyFaB (zsw-bw.de)</u> <u>ZSW: Brennstoffzellentests und Teststände (zsw-bw.de)</u>

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		Elektrolyse: Teststände für 100, 1500, 6000 cm² aktive Fläche, Container Anlage für Stacks bis 150 Zellen 2. HyFab: Modellfabrik (Schwerpunkt Industrialisierung): Größter unabhängiger Brennstoffzellenstapel-Teststandort in Europa mit bis zu ~250 kW; automatisierte Prüfstände; Referenzfertigungsprozesse für MEA & Stapel; Qualitätslabore inkl. HyLaB H₂-Reinheit; Schulungen & serienreife Prozessentwicklung					
Forschungszentrum Jülich	Diverse	Das FZ Jülich bietet mehrere spezialisierte Test- und Simulationsinfrastrukturen für Energie- und Materialforschung. Dazu gehören Einrichtungen für PEM-Elektrolyseurtests, Beschichtungs- und Oberflächenmodifikation, multifunktionale Solartürme sowie ein großskaliger Solarsimulator. Die Anlagen ermöglichen Untersuchungen unter realistischen thermischen, mechanischen und optischen Belastungen und decken dabei Leistungen von wenigen Kilowatt bis zu mehreren Megawatt ab. Sie unterstützen die Entwicklung und Qualifizierung von Energiesystemen, Materialien und Komponenten für Wasserstoff-, Solar- und Hochtemperaturanwendungen. Spez. Daten & Infrastruktur	3 - 9	Zelle bis Anlagen	Infrastruktur, Endanwendung	Energie + Industrie	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		PEM-Elektrolyse-Teststand: 400 kWel, O₂-Produktion 3 m³/min, H₂-Produktion 2 m³/min, Temperaturen < 95 °C Beschichtungstechnologien: Deposition 0.5–5 kg/h, Flächen bis 2500 cm², Dicken 0.01–10 mm, Temperaturen 100–1000 °C Multifocal Tower (MFT): 3 Testkammern (41 m, 33 m, 26 m), Lasten bis 120 t, Leistung < 100–2000 kW, Fluss bis 1 MW/m² Solar Tower Power Plant (STJ): Heliostatenfeld, Receiverleistung bis 8 MW, Testbereich < 100–10 000 kW, Fluss bis 1 MW/m² Synlight – Large Solar Simulator: 3 Testkammern, 300 kW–240 kW Xenonlicht, Fluss 100 kW/m² – > 10 MW/m², Testhöhe bis 4 m, max. Probengewicht 4 t					
HZwo e.V. HIC GmbH	HIC Hydrogen Innovation Center, Chemnitz (ab 2027-2030)	Das HIC Hydrogen Innovation Center in Chemnitz wird als industrielle Forschungs-, Test- und Zertifizierungseinrichtung als ein Standort des ITZ H ₂ aufgebaut. Es wurde zusammen mit KMU, Automobilzulieferern und Industrieunternehmen sowie Experten aus der Brennstoffzellenforschung konzipiert und schlägt eine Brücke zwischen der wissenschaftlichen	3-9	Zelle bis Anlagen	Gesamte Wertschöpfungskette	Energie, Mobilität + Industrie	<u>HZwo: Hydrogen Innovation Center HIC</u> (hzwo.eu) Vorhaben wird mit insgesamt 84.398.790,54 Euro durch das

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		Forschung, dem Transfer hin zu disruptiven Wasserstoff-Technologien und einer breiten industriellen Wertschöpfung durch die Zulieferindustrie. Startups, kleine und mittelständische Unternehmen, Automobilzulieferer und Industrieunternehmen aus ganz Deutschland werden im HIC die Möglichkeit erhalten, ihre Innovationen zu testen, zu zertifizieren und neue Standards für den Weltmarkt zu entwickeln. Mit dem ITZ H₂ setzt das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) eine Maßnahme der Nationalen Wasserstoffstrategie um. Die ITZ Standorte in Chemnitz, Duisburg, Pfaffenhausen und am Standort Nord sollen eine Entwicklungs-, Forschungs- und Testumgebung insbesondere für Startups, Gründer sowie kleine und mittelständische Unternehmen schaffen. Zulieferer, Hersteller und Entwickler von Wasserstofftechnologien können so neue Leistungen zur Verfügung gestellt werden, die in Europa einzigartig sind. Im internationalen Kontext sollen die ITZ Standorte zudem einen Beitrag dazu leisten, technische Regelwerke und Normen für eine standardisierte Wasserstoffantriebstechnik und Infrastruktur zu entwickeln.					Bundesministerium für Verkehr (BMV) gefördert

Tabelle B-2 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Italien

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
Enel Green Power	NextHy Industrial Lab Geplant (Industrie)	Testfläche 14.000 m ² PRÜFSTÄNDE: 8 (aufgeteilt in 4 Bereiche) H ₂ -SPEICHERKAPAZITÄT: 500 kg (@ 60-300 Bar) REFERENZELEKTROLYSER: 4 MW alkalisch STROMVERSORGUNG: 22 MW Wind + Netz Wasserstofflieferung: 2 Laderampen bei 300 bar	5 - 9	Stacks bis Anlagen	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	Energie + Industrie	H2 Bulletin: IPCEI-Förderung für das Hydrogen Industrial Lab von Enel Green Power (h2bulletin.com) IPCEI-gefördert
ENEA Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development	Hydrogen Demo Valley (HV@ENEA Casaccia, Italien)	Integriertes H ₂ -„Living-Lab“ am ENEA-Zentrum Casaccia: PV-gekoppelte Elektrolyse (~200 kWe), H ₂ -/H ₂ -Erdgas-Leitungen im Areal, Anwendungen (Kessel, Mikroturbine, Brennstoffzellen in mehreren Größen) sowie geplante H ₂ -Tankstelle. Ziel: Validierung der gesamten H ₂ -Wertschöpfung (Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Nutzung) bis Pilotmaßstab; initiale Investition ~14 Mio. € (Mission Innovation).	6–9	Komponenten, Systeme, Anlagen	Erzeugung, Verteilung, Speicherung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	ENEA: Hydrogen Valley als Infrastruktur-Hub in Italien (eai.enea.it) Hydrogen Central: ENEA investiert 14 Mio. € in das Hydrogen Valley (hydrogen-central.com)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
FBK Fondazione Bruno Kessler, Center Sustainable Energy	Labore für Elektrolyseure/Brennstoffzellen (LT/HT), H ₂ -Speicher & Systemintegration	Das FBK (Fondazione Bruno Kessler) betreibt ein umfassendes Kompetenzzentrum für nachhaltige Energiesysteme mit Schwerpunkt auf Wasserstoff-, Batterie- und solarthermischen Technologien. Die Forschungsinfrastruktur deckt das gesamte Spektrum von Elektrolyse, Brennstoffzellen, Speicherung und Hochtemperaturtechnologien bis hin zu Systemintegration und Multi-Scale-Modellierung ab. Ziel ist die Entwicklung nachhaltiger, flexibler Energielösungen zur Unterstützung der Dekarbonisierung. Das Zentrum ist in europäische und nationale Forschungsnetzwerke eingebunden und verfügt über multidisziplinäre Expertise in Physik, Ingenieurwesen, Mechatronik und Geowissenschaften. Spez. Daten, Fakten & Infrastruktur: Leistungsbereich: wenige Watt bis 10 kW, neue Anlagen bis MW-Skala Technologien: AEM, PEM, SOC Temperaturbereiche: bis 800 °C (SOC) und bis 120 °C (Niedertemperatur-Zellen) Wasserstoffdruck: bis 100 bar, H₂-Speicherung bis 100 kg SOC-Teststände bis 750 °C, MEA-Flächen bis 1500 cm²	3–7	Zelle, Stack, System	Erzeugung, Speicherung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	• FBK: Center for Sustainable Energy (en-ergy.fbk.eu) • European Hydrogen Observatory: Eintrag FBK (observatory.cleanhydrogen.europa.eu)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		Forschung zu H₂-Produktion, Speicherung, Hochtemperaturzellen, Ammoniak-Carrier Weitere Schwerpunkte: Redox-Flow-Batterien, konzentrierte Solarenergie, Geothermie Kompetenzen in FEM, CFD, FDTD, Modelica-Modellierung, Prototyping und Regelungstechnik					
Envipark Politecnico di Torino/IIT	HySyLab – Hydrogen Systems Laboratory	HysyLab ist ein Labor, das sich mit Wasserstofftechnologien befasst und in dem Envipark, das Polytechnikum Turin und das IIT zusammenarbeiten. HysyLab ist seit 2002 tätig und unterstützt Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Fragen der Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff als Energieträger sowie bei verschiedenen Anwendungen von Brennstoffzellensystemen in unterschiedlichen Bereichen wie beispielsweise der Mobilität. Labor ~500 m² mit Sicherheitstechnik; 11 Prüfstände mit H₂/CH₄/CO₂/CO/O₂/N₂/Pressluft bis ~30 bar; getrennte Bereiche Hardware-Tests & Simulation.	4–7	Zelle, Stack, System	Erzeugung, Speicherung, Endanwendung	Energie, Mobilität, Industrie	Envipark: HySyLab (envipark.com) Politecnico di Torino: Projekt HySyLAB (denerglame.polito.it)

Tabelle B-3 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Spanien

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
CNH2 Centro Nacional del Hidrógeno	Nationales Zentrum in Puertollano	Vorantreiben der Technologie durch die Durchführung von FuE-Projekten und Dienstleistungen im Bereich der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung sowie der Prüfung und Validierung von Prototypen und Geräten. 13 Labore und 5 Zusatzanlagen, u.a.: Labor für alkalische Elektrolyse Forschung und Skalierung im Bereich PEM-Technologie Labor für Steuerung und Elektronik Labor für Mikronetze Labor für Materialcharakterisierung Labor für Festoxidtechnologien Labor für H₂-Speicherung Prüflabor für PEM-Technologie Wasserstofftankstelle	3–9	Zelle, Stack, System, Anlage	Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	<u>CNH2: Über das Zentrum (cnh2.es)</u>
Tecnalia	Angewandtes Forschungszentrum	Entwicklung von Prototypen (AEM, PEM, TCC, Membranreaktor) Sichere Verteilung (Pipelines, Transport)	3-9	Zelle, Stack, System, Anlage	alle	alle	<u>Tecnalia: Wasserstofftechnologien für die</u>

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		Speicherung und Anwendung (Schiffe, Trucks, Busse) Labor für Elektrolyse, Membrantechnologie, Oberflächen-Engineering; Pyrolyse, Smart Grid, Offshore – floating laboratory					<u>gesamte Wertschöpfungskette (tecnalia.com)</u>
CENER Centro Nacional de Energías Renovables	ATENEA microgrid	Das ATENEA-Mikrogrid von CENER ist für industrielle Anwendungen ausgelegt und basiert auf einer AC-Architektur, in der alle Erzeuger, Speicher und Lasten über einen gemeinsamen AC-Bus verbunden sind. Die Anlage kombiniert unterschiedliche erneuerbare Quellen, Energiespeicher und konventionelle Erzeuger, um flexible Betriebsmodi und realistische Testbedingungen zu ermöglichen. Sie dient zudem der Validierung und Demonstration von Elektrolyseur- und Brennstoffzellen-Prototypen im kW- bis MW-Bereich. Spez. Daten, Fakten & Infrastruktur: 25 kWp PV-Anlage 20 kW Vollumrichter-Windturbine 55 kVA Diesel-Generator 50 kW Blei-Gel-Batterie (2 h Dauerleistung) 50 kW / 4 h Vanadium-Redox-Flow-Batterie 120 kVA dreiphasiger Lastbank	8-9	System, Anlage	Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		70 kW alkalischer Elektrolyseur Vollständige Steuer-, Mess- und Hilfssysteme integriert Eignung für Tests von kW- bis 1 MW-Elektrolyseur-/Brennstoffzellen-Prototypen					
CENER Centro Nacional de Energías Renovables	HyGrIn Lab	Das HyGrIn Lab ist ein Mehrzwecklabor mit modernster Ausstattung für die umfassende Entwicklung von Geräten zur Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff durch Elektrolyse, sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Temperaturen. Es ist Teil der Infrastruktur des Wasserstoffbereichs von CENER. Es umfasst verschiedene einzigartige Bereiche: • Bereich Materialien. Hier werden Funktionsmaterialien für Wasserstofftechnologien vorbereitet, optimiert und verarbeitet. Der Bereich umfasst Geräte für die Vorbereitung und Homogenisierung von Tinten, Tablettenpressen, Laminatverteilung, Trocknung und Sintern bei hohen Temperaturen sowie Grundausstattung für die strukturelle und mechanische Charakterisierung. • Bereich Upscaling. Herstellung von Wasserstoffgeräten (Zellen und Stapel für Elektrolyse und/oder Brennstoffzellen) im Pilotmaßstab.	3-6	Zelle, Stack, System,	Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		Bereich für elektrochemische Tests. Multiskalige Teststationen, von kleinen Zellen auf Laborebene (mW bis einige W) über Zellen in Originalgröße (Größen bis zu 10×10 cm²) bis hin zu Stacks auf Prototypenebene (bis zu 10 kW).					
UPC Universitat Politècnica de Catalunya	Fuel Cell Lab Hydroge Laboratory	Die Universität Politècnica de Catalunya (UPC) betreibt mehrere spezialisierte Laborinfrastrukturen für Thermische Motoren, Brennstoffzellen, Hochleistungsrechnen und Wasserstofftechnologien. Diese dienen der Forschung, Validierung und Entwicklung von Energie- und Antriebssystemen. Das Thermal Engines Lab fokussiert auf Verbrennungsmotoren und thermische Maschinen. Das Fuel-Cell-Labor verfügt über mehrere Teststände für PEM-Zellen und -Stacks inklusive dynamischer Modellvalidierung. Der High-Performance-Computing-Cluster unterstützt komplexe Simulationen mit mehr als 3.000 Rechenkernen. Das neue Hydrogen Laboratory ermöglicht Tests entlang der gesamten Wasserstofftechnologie-Kette von 100 W bis 100 kW. Spez. Daten, Fakten & Infrastruktur: Thermal Engines Lab: 0–100 kW thermische Motoren	4-9	Zelle, Stack, System, Anlage	Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		Fuel Cell Lab: 1.2 kW PEM-Tests, MEA-Fläche bis 400 cm², Druck < 25 bar, Temp. < 200 °C HPC-Cluster: >3.000 Cores, 0.5 PB Storage, Infini-band-Netz mit 0.7 µs Latenz, 56 Gbit/s Bandbreite Hydrogen Laboratory: Elektrolyseur-Testing 100 W–100 kW, MEAs bis 400 cm², Druck bis 350 bar (Pilot-plant), PEM bis 90 °C, SOC bis 800 °C Infrastruktur umfasst 3.400 m² Laborfläche + 200 m² Dachfläche (PV, Elektrolyseure, Speicher, Fuel Cells) Eigene H₂-Pilotproduktionsanlage zur Versorgung aller Tests					
IREC – Institut de Recerca en Energia de Catalunya	Merce Lab – Pilot line for advanced hydrogen technology manufacturing	Neue Pilotlinie zur Herstellung keramischer Bauteile mittels 3D-Druck für die Erzeugung und Nutzung von erneuerbarem Wasserstoff. Herstellung von SOC-Zellen für Brennstoffzellen und Elektrolyseure auf vorindustriellem Maßstab. Laut IREC weltweit erste Pilotlinie dieser Art für die Herstellung solcher SOC-Zellen mit 3D-Druck.	n. a.	Zelle, Komponenten, Pilotfertigung	Erzeugung, Endanwendung	Energie, Industrie	Starker Fokus auf Fertigungstechnologie und Hochtemperaturzellen.

Tabelle B-4 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Frankreich

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H2 Wert- schöpfungs- kette (Erzeu- gung, Trans- port, Speicher, Endanwen- dung)	Anwen- dungsdomä- nen (Ener- gie, Indust- rie, Mobili- tät)	Sonstiges
CEA Commissariat à l'énergie Tech Liten	CEA-Liten – Fuel Cell Platform	Name of infrastructure Description of the characteristics and services provided by the infrastructure Operation range of the infrastructure	4-7	Zelle, Stack, System, Anlage	Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	CEA-Liten: Fuel Cell Platform (liten.cea.fr)
	Hydrogen Production and Storage Platform	CEA - H ₂ platform: The hydrogen platform available at CEA covers the whole H ₂ value chain: hydrogen production (electrolysis), storage, end-use (fuel cells), from materials to systems. It includes equipments to synthesize catalysts, to prepare MEAs and stack components, to assemble stacks, at a representative scale (up to pilot line). Equipements allow to test materials/components/MEAs/stacks in performance and durability at relevant scale (up to hundreds of kW for electrolysis and fuel cells for instance) and in representative conditions. Unique expertise and equipments related to the interaction between hydrogen and materials (e.g. hydrogen embrittlement, permeation) are also available. Overall around 2000 m ² of hydrogen labs host those equipments. Finally, multiscale and multiphysics simulation tools support the technological developments					CEA-Liten: Hydrogen Production and Storage Platform (liten.cea.fr)
	Green Chemistry and Processes for the Environment Platform						CEA-Liten: Green Chemistry, Processes, Environment Platform (liten.cea.fr)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H2 Wert- schöpfungs- kette (Erzeu- gung, Trans- port, Speicher, Endanwen- dung)	Anwen- dungsdomä- nen (Ener- gie, Indust- rie, Mobili- tät)	Sonstiges
		and the characterizations performed. From W to hundreds of KW; From 2 cm² to powerstacks; Pressurized operation included; Low T and high T technologies ~30 PEMFC benches up to 100 kW; system tests to ~400 kW with temp/humidity/pressure control; MEA roll-to-roll printing & stack assembly; durability & safety testing SOEC/SOFC stack pilot line (1–2 stacks/week; tape casting, robotic seals, laser engraving); performance & durability from cell → system; H₂ storage 700 bar & LH₂ (–253 °C); chromatography & EIS; outdoor test area The Green Chemistry and Processes for the Environment Platform develops materials and processes for environmental applications, recycling, renewable energy components, hydrogen technologies, and carbon capture and recycling.					
Engie	H2Factory, Engie Lab Crigen	Methanisierungs-Anlage; Ely-Stack test bench, PEM ELY, H₂-Kompressor.	5 - 9	Stacks bis Anlagen	Erzeugung, Speicher, Endanwendung	Energie + Industrie	Engie: Grüner Wasserstoff (engie.com)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H2 Wert- schöpfungs- kette (Erzeu- gung, Trans- port, Speicher, Endanwen- dung)	Anwen- dungsdomä- nen (Ener- gie, Indust- rie, Mobili- tät)	Sonstiges
		H ₂ -Verbrennung					

Tabelle B-5 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Niederlande

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H2 Wert- schöpfungs- kette (Erzeu- gung, Trans- port, Speicher, Endanwen- dung)	Anwen- dungsdomä- nen (Ener- gie, Indust- rie, Mobili- tät)	Sonstiges
TNO & Partner	TNO Faraday Lab	Material-, Komponenten-, Zell- und Stackentwicklung im Labor bzw. in kontrollierter Testumgebung PEM, AEM, AWE, SOEC	3-6	Material, Zelle, Stack	Erzeugung	Energie, Industrie	<u>TNO: Faraday Lab (tno.nl)</u>
TNO & Partner	Hydrohub MegaWatt Test Centre (TNO, Hanze University of Applied Sciences – ISPT)	„Europas größte H ₂ -Forschungseinrichtung“ Upscaling große Stacks System-/Betriebsvalidierung industriennahe Tests	5-7	Stacks, Systeme	Erzeugung	Energie, Industrie	<u>ISPT: Hydrohub MegaWatt Test Centre (ispt.eu)</u>

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H2 Wert- schöpfungs- kette (Erzeu- gung, Trans- port, Speicher, Endanwen- dung)	Anwen- dungsdomä- nen (Ener- gie, Indust- rie, Mobili- tät)	Sonstiges
		PEM, AEM, AWE					
TNO & Partner	Field Lab Industrial Electrification, SWITCH field lab, The Greenbox, DOT Phynix / Base Load Power Hub, Bosch Energy Conversion Campus (ab 2027), Electrolyser durability test facility (ab 2028), InVesta – Energy Innovation Park Alkmaar (incl. PosHYdon)	Open-Innovation-Plattform zur Validierung von Technologien vor der weiteren Skalierung und dem Einsatz beim Kunden Test von Systemen in relevanter Umgebung (Systemintegration in ein hybrides erneuerbares Energiesystem) PEM, AEM, AWE, SOE	5-9	Systeme	Erzeugung	Energie, Industrie	TNO-Publikation: Abkoude (2026), PDF (publications.tno.nl)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H2 Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
NWO-DIFFER	PLD4Energy / Chemical Energy Labs	Dünnschicht-Fertigung (1–4 inch) für Energie-Materialien (z. B. Elektroden für Wasserspaltung/BZ) als Brücke Forschung↔Industrie. Vakuum-Clusterlinie mit 2 PLD-Kammern (1"/4"), Sputtern (bis 4"), XPS-Anbindung und In-situ-Diagnostik (u. a. RHEED, OES, Ellipsometrie).	1–3	Material, Komponente (Dünnschicht)	Erzeugung, Endanwendung (Material-/Komponentenebene)	Energie, Industrie	<u>DIFFER:</u> <u>PLD4Energy (differ.nl)</u> <u>TU Delft: DIFFER entwickelt Forschungsanlage für die Energiewende (tudelft.nl)</u>
JRC – Joint Research Centre, Petten	FCTEST – Fuel Cells and Electrolyser Testing Facilities	Testinfrastruktur zur Unterstützung von Regulierung, Codes & Standards sowie Harmonisierung von Testprotokollen und Messmethoden. Prüfungen von PEM-Brennstoffzellen-Stacks, Komponenten und kompletten Systemen bis 100 kW elektrisch für stationäre und mobile Anwendungen; zusätzlich Tests von Elektrolysezellen sowie Hochtemperatur-Solid-Oxide-Zellen/-Stacks. Umweltsimulationen inkl. Temperatur, relativer Feuchte bis 95 % sowie Vibration und Schock.	n. a.	Komponente, Zelle, Stack, System	Erzeugung, Endanwendung	Energie, Mobilität	Europäische Referenzinfrastruktur mit starkem Fokus auf Standardisierung und Testmethodik.
JRC – Joint Research Centre, Petten	GasTeF / High Pressure Gas Testing Facility	Hochdruck-Gastank- und Komponentenprüfinfrastruktur für Wasserstoff und Erdgas. Forschung und Tests an On-board-Druckspeichersystemen, Hochdruck-H ₂ -Pipelines und Komponenten. Ausgelegt für	n. a.	Komponenten, Tanks, Systeme	Transport, Speicher, Endanwendung	Mobilität, Energie, Industrie	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H2 Wert- schöpfungs- kette (Erzeu- gung, Trans- port, Speicher, Endanwen- dung)	Anwen- dungsdomä- nen (Ener- gie, Indust- rie, Mobili- tät)	Sonstiges
		Typprüfungen von Volltanks sowie Simulation zentraler Komponenten einer H ₂ -Tankstelle einschließlich Kompressor, Kühler, Dispenser und Messsystemen. Schwerpunkt auf Sicherheits- und Performancebewertung bei Betankung und zyklischer Belastung; H ₂ -Speicherung bis 70 MPa im Fahrzeugkontext.					
ROGER Renewable Energy & Royal Netherlands Aerospace Centre	ROGER Waterstof Onderzoek, Test en Productiefaciliteit (OTP) Ab 2027	Field-Lab-Infrastruktur für Wasserstofftechnologien mit 5–10 MW initialer Elektrolyseleistung, skalierbar auf 20 MW. Rund 5 MW flexible Kapazität stehen für Tests vom kW- bis Multi-MW-Bereich zur Verfügung. Der Standort umfasst H ₂ -Produktion, Kompression, Speicherung und Sicherheitsinfrastruktur mit ca. 10.000–15.000 kg zentraler H ₂ -Speicherkapazität. Der Fokus liegt auf Stress-, Dauer- und Validierungstests von Elektrolyseuren, Stacks, Brennstoffzellen, H ₂ -Verbrennungsmotoren, Kompressoren und Technologien für Wasserstoffderivate.	5-8	Systeme, Tanks	Erzeugung, Speicherung, Endanwendung,	Energie, Industrie, Mobilität	<u>NLR: Produktions- und Testanlage für grünen Wasserstoff mit ROGER (nlr.org)</u>

Tabelle B-6 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Dänemark

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
Technical University of Denmark, etc.	DTU Energy – Electrolysis & Fuel Cells CAPEX	DTU: SOE/SOFC/PEM-Materialien und Zellentwicklung, Co-Elektrolyse, fortschrittliche Diagnostik und Modellierung; dünne Keramikzellen mit Ni-GDC-Elektroden, validiert für 1000 Stunden CAPEX hat sich zum Ziel gesetzt, Materialien und Power-to-X-Technologien für die grüne Wende zu entwickeln, und erhält dafür Fördermittel in Höhe von insgesamt 300 Millionen DKK (40 Millionen Euro) vom dänischen Ministerium für Hochschulbildung und Wissenschaft, der Dänischen Nationalen Forschungsstiftung, der Carlsberg-Stiftung, der Lundbeck-Stiftung, der Novo Nordisk-Stiftung und VILLUM FONDEN.	–	Material, Komponent	–	–	<u>DTU Energy: Forschung und Anlagen</u> (energy.dtu.dk) <u>CAPEX Pioneer Center</u> (capex.dtu.dk) <u>Danmarks Grundforskningsfond: neues Pioneer Center für Materialien der grünen Transformation</u> (dg.dk)

Tabelle B-7 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Norwegen

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
SINTEF und NTNU Norwegian University of Science and Technology	SINTEF/NTNU – Low-Temperature Electrolysis & Fuel-Cell Lab	Einzelzellen bis hin zu Short-Stack- und kW-Anlagen: G20/G60/G400 PEM/AEM FC; E40/E100 PEM EL; Hochdruck-Alkalianlagen; fortgeschrittene Elektrochemie (CV/LSV/EIS) mit GC/FTIR/Ionenchromatographie	3-6	Zelle, Stack, System, Anlage	Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	<u>SINTEF: Low-Temperature Electrolysis and Fuel Cell Laboratory (sintef.no)</u>
SINTEF und NTNU Norwegian University of Science and Technology	High Temperature Hydrogen and Fuel Cell Lab	Hochtemperatur-Testlabor für Brennstoffzellen und Elektrolyseure bis 1 100 °C und 10 bar. Verfügbar sind Teststände für Einzelzellen und Short-Stacks, kompatibel mit planaren und tubulären Zellen. Erfahrungen mit SOFC/SOEC, protonenkeramischen und molten-carbonate Technologien; Gasversorgung inkl. H ₂ , O ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄ , Ar, He sowie Betrieb mit NH ₃ und H ₂ S möglich. Zusätzlich EIS, GC, MS und Materialcharakterisierung.	n. a.	Material, Komponente, Zelle, Short-Stack	Erzeugung, Endanwendung	Energie, Industrie	High Temperature Hydrogen and Fuel Cell Lab
IFE Institute for Energy Technology	IFE Hynor Hydrogen Technology Center (IFE Hynor) The Norwegian Fuel Cell and	Das IFE Hynor Hydrogen Technology Center (IFE Hynor) ist ein Testzentrum für Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie, das sich im Besitz von IFE befindet und von diesem betrieben wird. IFE Hynor umfasst die folgende Forschungsinfrastruktur:	3-7	Zelle, Stack, System, Anlage	Erzeugung, Speicherung, Verteilung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	<u>SINTEF: Low-Temperature Electrolysis and Fuel Cell Laboratory (sintef.no)</u>

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
	Hydrogen Systems Laboratory (N-FCH)	PEM-Wasserelektrolyse-Systemlabor (33 kW) PEM-Brennstoffzellensystemlabor (20 kW) Pilotanlage für sorptionsverstärkte Reformer (SER) (20 kg H₂ /Tag) Versuchsaufbau für flüssigen Wasserstoff Darüber hinaus verfügt IFE Hynor über folgende Infrastruktur, die für diese Testkampagnen genutzt werden kann: PV-Anlage (16 kWp) Leistungsaufbereitungssysteme (AC/DC, DC/AC) Gasversorgungs- und -speichersysteme (H₂, CH₄, N₂) Die IFE Hynor-Labore bieten die Möglichkeit, Forschungen zur Wasserelektrolyse und zu Brennstoffzellenstapeln und -systemen durchzuführen. Darüber hinaus können Experimente zur Umwandlung von methanreichen Gasen (CH₄) in Wasserstoff (H₂) mit einem integrierten Verfahren zur CO₂-Abscheidung unter Verwendung einer Pilotanlage für sorptionsverstärkte Reformierung (SER) durchgeführt werden. IFE Hynor verfügt auch über eine Laboranlage für die Produktion und experimentelle Arbeit mit flüssigem Wasserstoff (LH₂). IFE Hynor befindet sich in Kjeller, Norwegen.					IFE: N-FCH Systems Laboratory (ife.no)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
		Die PEM-Wasserelektrolyse- und PEM-Brennstoffzellensystem-Labore sind Teil der nationalen Forschungsinfrastruktur des Norwegischen Brennstoffzellen- und Wasserstoffzentrums. Das N-FCH-Systemlabor konzentriert sich auf die Integration von Brennstoffzellen (mobile Anwendungen) und Wasserelektrolyseuren (stationäre Anwendungen) in Energiesysteme. Das N-FCH-Systemlabor befindet sich im IFE Hynor Hydrogen Technology Centre in Kjeller, Norwegen.					

Tabelle B-8 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Schweiz

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
PSI	ESIP	Die Energy System Integration Platform (ESIP) bietet umfassende Test-, Analyse- und Validierungsumge-	6-8	System, Anlage	Erzeugung, Speicherung,	Energie, Industrie, Mobilität	–

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
Paul Scherrer Institut	Energy System Integration Plattform	bungen für Wasserstoff-, Brennstoffzellen- und synthetische Kraftstoffsysteme. Sie unterstützt HIL-Controller-Design, Algorithmusvalidierung sowie Use-Case-Analysen zur optimalen Standortplanung. Die Infrastruktur ermöglicht Tests von Brennstoffzellen-Stacks und Systemen bis 100 kW sowie Elektrolyse-Stacks und -Zellen bis 100 kW. Zusätzlich stehen 2-kW-Teststände für Kurzstack-Validierung und Methanationssysteme bis 170 kW zur Verfügung. Spez. Daten, Fakten & Infrastruktur: HIL-Reglerdesign & Algorithmusvalidierung Analyse von H₂- & synthetischen Kraftstoffen (Site-Planning) Brennstoffzellentests: Stacks bis 35 kW, Systeme bis 100 kW Elektrolysetests: 0–100 kW (Balanced-pressure, bis 45 bar) 2-kW-Teststände für Stack-/Zelltests Methanation: 0–170 kW Testsysteme Brennstoffzellenbetrieb bis 80–120 kW (H₂/O₂)			Endanwendung		

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
EMPA Eidgen. Materialprüfanstalt	Empa – “move” mobility demonstrator & H ₂ station	H ₂ -Tankstelle & Mobilitätslabore; Richtlinien & Sicherheitsforschung für HRS; Studien zum Thermomanagement bei Hochdruckbetankung	7-9	System, Anlage	Erzeugung, Speicherung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	Empa: Mobilitätsdemonstrator move (empa.ch)

Tabelle B-9 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Finnland

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
VTT Technical Research Centre of Finland	Industrial Energy & Hydrogen Technology Infrastructure	• Unterstützt Skalierung & Integration industrieller H₂-/Elektrifizierungsprozesse (u. a. Verbrennungs-Piloten, elektrisch beheizter Ofen, DAC). • Pilot- & Testumgebung für PEMFC/SOFC/SOEC; digitale Daten-Backbone und AEM-Elektrolyse-Testrigs (~3 kWe) in Smart-Grid-Umgebung.	4–7	Zelle, Stack, System	Erzeugung, Endanwendung	Energie, Industrie, Mobilität	VTT: Industrial Energy and Hydrogen Infrastructure (vttresearch.com)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
							VTT: Projekt Industrial Hydrogen (cris.vtt.fi)

Tabelle B-10 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Slowenien

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
NIC National Institute of Chemistry	L52 Labor für H ₂ - & CO ₂ -Technologien	Fokus auf elektrochemische H ₂ -Erzeugung, CO ₂ -Abscheidung und -Konversion; enge industrienähe Ausrichtung. Labor für Entwicklung, Test und Scale-up von Katalysatoren/Sorbentien, Elektroden & Membranen; Demonstrations- und Trainingsumgebung im Zentrum für kohlenstofffreie Technologien	3–6	Material, Komponente, Zelle/Modul, Pilot	Erzeugung, Endanwendung (H ₂ /CO ₂ -Konversion)	Industrie, Energie	NIC: Labor L52 für H₂- und CO₂-Technologien (ki.si) NIC: Ausschreibung Forschungsstelle 2024, PDF (ki.si)

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
							bis 100 Mio. € Förderung über EC

Tabelle B-11 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Belgien

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
EnergyVille / VITO / imec / UHasselt	Green Hydrogen Research Infrastructure (Genk / Diepenbeek)	Neue Forschungsinfrastruktur für grünen Wasserstoff. VITO und imec fokussieren auf Upscaling von Komponenten für Elektrolysesysteme sowie Charakterisierung. Imec betreibt eine Pre-Pilot-Linie zur Skalierung des Nanomesh-Elektrodenmaterials; VITO bringt Membranentwicklung und -verarbeitung ein. UHasselt fokussiert auf neue Materialien für Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff auf Basis solarer Energie. Infrastruktur in den EnergyVille Labs in Genk und im Green Hydrogen Lab in Diepenbeek.	n. a.	Materialien, Komponenten, Zelle	Erzeugung, Endanwendung	Energie, Industrie	2024 vorgestellt; öffentlich ausgewiesene Investition von 4.5 Mio. € durch den flämischen Relaunch-Plan.

Tabelle B-12 H₂-Forschungsinfrastruktur in Europa – Tschechische Republik

Institution	Infrastruktur	Beschreibung (Leistung, Scope, etc.)	TRL	Skalierung (Zelle, Stack, Komponenten, Anlage, etc.)	H ₂ Wertschöpfungskette (Erzeugung, Transport, Speicher, Endanwendung)	Anwendungsdomänen (Energie, Industrie, Mobilität)	Sonstiges
Charles University in Prague	Hydrogen Technology Center (HTC)	Infrastruktur für Tests und Analyse von Katalysatoren und Zellkomponenten für Wasserelektrolyseure und Brennstoffzellen. Reicht von Halbzellenuntersuchungen mittels RDE/RRDE über Single-Cell-Tests bis zur Evaluierung in kompletten Stacks. Schwerpunkt auf elektrochemischer Charakterisierung und Katalysatorscreening.	n. a.	Material, Komponente, Zelle, Stack	Erzeugung, Endanwendung	Energie, Industrie	Teil des CERIC-ERIC Open-Access-Portfolios

Anhang C: KPI-Katalog

Tabelle C-1 Definition wissenschaftlicher KPIs

Wissenschaftliche KPIs	Definition	Datenquelle	Frequenz	Ebene	AT Industrie-Strategie 2035
Anzahl wissenschaftlicher Publikationen	Jährliche Anzahl peer-reviewed Publikationen mit Infrastrukturbezug	Publikationsliste, Scopus/Scival/ Web of Science	jährlich	Output	Wettbewerbsfähigkeit durch Wissensvorsprung (First-Mover)
Feld-normalisierte Zitationswirkung (FWCI)	Durchschnittlicher Feld-normalisierter Zitationsindex aller Publikationen mit Infrastrukturbezug (FWCI = 1 entspricht Durchschnitt)	Publikationsliste, Scopus/Scival/ Web of Science	jährlich (rollierendes 3Jahres-Fenster)	Outcome	Wettbewerbsfähigkeit durch Wissensvorsprung (First-Mover)
Anzahl Schutzrechte (Patente, Gebrauchsmuster, Marken)	Anzahl neu angemeldeter / erteilter IP-Rechte pro Jahr mit Infrastrukturbezug	IP-Office der Einrichtungen, Patentdatenbanken (EPO, DPMA)	jährlich	Output	Z.B. Advanced Materials / Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Robotik
Industrie/Kooperationsprojekte mit Infrastrukturnutzung	Anzahl F&E-Projekte mit Industrie oder öffentlichen Partnern, die die Infrastruktur nachweislich nutzen	Projektcontrolling, Protokolle, Vertragsdatenbank	jährlich	Outcome	Z.B. Industrieoffensive und Anlagenbau; Transformation der Automotive-Zulieferer

Tabelle C-2 Definition ökologischer KPIs

Ökologische KPIs	Definition	Datenquelle	Frequenz	Ebene	AT Industrie-Strategie 2035
Technologien mit quantifizierter CO₂ Verbesserung	Anzahl Technologien, für die aus LCA eine nachweisbare Reduktion von mind. x % THG Emissionen ggü. Referenztechnologie hervorgeht.	LCA-Berichte, Projektabschlussberichte	jährlich	Outcome	Energie- und Umwelttechnologien
Potenzielles CO₂ Einsparvolumen von spezif. Leuchtturm-Technologien	Modellierte jährliche Reduktion von THG Emissionen bei definiertem Marktdurchdringungs-Szenario (z.B. 2030) für ausgewählte Technologien	Szenariostudie, LCA, Marktdaten	alle 3–5 Jahre	Impact	Energiewende / Industrieoffensive
Energieeffizienzverbesserung ausgewählter Technologien / Systeme	Mittlere relative Verbesserung des Wirkungsgrads / Primärenergiebedarfs ausgewählter Technologien (z.B. Elektrolyse, Brennstoffzellen) ggü. Referenz.	Messdaten der Infrastruktur, Projektberichte	jährlich	Outcome	Energie- und Umwelttechnologien; Advanced Materials; Mobilitätstechnologien

Tabelle C-3 Definition ökonomischer KPIs

Ökonomische KPIs	Definition	Datenquelle	Frequenz	Ebene	AT Industrie-Strategie 2035
Volumen privater F&E-Mittel mit Infrastrukturbezug	Summe jährliche F&E Ausgaben von Industriepartnern in Projekten mit Infrastruktur-Nutzung	Projektcontrolling, Finanzabteilung	jährlich	Outcome	Hebeln der Industrieoffensive durch Investitionen
Anzahl Spin-offs / Start-ups mit Infrastrukturbezug	Anzahl gegründeter Unternehmen mit Geschäftsmodell basierend auf Ergebnissen / Technologien mit Infrastrukturbezug	Technologietransferstelle, Spin off Register, Projektlisten	jährlich	Outcome	Fast-Track für KMU / Start-ups

Ökonomische KPIs	Definition	Datenquelle	Frequenz	Ebene	AT Industrie-Strategie 2035
Lizeneinnahmen aus Infrastruktur-basierten Technologien	Jährliche Lizenzerlöse (€/Jahr) aus IP, das mit / durch Nutzung der Infrastruktur entwickelt wurde	Tech-Transfer-O.; Lizenzabteilung, Finanzabteilung	jährlich	Outcome	Monetarisierung "First Mover"
Modellierte zusätzliche Wertschöpfung (BIP-Beitrag)	Geschätzte zusätzliche Bruttowertschöpfung (€/Jahr) aus ökonomischem Modell (Basis: Investitionen; Multiplikatoren).	Ökonomische Impact Studie, nationale Statistiken	alle 3–5 Jahre	Impact	Rückkehr Top-10
Modellierter Beschäftigungseffekt	~ Gesamtzahl zusätzlicher / gesicherter Arbeitsplätze (direkt, indirekt, induziert)	Impact Studie, Arbeitsmarktstatistik	alle 3–5 Jahre	Impact	Rückkehr Top-10

Tabelle C-4 Definition gesellschaftlicher KPIs

Gesellschaftliche KPIs	Definition	Datenquelle	Frequenz	Ebene	AT Industrie-Strategie 2035
Anzahl Stakeholder Events und Teilnehmende	Summe der durchgeführten Informations-/Dialogformate (Führungen, Workshops, Schulprogramme, Bürgerdialoge) und Gesamtzahl Teilnehmende pro Jahr.	Dokumentation, Teilnehmerlisten	jährlich	Output	Sichtbarkeit für Standortpolitik / Internationale Einbindung
Abdeckung in Medien und Fachöffentlichkeit	Anzahl relevanter Medienberichte, Fachartikel, Podcasts, TV/ Radio Beiträge über die Infrastruktur und ihren Impact.	Medienmonitoring, Pressespiegel	jährlich	Outcome	Sichtbarkeit für Standortpolitik / Internationale Einbindung
Akzeptanzindex in der Region	Standardisierter Index (z.B. Skala 1–5) auf Basis repr. Befragungen in def. Einzugsgebiet (z.B. zur Akzeptanz von H ₂ -Anwendungen / Infrastruktur.)	Wiederkehrende Umfragen (z.B. alle 2 Jahre), externe Institute	alle 2 Jahre	Outcome	Sichert regionale Unterstützung

Gesellschaftliche KPIs	Definition	Datenquelle	Frequenz	Ebene	AT Industrie-Strategie 2035
Beteiligung an Politik- und Normungsprozessen	Anzahl formaler Beiträge zu Strategien, Normungsgremien, Expertengruppen (z.B. Stellungnahmen, Mitarbeit in Beiräte)	Gremienlisten, Policy Doku	jährlich	Outcome	Unterstützt Umsetzung Strategie

Anhang D: Förderprogramme für H₂-F&E-Infrastruktur

Tabelle D-1 Österreichische Förderlandschaft mit Fokus auf H₂-F&E-Infrastruktur

Programm / Instrument	Relevanz für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Typische Fördergegenstände	Förderquote / Obergrenze	Einordnung für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Quelle
FFG F&E-Infrastrukturförderung	Sehr hoch	Anschaffung und Aufbau hochwertiger F&E-Infrastruktur für Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Forschung; gemeinsame Nutzung durch Wissenschaft und Wirtschaft.	Ausschreibung 2024: max. 2,5 Mio. €; nicht-wirtschaftliche Nutzung 90 %; wirtschaftliche Nutzung 50 %. Keine Unterscheidung nach industrieller Forschung oder experimenteller Entwicklung, sondern nach Nutzungstyp.	Direktester Fit für H ₂ -Labore, Teststände, Mess- und Prüfinfrastruktur sowie gemeinsam nutzbare Forschungsinfrastruktur.	FFG (2025)
FTI-Initiative Transformation der Industrie: F&E-Infrastruktur	Sehr hoch	Aufbau von Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur für klimaneutrale Industrie und Netto-Null-Technologien; ausschließlich wirtschaftliche Nutzung.	Max. 5 Mio. €; max. 50 %; Laufzeit max. 60 Monate. Die Quote folgt dem Infrastrukturinstrument, nicht der IF/EE-Logik.	Sehr passend, wenn die H ₂ -Infrastruktur industriell angebunden ist und zur Transformation der Industrie beiträgt.	Klima- und Energiefonds & FFG (2025)
FTI-Initiative Transformation der Industrie: P&D-Anlage / kombiniertes Projekt	Hoch	Pilot- und Demonstrationsanlagen im realen Umfeld; auch kombinierbar mit F&E-Projekt oder Leitprojekt.	P&D-Anlage: max. 6 Mio. €; max. 45 %. Kooperatives F&E-Projekt: max. 2 Mio. €; max. 60 % für experimentelle Nutzung.	Guter Fit für H ₂ -Demonstratoren, Skalierungsschritte, Testumgebungen unter realitätsnahen Bedingungen und Vorzeigeprojekte.	Klima- und Energiefonds & FFG (2025)

Programm / Instrument	Relevanz für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Typische Fördergegenstände	Förderquote / Obergrenze	Einordnung für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Quelle
			telle Entwicklung. Leitprojekt: max. 60 % für experimentelle Entwicklung bzw. max. 85 % für industrielle Forschung.		
Energieforschung 2026	Mittel bis hoch	Kooperative F&E-Projekte und Sondierungen im Schwerpunkt Wasserstoff und CCUS; adressiert u. a. Erzeugung, Speicherung, Transport, Nutzung, Power-to-X und Systemintegration.	Sondierung: max. 250.000 € und max. 80 %. Kooperatives F&E-Projekt IF: 100.000 € bis 2 Mio. € und max. 85 %. Kooperatives F&E-Projekt EE: 100.000 € bis 2 Mio. € und max. 60 %. Industriennahe Dissertation: max. 110.000 € und max. 50 %.	Eher F&E-Projektförderung als Infrastrukturförderung. Infrastrukturkosten können projektbezogen relevant sein, stehen aber nicht als eigenständiger Infrastrukturaufbau im Mittelpunkt.	FFG (2026)
Transformation der Industrie nach UFG / KPC: Investitionszuschuss	Mittel	Investitionen in klimafreundliche Technologien zur Reduktion von THG-Emissionen bestehender industrieller Produktionsprozesse; erneuerbarer Wasserstoff kann ein relevanter Energieträger sein.	Ausschreibung April 2026: bis zu 80 % der beihilfefähigen Investitionskosten; max. 100 Mio. € je Maßnahme; max. 1.000 € je reduzierter Tonne CO ₂ .	Stärker Umsetzungs- und Industrieinvestitionsförderung als F&E-Infrastrukturförderung. Interessant für großtechnische H ₂ -Integration und industrielle Dekarbonisierung.	HyPA (2026); KPC (2026)
Umweltförderung im Inland (UFI)	Mittel	Klimaschutzmaßnahmen, erneuerbare Wärme, Abwärmenutzung, Energieeffizienz, Ressourceneffizienz; laut HyPa auch H ₂ -Demonstrationsanlagen und Produktgas-Anlagen zur Eigenversorgung.	Keine einheitliche H ₂ -spezifische Förderquote; abhängig vom konkreten UFI-Förderatbestand.	Eher Umsetzung und Demonstration. Für klassische Forschungsinfrastruktur weniger direkt als FFG-Programme.	HyPA (2026)

Programm / Instrument	Relevanz für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Typische Fördergegenstände	Förderquote / Obergrenze	Einordnung für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Quelle
Ökofonds Steiermark 2026	Regional relevant	Neuerrichtung von Elektrolyseuren unter 500 kW Stackleistung samt unmittelbar verbundenen Anlagenbestandteilen, z. B. Kompressoren und Speicheranlagen, in der Steiermark.	Förderquote auf der HyPa-Seite nicht angegeben; abhängig von Ausschreibung und Landesvorgaben.	Interessant für kleinere regionale H ₂ -Erzeugungsinfrastruktur; weniger als überregionales F&E-Infrastrukturprogramm geeignet.	HyPA (2026)

Tabelle D-2 EU-weite Förderlandschaft mit Bezug zu H₂-F&E-Infrastruktur

Programm / Instrument	Relevanz für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Typische Fördergegenstände	Förderquote / Obergrenze	Einordnung für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Quelle
Clean Hydrogen Partnership / Clean Hydrogen JU	Sehr hoch	Europäische Wasserstoff-F&E, Demonstration, Hydrogen Valleys, Produktion, Speicherung, Verteilung, Endanwendungen sowie saubere Wärme und Strom.	Call 2026: 105 Mio. € Budget. Horizon-Europe-Logik: RIA und CSA 100 %. IA regulär 70 %; Non-Profit-Organisationen bei IA 100 %.	Sehr passend für europäisch eingebettete H ₂ -F&E-Infrastruktur, Demonstratoren, Validierungsumgebungen und Hydrogen-Valley-Vorhaben.	HyPA (2026); Clean Hydrogen Partnership (2026); FFG (o. D.)
CETPartnership Joint Call 2026	Hoch	Transnationale kooperative F&E-Projekte zur Energiewende; Call Module u. a. Hydrogen and renewable fuels, Speichertechnologien, integrierte Energiesysteme und industrielle Energiesysteme.	Für österreichische Beteiligungen: je nach Organisationsart, Größe und Forschungskategorie 35–85 %; max. 2 Mio. € und min. 100.000 € Förderung für österreichische Beteiligte.	Gut für transnationale H ₂ -F&E und Systemintegration; weniger direkt für alleinstehenden Infrastrukturaufbau.	HyPA (2026); CETPartnership (o. D.)

Programm / Instrument	Relevanz für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Typische Fördergegenstände	Förderquote / Obergrenze	Einordnung für H ₂ -F&E-Infrastruktur	Quelle
EU-Innovationsfonds	Hoch für Demonstration, mittel für F&E-Infrastruktur	First-of-a-kind-Projekte, industrielle Dekarbonisierung, erneuerbare Energien, Energiespeicherung, Wasserstoffproduktion, -speicherung und -nutzung.	Reguläre Grants: bis zu 60 % der relevanten Kosten. Wettbewerbliche Auktionen: bis zu 100 % nach jeweiliger Auktionslogik.	Sehr relevant für großskalige Demonstrations- und Erstumsetzungsanlagen. Weniger geeignet für frühe Forschungsinfrastruktur oder reine Laborinfrastruktur.	HyPA (2026); Europäische Kommission (o. D.-b)
Europäische Wasserstoffbank	Niedrig für F&E, hoch für Markthochlauf	Auktionen zur Förderung der Produktion von erneuerbarem Wasserstoff; fixed green premium für den operativen Markthochlauf.	Keine klassische Förderquote; wettbewerblicher Zuschlag als €/kg H ₂ bzw. fixed premium über typischerweise 10 Jahre.	Nicht primär F&E-Infrastruktur. Relevant für Produktionsanlagen und Betriebsförderung, nicht für Labor- oder Teststandaufbau.	HyPA (2026)
EU Breakthrough Energy Catalyst	Mittel bis hoch für Skalierung	Public-Private-Partnership für saubere Technologien, u. a. Wasserstoff, Direct Air Capture, Sustainable Aviation Fuels, Long-Duration Energy Storage und industrielle Dekarbonisierung.	Keine einheitliche Förderquote auf HyPa genannt; Kombination aus Grants, Equity und quasi-equity möglich.	Geeignet für spätere Skalierungs- und Demonstrationsphasen. Für klassische öffentliche F&E-Infrastruktur nur bedingt direkt.	HyPA (2026); Europäische Kommission (o. D.-b)

Anhang E: Benchmarking RDI-Zentren – Finanzierungsdetails

ITZ Ost – Hydrogen Innovation Center (HIC), Chemnitz

Träger: HZwo e.V. (Innovationscluster mit über 150 Unternehmen und Forschungseinrichtungen, u.a. TU Chemnitz, Fraunhofer). Aufbauphase: ca. 70 Mio. € Bundesmittel (BMDV; Förderbescheid März 2025 über insgesamt 84,4 Mio. €) plus ca. 14,5 Mio. € Landesmittel (Sachsen) für Labore, Werkstätten und Teststände (Zulieferer, Schiene, Off-Road). Betriebsphase: Ziel wirtschaftlicher Selbstständigkeit über Prüf-, Test- und Zertifizierungsdienstleistungen, Vermietung spezialisierter Flächen an Start-ups und KMU sowie Weiterbildung.

ITZ West – TrHy (The Hydrogen Proving Area), Duisburg, mit ZBT

Leitung durch das ZBT (gemeinnützige GmbH, An-Institut der Universität Duisburg-Essen; ca. 15 % Basisfinanzierung). Aufbauphase: bis zu 70 Mio. € Bund (BMDV) plus ca. 50 Mio. € Land NRW, Gesamtvolumen ca. 120 Mio. €; Fokus schwere Nutzfahrzeuge, Busse, Binnenschifffahrt, HRS-Infrastruktur, Hochdruckkomponenten, H₂-Qualitätsanalyse. Besonderheit: aktives Investorenmodell mit Industriebeteiligung an Hardware und Testständen; langfristige Finanzierung über Zertifizierung und Systemtests.

ITZ Süd – WTAZ, Pfaffenhausen

Trägerschaft durch Forschungs- und Industriekonsortium (TU München, Hochschulen Landshut, Ingolstadt, OTH Regensburg; Industriepartner u.a. Hynergy, TesTneT; Koordination NOW GmbH). Aufbauphase: 54 Mio. € Bund (Förderbescheid Februar 2026) plus bis zu 30 Mio. € Bayern; Fokus Flüssigwasserstoff (LH₂), Betankung schwerer Nutzfahrzeuge, Luftfahrt. Synergie: benachbarter 5-MW-Elektrolyseur (HyBayern) liefert grünen Wasserstoff für Testläufe; langfristige Finanzierung über Zertifizierungs- und Standardisierungstests.

ITZ Nord – Verbund Bremen/Hamburg/Niedersachsen

Konsortium aus DLR, Fraunhofer IFAM, Helmholtz-Zentrum Hereon mit Industrieclustern (Hamburg Aviation, Maritimes Cluster Norddeutschland). Aufbauphase: ca. 70 Mio. € Bund plus 30–40 Mio. € der Länder; Fokus Luft- und Schifffahrt (Cryo-Tanks, große Komponenten). Perspektivische Finanzierung über Reallabore und Nähe zu industriellen Großprogrammen (u.a. Airbus ZEROe).

ZSW (HyFaB), Ulm

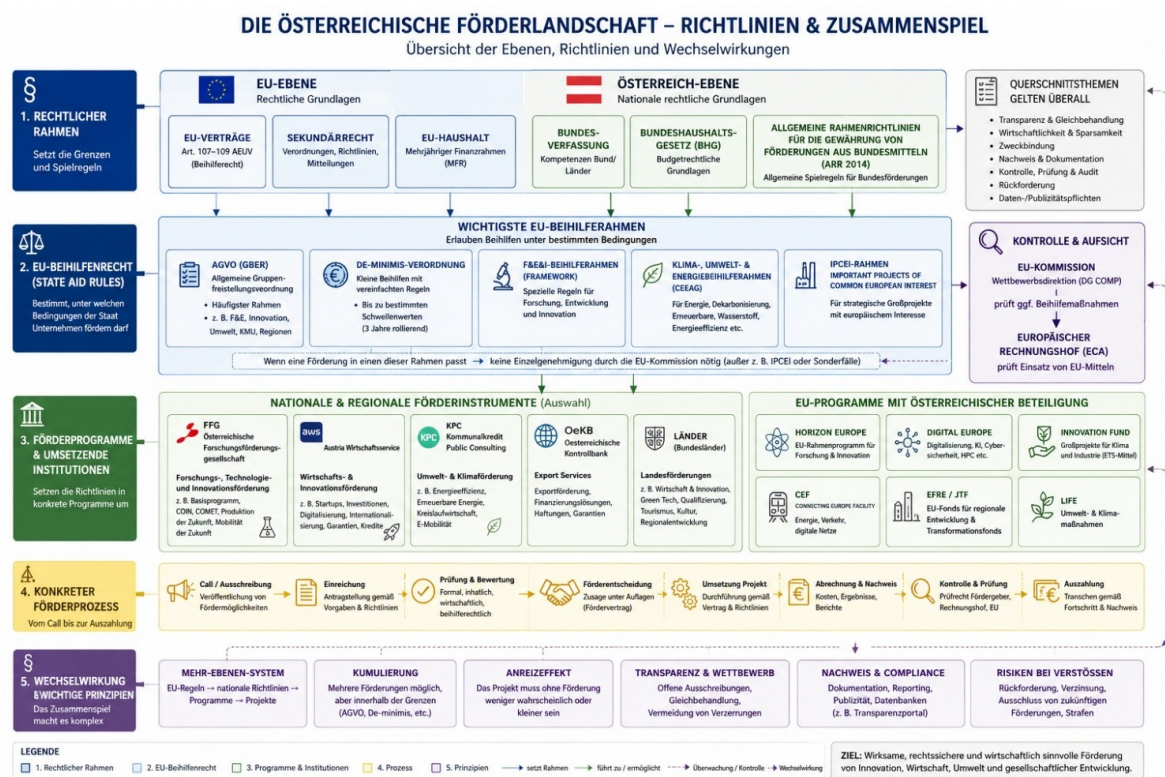
Stiftung bürgerlichen Rechts mit ca. 20 % Basisfinanzierung; Partner Fraunhofer ISE und FZI. Aufbau der Forschungsfabrik HyFaB: ca. 30 Mio. € Bund (NIP) plus über 18,5 Mio. € Land Baden-Württemberg (zzgl. 7,2 Mio. € für die dritte Phase bis 2026); Vollausbau ca. 74 Mio. €, davon geplant ca. 20 Mio. € durch Industriepartner. Fokus Produktionstechnik/Industrialisierung von Brennstoffzellen-Stacks; Finanzierung stark über Auftragsforschung und entgeltliche Validierung von Fertigungsverfahren.

imec, Leuven (Belgien)

Führendes Forschungs- und Technologiezentrum für Mikro-/Nanoelektronik mit strategischer Clusterrolle für Flandern. Aufbau mit öffentlicher Grundfinanzierung über 5-Jahres-Management-Agreements (zuletzt ca. 108 Mio. €/Jahr); heute über 80 % des Budgets aus Industriekooperationen, EU-Projekten und Auftragsforschung. Wachstum von 68 Mitarbeiter:innen (1984) auf ca. 6.000 mit über 940 Mio. € Umsatz; jüngst bis zu 1,5 Mrd. € Investitionen (Flandern + EU) in Reinräume und Pilotlinien. Erfolgsfaktoren: klare technologische Nische, Open-Innovation-Modell entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit geteilten F&E-Risiken, KPI-basierte Governance mit externen Evaluierungen, enge Universitätsverzahnung, neutrale Plattform mit klaren IP-Regeln.

Anhang F: Österreichische Förderlandschaft – Richtlinien und Zusammenspiel

Abbildung F-1 Die österreichische Förderlandschaft – rechtlicher Rahmen, Beihilfenrecht, Förderinstitutionen, Förderprozess und Wechselwirkungen



Die Abbildung gliedert die Förderlandschaft in fünf Ebenen: (1) Rechtlicher Rahmen mit der EU-Ebene (EU-Verträge Art. 107–109 AEUV, Sekundärrecht, EU-Haushalt) und der Österreich-Ebene (Bundesverfassung, Bundeshaushaltsgesetz, Allgemeine Rahmenrichtlinien ARR 2014). (2) EU-Beihilfenrecht mit AGVO, De-minimis-Verordnung, FuEuI-Beihilferahmen, Klima-, Umwelt- und Energiebeihilferahmen (CEEAG) und IPCEI-Rahmen. (3) Förderprogramme und umsetzende Institutionen: national und regional FFG, aws, KPC, OeKB und Länder; EU-Programme mit österreichischer Beteiligung sind Horizon Europe, Digital Europe, Innovation Fund, CEF, EFRE/JTF und LIFE. (4) Konkreter Förderprozess von Call/Ausschreibung über Einreichung, Prüfung und Bewertung, (5) Wechselwirkungen und Prinzipien: Mehrere Förderungen möglich, aber innerhalb der Grenzen (AGVO, De-minimis, etc.), Anreizeffekt, Das Projekt muss ohne Förderung weniger wahrscheinlich oder kleiner sein, Transparenz & Wettbewerb, Offene Ausschreibungen, Gleichbehandlung, Vermeidung von Verzerrungen, Nachweis & Compliance, Dokumentation, Reporting, Publizität, Datenbanken (z. B. Transparenzportal), Risiken bei Verstößen, Rückforderung, Verzinsung, Ausschluss von zukünftigen Förderungen, Strafen.

Förderentscheidung, Umsetzung, Abrechnung und Nachweis sowie Kontrolle und Prüfung bis zur Auszahlung. (5) Wechselwirkungen und Prinzipien: Mehr-Ebenen-System, Kumulierung, Anreizeffekt, Transparenz und Wettbewerb, Nachweis und Compliance, Risiken bei Verstößen. Ergänzend nennt die Abbildung Querschnittsthemen sowie Kontrolle und Aufsicht durch EU-Kommission und Europäischen Rechnungshof.

Anhang G: Fragen und geclusterte Antworten der Online Umfrage zu Wasserstoff-FuE Infrastrukturen

1. Welcher Art von Unternehmen gehören Sie an?

KMU, Start-up, Großunternehmen, Energieversorger, Andere (37 gesamt)

2. Welchem Industriezweig gehören Sie an?

Elektro- und Elektronikindustrie, Metall- und Stahlindustrie, Fahrzeugindustrie, Maschinen- und Anlagenbau, Chemische Industrie, Andere

3. Welche Wasserstoff-Produkte oder Anwendungen haben Sie bereits im Portfolio oder wollen Sie in Zukunft anbieten?

Fokus auf Herstellung von H₂ (Elektrolyse, biologischer Ursprung, alternative Herstellung, grauer H₂), auch Komponentenherstellung für Elektrolyse und Brennstoffzelle, Speicherung, H₂ als Hilfsmittel und Energieträger

4. Welche bestehende H₂-Forschungsinfrastruktur gibt es bei Ihnen? Gibt es Zugang zu dieser Infrastruktur für Außenstehende?

Teilweise eigene bestehende Forschungsstruktur für Charakterisierungen, Zell- und Stackprüfstände, Rollenprüfstände; sehr vereinzelt extern zugänglich, generell nur intern nutzbar; eigene Erzeugungsanlage und Pipeline

5. Welche H₂ Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur ist für die Zukunft geplant selbst aufzubauen?

Wenig in Zukunft geplant auszubauen bei den Unternehmen, spezifische Anwendungen genannt, z.B. Kältesysteme, Prototypen, Erweiterungen bestehender Infrastruktur und Erzeugung (Demonstrationsanlagen)

6. Welchen Infrastruktur Bedarf gibt es, der nicht selbst abgedeckt werden kann? Nutzen Sie bereits externe Infrastruktur und wenn ja, welche?

Durchwegs Nutzung externer Forschungseinrichtungen, z.B.: Charakterisierungen, Qualitätsmessungen (Gasanalyse), Pilotanlagen, Materialentwicklung, LH₂...

7. Welche Forschungsinfrastruktur soll in Österreich im europäischen Kontext fokussiert werden unter Berücksichtigung zukünftiger Trends?

Zukünftige F&E Infrastruktur soll anwendungsorientiert sein, Fokus auf Komponentenentwicklung, Elektrolyseanlagen für industrielle Anwendungen inkl. Sicherheitsaspekte und Stabilität, Flüssigwasserstoff, Fertigungstechniken (roll2roll), Pilotanlagen, H₂ Sicherheit und Qualität, LH₂, Themen sollte abgestimmt und gebündelt werden

Anhang H: Details Investitionskonzept

Abbildung H-1 Notwendige Infrastruktur für die Zellfabrikation (CAPEX-Module)

Digitale Zwillinge & KI-Agenten	Automatisierte Entwicklung von Materialien				Semi-industrielle Abscheidung von Materialien
Integriertes Daten- und Workflow-Management	Automatisierte, kombinatorische Abscheidung	Automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung		Automatisiertes, paralleles Zelltesten	Modulares System für Batch-zu-Batch Abscheidung
Automatisierte Probenbeförderung 1500 k€	Co-Sputtersystem 4x DC 500 k€	SEM + EDX 600 k€	5x SEC 600 k€	10+2x PEM-Zellen 5 kW Test-Stand 1600 k€	Vakuum- und Transport-Plattform 1500 k€
Daten-Server (v.a., Speicher) 200 k€	Co-Sputtersystem 3x RF 500 k€	AFM 400 k€	ICP-MS 300 k€	10+2x AEM-Zellen 5 kW Test-Stand 1600 k€	Vor- und Nach-Behandlung 1300 k€
KI-Infrastruktur und Digitale Zwillinge 1500 k€	Co-Sputtersystem HiTUS/HiPIMS 500 k€	XRF 400 k€	GC-MS 300 k€	2x ICP-MS 600 k€	Sputtermodule 2x DC/RF/HiPIMS 1800 k€
Software für Zugriffsplattform 200 k€		XRD 600 k€			Automatisierung und In-line Analyse 1500 k€
3.4 M€	1.5 M€	3.2 M€		3.8 M€	6.1 M€

Tabelle H-1 Module, Komponenten und CAPEX der Zellfabrikation (Datentabelle zu Abbildung H-1)

Komponente	Prozessschritt	Modul	CAPEX (k€)	Summe Modul (Mio. €)
Automatisierte Probenbeförderung	Digitale Zwillinge und KI-Agenten	Integriertes Daten- und Workflow-Management	1.500	3,4
Daten-Server (v. a. Speicher)	Digitale Zwillinge und KI-Agenten	Integriertes Daten- und Workflow-Management	200	3,4
KI-Infrastruktur und Digitale Zwillinge	Digitale Zwillinge und KI-Agenten	Integriertes Daten- und Workflow-Management	1.500	3,4
Software für Zugriffsplattform	Digitale Zwillinge und KI-Agenten	Integriertes Daten- und Workflow-Management	200	3,4
Co-Sputtersystem 4x DC	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte, kombinatorische Abscheidung	500	1,5
Co-Sputtersystem 3x RF	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte, kombinatorische Abscheidung	500	1,5

Komponente	Prozessschritt	Modul	CAPEX (k€)	Summe Modul (Mio. €)
Co-Sputtersystem Hi-TUS/HiPIMS	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte, kombinatorische Abscheidung	500	1,5
SEM + EDX	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung	600	3,2
AFM	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung	400	3,2
XRF	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung	400	3,2
XRD	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung	600	3,2
5x SEC	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung	600	3,2
ICP-MS	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung	300	3,2
GC-MS	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisierte Hochdurchsatz-Charakterisierung	300	3,2
10+2x PEM-Zellen, 5 kW Test-Stand	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisiertes, paralleles Zelltesten	1.600	3,8
10+2x AEM-Zellen, 5 kW Test-Stand	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisiertes, paralleles Zelltesten	1.600	3,8
2x ICP-MS	Automatisierte Entwicklung von Materialien	Automatisiertes, paralleles Zelltesten	600	3,8
Vakuum- und Transport-Plattform	Semi-industrielle Abscheidung von Materialien	Modulares System für Batch-zu-Batch-Abscheidung	1.500	6,1
Vor- und Nachbehandlung	Semi-industrielle Abscheidung von Materialien	Modulares System für Batch-zu-Batch-Abscheidung	1.300	6,1

Komponente	Prozessschritt	Modul	CAPEX (k€)	Summe Modul (Mio. €)
Sputtermodule 2x DC/RF/HIPIMS	Semi-industrielle Abscheidung von Materialien	Modulares System für Batch-zu-Batch-Abscheidung	1.800	6,1
Automatisierung und In-line-Analyse	Semi-industrielle Abscheidung von Materialien	Modulares System für Batch-zu-Batch-Abscheidung	1.500	6,1
Summe	–	–	18.000	18,0

Abbildung H-2 Notwendige Infrastruktur für die Stackfabrikation (CAPEX-Module)



Tabelle H-2 Module, Komponenten und CAPEX der Stackfabrikation (Datentabelle zu Abbildung H-2)

Komponente	Prozessschritt	Modul	CAPEX (k€)	Summe Modul (Mio. €)
Daten-Server (v. a. Speicher)	–	Infrastruktur für robustes Datenmanagement	200	0,5
Laborinformations-Managementsystem	–	Infrastruktur für robustes Datenmanagement	300	0,5
Roboter und Greifer (Großformat)	Semi-industrielle Fertigung	Roboter-Line für Stack-Fertigung	2.000	4,5

Komponente	Prozessschritt	Modul	CAPEX (k€)	Summe Modul (Mio. €)
Großflächen-Presse (End-of-Line)	Semi-industrielle Fertigung	Roboter-Line für Stack-Fertigung	1.500	4,5
Automatisierung (Dispenser, Vision)	Semi-industrielle Fertigung	Roboter-Line für Stack-Fertigung	1.000	4,5
Metall-3D-Druck (L-PBF)	Semi-industrielle Fertigung	Maschinen für Additive Fertigung	1.200	3,0
Keramik-3D-Druck (Binder Jetting)	Semi-industrielle Fertigung	Maschinen für Additive Fertigung	1.300	3,0
Großformat-Polymer-3D-Druck	Semi-industrielle Fertigung	Maschinen für Additive Fertigung	300	3,0
Nachbehandlung	Semi-industrielle Fertigung	Maschinen für Additive Fertigung	200	3,0
PEM, 20 kA Vollflächen-Stack	Großskaliges Testen	Teststände für Elektrolyse-Stacks	2.500	7,5
AEM/AEL, 10 kA Vollflächen-Stack	Großskaliges Testen	Teststände für Elektrolyse-Stacks	2.000	7,5
SOE, 1 kA Vollflächen-Stack	Großskaliges Testen	Teststände für Elektrolyse-Stacks	1.500	7,5
Test-Infrastruktur	Großskaliges Testen	Teststände für Elektrolyse-Stacks	1.500	7,5
SEM+EDX+EBSD	Ex-situ-Analyse	Laborgeräte für Charakterisierung	1.100	3,0
Labor-μCT (XRCT)	Ex-situ-Analyse	Laborgeräte für Charakterisierung	1.000	3,0
ICP-MS	Ex-situ-Analyse	Laborgeräte für Charakterisierung	400	3,0
Ultramikrotome	Ex-situ-Analyse	Laborgeräte für Charakterisierung	200	3,0
Digitalmikroskop mit Großstativ	Ex-situ-Analyse	Laborgeräte für Charakterisierung	100	3,0
Ion-Beam-Milling	Ex-situ-Analyse	Laborgeräte für Charakterisierung	150	3,0
Proben-Archiv, Klima-Lager	Ex-situ-Analyse	Laborgeräte für Charakterisierung	50	3,0
Summe	–	–	18.500	18,5

Anhang I: Details

Finanzierungsoptionen

1. Ausgangslage und Zielsetzung

a. Die Forschungsinfrastruktur

Die geplante Infrastruktur bildet den vollständigen Entwicklungszyklus elektrochemischer Zellen und Stacks ab: von der kombinatorischen Materialabscheidung über Hochdurchsatz-Charakterisierung und parallelisiertes Zelltesten bis zur roboterbasierten Stackfertigung, additiven Fertigung und Vollflächen-Stacktestung. Beide Module sind komplementär: Modul 1 liefert validierte Zellen und Membranen (Upstream), Modul 2 verarbeitet diese zu Stacks und testet sie unter realitätsnahen Bedingungen (Downstream).

Tabelle 10 Module, CAPEX und OPEX-Aufbau

Modul	Schwerpunkt	CAPEX	OPEX-Aufbau (5 J.)
Modul 1	Zellfabrikation	18,0 Mio. €	7,0 Mio. €
Modul 2	Stackfabrikation	18,5 Mio. €	6,5 Mio. €
Gesamt	–	36,5 Mio. €	13,5 Mio. €

Quelle: interne Berechnungen

b. Strategischer Kontext

Die Zieldefinition folgt der österreichischen Wasserstoffstrategie und der Industriestrategie 2035. Aus dem vorliegenden Bericht leiten sich fünf strategische Stoßrichtungen („Stärken stärken“) ab:

- **A. First-Mover-Advantage:** Export von Enabling Technologies statt Einzelkomponenten; KI-gestützte In-line-Qualitätssicherung als Alleinstellungsmerkmal.

- **B. Automotive-Transfer:** Übertragung von Präzisionsfertigungs-Know-how in die Elektrolyseur-, Brennstoffzellen- und H₂-Anlagenfertigung.
- **C. Industrieoffensive / Anlagenbau:** Positionierung Österreichs als Systemexporteur (Balance of Plant), Validierung von Multi-Megawatt-Systemen.
- **D. Souveränität durch Material und Recycling:** CRM-Substitution, edelmetallfreie Technologien, Kreislaufkonzepte.
- **E. Fast-Track für KMU und Start-ups:** niederschwelliger Open-Access zu Shared Labs zur Validierung ohne hohe Eigeninvestitionen.

c. Der Förderlücken-Befund

Die Analyse in Kap. 7.4 zeigt: Die Förderlücke liegt nicht im reinen Aufbau, sondern im Übergang von der Forschung zur Demonstration und wirtschaftsnahen Nutzung – dort sinken die Förderquoten deutlich. Hinzu kommt eine zentrale beihilferechtliche Randbedingung, die jede Mosaik-Strategie prägt: Der Pflicht-Eigenanteil der 50%-Schiene darf nicht aus öffentlichen Mitteln stammen.

2. Analyisierte Förderinstrumente

Untersucht wurde die gesamte relevante Förderlandschaft auf nationaler (FFG), umwelt-/investitionsbezogener (KPC) und europäischer (EU) Ebene. Maßgeblich waren Fördergegenstand, Förderquote/Obergrenze, der Bezug zu Wasserstoff/Elektrochemie und die Eignung für eine Forschungsinfrastruktur.

a. Nationale Forschungsförderung

Tabelle 11 Nationale Forschungs-Förderinstrumente – Übersicht

Instrument	Fördergegenstand	Quote / Obergrenze	Rolle im Mix
F&E-Infrastruktur	Forschungsgeräte/-anlagen	nicht-wirtsch. 90 % / wirtsch. 50 %; max. 2,5 Mio. €/Projekt	Anker für Kern-Analytik & Abscheidung
Technologieinfrastruktur	wirtschaftsnahe Geräte	50 %; ≤ 1,5 Mio. €	mittelgroße, wirtschaftsnahe Geräte

Instrument	Fördergegenstand	Quote / Obergrenze	Rolle im Mix
FTI Transformation d. Industrie	F&E-Infra / P&D / koop. F&E	Infra ≤ 5 Mio. € (50 %); P&D ≤ 6 Mio. € (45 %)	Pilot-/semi-industrielle Module
Energieforschung 2026	koop. F&E-Projekte	IF 85 % (0,1–2 Mio. €); koop. EE 60 %	F&E-Personal + Kleingeräte-Abschr.
COMET	strukturierte F&E	~50 %, bis 95 % mit Industrie-Mitfinanzierung	Personal, Verstetigung

Zentrale Randbedingung (F&E-Infra): Die Restfinanzierung des Eigenanteils darf nicht aus öffentlichen Mitteln stammen, sondern nur aus nicht-öffentlichen Eigenmitteln, Erlösen aus Auftragsforschung oder mitfinanzierenden Organisationen (mind. 10 % Cash für bevorzugten Zugang).

b. KPC / Umweltförderung

Tabelle 12 Nationale KPC-Förderinstrumente – Übersicht

Instrument	Fördergegenstand	Quote / Obergrenze	Eignung Infrastruktur
Transformation – Investitionszuschuss 2026	klimafreundl. Industrieinvest., THG-Reduktion	bis 80 %; max. 100 Mio. €/Maßnahme	hoch nur bei industrieller Demo/Referenzanlage
Transformationszuschuss 2026	Energieträger-Mehrkosten (OPEX)	max. 130 Mio. €/Antrag, 10 J.	spätere Industrienutzung, nicht Aufbau
FTI P&D-Anlagen (KPC-Teil)	Pilot-/Demonstrationsanlagen	indikativ 12,5 Mio. € P&D / 22,5 Mio. € komb.	hoch, wenn Modul als P&D mit F&E-Begleitung
Energieeffizienz / Abwärme	Effizienz, Wärmerückgewinnung	maßnahmenabhängig	nur Energie-/Medienperipherie

Einordnung: KPC-Instrumente fördern Investitionen in industrielle Dekarbonisierung, nicht wissenschaftliche Personalkosten. Für die Infrastruktur sind sie nur dort hoch relevant, wo ein Modul (z. B. die Vollflächen-Stack-Teststände) als Dekarbonisierungs-Demonstration argumentierbar ist.

c. EU – europäische Programme

Tabelle 13 Europäische Förderprogramme – Übersicht

Instrument	Fördergegenstand	Quote / Obergrenze	Rolle im Mix
Clean Hydrogen JU (Call 2026)	H ₂ -F&E, Demonstration, Validierung	RIA/CSA 100 %; IA 70 % (Non-Profit 100 %)	stärkstes H ₂ -EU-Instrument; Personal + Validierung
Horizon RI (INFRA)	Forschungsinfrastruktur, Open Access, Daten	abhängig von Ausschreibung	europäische Infrastruktur-/Datenhülle
Horizon Cluster 5 / Clean Industrial Deal	Systemintegration, Industrie-Demo	abhängig von Ausschreibung	industrielle Einbettung großer Module
CETPartnership (Joint Call 2026)	transnationale koop. F&E	AT 35–85 %; 0,1–2 Mio. €	transnationaler Ramp-up
EU-Innovationsfonds	First-of-a-kind, Industrie-Demo	Grants ≤ 60 %; Auktionen ≤ 100 %	großskalige Demonstration (später)
MSCA / ERC	Personen-/Ausbildungsförderung	Unit-Cost / bis 100 %	Doktorand:innen, Internationalisierung

d. Auswahllogik

Aus dieser Landschaft wurde bewusst ein gemischtes Portfolio gebildet – aus drei Gründen:

- **Risikostreuung:** Die F&E-Infrastrukturförderung hat nur eine stark überzeichnete Jahresausschreibung; sie wurde daher auf 4 Bewilligungen begrenzt, der Rest auf Technologieinfrastruktur, FTI und KPC verteilt.
- **Höhere Quoten bei niedrigem TRL:** Forschungsnahe Module werden über kooperative Projekte mit 85 % (industrielle Forschung) statt 50 % finanziert.
- **Abschreibungsschiene für Kleingeräte:** Geräte ≤ 400 k€ werden nicht als eigene Investitionsanträge gestellt, sondern docken an thematische kooperative Projekte an, in denen nur die anteilige Abschreibung gefördert wird.

3. Option A – Förderung über das Instrumentenmosaik

a. Strategie

Die 36,5 Mio. € CAPEX werden in Blöcke zerlegt und einzeln dem jeweils am besten passenden Instrument zugeordnet. Große Ankerblöcke (Kern-Analytik, Abscheidung, additive Fertigung) laufen über die F&E-Infrastruktur (90 %), wirtschaftsnahe und Pilotmodule über Technologieinfrastruktur/FTI (50/45 %), die Stack-Demonstration über KPC (80 %). Kleingeräte ≤ 400 k€ (zusammen 3,7 Mio. €) werden über die Abschreibungsschiene finanziert. Die Anträge werden über 2027–2031 gestaffelt, um die Überzeichnung der Jahres-Calls zu entzerren.

Zusätzlich wird die Erstellung der Anträge berücksichtigt: 26 Anträge erfordern geschätzt rund 8.260 Stunden bzw. ~743.000 € Personalkosten (vollkostend 90 €/h) – etwa 5,2 Personenjahre, über 2027–2031 verteilt rund 1,0 VZÄ pro Jahr. EU-Anträge (Clean Hydrogen, MSCA, CETH) und COMET sind aufwändiger als FFG-Themencalls. Da die Antragserstellung vor Projektstart anfällt, ist sie in der Regel nicht förderfähig und damit Vorlauf-/Eigenleistung zusätzlich zum dauerhaften Eigenanteil.

b. Ergebnis

Tabelle 14 Ergebnis Option A

Position	Volumen	Förderung	Eigenanteil
CAPEX gesamt	36,5 Mio. €	24,0 Mio. € (65,7 %)	12,5 Mio. €
davon Modul 1 (Zellfabrikation)	18,0 Mio. €	11,2 Mio. €	6,8 Mio. €
davon Modul 2 (Stackfabrikation)	18,5 Mio. €	12,8 Mio. €	5,7 Mio. €
OPEX-Aufbau (5 J.)	13,5 Mio. €	9,6 Mio. € (71 %)	3,9 Mio. €
SUMME (CAPEX + OPEX)	50,0 Mio. €	33,6 Mio. €	16,4 Mio. €

Hinzu kommt eine temporäre Vorfinanzierungsspitze von ~15,5–18,5 Mio. €, weil CAPEX früh bezahlt wird, Förderzahlungen (Endraten, KPC spät) und der Rückfluss der Antragsverfassung erst später zufließen.

c. Vor- und Nachteile

- **Pro:** sofort mit bestehenden Instrumenten umsetzbar; thematisch breite Verankerung; Risikostreuung über viele Calls.
- **Contra:** 16,4 Mio. € dauerhafte Eigenmittel; hohe Vorfinanzierung; 26 Anträge mit ~8.260 h Aufwand; Abhängigkeit von Zuschlagsquoten und Call-Timing.

4. Option B – Vollfinanzierung aus einer Hand

a. Strategie

Der Weg zur Vollfinanzierung führt über die nicht-wirtschaftliche Einordnung der Forschungsinfrastruktur. Statt vieler gedeckelter Calls wird das gesamte Paket aus einer einzigen öffentlichen Quelle finanziert – realistisch eine direkte Bund-/Länder-Infrastrukturfinanzierung bzw. Sondermittel oder ein nationales Forschungsinfrastruktur-Programm. Die kompetitiven Calls scheiden hierfür aus, weil sie bei 2,5–6 Mio. € je Projekt enden und kein einzelner Call die 50 Mio. € trägt.

b. Beihilferechtlicher Kontext

Die entscheidende Frage ist nicht das Instrument, sondern die beihilferechtliche Einordnung der Nutzung. Nach dem EU-Unionsrahmen für staatliche Beihilfen für Forschung, Entwicklung und Innovation (2022), Rn. 19–21, gilt:

- **Wird eine Forschungsinfrastruktur fast ausschließlich nicht-wirtschaftlich genutzt,** fällt ihre öffentliche Finanzierung vollständig aus dem Beihilferecht heraus – Art. 107 Abs. 1 AEUV ist nicht anwendbar.
- **Folge:** Eine Finanzierung bis zu 100 % aus einer einzigen öffentlichen Quelle ist zulässig, ohne Höchstintensitäten und ohne die Pflicht zu einem nicht-öffentlichen Eigenanteil.
- **Eine begrenzte wirtschaftliche Nutzung bleibt rein nebensächlich („ancillary“),** solange sie 20 % der jährlichen Gesamtkapazität nicht überschreitet (80/20-Regel) und dieselben Inputs nutzt.

c. Die fünf Rahmenbedingungen

- **Nicht-wirtschaftlicher Betrieb:** unabhängige/kooperative Forschung, Ausbildung, weite nicht-exklusive Verbreitung der Ergebnisse, Wissenstransfer mit Reinvestition der Erlöse.
- **80/20-Regel:** wirtschaftliche Nutzung (Auftragsforschung, bezahlte Dienstleistungen, Gerätevermietung) $\leq 20\%$ der jährlichen Gesamtkapazität.
- **Offener Zugang:** diskriminierungsfreier Zugang Dritter (mind. 10 % Kapazität), transparente Bedingungen.
- **Trennungsrechnung:** strikte Trennung von Kosten, Finanzierung und Erlösen, jährliches Kapazitätsmonitoring bis zum Ende der Abschreibungsdauer – keine Quersubventionierung.
- **Marktpreislogik:** wirtschaftliche Anteile zu Vollkosten inkl. Gewinnspanne bzw. Marktpreis – keine indirekte Beihilfe an Industriekunden.

d. Ergebnis und Zielkonflikt

Bei Erfüllung dieser Bedingungen ist die Vollfinanzierung beihilferechtlich zulässig, da sie begrifflich keine Beihilfe darstellt. Option B vermeidet damit den dauerhaften Eigenanteil (16,4 Mio. € in A) und die Vorfinanzierungsspitze. Der Preis ist die 20%-Kapazitätsgrenze: Wird die Infrastruktur stärker kommerziell genutzt, kippt die Einordnung, der wirtschaftliche Teil wird beihilferelevant, und man fällt auf die gedeckelten Quoten und den nicht-öffentlichen Eigenanteil von Option A zurück.

5. Option C – Hybridvariante: Basisfinanzierung + Projektanträge

Option C verbindet die beiden vorigen Logiken zu einem dritten, eigenständigen Weg. Sie folgt dem international wiederkehrenden Muster gesicherter Forschungszentren (imec, Silicon Austria Labs, UK Catapult („Drittel-Modell“), Fraunhofer): eine mehrjährig abgesicherte öffentliche Grundfinanzierung bildet den Anker und ist bewusst so dimensioniert, dass sie kompetitive, industrielle und EU-Mittel „hebelt“.

a. Strategie: gesicherter Kern + gehebelter Ausbau

Der nicht-wirtschaftliche Kern der Infrastruktur – die digitale Integrationsschicht und der Charakterisierungs-/Test-Nukleus samt Anschub-OPEX (zusammen ~15 Mio. €, „Minimum Viable Platform“) – wird als gesicherte Mehrjahres-Basisfinanzierung aus einer

öffentlichen Quelle zu 100 % getragen (Logik wie Option B, jedoch nur für den Anker). Dieser Anker bündelt die in Option A über die stark überzeichnete FFG-F&E-Infrastruktur-Schiene (4 Calls) geplanten Kern-Module in einer einzigen Vereinbarung – das senkt Antragslast, Call-Risiko und Vorfinanzierung.

Der restliche Ausbau (~35 Mio. €) läuft über Projektanträge zu den bestehenden Quoten aus Option A (FFG F&E-Infra, Technologieinfra, FTI, KPC, EU), ergänzt um Industrie-Co-Investment (SAL-/ZSW-Logik) und Erlös-Reinvestition als „dritte Säule“. Industrienähe Module – etwa die Vollflächen-Stack-Teststände – bleiben bewusst in der Projekt-/Beihilfeschiene und erlauben kommerzielle Verwertung jenseits der 20-%-Grenze in klar abgegrenzten, separat abgerechneten Modulen.

b. Beihilferechtlicher Kontext (gemischt)

Option C ist beihilferechtlich eine bewusste Mischung. Der nicht-wirtschaftliche Anker-Kern fällt – wie in Option B – aus dem Beihilferecht heraus (Art. 107 AEUV nicht anwendbar), solange offener Zugang, Trennungsrechnung und die 80/20-Regel für den Kern eingehalten werden. Die industrienahen Projektmodule sind hingegen Beihilfen mit gedeckelten Quoten; ihr nicht-öffentlicher Eigenanteil wird durch Industrie-Co-Investment gedeckt. Voraussetzung ist eine strikte Trennungsrechnung zwischen dem voll geförderten Kern und den separat abgerechneten Industriemodulen.

c. Ergebnis

Tabelle 15 Vergleich der drei Finanzierungsoptionen

Kennzahl	A – Mosaik	B – Vollfinanziert	C – Hybrid
CAPEX → Förderung	36,5 → 24,0 (65,7 %)	36,5 → 36,5 (100 %)	36,5 → 25,2 (69,0 %)
OPEX → Förderung	13,5 → 9,6 (71 %)	13,5 → 13,5 (100 %)	13,5 → 12,6 (93,3 %)
Dauerhafter Eigenmittelbedarf	16,4 Mio. €	0 €	12,2 Mio. €
Förderquote gesamt	67,1 %	100 %	75,6 %
Vorfinanzierungsspitze	~15,5–18,5 Mio. €	gering	~6,5–9,5 Mio. € (indikativ)

Kennzahl	A – Mosaik	B – Vollfinanziert	C – Hybrid
Anträge / Quellen	26 Anträge	1 Vereinbarung	1 Basisvereinbarung + ~20 Anträge

Der Eigenmittelbedarf (12,2 Mio. €) liegt zwischen A (16,4) und B (0). Die Verbesserung gegenüber A speist sich aus zwei Effekten: der Anker-CAPEX (10,9–11,4 Mio. €) wird zu 100 % statt 90 % gefördert (+1,2 Mio. €), und die Anschub-OPEX (3,0 Mio. €) – in A als Koordinations-/PM-Aufwand nicht förderbar – wird voll getragen (+3,0 Mio. €). Der größere Hebel von C ist jedoch nicht die Förderquote, sondern die Planungssicherheit: ein verbindliches Mehrjahres-Envelope statt Call-für-Call, deutlich geringere Vorfinanzierung und ~20 statt 26 Anträge.

d. Vor- und Nachteile

- **Pro:** gesicherte, voll geförderte Kernfinanzierung (Planungssicherheit, Personalaufbau); geringerer Eigenmittelbedarf und geringere Vorfinanzierung als A; weniger Anträge; kommerzielle Verwertung industrienaher Module jenseits 20 % möglich; Hebel auf Industrie-/EU-Mittel.
- **Contra:** benötigt einen öffentlichen Geldgeber für das ~15-Mio.-Envelope; erfordert eine saubere Trennungsrechnung zwischen Kern und Industriemodulen; Restausbau bleibt von Zuschlagsquoten und Call-Timing abhängig (wie A).

e. Stufenweiser Aufbau mit Ankerfinanzierung

Die Realisierung muss nicht voraussetzen, dass die vollen 50 Mio. € von Beginn an verfügbar sind. Steht zunächst nur eine Ankerfinanzierung von rund 15 Mio. € zur Verfügung, kann die Infrastruktur als „Anker → Hebel → modulare Akkretion“ aufgebaut werden. imec finanzierte seine 300-mm-Forschungsfab gestaffelt aus Zuschuss, EIB-Kredit und Staatsgarantie. Das ZSW (HyFaB) baute phasenweise auf, und Fraunhofer FFB errichtete zuerst die Pilotanlage „PreFab“ und anschließend die „FFB Fab“. Kernlogik: nicht alles auf einmal, sondern ein funktionsfähiger Anker, der Erlöse, KPIs und Folgemittel hebelt.

i. Tranche 0 – Anker (~15 Mio. €): Minimum Viable Platform

Vorgeschlagene Modulauswahl aus dem CAPEX-Modulkatalog des vorgeschlagenen Infrastrukturkonzepts (Anhang H) (indikativ):

- **Digitale Integrationsschicht (~3,9 Mio. €):** Daten-/Workflow-Management, KI-Infrastruktur und digitale Zwillinge (Zelle 3,4 + Stack 0,5). Das schwer nachrüstbare, integrierende Rückgrat und sofort für externe Nutzer wertstiftend (FAIR-Daten, digitaler Zwilling).
- **Charakterisierungs-/Test-Nukleus (~4,0–4,5 Mio. €):** Hochdurchsatz-Charakterisierung (Zelle 3,2) plus erster Zelltest-/Ex-situ-Ausbau. Niederschwellig auslastbar, sofort dienstleistungsfähig und stärkster Open-Access-Magnet für Dritte.
- **Erweiterungsmodule (~3,0 Mio. €):** Additive Fertigung zur ersten semi-industriellen Fertigung von Stacks
- **Anschub-OPEX Jahr 1–3 (~2,5–3,0 Mio. €):** Plattformkoordination, Datenkuratierung und Zugangsmanagement; getragen durch Anker, Erlös-Reinvestition und vorhandene Träger-Grundfinanzierung.

Ergebnis: eine betriebsfähige, offen zugängliche Daten- und Charakterisierungsplattform mit ersten Service-Erlösen und belastbaren KPIs – die Voraussetzung, um die nächsten Tranchen einzuwerben. Teure Fertigungsmodule (Stack-Teststände 7,5; Batch-zu-Batch-Abscheidung 6,1) folgen bewusst später, idealerweise industrie-/projektkofinanziert.

ii. Tranchen 1–3 – Hebel und Instrumenten-Zuordnung

Jedes weitere Modul wird gezielt an das passende Instrument gekoppelt – statt eines einzelnen Großantrags entsteht ein Portfolio aus mehreren, kleineren, gut bewilligungsfähigen Beschaffungen:

- **FFG F&E-Infrastruktur (bis ~2,5 Mio. €/Call, nicht-wirtsch. bis 90 %):** je Call ein Modul (z.B. Zelltest-Vollausbau, Erweiterungen der Hochdurchsatz-Charakterisierung, ex-situ Charakterisierung).
- **FTI Transformation der Industrie – F&E-Infra (bis 5 Mio. € / 50 %):** industriell genutzte Module (Roboterlinie Stack 4,5; kombinatorische Abscheidung 1,5).
- **FTI P&D / Leitprojekt:** Vollflächen-Stack-Teststände (7,5) für realitätsnahe Validierung/Demonstration.
- **EU (Clean Hydrogen Partnership IA, CETPartnership):** Use-case-gebundene Geräte plus OPEX; Non-Profit-IA bis 100 %.
- **Industrie-Co-Investment (SAL-/ZSW-/ITZ-West-Logik):** Unternehmen finanziert „sein“ Anlagenmodul gegen privilegierten Zugang – mit klarer IP- und Neutralitätsregel.
- **Erlös-Reinvestition:** Service-/Mietüberschüsse des Ankers ko-finanzieren OPEX und kleinere Module.

iii. Ausbau-Roadmap (Tranchen)

Tabelle 16 Stufenweise Ausbau-Roadmap mit ~15-Mio.-€-Anker

Tranche / Phase	Inhalt (Module)	Volumen	Primäre Quelle	Meilenstein
Tranche 0 – Anker (Jahr 1–2)	Digitale Schicht (~3,9) + Charakterisierungs-/Test-Nukleus (~4,0–4,5) + additive Fertigung (3,0) + Anschub-OPEX (~2,5–3,0)	~15 Mio. €	Basisfinanzierung Bund/Land (100 %); ggf. Stiftung	Open-Access-MVP; erste Erlöse; KPIs
Tranche 1 – Zellknoten (Jahr 2–3)	Vervollständigung Zell-Entwicklungslinie (Zell-test-Vollausbau, Erweiterung Charakterisierung)	~4–6 Mio. €	FFG F&E-Infra + Energieforschung	Zell-Linie am Zellknoten
Tranche 2 – Stackknoten (Jahr 3–4)	Roboterlinie (4,5) + kombinatorische Abscheidung, ex-situ Charakterisierung (4,5)	~7–9 Mio. €	FTI Transformation + Industrie-Co-Investment	Stack-Fertigung am Stackknoten
Tranche 3 – Vollausbau (Jahr 4–5)	Vollflächen-Stack-Teststände (7,5) + Batch-zu-Batch-Abscheidung (6,1)	13,6 Mio. €	FTI P&D + EU + Industrie	End-to-End-Plattform; Demo-Reife
Kumuliert	Vollausbau zeit-/risikogestaffelt statt „Big Bang“	≈40–44 Mio. €	Mix national / EU / privat	skalierbare Open-Access-Plattform

Modul-zu-Tranche-Zuordnung und Volumina sind indikativ; Förderquoten beihilferechtlich einzelfallabhängig.

f. Vorteile, Risiken und Gegenmaßnahmen der Staffelung

- **Vorteile:** niedrigere Einstiegshürde; frühe Sichtbarkeit und Erlöse; KPI-getriebene Mittelakquise; Risiko-Staffelung; laufende Technologie-Updates (kein „Big-Bang-Veralten“ der Geräte).
- **Risiko Fragmentierung:** zuerst die digitale Integrationsschicht bauen und eine verbindliche Modul-Roadmap festlegen, damit später beschaffte Module kohärent zusammenwirken.

- **Risiko Förder-Stop-and-Go:** mehrjährige Rahmenvereinbarung bzw. Absichtserklärung mit Bund/Ländern anstreben (imec-/SAL-Logik der gesicherten Mehrjahresfinanzierung).
- **Risiko ungenutzter Module:** Open-Access-Nachfrage vorab über Letters of Intent absichern, bevor teure Module beschafft werden.
- **Risiko OPEX-Deckung in frühen Jahren:** Anker-OPEX + Erlös-Reinvestition + bestehende Träger-Grundfinanzierung kombinieren; Personal schrittweise mit Auslastung aufbauen.

6. Internationale Referenzfälle (Best Practice)

Zur Untermauerung der Optionen – insbesondere der Hybridvariante – wurden zwölf internationale Forschungs- und Technologieinfrastrukturen ausgewertet. Sie spannen fünf Finanzierungs-Archetypen auf. Die Typologie ist nicht trennscharf, ordnet aber die dominante Finanzierungs- und Governance-Mechanik.

a. Typologie der Finanzierungsmodelle

Tabelle 17 Typologie der Finanzierungsmodelle

Cluster	Kurzcharakteristik & dominante Finanzierungsmechanik	Referenzfälle
A – Anker-Modell	Mehrjährig abgesicherte öffentliche Grundfinanzierung als neutrale Plattform; bewusst so dimensioniert, dass sie Industrie-, kompetitive und EU-Mittel hebelt.	imec (BE); Silicon Austria Labs (AT); Solliance (NL/BE/DE)
B – MAP / Pioneer	Ko-Finanzierung durch Staat und private Wissenschaftsstiftungen oder mehrjährige Ministeriums-Verbundprojekte; zugesagtes Mehrjahres-Envelope statt Call-für-Call.	CAPEX (DK); ASCEND (DE); CatLab (DE)
C – Lab-to-Fab	Hohe öffentliche Anschubfinanzierung (Bund + Land) für Bau/Anlagen; Ziel wirtschaftlicher Selbsttragung im Betrieb über Dienstleistungen.	Fraunhofer FFB (DE); Referenzfabrik.H ₂ (DE); ITZ/HIC + ZSW (DE)
D – Netzwerk-/Drittel-Modell	Bewusste Mischfinanzierung aus drei Quellen (Grundfinanzierung, kompetitive F&E-Projekte, kommerzielle Industrieaufträge); KPI-basierte Mehrjahresverträge.	UK Catapult-Netzwerk; Fraunhofer-Gesellschaft (DE)

Cluster	Kurzcharakteristik & dominante Finanzierungsmechanik	Referenzfälle
E – Staatslabor / Betreibermodell	Staat besitzt und finanziert (mandatierte Missionsfinanzierung); privater/akademischer Betreiber über M&O-Vertrag (GOCO/FFRDC).	NREL / US-DOE (US)

b. Steckbriefe der Referenzfälle

imec (Leuven, Belgien) – Cluster A

Strategisches FTI-Zentrum für Mikro-/Nanoelektronik. Grundfinanzierung über 5-Jahres-Management-Agreements (zuletzt ~108 Mio. €/Jahr); heute >80 % des Budgets aus Industriekooperationen, EU-Projekten und Auftragsforschung. Großinfrastruktur gehebelt: 300-mm-Forschungsfab (~84 Mio. €) = 37,2 Mio. € Landeszuschuss + 46,8 Mio. € EIB-Kredit mit Staatsgarantie.

Silicon Austria Labs – SAL (AT) – Cluster A

Österreichischer Inlandsbenchmark: 2018 gegründet. PPP-Eigentümerstruktur (Republik 50,1 %, Steiermark/Kärnten je 10 %, OÖ 4,95 %, FEEI 24,95 %). Bis 2023 bis zu 280 Mio. € – ~140 Mio. € öffentlich, gespiegelt durch bis zu 140 Mio. € Industrie-Co-Investment; +30 Mio. € Klima. Übertragbarkeit: PPP-GmbH mit Eigentümer-Matching als Blaupause; Reinraumvermietung als Erlös kanal.

Solliance Solar Research (NL/BE/DE) – Cluster A

Grenzüberschreitendes Joint Venture (imec, TNO, Holst, ECN + Unis) für Dünnschicht-PV. Gestaffeltes, IP-geregeltes Kooperationsmodell (geteilte Programme / bilaterale Projekte / Anlagenmiete). Übertragbarkeit: Modell für eine standortübergreifende, regionale oder nationale Plattform.

CAPEX – Pioneer Center P2X (DK) – Cluster B

Closed-loop self-driving lab (Simulation + Synthese-Robotik + KI). 13 Jahre, 300 Mio. DKK (~40 Mio. €) in Ko-Finanzierung von Wissenschaftsministerium, Danish NRF und Stiftungen. Übertragbarkeit: Stiftungsmittel als Vollzuschuss für grundlagennahe Plattformforschung.

ASCEND (DE) – Cluster B

Methodisch direkter Vergleichsfall zur KI-/MAP-Schicht des empfohlenen Infrastrukturkonzepts (Start 04/2026, 5 J.). Konsortium HZB, FHI/MPG, TU Berlin, BASF, Siemens Energy, Dunia. BMFTR-Förderung 30 Mio. € als vorab zugesagtes Mehrjahres-Envelope – Leitbild für Finanzierungsstrategie des empfohlenen Infrastrukturkonzepts.

CatLab (DE) – Cluster B

Wasserstoff-naher Katalyse-Leuchtturm (HZB + MPG). BMBF-Förderung ~51 Mio. € plus Partner-Eigenbeiträge. Beleg, dass mit dem vorgeschlagenen Konzept vergleichbare Volumina als verbindlich zugesagtes Programm finanzierbar sind.

Fraunhofer FFB (DE) – Cluster C

Engste funktionale Parallele zur Stackfabrikation: offene Forschungsfabrik vom Pilot- bis Gigawatt-Maßstab. Bund bis 500–750 Mio. € (Anlagen/Betrieb), NRW ~320 Mio. € (Bau). Refinanzierung über Auftragsforschung und Prozessvalidierung.

Referenzfabrik.H2 (DE) – Cluster C

Direkt H₂-einschlägige Wertschöpfungsgemeinschaft (Fraunhofer IWU), aus H2GIGA/FRHY und H2GO. Gemeinsames Referenzdesign + Technologiebaukasten als neutrales Industrieangebot. Unmittelbares Vorbild für die Stackfabrikation des empfohlenen Infrastrukturkonzepts.

ITZ/HIC + ZSW HyFaB (DE) – Cluster C

Anschubfinanzierung Bund (54–70 Mio. €) + Land (14,5–50 Mio. €), Gesamt 74 – ca. 120 Mio. €/Standort; Trägerschaft Verein/gGmbH/Stiftung. ZBT/ZSW mit 15–20 % Basisfinanzierung. Refinanzierung: Prüfung/Test/Zertifizierung, Vermietung, Weiterbildung.

UK Catapult-Netzwerk – Cluster D

Neun gemeinnützige Innovationszentren. Drittel-Modell: je ~1/3 Grundfinanzierung (Innovate UK), Industrieaufträge und kompetitive F&E. 2023–28: 1,6 Mrd. £ Kernförderung. Direktes Vorbild für die Drittel-Logik von Option C.

Fraunhofer-Gesellschaft (DE) – Cluster D

Institutionelle Variante: ~30 % leistungsbezogene Grundfinanzierung (Bund/Land 90:10), Rest aus öffentlichen Projekten und Industrieaufträgen (2019: ~2,295 Mrd. €).

Algorithmus koppelt Grundfinanzierung an Industrieerträge.

NREL / US-DOE (US) – Cluster E

US-Labor für erneuerbare Energien; bundeseigen, privat/akademisch betrieben

(GOCO/FFRDC). Transfer über CRADAs, Work-for-Others und Technology

Commercialization Fund (~50/50). Übertragbarkeit: standardisierte CRADA-/Matching-Instrumente.

c. Master-Matrix – Quervergleich

Tabelle 18 Master-Matrix – Quervergleich der zwölf Referenzfälle

Einrichtung	Cluster	Trägerschaft	Fördergeber	Refinanzierung
imec (BE)	A – Anker	Strategic Research Center	Land Flandern; Industrie; EU; EIB	Auftragsforschung; Affiliation Programs; EU
SAL (AT)	A – Anker (PPP)	GmbH; Bund 50,1 %, Länder, FEEI	Bund + Länder; Industrie-Matching; Klima	Auftragsforschung; Reinraum-Vermietung
Solliance	A – JV	Joint Venture von RTOs + Unis	Provinz; RTO; Industrie; EU	Mitgliedsbeiträge; Projekte; Anlagenmiete
CAPeX (DK)	B – Pioneer	Pioneer Center (DTU + AAU)	Ministerium + NRF + Stiftungen	Transfer über Spin-offs/Folgeprojekte
ASCEND (DE)	B – MAP	BMFTR-Verbundprojekt	Bund (BMFTR) 30 Mio. €	projektfinanziert; Transfer Industriepartner
CatLab (DE)	B – MAP	HZB + MPG	Bund (BMBF) ~51 Mio. € + Partner	Auftrags-/Kooperationsforschung
Fraunhofer FFB	C – Lab-to-Fab	Fraunhofer-Einrichtung	Bund 500–750 Mio. € + NRW ~320 Mio. €	Auftragsforschung; Prozessvalidierung

Einrichtung	Cluster	Trägerschaft	Fördergeber	Refinanzierung
Referenzfabrik.H2	C – Wertschöpfung	Fraunhofer-Verbund (IWU)	Bund über H ₂ -Leitprojekte	Referenzdesign; Prüfleistungen
ITZ/HIC + ZSW	C – Anschub	Verein / gGmbH / Stiftung	Bund + Länder; Industrie; Basisfin.	Test/Zertifizierung; Vermietung
UK Catapult	D – Drittel	9 Non-Profit-Zentren	Innovate UK; Industrie; F&E-Fonds	kommerzielle Aufträge; kompetitive F&E
Fraunhofer-Ges.	D – institutionell	gemeinnützige Forschungsorg.	Bund/Land 90:10; Projekte; Industrie	Industrieraufträge; Projekte; Lizenzen
NREL (US)	E – GOCO	bundeseigen, betrieben (M&O)	US-DOE; Industrie (CRADA/WFO)	CRADA/WFO; Lizenzen; TCF

7. Industriekooperations- und IP-Modelle

Über alle erfolgreichen Plattformen hinweg ist nicht das Geld allein, sondern die Ausgestaltung von Industriekooperation und geistigem Eigentum (IP) der eigentliche Tragfähigkeitshebel. Die Fälle zeigen ein konsistentes, gestaffeltes Grundmuster mit drei Beteiligungsstufen.

a. Das gestaffelte Drei-Stufen-Modell

- **Stufe 1 – Präkompetitive, geteilte Programme:** Mehrere Partner teilen Kosten, Risiken und Ergebnisse einer gemeinsamen Roadmap. Hintergrund-IP beim Einbringer; Vordergrund-IP geteilt/nicht-exklusiv lizenziert. Hohe Hebelwirkung, da auch Wettbewerber teilnehmen.
- **Stufe 2 – Exklusive bilaterale Projekte:** Ein Unternehmen beauftragt zielgerichtete F&E; Ergebnisse und Nutzungsrechte exklusiv (von der Beratung bis zur Lizenz).
- **Stufe 3 – Anlagen-/Expertenanmietung:** Der Partner mietet Reinraum-/Anlagenkapazität und Expertise; das IP verbleibt vollständig beim Partner. Niedrigschwelliger Einstieg, planbare Auslastungserlöse.

Voraussetzung für alle Stufen sind von Beginn an klare, standardisierte IP- und Zugangsvereinbarungen sowie eine rechtlich saubere Neutralität, die es erlaubt, konkurrierende Unternehmen gleichzeitig zu bedienen.

b. Matrix: Industriekooperations- und IP-Modelle

Tabelle 19 Industriekooperations- und IP-Modelle ausgewählter Referenzfälle

Einrichtung	Kooperations-Modell	IP-/Zugangsregelung	Übertragbarkeit auf das vorgeschlagene Infrastrukturkonzept
imec	Open-Innovation; Affiliation Programs + bilaterale Verträge	Geteiltes Vordergrund-IP; Hintergrund-IP beim Einbringer	Leitbild für Governance und IP-Charta
Solliance	Drei Stufen + Personalentsendung	Geteiltes IP in Programmen; exklusiv bis Lizenz; eigenes IP bei Anlagenmiete	Unmittelbar adaptierbares abgestuftes Beteiligungsmodell
Referenzfabrik.H2	Wertschöpfungsgemeinschaft	Referenzdesign + Baukasten; Ergebnisse Mitgliedern zugänglich	Direktes H ₂ -Vorbild für die Stackfabrikation
NREL / DOE	CRADAs, Work-for-Others, TCF-Matching	IP beim Betreiber; CRADA-Partner mind. nicht-exklusive Lizenz	Standardisierte CRADA-/Matching-Instrumente

8. Geteilt nutzbare Infrastruktur (Open-Access) bei etablierten Trägern

a. Ausgangsvorteil etablierter Organisationen

- **Kein Greenfield:** Institutionelle Grundfinanzierung, Governance, Gebäude/Reinräume, Personalstamm sowie IP-, Vertrags- und Beihilferahmen sind vorhanden.
- **Höhere Kapitaleffizienz:** Der Investitionsbedarf konzentriert sich auf Geräte/Anlagen; Overhead und Basispersonal sind teilweise gedeckt (relevant für die ~3,3 Mio. €/Jahr ab Jahr 6).
- **Bestehende Netzwerke:** Institutionen mit etablierten Industriebeziehungen und EU-Projektzugängen sind zu empfehlen, um die Plattform sofort in laufende Programme einzubetten.

b. Architektur: Zwei-Knoten-Hub mit gemeinsamer Datenschicht

Empfohlen wird ein verteiltes „Hub-and-Spoke-Modell“: ein Zellknoten (Modul „Zellfabrikation“) und ein Stackknoten (Modul „Stackfabrikation“), verbunden durch die FAIR-Datenplattform und den digitalen Zwilling als virtuellen Hub. Dadurch können Einsatzflexibilität und Anwendungsbreite erhöht werden. Eine schlanke gemeinsame Governance hält die zwei Knoten als eine Plattform zusammen, ohne eine neue Rechtsperson zu erfordern.

c. Offener Zugang und Zugangs-/IP-Matrix

Die Infrastruktur ist als gemeinsam nutzbare Forschungsinfrastruktur zu konzipieren – zugleich Voraussetzung für hohe Förderquoten und für die nicht-wirtschaftliche Einordnung des Kerns (Option B/C). Die Zugangs- und IP-Regeln (Tabelle 20) entsprechen inhaltlich den Grundsätzen der EU-Charta für den Zugang von Nutzern aus der Wirtschaft zu Forschungs- und Technologieinfrastrukturen (Europäische Kommission, 2026b), deren formelle Annahme den Trägern empfohlen wird.

Tabelle 20 Open-Access-Zugangs- und IP-Matrix

Nutzergruppe	Zugangsmodus	Konditionen / Preislogik	IP-/Ergebnisregel
Universitäten (TU Wien, TU Graz)	Begutachteter Peer-Access (nicht-wirtsch.)	kostenfrei oder kostendeckend	offene, publikationsfähige Ergebnisse; nicht-exklusiv
Konsortien / Industrie (präkompetitiv)	kollaborative geteilte Programme	geteilte Programmkosten/Mitgliedsbeiträge	geteiltes Vordergrund-IP; Hintergrund-IP beim Einbringer
Industrie (bilateral)	Auftrags-/Service-Nutzung, exklusiv	marktnahe Preise	exklusive Ergebnisse (bis Lizenz)
KMU / Start-ups	Anlagen-/Reinraum-miete + Expertenstunden	niederschwellige Stunden-/Tagessätze; ggf. Voucher	IP verbleibt vollständig beim Nutzer

9. Synthese: Erfolgsfaktoren und Empfehlung

a. Übertragbare Erfolgsfaktoren

- **Mehrjähriger, abgesicherter Anker:** eine 4–6-jährige gesicherte Grund-/Aufbaufinanzierung ist Voraussetzung für Personalaufbau und Investitionssicherheit.
- **Bewusster Hebel statt Vollfinanzierung:** die Grundfinanzierung wird so dimensioniert, dass sie Industrie-, kompetitive und EU-Mittel anzieht.
- **Phasen- und nutzungsgerechter Förder-Mix:** Aufbau über hohe Quoten, Demonstration/Skalierung über P&D- und EU-Instrumente; OPEX von Beginn an mitdenken.
- **Erlös- und Dienstleistungsmodell ab Tag 1:** Prüf-/Test-/Zertifizierung, Anlagen-/Reinraummiete, präkompetitive Programme als dritte Säule.
- **Gestaffeltes IP-/Kooperationsmodell mit Neutralität:** drei Beteiligungsstufen mit klaren IP-Regeln, um auch Wettbewerber gleichzeitig zu bedienen.
- **KPI-Governance und externe Evaluierung:** Mehrjahresverträge mit klaren KPIs und unabhängiger Evaluierung.

b. Empfohlene Finanzierungsarchitektur für das vorgeschlagene Infrastrukturkonzept (Arbeitshypothese)

- **Trägerschaft (eingebettet):** Leitinstitutionen betreiben eine verteilte Open-Access-Infrastruktur über mehrere Knoten; keine neue Rechtsperson nötig. Optionales Co-Investment-Vehikel nur für industriefinanzierte Module.
- **Aufbau gestaffelt (Anker → Hebel):** eine Ankerfinanzierung von ~15 Mio. € schafft eine betriebsfähige Open-Access-MVP, die Folgemittel und Erlöse hebelt – die Mechanik von Option C.
- **Envelope zusagen, Auszahlung staffeln:** ASCEND (30 Mio. €/5 J.) und CatLab (~51 Mio. €) belegen, dass mit dem vorgeschlagenen Konzept vergleichbare Volumina als verbindlich zugesagtes Programm finanzierbar sind.
- **Betrieb (ab Jahr 6, ~3,3 Mio. €/Jahr):** tragende dritte Säule aus präkompetitiven Programmen, Auftragsforschung, zertifizierten Prüfleistungen und Anlagen-/Reinraummiete.

Empfehlung: Für eine national gewidmete, offen zugängliche Forschungsinfrastruktur ist Option C die robusteste Wahl: Sie sichert den Forschungskern voll gefördert ab (geringerer Eigenmittelbedarf und geringere Vorfinanzierung als A), behält aber – anders als B – die

kommerzielle Verwertung industrienaher Module über die Projekt-/Co-Investment-Schiene. Ist kein öffentlicher Einzelgeldgeber für die Basis verfügbar, ist Option A der sofort gangbare Weg; ist die kommerzielle Nutzung dauerhaft $\leq 20\%$, ist die reine Option B am günstigsten.

10. Risiken und Empfehlungen

Tabelle 21 Zentrale Risiken und Gegenmaßnahmen

Risiko	Wirkung	Maßnahme
Überzeichnung F&E-Infra	Bewilligung unsicher	auf 4 Anträge begrenzt, Rest auf FTI/KPC/EU gestreut; in C im gesicherten Anker gebündelt
FTI-Konzentration	Abhängigkeit von einem Programm	5 Projekte über 2028–2031 gestaffelt; Teil zu KPC verschiebbar
Vorfinanzierungsspitze	Liquiditätsbedarf bis 18,5 Mio. € (A)	Zwischenfinanzierung; KPC-/Recovery-Timing optimieren; in C durch gesicherten Anker reduziert
Beihilfe-Einordnung (B / C-Kern)	Verlust der 100-%-Fähigkeit	$\leq 20\%$ wirtschaftl. Nutzung des Kerns, Trennungsrechnung, Marktpreise
Trennungsrechnung (C)	Vermischung Kern/Industriemodule	getrennte Buchführung, jährliches Kapazitätsmonitoring, klare Modulabgrenzung

