

Ökonomische Analyse von Wasserstoffprojekten in Österreich

Investitionseffekte und Standortwahl

Autor: Dipl.-Ing. Jonas Hauser

Datum: August 2025

Die SEG ist eine Einrichtung im Auftrag des

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Methodik	3
2.1	Volkswirtschaftliche Effekte	3
2.1.1	Berechnung	3
2.1.2	Datengrundlage und Annahmen	6
2.2	Standortspezifische Gestehekungskosten	8
3	Ergebnisse	9
3.1	Volkswirtschaftliche Effekte	9
3.1.1	Bruttowertschöpfung	9
3.1.2	Beschäftigungseffekte	10
3.1.3	Einschätzung der Ergebnisse	11
3.1.4	Limitationen	11
3.2	Standortspezifische Gestehekungskosten	12
4	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	19
	Literaturverzeichnis	20
	Abbildungsverzeichnis	21
	Abkürzungsverzeichnis	22

1 Einleitung

Diese Analyse beleuchtet die wirtschaftlichen Auswirkungen und standortspezifischen Kostenfaktoren, die mit der Errichtung und dem Betrieb einer 10-MW-PEM-Elektrolyseanlage zur Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff in Österreich verbunden sind. Das Ziel ist es, sowohl die volkswirtschaftlichen Effekte – wie die Bruttowertschöpfung und die Schaffung von Arbeitsplätzen – als auch die standortabhängigen Gestehungskosten (LCOH) systematisch zu erfassen und zu bewerten. Die Untersuchung stützt sich auf die Input-Output-Methode und nutzt aktuelle Daten von Statistik Austria sowie weiteren relevante Quellen wie beispielsweise der E-Control und Fachliteratur. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Identifizierung von Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit und die Wahl des Standorts entscheidend beeinflussen, wie etwa Strompreise, Netzentgelte, Grundstückskosten und Leitungskosten.

2 Methodik

2.1 Volkswirtschaftliche Effekte

Im Folgenden wird die Analyse und Berechnung volkswirtschaftlicher Effekte (Bruttowertschöpfung, Beschäftigung und induzierte Effekte) im Rahmen einer gesamtwirtschaftlichen Analyse für Wasserstoffanlagen zur Erzeugung von erneuerbarem Wasserstoff in Österreich beschrieben. Auf dieser Grundlage werden die direkten, indirekten und induzierten wirtschaftlichen Effekte resultierend aus der Implementierung einer 10 MW Elektrolyseanlage veranschaulicht. In diesem Prozess wird unter Berücksichtigung realer gesamtwirtschaftlicher Daten (IO-Tabelle Statistik Austria 2021) und zusätzlichem Wissen aus der Fachliteratur und von Experten berechnet, wie die jeweiligen wirtschaftlichen Stimulierungen der Elektrolyseanlage wirken.

2.1.1 Berechnung

Für die Berechnung wird die Leontief-Analyse auf Basis der Input-Output-Analyse (IOA) genutzt. Mithilfe dieser quantitativen ökonomischen Technik werden die Zusammenhänge der Sektoren einer Volkswirtschaft dargestellt, die in den Input-Output-Tabellen (IOT) abgebildet sind. Diese beschreiben die Transaktionen zwischen den unterschiedlichen Sektoren einer Wirtschaft in Form von Geldflüssen.

Das von der SEG implementierte Python Berechnungs-Modell weist zusammengefasst folgende Struktur auf:

1. Einlesen der nationalen IOT (ohne Importe)
2. Konstruktion der Technologiematrix A und Berechnung Leontief-Inverse L
3. Definition des Investitionsvektors y gemäß Investitionsstruktur (Auswahl und Bemessung der Investitionssummen in relevanten Sektoren)
4. Skalierung des Investmentvektors anhand von Importanteilen zur Berechnung der inländischen Effekte
5. Berechnung des Gesamtoutputs
6. Einlesen der Wertschöpfungs- und Beschäftigungsfaktoren
7. Ermittlung direkter, indirekter und induzierter Effekte

Die Berechnung findet in Form von Matrix und Vektormultiplikationen wie folgt statt:

Leontief-Inverse

Die Technologiematrix A gibt an, wie viel Input aus Sektor i je Output-Einheit von Sektor j benötigt wird. Diese ergibt sich durch spaltenweise Division der Zwischenverbrauchsmatrix Z durch den sektoralen Gesamtoutput x .

Z : Zwischenverbrauchsmatrix (Input \times Output) in €

x : Gesamt-Output Vektor der Sektoren in €

A : Technologiematrix (dimensionslos)

$$A = \frac{Z}{x}$$

Die Leontief-Inverse L bildet die Gesamtproduktion ab, welche notwendig ist, um eine Einheit finaler Nachfrage bereitzustellen – inklusive direkter und indirekter Effekte.

$$L = (I - A)^{-1}$$

Output-Wirkung

Der Investitionsvektor y wird unter Berücksichtigung der sektoralen Investitionsanteile und der Importbereinigung gebildet. Durch Multiplikation mit der Leontief-Inversen lässt sich der gesamte Output-Effekt berechnen.

y : Sektoraler Investitionsvektor (Endnachfrage), in €

x_{direkt} : direkter Produktionsoutput in €

x_{gesamt} : gesamtwirtschaftlicher Output-Effekt in €

x_{indirekt} : Output durch vorgelagerte Produktionsketten, in €

$$x_{\text{direkt}} = y$$

$$x_{\text{gesamt}} = L \cdot y$$

$$x_{\text{total}} = L \cdot y$$

$$x_{\text{indirekt}} = x_{\text{gesamt}} - x_{\text{direkt}}$$

Bruttowertschöpfung

Die Bruttowertschöpfung ist der Beitrag eines Sektors zum BIP. Der Bruttowertschöpfungskoeffizient va_{Koeff} gibt an, wie viel Bruttowertschöpfung pro € Output entsteht.

BWS: Bruttowertschöpfung

bws_{Koeff} : Bruttowertschöpfung je € Output

$bws_{\text{direkt}}, bws_{\text{indirekt}}$: Direkte und indirekte BWS in €

$$bws_{\text{Koeff}} = \frac{VA}{x}$$

$$bws_{\text{direkt}} = bws_{\text{Koeff}} \cdot x_{\text{direkt}}$$

$$bws_{\text{indirekt}} = bws_{\text{Koeff}} \cdot x_{\text{indirekt}}$$

Beschäftigung

Die Berechnung der beschäftigungswirksamen Effekte erfolgt durch sektorale Beschäftigungsfaktoren, welche auf Basis von Vollzeitäquivalenten (VZÄ) pro Output-Einheit gebildet werden. Diese VZÄ-Faktoren geben an, wie viele Arbeitsplätze (in Vollzeitäquivalenten) durch eine Million Euro Output in einem Sektor ausgelöst werden.

Für die investitionsrelevanten Sektoren werden die VZÄ-Zahlen aus den Zusatzdaten der IOT der Statistik Austria (2021) entnommen und mit den sektoralen Produktionswerten aus der IOT 2021 in Beziehung gesetzt. Dadurch ergeben sich sektorspezifische Beschäftigungskoeffizienten in Form von VZÄ/€ Output.

Die Berechnung erfolgt analog zur Bruttowertschöpfung über die folgenden Schritte.

VZÄ: Anzahl der sektoralen Vollzeitäquivalente

x : Output des jeweiligen Sektors (aus IOT, in €)

be_{Koeff} : Beschäftigungsfaktor in VZÄ/€

$be_{\text{direkt}}, be_{\text{indirekt}}$: Direkt und indirekt ausgelöste Beschäftigungseffekte (in VZÄ)

$$be_{\text{Koeff}} = \frac{\text{VZÄ}}{x}$$

$$be_{\text{direkt}} = be_{\text{Koeff}} \cdot x_{\text{direkt}}$$

$$be_{\text{indirekt}} = be_{\text{Koeff}} \cdot x_{\text{indirekt}}$$

Induzierte Effekte

Diese Effekte ergeben sich daraus, dass ein Teil der Einkommen (Löhne) konsumiert wird und somit eine zusätzliche Nachfrage entsteht.

Berechnung des Lohneffekts:

Die Lohnkoeffizienten $Lohn_{Koeff}$ geben an, wie viel Arbeitnehmerentgelt je € Output gezahlt wird. Der Lohneffekt berechnet sich aus direktem und indirektem Output.

$$Lohn_{Effekt} = Lohn_{Koeff} \cdot (x_{direkt} + x_{indirekt})$$

Haushaltskonsumverhalten:

Vom Lohneffekt wird ein Anteil mit einer Konsumquote kk von 75% konsumiert. Die Konsumstruktur ks beschreibt die Verteilung auf die Sektoren.

$$y_{induziert} = Lohn_{effekt} \cdot kk \cdot ks$$

$$x_{induziert} = L \cdot y_{induziert}$$

$$bws_{induziert} = bws_{Koeff} \cdot x_{induziert}$$

$$be_{induziert} = be_{Koeff} \cdot x_{induziert}$$

Um nur die inländischen Effekte (y_{inl} ... inländischer Investitionsvektor) zu berücksichtigen, wird für alle Berechnungen der sektorale Importanteil verwendet.

$$y_{inl} = y * (1 - Importanteil)$$

2.1.2 Datengrundlage und Annahmen

Für die vorliegende Analyse wurden öffentliche und konsistente Datensätze verwendet, um die volkswirtschaftlichen Effekte einer Investition in eine 10 MW Elektrolyseanlage in Österreich auf Basis der Input-Output-Analyse (IOA) zu quantifizieren. Die zentralen Quellen umfassen:

- Statistik Austria: IOT 2021, nominell in Tsd. €. Diese liefert die sektoralen Verflechtungen der österreichischen Wirtschaft auf Basis von 97 Aggregaten (ÖNACE Klassifikation). (STATISTIK AUSTRIA, 2020)
- Fraunhofer ISE (2023): Annahmen zur sektoralen Investitionsstruktur von Elektrolyseprojekten (z. B. Anteile Maschinen, Bau, Dienstleistungen). (Fraunhofer ISE, 2021)
- AEA: Gutachten zu Investitionsförderungen für erneuerbare Gase im Rahmen des Erneuerbaren Ausbau Gesetzes (EAG). (AEA, 2024)
- Recherchierte Daten und Experteneinschätzungen zu sektoralen Importanteilen

Die darauf basierende Datengrundlage wurde durch Begutachtungen von Experten auf Plausibilität geprüft.

Die Analyse erfolgt zu laufenden Preisen, Stand 2021 (Basisjahr der IOT), ohne Berücksichtigung von Preisänderungen oder Wachstumsannahmen. Etwaige Änderungen der IOT seit 2021 wurden vernachlässigt.

Wichtige Modellannahmen:

- **Gesamtinvestition:** Es wird angenommen, dass ein PEM-Elektrolyseur mit 10 MW Leistung eine Gesamtinvestition von 30 Mio. € ($10.000 \text{ kW} \times 3.000 \text{ €/kW}$) erfordert. Dies basiert auf den Ergebnissen des AEA-Gutachtens zu Investitionsförderungen für erneuerbare Gase. (AEA, 2024)
- **Importbereinigung:** Die sektoralen Importanteile wurden basierend auf der Studie von Fraunhofer ISE (2021) und den Angaben in Experteneinschätzungen der AEA definiert. Investitionen in ausländische Vorleistungen wurden exkludiert, um rein inländische Effekte darzustellen.
- **Induzierte Effekte (Haushaltskonsum):** Die Konsumstruktur basiert auf den privaten Konsumausgaben aus der IOT (Spalte „privater Konsum“), skaliert auf 75 % des Lohneffekts. Es wurde die sektorübergreifende Konsumverteilung verwendet, um eine vollständige Integration in das gesamtwirtschaftliche System zu gewährleisten. (Haller, 2005)

2.2 Standortspezifische Gestehungskosten

Um die Auswirkungen von spezifischen Standortfaktoren darstellen zu können, wird eine standortspezifische Berechnung der Gestehungskosten (Levelized Cost of Hydrogen ... LCOH) durchgeführt. Die hierfür nötige Herangehensweise und das verwendete Formelwerk wird im Folgenden dargestellt.

Die LCOH werden durch die nachfolgende Formel berechnet. Dabei stehen im Zähler die abgezinste CAPEX (Investitionskosten) und OPEX (Betriebskosten) und im Nenner die Gesamtproduktion an Wasserstoff über den Abschreibungszeitraum.

$$LCOH = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{C_{CAPEX,t} + C_{OPEX,t}}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{H_{out,t}}{(1+r)^t}}$$

Der Zinssatz r wird dabei anhand des gewichteten durchschnittlichen Kapitalkostensatzes (Weighted Average Cost of Capital ... WACC) berechnet.

Der Wert für WACC wird aus dem AEA-Gutachten zu Investitionsförderungen für erneuerbare Gase übernommen. (AEA, 2024)

Die jährlichen OPEX setzen sich aus den einzelnen Kostenpunkten wie Stromkosten ($E_t \cdot P_t$), Wartungskosten $C_{Wartung}$, Versicherungskosten $C_{Versicherung}$ und Wasserkosten C_{Wasser} zusammen.

$$C_{OPEX,t} = E_t \cdot P_t + C_{Wartung} + C_{Versicherung} + C_{Wasser}$$

Die Endkundenstrompreise P_t setzen sich aus folgenden Kostenpunkten zusammen, wobei $P_{Energie,t}$ auf einem Stromkostenmodell der AEA beruht (AEA, 2024). Die Netzentgelte und Abgaben basieren auf Daten der E-Control. Dabei unterscheiden sich die Netzentgelte in Österreich regional.

$$P_t = P_{Netzstrompreis,t} + P_{Netzentgelte,t,R} + P_{Abgaben,t}$$

Leitungskosten

Zusätzlich zu den Gestehungskosten der Wasserstoffproduktion werden die Kosten für die Einspeisung über einen fiktiven Anschluss an ein potenziell zukünftiges Wasserstoffnetz sowie der Strombezug aus dem öffentlichen Stromnetz für den Betrieb des Elektrolyseurs untersucht. In beiden Fällen fließen die durch die Entfernung zu den jeweiligen Netzen bedingten Infrastrukturkosten in die Analyse ein. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den leitungs-längenabhängigen Kosten. Für die Berechnungen werden literaturbasierte Kostenschätzungen herangezogen.

3 Ergebnisse

3.1 Volkswirtschaftliche Effekte

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Input-Output-Wirtschaftlichkeitsanalyse für eine 10 MW PEM-Elektrolyseanlage in Österreich für das Investitionsjahr 2025 angeführt. Die Investitionssumme beläuft sich dabei auf 30 Mio. €, wobei 12,85 Mio. Euro durch Importe von Gütern und Dienstleistungen ins Ausland abfließen und 17,15 Mio. Euro in Österreich investiert werden. Die Analyse basiert auf der IOT von Statistik Austria, wobei sich alle Werte auf die inländische Produktion (importbereinigt) beziehen. Die Effekte werden als direkte, indirekte und induzierte Effekte hinsichtlich der Bruttowertschöpfung (BWS) und der Beschäftigung (in Vollzeitäquivalenten, VZÄ) detailliert dargestellt.

3.1.1 Bruttowertschöpfung

Die folgende Grafik zeigt die Ergebnisse der Bruttowertschöpfungseffekte (BWS) in Millionen Euro. Direkte Effekte resultieren aus direkten Produktionsaktivitäten in den Branchen, in denen die Investition getätigt wurde (z. B. Maschinenbau, Elektrotechnik). Indirekte Effekte resultieren aus Zulieferungen von anderen Branchen (z. B. Metallverarbeitung), welche als Vorleistungen zu verstehen sind. Induzierte Effekte entstehen durch den Konsum, welcher durch die Löhne resultierend aus direkten und indirekten Effekten aufkommt.

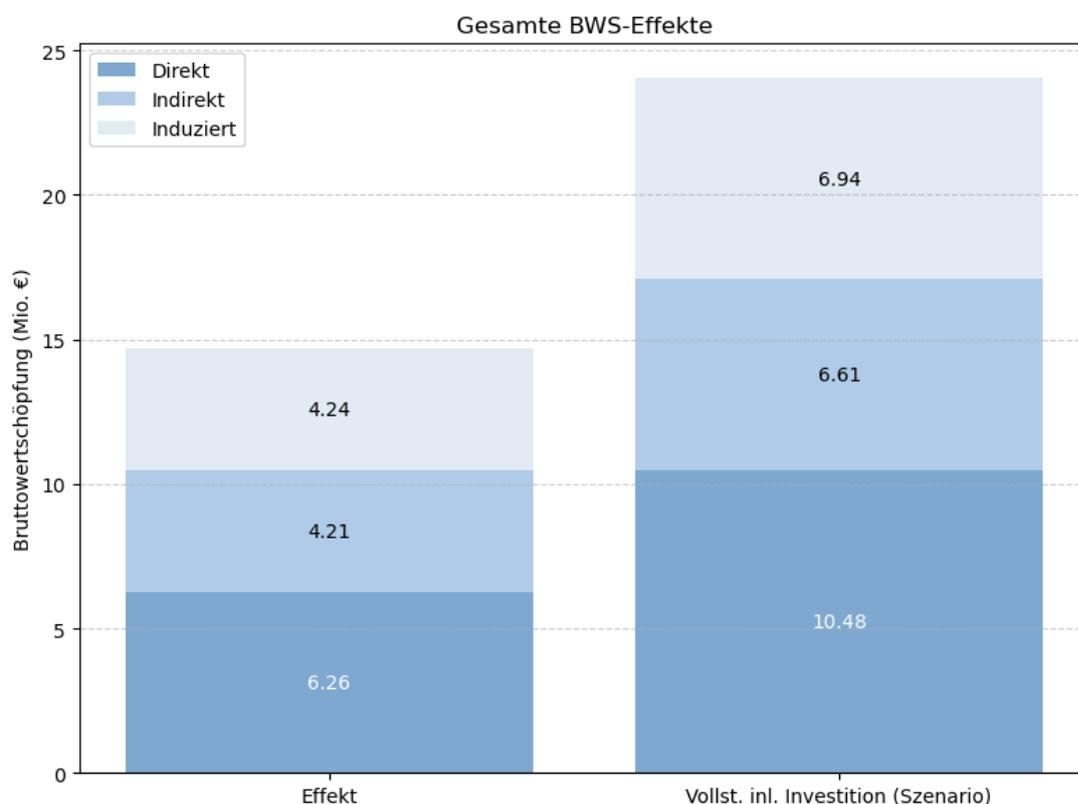


Abbildung 1: Bruttowertschöpfung resultierend aus dem Investitions-Impuls einer 10 MW PEM Elektrolyseanlage, links: Realer Effekt, rechts: Szenario einer vollständigen inländischen Investition (ohne Importe) derselben Gesamtinvestition

Die SEG ist eine Einrichtung im Auftrag des

9/22

Die Grafik für die Bruttowertschöpfungseffekte in Abbildung 1 zeigt, dass die Investition von 30 Mio. Euro (davon 17,15 Mio. Euro inländisch) direkt zu BWS-Effekten von rund 6,26 Mio. Euro führt. Indirekte Effekte, die sich auch aus indirekten Vorleistungen in den vorangegangenen Wertschöpfungsstufen ergeben, belaufen sich auf rund 4,21 Mio. Euro. Die induzierten Effekte, die durch lohninduziertes privates Konsumverhalten entstehen, werden mit 4,24 Mio. Euro beziffert. Insgesamt ergibt sich ein BWS-Effekt von rund 14,71 Mio. Euro. Der Quotient aus gesamter und direkter Wertschöpfung, also der Wertschöpfungsmultiplikator, beläuft sich auf 2,35. Dieser Wert ist im Kontext vergleichbarer Studien hoch (Helmenstein & Kleissner, 2020). Der Quotient aus Bruttowertschöpfung und Investitionsvolumen, welcher Ausgabenmultiplikator genannt wird, beläuft sich auf 0,49. Dies bedeutet, dass jeder in Österreich investierte Euro in eine Elektrolyseanlage zu einer Wertschöpfung von 0,49 Euro führt.

3.1.2 Beschäftigungseffekte

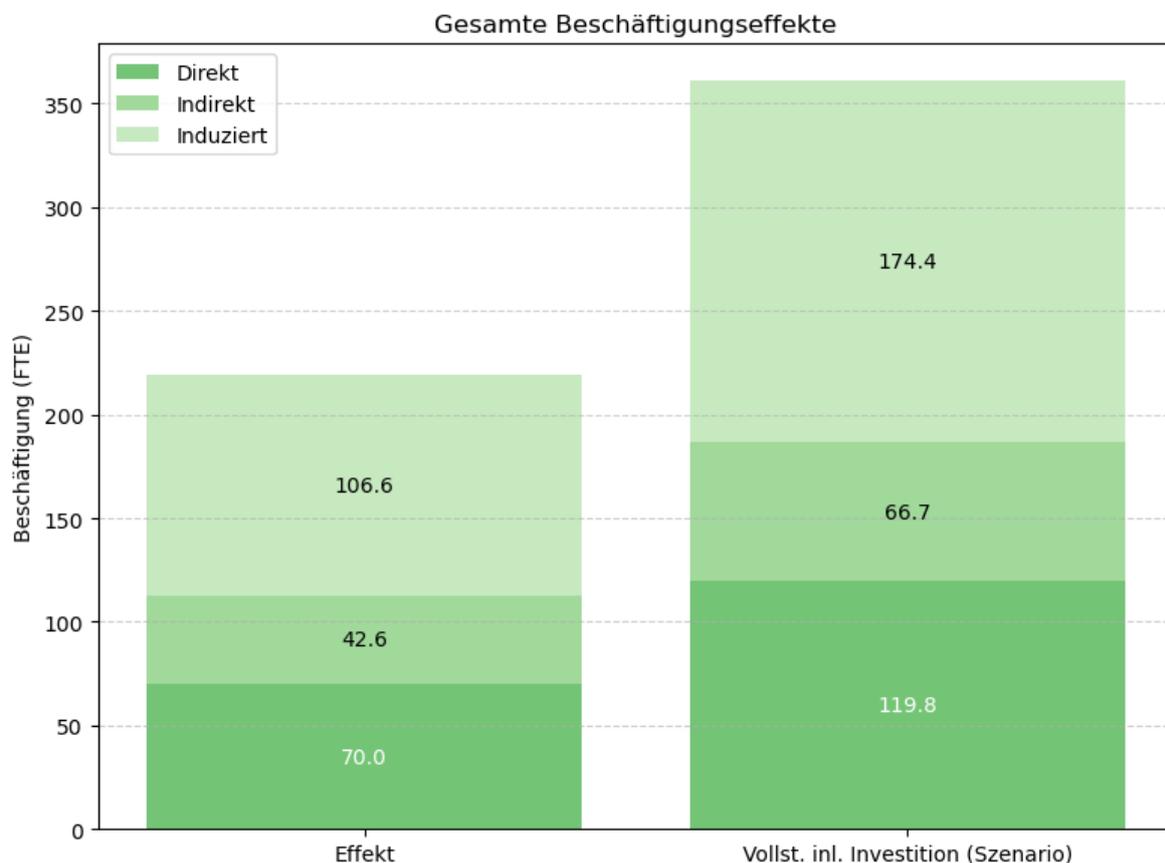


Abbildung 2: Beschäftigungseffekte resultierend aus dem Investitions-Impuls einer 10 MW PEM Elektrolyseanlage, links: Realer Effekt, rechts: Szenario einer vollständigen inländischen Investition (ohne Importe) derselben Gesamtinvestition

Die Beschäftigungseffekte verteilen sich auf 70,0 Vollzeitäquivalente (VZÄ) direkt, 42,6 VZÄ indirekt und 106,6 VZÄ induziert, was eine Gesamtauswirkung von 219,3 VZÄ ergibt. Dies entspricht etwa 7,3 Vollzeitstellen pro investierter Million Euro was, analog zu den Wertschöpfungseffekten, verglichen mit Literaturwerten, hoch ausfällt.

3.1.3 Einschätzung der Ergebnisse

Die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte werden im Folgenden anhand von gängigen Vergleichswerten, welche bei derartigen Analysen Multiplikatoren sind, verglichen. Helmenstein & Kleissner (2020) geben in einer vergleichbaren Analyse einen Wertschöpfungsmultiplikator von 1,93, einen Ausgabenmultiplikator von 0,39 und einen Beschäftigungsmultiplikator von 2,1 an. Der geringe Ausgabenmultiplikator ist auf die angesetzten Importanteile, vor allem bei Bauteilen wie dem Elektrolyse Stack zurückzuführen. Büchel et al. (2022) geben beispielsweise für die chemische Industrie Deutschlands einen Wertschöpfungsmultiplikator von 2,08 an. Basierend auf diesen Vergleichswerten sind die Ergebnisse in der vorliegenden Analyse als erhöht einzuschätzen. Durch den Investitionsimpuls werden aufgrund der Beschäftigungszuwächse in den Sektoren, welche Vorleistungen erbringen, Löhne in Höhe von etwa 6,4 Mio. Euro generiert. Da diese Sektoren ein hohes Lohnniveau aufweisen, fallen die induzierten Effekte bei der Bruttowertschöpfung und bei den Beschäftigungseffekten im Verhältnis zu direkten und indirekten Effekten, hoch aus.

3.1.4 Limitationen

Trotz methodischer Korrekturen sind die Ergebnisse mit gewissen Unsicherheiten behaftet:

- Die zugrunde liegende IO-Tabelle, welche die aktuellste dieser Art von Statistik Austria darstellt, ist für das Jahr 2021 und bildet u.U. nicht alle aktuellen sektoralen Dynamiken ab.
- Der Einfluss technologischer Lernkurven und sektoraler Preisentwicklungen wurde nicht berücksichtigt.
- Es handelt sich um eine statische Modellierung – dynamische Rückkopplungseffekte (z. B. Preis- oder Angebotsreaktionen) bleiben unberücksichtigt.
- Es werden keine Auswirkungen des laufenden Betriebs des Elektrolyseurs berücksichtigt.
- Die Investitionsstruktur und Importanteile, und somit die darauf aufbauende Berechnung, sind mit Unsicherheiten behaftet, da diese nicht in der nötigen Form/Klassifikation aus der Literatur entnommen werden können und daher anhand von Expertenabschätzungen definiert werden müssen.

3.2 Standortspezifische Gestehungskosten

Im Folgenden sind die Ergebnisse der standortspezifischen Gestehungskosten für eine 10 MW Wasserstoffproduktionsanlage angeführt. Dabei wurden beispielhaft Daten für die PEM-Technologie genutzt. Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten getroffenen Annahmen für die folgenden Berechnungen im Überblick.

Tabelle 1: Datengrundlage und Annahmen für die LCOH-Berechnung

Parameter / Größe	Wert / Beschreibung	Quelle / Kommentar
Elektrolyseurleistung P_{el}	10 MW	Modellannahme
CAPEX spezifisch k_{kWel}	3.000 €/kW _{el}	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
Grundstücksfläche	50 m × 50 m = 2.500 m ²	Annahme (Grundlage für Grundstückskosten)
Grundstückskosten	Regionalspezifisch in €/m ² × 2.500 m ²	(STATISTIK AUSTRIA, 2024)
Volllaststunden	5.000 h/a	Modellannahme
Nutzungsdauer	15 Jahre	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
Verfahrensverzögerung	22 Monate (≈ 1,83 Jahre)	Modellannahme
Wirkungsgrad η	67 %	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
Stack-Degradation	0,2 % je 1.000 Volllaststunden	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
Strompreis	Zeitreihe pro Bundesland [€/MWh]	Berechnungen auf Basis (AEA, 2023)
Strombezugskosten	Netzbezugsstrompreis	Berechnungen auf Basis (AEA, 2023)
Wassereinsatz	konstant je MW _{el} → 20 l/kg	AEA Gutachten Erneuerbare Gase: 20 l _{H2O} / kg _{H2} × 2 €/m ³ _{H2O} = 0,04 €/kg _{H2}
Versicherungskosten	1 % der CAPEX pro Jahr	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
Wartungskosten	1 % der CAPEX pro Jahr	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
Personalkosten	1 % der CAPEX pro Jahr	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
WACC (vor Steuern)	11,07 %	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
WACC (nach Steuern)	8,53 %	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
Körperschaftsteuer	23 %	AEA Gutachten Erneuerbare Gase
H2-Erlös	15 €/kg	Modellannahme

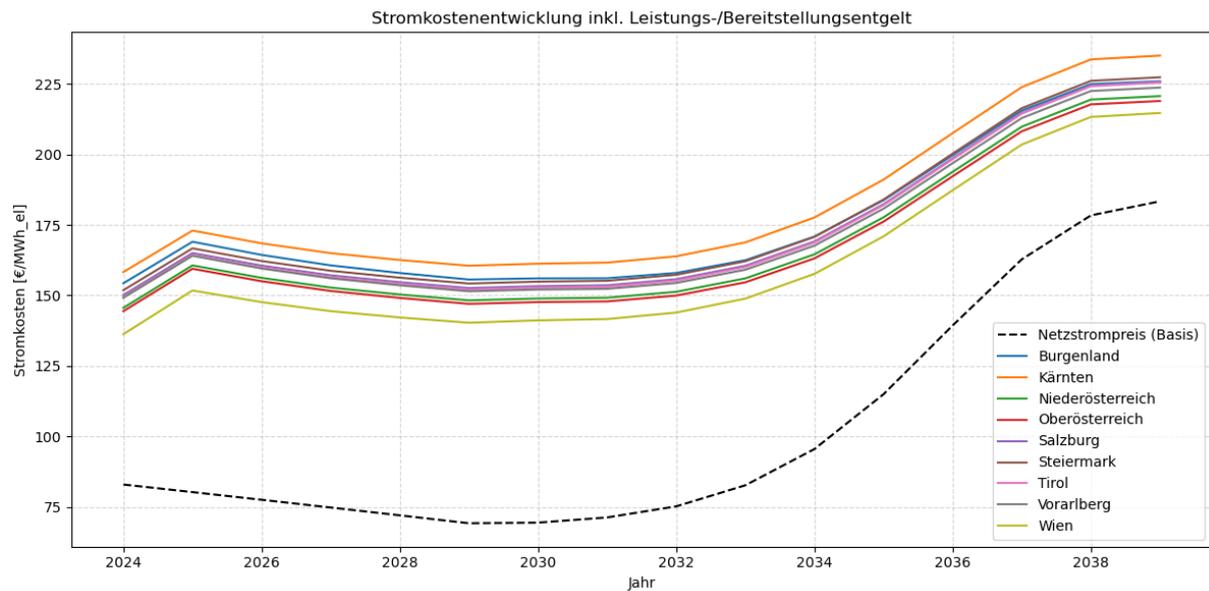


Abbildung 3: Strompreisentwicklung in Österreich auf Basis des AEA-Modells und E-Control-Daten (AEA, 2023; E-Control, 2025)

Die in Abbildung 3 gezeigte modellierte Stromkostenentwicklung, welche den Gestehungskostenberechnungen zu Grunde liegt, unterscheidet sich je nach Bundesland. Dies ist auf die bundeslandspezifischen Netzentgelte zurückzuführen. Daher wurde für die Berechnung der bundeslandspezifischen Gestehungskosten angenommen, dass Netzentgelte beim Bezug der Elektrizität zu entrichten sind. Dabei ist anzumerken, dass diese Netzentgelte gemäß EIWOG 2010 für Elektrolyseure mit einer Anschlussleistung > 1 MW und falls der Wasserstoff nicht ins Gasnetz eingespeist wird, entfallen (*RIS - Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 - Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 19.06.2025*. Nationalrat der Republik Österreich, 2025). Somit wird bei der Berechnung der LCOH ein Szenario dargestellt, welches die Auswirkungen der Befreiung solcher Anlagen von Netzentgelten zeigt.

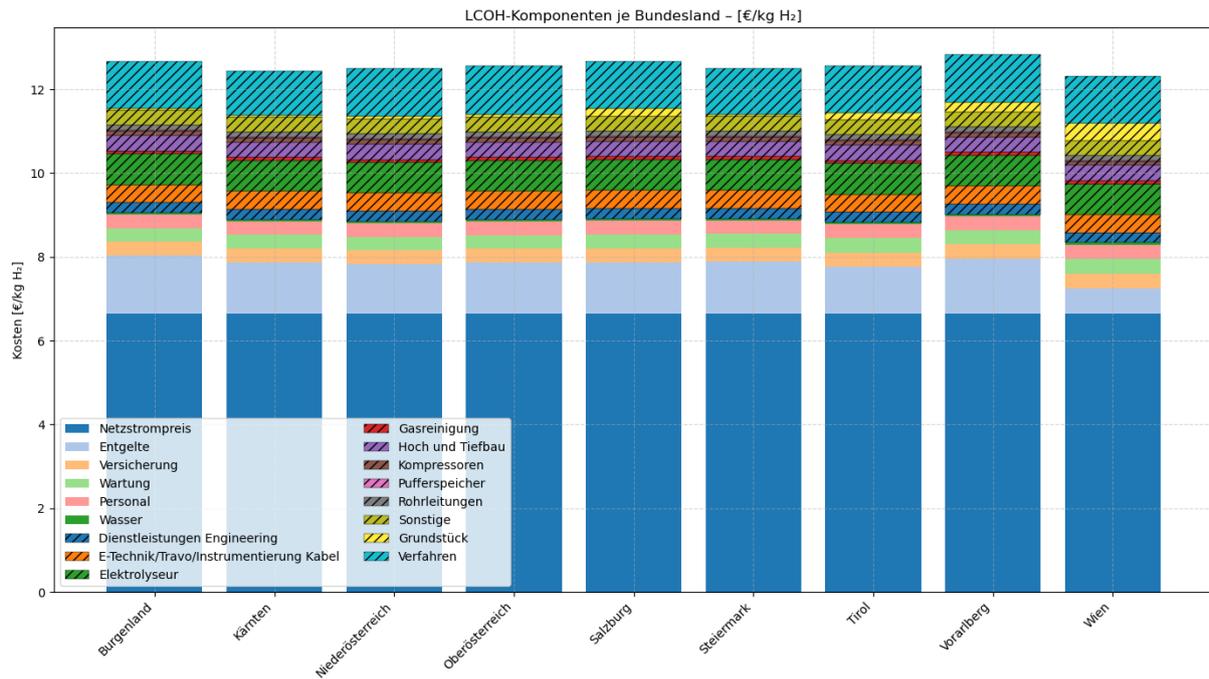


Abbildung 4: Standortsspezifische LCOH, OPEX unten, CAPEX oben (schraffiert)

In Abbildung 4 wird klar ersichtlich, welche Faktoren sich am stärksten auf die Gesteungskosten auswirken. Bekanntermaßen stellen die Strompreise den größten Kostenfaktor beim Betrieb eines Elektrolyseurs dar. Des Weiteren ist klar zu erkennen, dass die regional variablen Stromkosten den stärksten Einfluss auf die regionalen Unterschiede der LCOH haben. Die hierfür angenommenen Stromkosten, welche den Großteil der Gesteungskosten ausmachen, sind in Abbildung 3 dargestellt. Ein weiterer gewichtiger Faktor, welcher hier rechnerisch nachvollzogen wurde, sind die Opportunitätskosten, welche aufgrund von Projektverzögerungen auftreten. Um diese abschätzen zu können, wurde für die Berechnung ein Wasserstoffpreis von 14 €/kg angesetzt. Es wurde hier von einer Projektverzögerung aufgrund eines 22-monatigen UVP-Verfahrens ausgegangen (Umweltbundesamt, 2025). An dieser Stelle sei angemerkt, dass sich die Gesteungskosten in der vorliegenden Analyse mit jenen des AEA Gutachtens zu Investitionsförderungen für erneuerbare Gase im Rahmen des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes (AEA, 2024) decken, wenn von den vorliegenden Ergebnissen die Opportunitätskosten/Verfahrenskosten abgezogen werden.

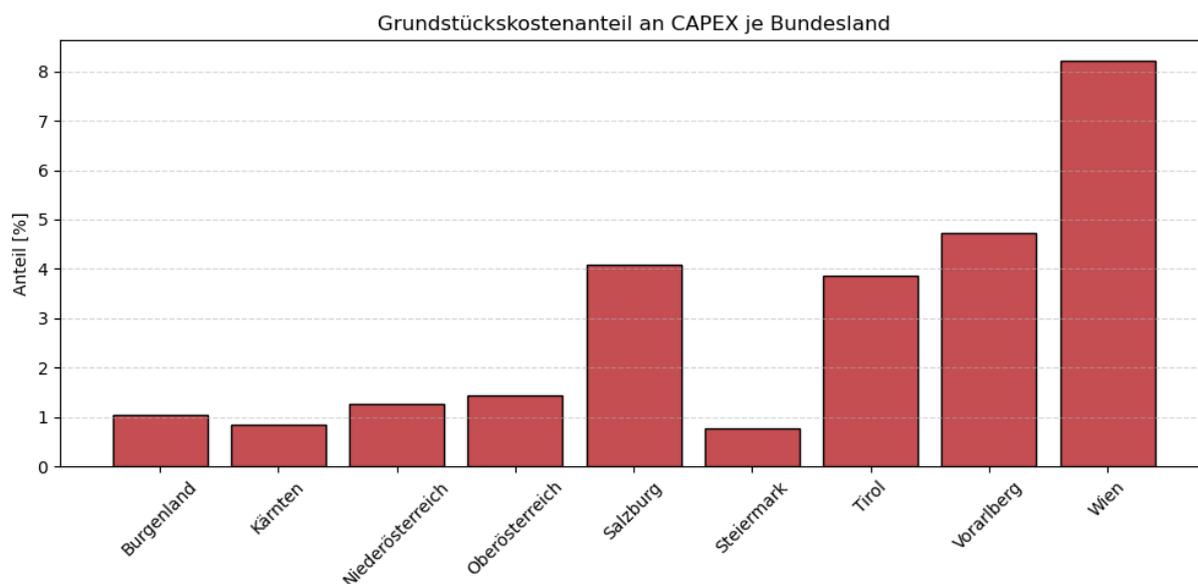


Abbildung 5: Bundeslandspezifische Grundstücksflächenkosten-Anteile

Bundeslandspezifische Grundstückskosten wirken sich, wie in Abbildung 5 dargestellt moderat, aber merklich auf die Gesteungskosten aus. Dabei ist anzumerken, dass eine pauschale Aussage über Grundstückskosten in verschiedenen Bundesländern nicht hinlänglich ist. Des Weiteren wurde aufgrund mangelnder Datenquellen für Gewerbe-Grundstückskosten auf, nach Bundesländern gemittelten, Baugrundstückskosten zurückgegriffen. Dabei wurde eine nötige Grundstücksfläche von 50*50 m (2.500 m²) angenommen. Dies führt zu minimalen und maximalen veranschlagten Grundstückskosten zwischen 234.000 € in der Steiermark und 2.685.000 € in Wien. (STATISTIK AUSTRIA, 2024)

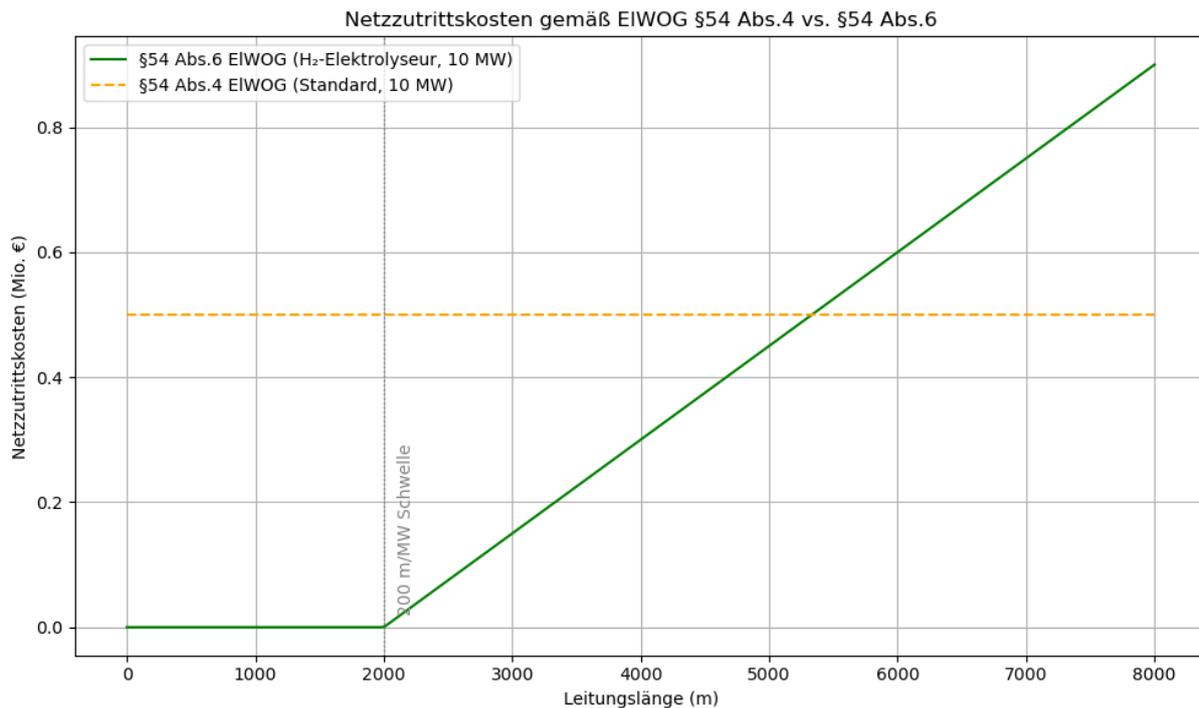


Abbildung 6: Netzzutrittskosten gemäß EIWOG §54 Abs.4 vs. §54 Abs.6

Abbildung 6 zeigt die unterschiedlichen Kosten, welche der Anschluss an die Netzebene 5 zur Folge hat. Es wird ersichtlich, dass durch ein etwaiges Einspeisen von Wasserstoff in ein zukünftiges Wasserstoffnetz die Kosten für den Netzanschluss nach §54 Abs. 6 auch bei geringen Distanzen erheblich sind. Es wurden Leitungskosten von 300 € pro Meter an Leitung, eine Anschlussleistung von 10 MW und eine Standardpauschale von 50 €/kW (gemäß §54 Abs.4 EIWOG) angenommen. Die Netzzutrittskosten entfallen für nichteinspeisende erneuerbar betriebene Elektrolyseanlagen > 1 MW gemäß der Grenze von 200 lfm/MW_{el} bis zu einem Netzabstand von ca. 2 km. Daraus lässt sich schließen, dass bis zu einer Distanz von ca. 5,3 km (Schnittpunkt der Funktionen) die Nutzung von erneuerbarem Strom und der Verzicht auf eine Einspeisung in ein etwaiges zukünftiges Wasserstoffnetz bezüglich des Netzzutritts ökonomisch günstiger ist. Abbildung 9 zeigt, wie sich die Netzzutrittskosten in beiden Fällen auf die LCOH auswirken.

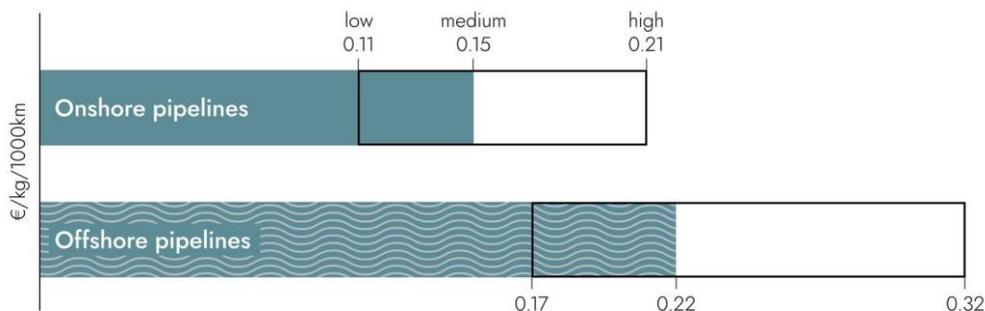


Abbildung 7: Vergleich der Gesteungskosten von on- und offshore Wasserstoffpipelines als Mittelwert der Hydrogen Backbone Leitungen (Amber Grid et al., 2024)

Abbildung 7 zeigt die Gestehungskosten in € für den Transport von einem kg Wasserstoff über 1.000 km. Der Mittelwert von 0,15 €/kg/1.000 km fällt im Vergleich zu anderen Quellen sehr gering aus. (Amber Grid et al., 2024)

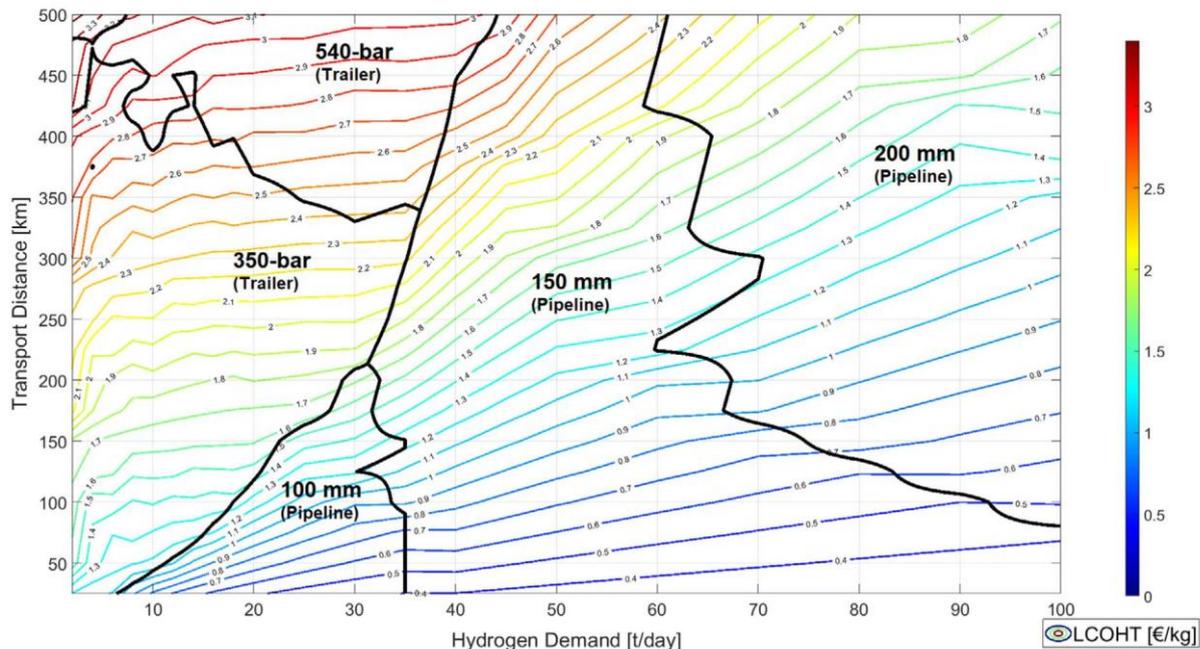


Abbildung 8: Konturdiagramm der geringsten Wasserstofftransportgestehungskosten (LCOHT) als Funktion des Wasserstoffbedarfs und der Transportentfernung (Solomon et al., 2024)

Auf Basis der Mengen an Wasserstoff, welche durch eine 10 MW Elektrolyseanlage produziert werden (10 MW Anschlussleistung, Wirkungsgrad 0,67, ca. 2,2 t_{H₂}/Tag), können (wie in Abbildung 8 dargestellt) für eine Pipelinelänge unter 10 km und bei einer Transportleistung von < 10 t_{H₂}/Tag Kosten von ca. 1,1-1,2 €/kg angesetzt werden. Dieser hohe Wert ist den geringen Mengen und der gering angesetzten Transportdistanz geschuldet. In einem solchen Fall ist der Transport via LKW günstiger. Ab Elektrolyseleistungen von etwa 100 MW und der damit einhergehenden Menge an produziertem Wasserstoff können die Pipelinetransportkosten auf 0,5 €/kg zurückgehen (Solomon et al., 2024). Basierend darauf werden für die Wasserstofftransportkosten LCOH von 0,75 €/kg und 1 €/kg für eine Pipelinelänge von unter 10 km und einer Tagesproduktion von rund 2,2 t H₂ angesetzt, wobei diese als Startwerte dienen. Des Weiteren werden 0,0045 €/kg*km für die leitungslängenabhängige Kostensteigerung angesetzt. Dieser Sachverhalt wird in Abbildung 9 dargestellt.

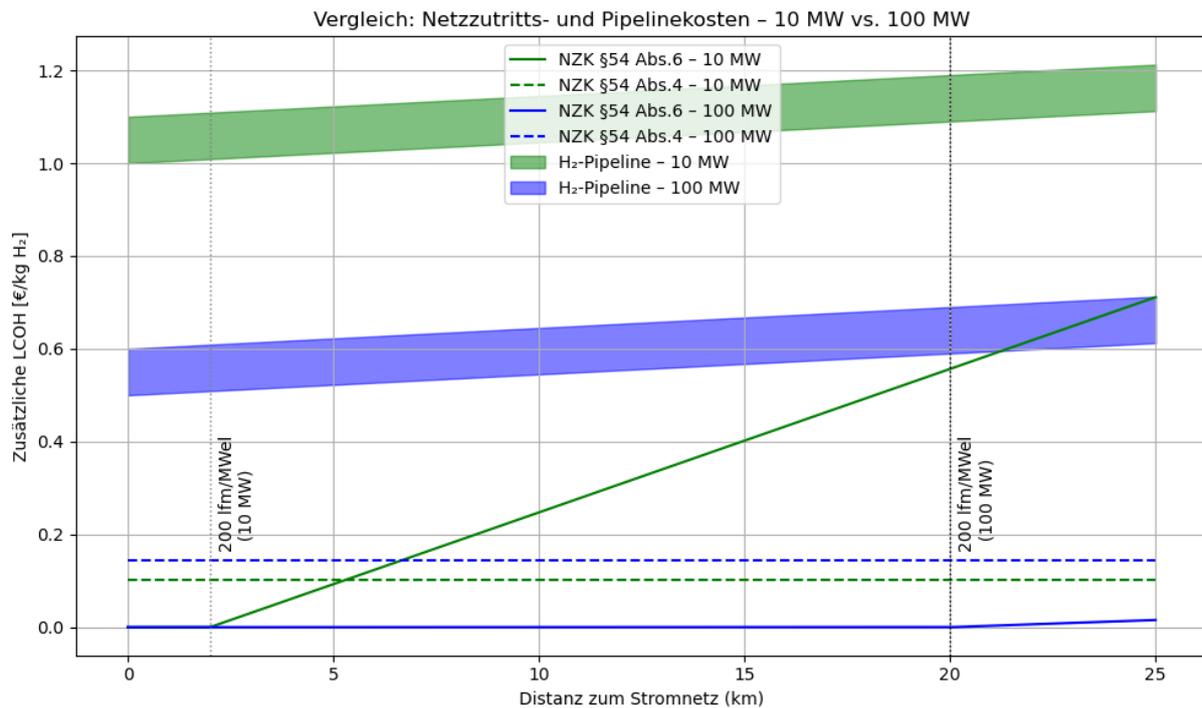


Abbildung 9: Netz- und Pipeline – längenabhängige zusätzliche LCOH, NZK...Netzzutrittskosten

Die Auswirkungen der Leitungsdistanz-abhängigen LCOH sind in Abbildung 9 dargestellt. Es ist klar ersichtlich, dass ein etwaiger Pipelinebau die LCOH um ein Vielfaches stärker beeinflusst als das einmalig zu entrichtende Netzzutrittsgeld. Um etwaige Scaling-Effekte zu zeigen, wurde dieselbe Berechnung und Darstellung für eine den Netzanschluss einer 100 MW Anlage ausgeführt. Der Vergleich der Kurven zeigt, dass sich die zusätzlichen Kosten auf Grund von Netzzutritt und Gasnetzanschluss bei größeren Anlagen verringern. Weiters ist anzumerken, dass große Anlagen nur bei erhöhten Distanzen zum Stromnetz von den verringerten Netzzutrittskosten (NZK) nach §54 Abs. 6 profitieren würden. Gesamt führen die Netzzutrittskosten und Gestehungskosten für den Wasserstofftransport für eine 10 MW Elektrolyseanlage also zu Mehrkosten von ca. 1,12 €/kg unter 2 km Distanz zum Stromnetz. Bei einem Netzabstand von 10 km entstehen Kosten von etwa 1,4 €/kg. Dabei ist anzumerken, dass die Gasleitungskosten in Solomon et al. (2024) mit einer Abschreibungszeit von 50 Jahren berechnet wurde. Da die Abschreibungszeit für die Elektrolyseanlage mit 15 Jahren weit geringer ist, soll hier angemerkt sein, dass die Kosten für den Wasserstofftransport nur unter der Annahme den LCOH zugerechnet werden können, falls davon ausgegangen werden kann, dass die Wasserstoffleitung nach 15 Jahren weiterhin verwendet wird.

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Die Investition in eine 10 MW Elektrolyseanlage generiert signifikante volkswirtschaftliche Effekte in Österreich: rund 14,7 Mio. € Bruttowertschöpfung und etwa 219,3 Vollzeitäquivalente.

Die Gesteungskosten für Wasserstoff (LCOH) variieren je nach Standort, wobei Strompreise und Netzentgelte die größten Einflussfaktoren darstellen. Des Weiteren verursachen Projektverzögerungen, insbesondere durch UVP-Verfahren, relevante Opportunitätskosten. Die Nähe zu Wasserstoff- und Stromnetzen beeinflusst die Wirtschaftlichkeit – insbesondere die Distanz zu einem zukünftigen Wasserstoffnetz wirkt sich stärker auf die LCOH aus als die Stromnetzdistanz.

Empfehlungen für die Standortwahl:

- Bevorzugung von Standorten mit niedrigen Strompreisen und reduzierten Netzentgelten (z. B. durch gesetzliche Befreiungen gemäß EIWOG).
- Auswahl von Standorten mit geringer Distanz zu bestehenden Gasinfrastrukturen zur Minimierung der Leitungskosten, da ein etwaiges zukünftiges Wasserstoffnetz voraussichtlich nahe am bestehenden Gasnetz oder durch Umwidmung implementiert wird.
- Berücksichtigung von Grundstückskosten und regulatorischen Rahmenbedingungen (z. B. UVP-Dauer) bereits in der frühen Planungsphase.

Politische und wirtschaftliche Implikationen:

- Eine gezielte Förderung von Standorten mit günstigen Rahmenbedingungen kann die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffprojekten verbessern.
- Die Vereinfachung und Beschleunigung von Genehmigungsverfahren (z. B. UVP) ist entscheidend, um Opportunitätskosten zu vermeiden.
- Eine differenzierte Netzentgeltstruktur, die die Besonderheiten von Elektrolyseuren berücksichtigt, kann Investitionsanreize schaffen.

Literaturverzeichnis

- AEA, Tretter, H., Egger, L., Furtwängler, C., Knaus, K. & Rohrer, M. (2023) *Gutachten zu den Betriebs- und Investitionsförderungen im Rahmen des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes*, Österreichische Energieagentur.
- AEA, Wlcek, B., Bettin, F., Hauser, J., Jaros, B. & Strimitzer, L. (2024) "Gutachten zu Investitionsförderungen für erneuerbare Gase im Rahmen des Erneuerbaren Ausbau Gesetzes (EAG)".
- Amber Grid, Bulgartransgaz, Conexus, CREOS, DESFA, Elering, Enagás, Energinet, Eustream, FGSZ, FluxSwiss, Fluxys Belgium, Gas Connect Austria, Gasgrid Finland, Gassco, Gasunie, Gas Networks Ireland, GAZ-SYSTEM, GRTgaz, National Grid, NET4GAS, Nordion Energi, OGE, ONTRAS, Plinacro, Plinovodi, REN, Snam, TAG, Teréga & Transgaz (2024) *European Hydrogen Backbone: A EUROPEAN HYDROGEN INFRASTRUCTURE VISION COVERING 28 COUNTRIES* [Online]. Verfügbar unter <https://ehb.eu/files/downloads/ehb-report-220428-17h00-interactive-1.pdf>? (Abgerufen am 19 Juni 2025).
- Büchel, Jan, Hickmann, Helen, Matthes, Jürgen, Neligan, Adriana, Schaefer, Thilo, Werner & Dirk (2022) *Branchenportrait der Chemischen Industrie in Deutschland*.
- E-Control (2025) *Netznutzungsentgelte - E-Control* [Online]. Verfügbar unter <https://www.e-control.at/industrie/gas/gaspreis/systemnutzungsentgelte> (Abgerufen am 12 Juni 2025).
- Fraunhofer ISE (2021) "Cost Forecast for Low-Temperature Electrolysis - Technology Driven Bottom-Up Prognosis for PEM and Alkaline Water Electrolysis Systems".
- Haller, R. (2005) *Beschäftigungseffekte von Verkehrsinfrastruktur-Investitionen*, TU Wien [Online]. Verfügbar unter <https://repositum.tuwien.at/retrieve/19175> (Abgerufen am 12 Juni 2025).
- Helmenstein, C. & Kleissner, A. (2020) *Ökonomische Effekte der Wasserstoffstrategie*, Economica Institut für Wirtschaftsforschung.
- Nationalrat der Republik Österreich (2025) *RIS - Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 - Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 19.06.2025*. BGBl. I Nr. 108/2017.
- Solomon, M. D., Heineken, W., Scheffler, M. & Birth-Reichert, T. (2024) "Cost Optimization of Compressed Hydrogen Gas Transport via Trucks and Pipelines", *Energy Technology*, Vol. 12, No. 1 [Online]. DOI: 10.1002/ente.202300785 (Abgerufen am 1 Juli 2025).
- STATISTIK AUSTRIA (2020): *Standarddokumentation zur Input-Output-Statistik* [Online]. Verfügbar unter <https://www.statistik.at/statistiken/volkswirtschaft-und-oeffentliche-finanzen/volkswirtschaftliche-gesamtrechnungen/input-output-statistik> (Abgerufen am 27 Mai 2025).
- STATISTIK AUSTRIA (2024) *Immobilien-Durchschnittspreise* [Online], STATISTIK AUSTRIA. Verfügbar unter <https://www.statistik.at/statistiken/volkswirtschaft-und-oeffentliche-finanzen/preise-und-preisindizes/immobilien-durchschnittspreise> (Abgerufen am 1 Juli 2025).
- Umweltbundesamt (2025) *Genehmigungsverfahren 2014 - 2023* [Online]. Verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.at/uvpsup/verfahrensmonitoring/vm-dauer/gv-dauer> (Abgerufen am 5 Juni 2025).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bruttowertschöpfung resultierend aus dem Investitions-Impuls einer 10 MW PEM Elektrolyseanlage, links: Realer Effekt, rechts: Szenario einer vollständigen inländischen Investition (ohne Importe) derselben Gesamtinvestition.....	9
Abbildung 2: Beschäftigungseffekte resultierend aus dem Investitions-Impuls einer 10 MW PEM Elektrolyseanlage, links: Realer Effekt, rechts: Szenario einer vollständigen inländischen Investition (ohne Importe) derselben Gesamtinvestition.....	10
Abbildung 3: Strompreisentwicklung in Österreich auf Basis des AEA-Modells und E-Control-Daten.	13
Abbildung 4: Standortsspezifische LCOH, OPEX unten, CAPEX oben (schraffiert)	14
Abbildung 5: Bundeslandspezifische Grundstücksflächenkosten-Anteile	15
Abbildung 6: Netzzutrittskosten gemäß EIWOG §54 Abs.4 vs. §54 Abs.6	16
Abbildung 7: Vergleich der Gestehungskosten von on- und offshore Wasserstoffpipelines als Mittelwert der Hydrogen Backbone Leitungen.....	16
Abbildung 8: Konturdiagramm der geringsten Wasserstofftransportgestehungskosten (LCOHT) als Funktion des Wasserstoffbedarfs und der Transportentfernung	17
Abbildung 9: Netz- und Pipeline – längenabhängige zusätzliche LCOH, NZK...Netzzutrittskosten	18

Abkürzungsverzeichnis

AEA	Austrian Energy Agency
SEG	Servicestelle Erneuerbare Gase
PEM	Protonen Austausch Membran
IOT	Input-Output-Tabelle
IOA	Input-Output-Analyse
LCOH	Levelized Cost of Hydrogen
WACC	Weighted Average Cost of Capital
VZÄ	Vollzeitäquivalente
FTE	Full Time Equivalent
l _{fm}	Laufmeter
NZK	Netzzutrittskosten
CAPEX	Capital Expenditures, Investitionskosten
OPEX	Operational Expenditures, Betriebskosten
EIWOOG	Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
BWS	Bruttowertschöpfung
ks	Konsumstruktur
kk	Konsumquote
H ₂	Wasserstoff
η	Wirkungsgrad
t _{H₂}	Tonne Wasserstoff