

Wasserstoffherzeugung in Bayern

Welche Rolle spielen ländliche Kommunen?

Spätestens seit der durch den Ukraine-Krieg ausgelösten Energiekrise ist Wasserstoff als Alternative zum konventionellen Erdgas in aller Munde. Auf bayerischer und auch auf Bundesebene ist daher eine Wasserstoffstrategie erarbeitet worden. Das Ziel der bayerischen Wasserstoffstrategie ist es, die Elektrolyseleistung bis 2030 auf 1 GW zu erhöhen und einzelne Projekte zu unterstützen. Aus diesem Grund gilt es nun auf regionaler und kommunaler Ebene die Frage zu beantworten, ob und unter welchen Rahmenbedingungen eine Wasserstoffherzeugung auch im kleineren Maßstab sinnvoll sein kann. Dies wird exemplarisch für eine ländliche Kommune in Niederbayern beantwortet.

leistungsstarker erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen herausfordernd. Aus diesem Grund ist es das Ziel des Markts zu klären, wie eine sinnvolle lokale Nutzung der weiteren Ausbaupotenziale für erneuerbare Energien im Markt Reisbach aussehen kann und ob die Wasserstoffherzeugung eine Möglichkeit für die Verwertung des erneuerbaren Stroms sein könnte.

Teilenergienutzungsplan mit Schwerpunkt Wasserstoff

Um diese Frage strukturiert und systematisch beantworten zu können, hat sich der Markt Reisbach entschlossen, einen Teilenergienutzungsplan mit Schwerpunkt „Wasserstoff“ erarbeiten zu lassen. Dieser Teilenergienutzungsplan wird vom Institut für Systemische Energieberatung an der Hochschule Landshut erarbeitet und vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

Im Folgenden werden erste Ergebnisse, die auch für andere Kommunen aufschlussreich sein könnten, aus dem Teilenergienutzungsplan des Markts Reisbach vorgestellt.

Da der Teilenergienutzungsplan mit Schwerpunkt „Wasserstoff“ bisher kein flächendeckendes Instrument wie der Energienutzungsplan¹ ist, gibt es auch keine allgemeine, etablierte Methodik zur Vorgehensweise. Aus diesem Grund sind in Zusammenarbeit mit dem Fördergeber (Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie), dem Markt Reisbach sowie dem Institut für Systemische Energieberatung zunächst die Ziele des Teilenergienutzungsplans definiert worden. Diese lauten:

- Allgemeine Erkenntnisse für die Wasserstoffherzeugung zur Übertragung auf andere Standorte und Gemeinden
- Sinnvolle, lokale Nutzung der weiteren Ausbaupotenziale für erneuerbare Energien im Markt Reisbach
- Erarbeitung von Verwertungsmöglichkeiten für den erzeugten Wasserstoff



Quelle: Adobe Stock

Der Markt Reisbach liegt im niederbayerischen Landkreis Dingolfing-Landau und erstreckt sich über eine Fläche von ca. 94 km². Die Themen „erneuerbare Energien“ und „Klimaschutz“ beschäftigen den Markt bereits seit vielen Jahren und der Aus-

bau der erneuerbaren Energien wird durch die Bürger stetig vorangebracht, sodass bereits im Jahr 2019 rund 40 GWhel im Markt Reisbach durch erneuerbare Energien erzeugt worden sind. Dagegen steht ein jährlicher Stromverbrauch des Markts in Höhe von ca. 23 GWhel, sodass sich eine erneuerbare Energiequote von 172 % ergibt und damit eine deutliche Überdeckung vorliegt.

Aufgrund der vorhandenen Fläche bestehen jedoch weitere Ausbaupotenziale sowohl für die Windenergie als auch die Freiflächenphotovoltaik. Gleichzeitig ist die Netzsituation im Markt Reisbach aufgrund des starken Ausbaus der erneuerbaren Energien bereits angespannt und für die Integration weiterer, neuer und

Katharina Zeiser, Institut für Systemische Energieberatung GmbH an der Hochschule Landshut

Prof. Dr. Petra Denk, Institut für Systemische Energieberatung, Hochschule Landshut

Stefan Minderlein, Hochschule Landshut

David Faber, Hochschule Landshut

Rolf Holzleitner, Bürgermeister Markt Reisbach

Sektorenkopplung

- Aufzeigen der Wasserstoffgestehungskosten nach Verwertungsmöglichkeiten
- Aussage zur Umsetzbarkeit einer Wasserstoffherzeugung im Markt Reisbach und Ableitung allgemeingültiger Aussagen

Um diese Ziele im Rahmen des Teilenergienutzungsplans erreichen zu können, ist entsprechend dem dargestellten Prozessschaubild (Abbildung 1) vorgegangen worden.

Strombezugsoptionen für »grünen« Wasserstoff

Im Rahmen der Erarbeitung des Teilenergienutzungsplans »Wasserstoff« für den Markt Reisbach soll »grüner« Wasserstoff erzeugt werden. Unter »grünem« Wasserstoff wird landläufig Wasserstoff verstanden, der mittels Elektrolyse unter Nutzung von erneuerbarer elektrischer Energie erzeugt wird. Rechtlich ist jedoch die Definition von grünem Wasserstoff enger gefasst: Gemäß des delegierten Rechtsakts gibt es vier verschiedene Strombezugsoptionen, durch die »grüner« Wasserstoff erzeugt werden kann.

Im Rahmen des Teilenergienutzungsplans werden Option 1 (Direktbezug aus neuen EE-Anlagen) und Option 2 (ein oder mehrere PPAs² mit nicht-geförderten, neuen EE-Anlagen) berücksichtigt (Abbildung 2). Daneben müssen noch vier weitere Kriterien (Grünstrom-Kriterium, Zusätzlichkeitskriterium, räumliches Kriterium sowie das zeitliche Kriterium) eingehalten werden, um »grünen« Wasserstoff gemäß des delegierten Rechtsakts zu produzieren.

Für die Produktion von »grünem« Wasserstoff ergeben sich im Markt Reisbach, exemplarisch für eine typische ländliche Kommune, insbesondere folgende Fragestellungen:

- Ist eine ausschließliche Direktanbindung erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen zielführend?
- Welches Verhältnis von Wind- und PV-Erzeugung ist optimal?
- Welche Dimensionierung des Elektrolyseurs ist sinnvoll?
- Welche Verwertungswege sind im Markt Reisbach denkbar?

Um diese Fragen im Rahmen der Erarbeitung des Teilenergienutzungsplans beantworten zu können, ist ein komplexes Simulationstool aufge-



Abbildung 1. Prozessschaubild Teilenergienutzungsplan »Wasserstoff«
Quelle: eigene Darstellung

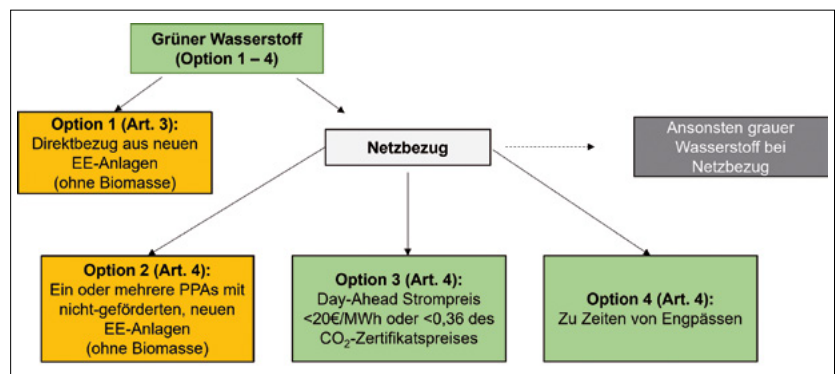


Abbildung 2. Strombezugsoptionen zur Herstellung von »grünem« Wasserstoff
Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Peiffer, Berliner Energietage, »Wann ist Wasserstoff grün? – Aktueller Stand Delegierter Rechtsakt EU-Kommission«, 19.05.2022

Verfügbare EE	34.000	MWh/a
Anteil von PV und Wind an der verfügbaren EE	50% Wind- / 50% PV-Energie	
Installierte Leistung PV-Anlagen	15,45	MW
Installierte Leistung WKA	8,5	MW
Volllaststunden Elektrolyseur	5.000	h
Anschlussleistung des Elektrolyseurs	4,18	MW
Baukostenzuschuss	615.984	€
Übergabestation Netzanschluss	50.000	€
Zuleitung Netzanschlussstelle	36.000	€

Tabelle 1. Annahmen zur Beantwortung der Fragestellung »Ist eine ausschließliche Direktanbindung der erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen zielführend?«

baut worden. Dieses Tool ist als univariates Verfahren aufgebaut worden und ermöglicht somit nicht die gleichzeitige Optimierung verschiedener Parameter. Das bedeutet, dass

zur Beantwortung obiger Fragestellung stets nur ein Parameter verändert wird, die Auswirkungen dieser Änderungen analysiert und Schlussfolgerungen gezogen werden. Zur

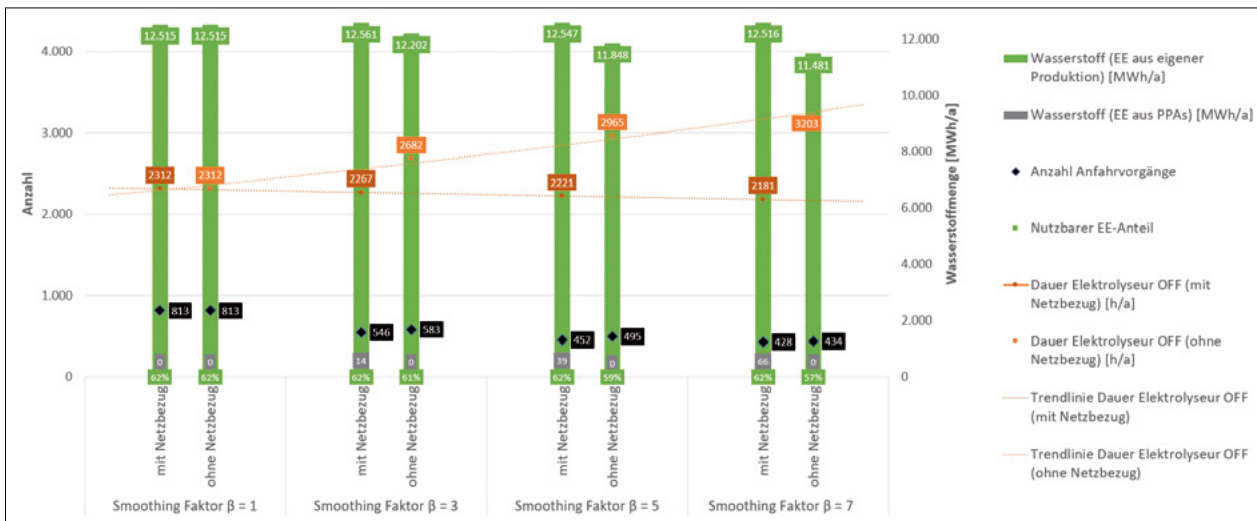


Abbildung 3. Wasserstoffproduktion aus EE aus eigener Produktion sowie aus EE via PPAs in Abhängigkeit unterschiedlicher Smoothing-Faktoren
Quelle: Institut für Systemische Energieberatung

Verifizierung der Ergebnisse sind die Simulationen zusätzlich mittels der Software Top-Energy durchgeführt worden.³

Ist eine ausschließliche Direktanbindung erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen zielführend?

Zur Beantwortung der Fragestellungen wird im Rahmen des Teilenergienutzungsplans zunächst ein Referenzfall definiert und es werden Annahmen für diesen getroffen. *Tabelle 1* stellt einen Auszug dieser Annahmen dar.

Der Taktungsmechanismus des Elektrolyseurs wird im erarbeiteten Simulationstool über den sogenann-

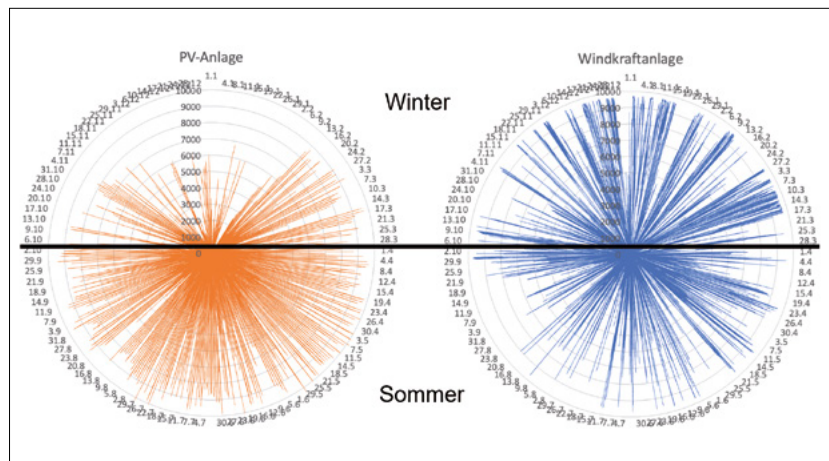


Abbildung 4. Lastprofil Windenergie und Photovoltaik im Vergleich (eigene Darstellung auf Basis der Fußnote)⁴

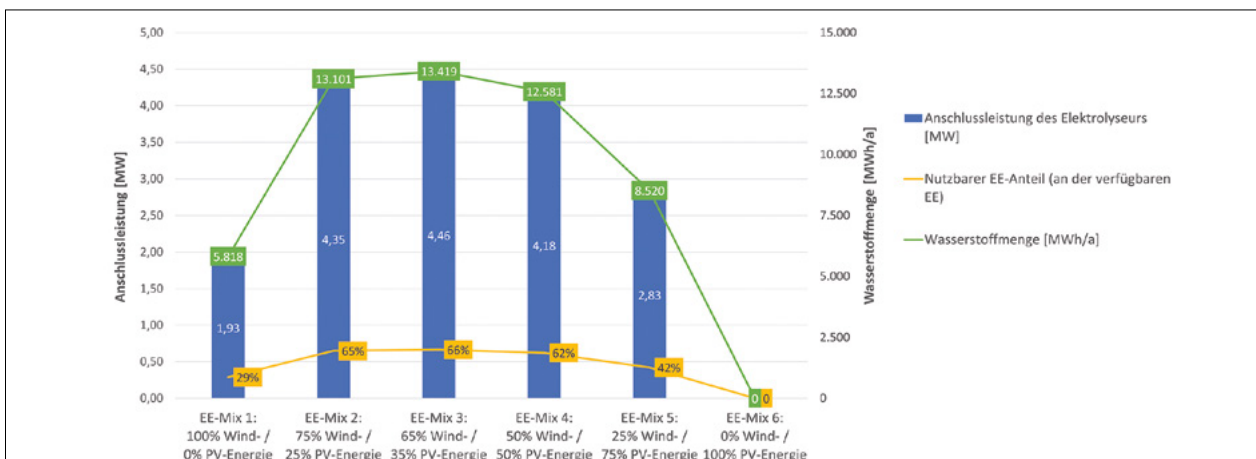


Abbildung 5. Erzeugte Wasserstoffmenge⁵ je Energieversorgungsvariante Welche Dimensionierung des Elektrolyseurs ist sinnvoll?
Quelle: Institut für Systemische Energieberatung

Sektorenkopplung

	Verfügbare EE gesamt [MWh/a]	Installierte Leistung WKA P _{inst,WKA} [MW]	Installierte Leistung PV P _{inst,PV} [MW]	Verhältnis P _{inst,Wind} zu P _{inst,PV}
EE-Mix 1: 100% Wind- / 0% PV-Energie	34.000	17,0	0	-
EE-Mix 2: 75% Wind- / 25% PV-Energie	34.000	12,8	7,7	1,65
EE-Mix 3: 65% Wind- / 35% PV-Energie	34.000	11,0	10,9	1,01
EE-Mix 4: 50% Wind- / 50% PV-Energie	34.000	8,5	15,5	0,55
EE-Mix 5: 25% Wind- / 75% PV-Energie	34.000	4,3	23,2	0,18
EE-Mix 6: 0% Wind- / 100% PV-Energie	34.000	0	30,9	-

Tabelle 2. Definierte Energieversorgungsvarianten

ten Smoothing-Faktor β gesteuert. β beschreibt dabei, ausgehend von der aktuellen Viertelstunde, die Anzahl der Viertelstunden, bei denen mehr EE-Leistung als die untere Lastgrenze des Elektrolyseurs zur Verfügung stehen muss, damit der Elektrolyseur in Betrieb geht. Um die Fragestellung, ob eine Wasserstoffherzeugung ausschließlich aus erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen (EE) aus eigener Produktion (Direktanbindung) oder zusätzlich von EE aus PPAs (Stromnetzbezug) sinnvoll ist, beantworten zu können, werden zwei Taktungsmechanismen definiert:

- **Taktung 1 (EE aus eigener Produktion):** Bei Beta gleich 5 muss in der aktuellen Viertelstunde sowie in den nächsten vier Viertelstunden **durchgehend** mehr EE-Leistung vorhanden sein als die untere Lastgrenze des Elektrolyseurs, damit in der aktuellen Viertelstunde der Elektrolyseur betrieben wird.
- **Taktung 2 (zzgl. EE aus PPAs):** Bei Beta gleich 5 muss in der aktuellen Viertelstunde, sowie in den nächsten vier **im Mittel** mehr EE-Leistung vorhanden sein als die untere Lastgrenze des Elektrolyseurs, damit in der aktuellen Viertelstunde die EE-Leistung unter der unteren Lastgrenze, obwohl der Mittelwert der folgenden vier Viertelstunden über dieser liegt, so wird die fehlende Energie in der aktuellen Viertelstunde durch Stromnetzbezug (EE aus PPAs) aufgefüllt.

tung 2 zusätzlich auch die jährliche Wasserstoffmenge aus EE aus PPAs, in Abhängigkeit unterschiedlicher Smoothing-Faktoren dar. Neben den jährlichen Wasserstoffproduktionsmengen für beide Taktungen werden zur Beantwortung der Fragestellung auch die Anzahl der Anfahrvorgänge sowie der nutzbare EE-Anteil und die Dauer in Stunden, in denen der Elektrolyseur im »OFF« ist, dargestellt.

Es zeigt sich, dass ein Betrieb ausschließlich durch EE aus eigener Produktion (Taktung 1) eine geringere Ausnutzung der erneuerbaren Energien bedingt. Zudem ergeben sich höhere »OFF«-Zeiten und mehr Anfahrvorgänge. Unter Berücksichtigung von EE aus PPAs wird die Wasserstoffproduktion bzw. die Fahrweise des Elektrolyseurs somit »stabilisiert«. Dies wirkt sich positiv auf die Degradation aus. Signifikant größere Wasserstoffmengen werden auch bei steigendem β nicht erzeugt. Jedoch erhöht sich mit steigendem β die jährliche Wasserstoffmenge aus EE aus PPAs sowie die „ON“-Zeiten des Elektrolyseurs.

Verfügbare EE	34.000	MWh/a
Anteil von PV und Wind an der verfügbaren EE	65% Wind- / 35% PV-Energie	
Installierte Leistung PV-Anlagen	10,9	MW
Installierte Leistung WKA	11	MW
Taktung	Taktung 2	
Smoothing Faktor β	5	

Tabelle 3. Annahmen zur Dimensionierung des Elektrolyseurs

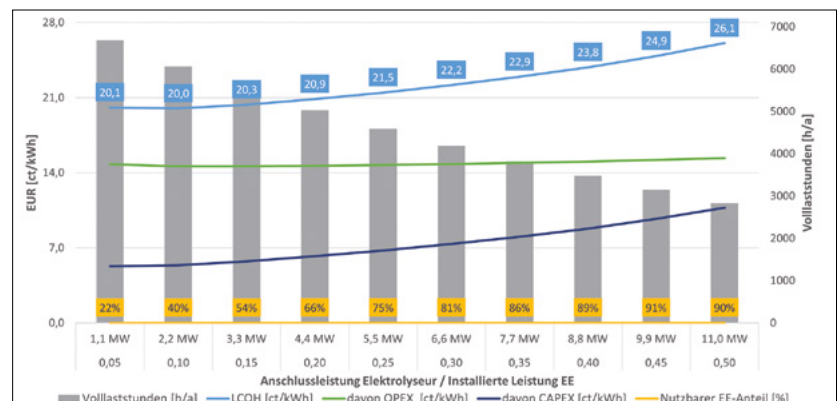


Abbildung 6. Dimensionierung Elektrolyseur in Abhängigkeit der erneuerbaren Energieleistung Quelle: Institut für Systemische Energieberatung

Da es das Ziel ist, ein möglichst stabiles Betriebsverhalten (Anzahl der Anfahrvorgänge) des Elektrolyseurs bei gleichzeitiger hoher Wasserstoffmenge aus EE aus eigener Produktion zu erzielen, erscheint ein $\beta=5$ sinnvoll. Ebenso zeigt sich, dass eine Stromnetzanbindung und damit die Berücksichtigung von EE aus PPAs für die Wasserstoffproduktion zielführend sind.

Optimales Verhältnis von Wind- und PV-Erzeugung

Das Erzeugungsprofil der Windenergie und das der Photovoltaik ergänzen sich über das Jahr hinweg betrachtet, da insbesondere auch im Winter Leistungen aus der Windenergie auftreten (*Abbildung 4*). In Summe führt die Kombination aus Windenergie- und Sonnenenergienutzung daher zu einem durchgängigeren Erzeugungsprofil, welches für eine konstante Wasserstoffherzeugung notwendig ist.

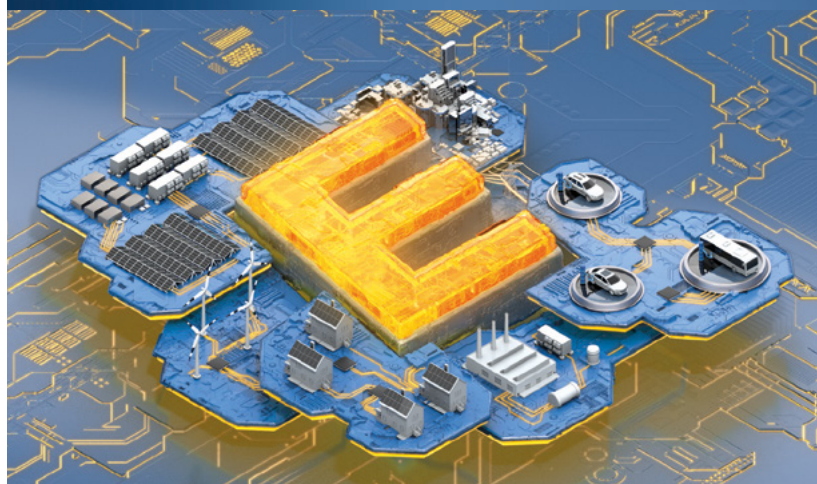
Aufgrund dieses Zusammenhangs gilt es, das optimale Verhältnis zwischen Wind- und Photovoltaikerzeugung zu ermitteln und für die Dimensionierung des Elektrolyseurs zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck sind im Rahmen des Teilenergienutzungsplans fünf Energieversorgungsfälle, bei denen stets 34 GWh elektrische Energie verfügbar sein sollen, definiert worden. Zur Beantwortung der Fragestellung wird dann im Simulationstool der Anteil der erbrachten Wind- bzw. Photovoltaikenergiemenge variiert, wodurch sich unterschiedliche EE-Mixe ergeben (*Tabelle 2*).

Abbildung 5 zeigt das Ergebnis der Simulation der fünf Erzeugungsvarianten in Form der jährlich produzierten Wasserstoffmenge, des nutzbaren erneuerbaren Energieanteils (EE aus eigener Produktion) sowie der Nennleistung des Elektrolyseurs. Es zeigt sich, dass bei einem Mix von 65 % Wind- und 35 % PV-Energiemenge einerseits der Elektrolyseur (Vorgabe 5 000 Volllaststunden) am größten dimensioniert und andererseits die jährlich produzierte Wasserstoffmenge am größten ist. Deutlich schlechter im Hinblick auf die jährliche Wasserstoffmenge sowie den nutzbaren EE-Anteil als die übrigen Fälle sind auf Basis der vorliegenden Analysen die EE-Mixe 1, 5 und 6. Dementsprechend erscheint eine Dimensionierung der erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen in einem Verhältnis von ca. 1,01 installierte Windkraftanlagenleistung zu Photovoltaikanlagenleistung am sinnvollsten. Ein Ergebnis, das einerseits auch für andere bayerische Kommunen näherungsweise übertragbar sein sollte, im Einzelfall aber erneut optimiert werden sollte und sich andererseits auch mit den Ergebnissen von Aurora Energy Research deckt [3].

In der Realität kann neben dem EE-Mix 3 auch die Umsetzung der EE-Mixe 2 und 4 aufgrund der individuell vorliegenden Rahmenbedingung sinnvoll sein.

Dimensionierung des Elektrolyseurs

In einem weiteren Schritt ist die optimale Dimensionierung des Elektrolyseurs ermittelt worden, dessen Dimensionierung sich im Schritt zuvor noch aus der Vorgabe (5 000 Volllaststunden pro Jahr) ergeben hat. Für die Simulation sind hierfür die gewonnenen Erkenntnisse (zusätzliche Nutzung von EE aus PPAs, Verhältnis der erneuerbaren Energieerzeugung) berücksichtigt worden. *Tabelle 3* zeigt die weiteren unterstellten Annahmen.



14.–16.
JUNI
2023

MESSE MÜNCHEN

Europas größte
energie-
wirtschaftliche
Plattform

inter
solar
connecting solar business | EUROPE

**POWER
DRIVE**
EUROPE

ees
electrical energy storage

EMPOWER
EUROPE

- **Die neue Energiewelt mitgestalten:**
Erneuerbar, dezentral und digital
- **Sektorübergreifend:**
Integrierte Lösungen für Strom, Wärme und Mobilität
- **Impulsgeber:**
Neueste Markteinblicke, Know-how, Best Practice und mehr
- **Branchentreffpunkt:**
Treffen Sie 85.000+ Energieexperten und 1.600 Aussteller auf vier parallelen Fachmessen

www.TheSmarterE.de

Werden Sie Teil der führenden Energiefachmessen und -konferenzen The smarter E Europe

Sektorenkopplung

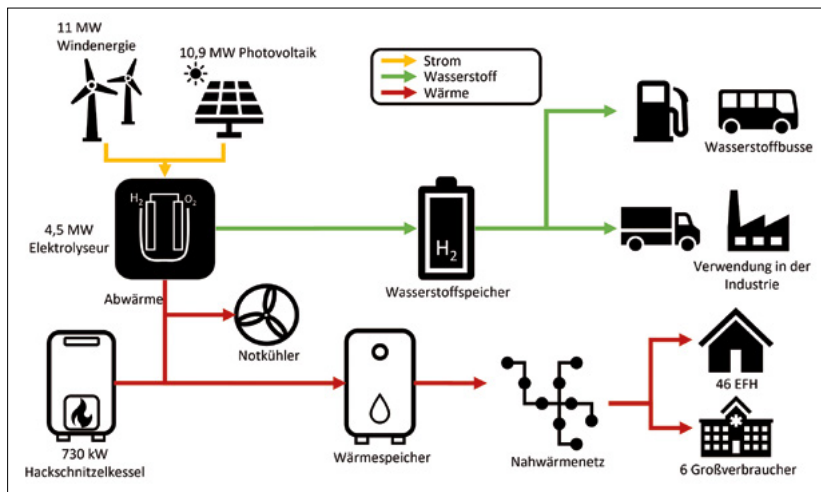


Abbildung 7. Mögliche Wasserstoffherzeugung im Markt Reisbach
Quelle: Institut für Systemische Energieberatung

Abbildung 6 zeigt das Verhältnis zwischen der Nennleistung des Elektrolyseurs und der installierten EE-Leistung, auf dessen Basis die Nennleistung des Elektrolyseurs definiert wird.⁶ Zudem werden der nutzbare EE-Anteil sowie die Gestehungskosten für Wasserstoff (LCOH)⁷ und der Anteil der CAPEX und OPEX-Kosten in Abhängigkeit der Dimensionierung des Elektrolyseurs aufgezeigt.

Es wird deutlich, dass die spezifischen Wasserstoffgestehungskosten bei kleinerer Dimensionierung des Elektrolyseurs und damit steigenden Volllaststunden sinken. Jedoch reduziert sich durch die kleinere Dimensionierung des Elektrolyseurs auch der nutzbare Anteil der erneuerbaren Energien. Ziel es ist jedoch, einerseits eine hohe Ausnutzung der EE aus eigener Produktion (nutzbarer EE-Anteil) zu erzielen und andererseits möglichst kosteneffizient Wasserstoff zu erzeugen.

Der Elektrolyseur sollte somit im Verhältnis zur installierten erneuerbaren Energieleistung eher klein dimensioniert sein, um möglichst kosteneffizient „grünen“ Wasserstoff erzeugen zu können. Ein Optimum aus Nutzung der erneuerbaren Energien (EE aus eigener Produktion) sowie Höhe der LCOH ergibt sich bei einer Dimensionierung des Elektrolyseurs zwischen 15 % und 25 % der erneuerbaren Energieleistung in Abhängigkeit der im jeweiligen Fall vorliegenden Anforderungen (z.B. jährliche Wasserstoffmengen) und Rahmenbe-

dingungen (z. B. Abnahmebedingungen).

Angemerkt sei an dieser Stelle, dass das Verhältnis zwischen CAPEX und OPEX signifikant dadurch bestimmt wird, wie die Kosten für die EE zugeordnet werden. In Abbildung 6 werden diese als Strombeschaffungskosten für Strom aus Windenergie und Strom aus Photovoltaik in den OPEX-Kosten abgebildet.

Denkbare Verwertungswege im Markt Reisbach

Die gewonnenen Erkenntnisse zur Auslegung einer Wasserstoffherzeugungsanlage sind die Grundlage für die Überlegungen im Rahmen des Teilenergienutzungsplans zur Wasserstoffherzeugung im Markt Reisbach. Als Basis hierfür dienen die Erkenntnisse aus dem erarbeiteten Klimaschutzkonzept sowie dem Regionalplan Wind und den Ideen zum Ausbau der Freiflächenphotovoltaik, die durch verschiedene Akteure im Markt erarbeitet worden sind.

Basierend auf diesen möglichen Ausbaupotenzialen erneuerbarer Energien werden zwei unterschiedliche Szenarien für die Wasserstoffherzeugung im Markt Reisbach definiert. Hierfür werden die allgemeinen Erkenntnisse zur Dimensionierung des Elektrolyseurs sowie der erneuerbaren Energien berücksichtigt und folgende zwei Szenarien betrachtet:

- Szenario 1: 11 MW Wind (22 GWh/a) + 10,9 MW PV (12 GWh/a)

- Szenario 2: 16,5 MW Wind (33 GWh/a) + 16,2 MW PV (18 GWh/a)
- Hieraus resultiert eine Anschlussleistung des Elektrolyseurs in Höhe von 4,5 MW (Szenario 1) bzw. 6,5 MW (Szenario 2).

Ganz entscheidend für die Umsetzbarkeit dieser Szenarien sind die vor Ort vorliegenden Rahmenbedingungen zur Verwertung des Wasserstoffs. Im Rahmen des Teilenergienutzungsplans werden drei Optionen bzw. auch Kombinationen untersucht:

- Option 1: Einspeisung in das Gasnetz
- Option 2: Errichtung einer Wasserstofftankstelle inkl. Nutzung der Abwärme des Elektrolyseurs zur Wärmeversorgung eines Teilgebiets des Markts Reisbach
- Option 3: Wie Option 2 und Teilversorgung eines Industriebetriebs via Trailer

werden im Rahmen des Teilenergienutzungsplans bereits konkrete Gespräche für die Verwertung des Wasserstoffs geführt und damit die Grundlage für eine mögliche Umsetzung des Projekts geschaffen. Prinzipiell sind zwei Szenarien denkbar, ein „kleines“ und ein „großes“. In Abbildung 7 ist das kleine (Szenario 1) dargestellt.

Der Teilenergienutzungsplan „Wasserstoff“ wird somit die gesetzten Ziele erreichen und dem Markt eine konkrete Aussage zur Umsetzbarkeit, notwendigen Rahmenbedingungen, Größenordnungen und Verwertungsoptionen geben. Eine strukturierte Vorgehensweise, wie sie im Teilenergienutzungsplan des Markts Reisbach gewählt worden ist, erscheint somit vor allem für ländliche Kommunen mit hohem Ausbaupotenzial erneuerbarer Energien zielführend.

Fußnoten:

¹ Ein Energienutzungsplan ist ein strategisches Planungsinstrument, welches auf Basis räumlicher Bezüge der jeweiligen Verwaltungseinheit einen Überblick sowohl über die derzeitigen als auch die künftigen Energiebedarfe sowie Energieversorgungspotenziale geben soll. Die Erstellung wird in Bayern durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

- ² PPA = power purchase agreement (Strombezugsvertrag)
- ³ TopEnergy ermöglicht die Abbildung komplexer Energiesysteme mit unterschiedlichen Komponenten. Ökologische, ökonomische und primärenergetische Optimierungen zeigen die perfekte Betriebsweise des Systems auf. Mit Variantenvergleichen, Strukturoptimierungen und Sensitivitätsanalysen kann die optimale Anlagengröße der jeweiligen Technologie ermittelt werden.
- ⁴ Eigene Darstellung auf Basis von Daten des ZAE Bayern für eine Referenz-PV-Anlage mit 6,2 kWp am Standort Hof und das Lastprofil des Jahres 2019 der WKA Hohenthann in Bayern auf 16,5 kWp angepasst. Die Lastprofile spiegeln dieselbe Energiemenge wider.
- ⁵ Wasserstoffmenge: die gesamte jährliche produzierte Wasserstoffmenge sowohl aus EE aus eigener

Produktion als auch aus EE aus PPAs.

- ⁶ Bei einer tatsächlichen Realisierung erfolgt die Dimensionierung des Elektrolyseurs anhand vorliegender Leistungsklassen der Elektrolyseure.
- ⁷ Diese beziehen sich sowohl auf die gesamte jährliche Wasserstoffmenge (EE aus eigener Produktion und EE aus PPAs) sowie die gesamten jährlichen Kosten.
- ⁸ In Anlehnung an die Ausschreibungsergebnisse (01.05.2022) werden die Strombezugskosten Wind mit 5,85 ct/kWh und die für Photovoltaik mit 5,51 ct/kWh angesetzt.

Literatur:

- [1] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie: Wasserstoffstrategie, URL: <https://www.stmwi.bayern.de/energie/energie-wende/wasserstoffstrategie/>, aufgerufen am 29.11.2022.

- [2] Bundesministerium für Bildung und Forschung, Wasserstoffstrategie, https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energie-wende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html, aufgerufen am 29.11.2022.
- [3] Aurora Energy Research, Scaling up the hydrogen economy: Opportunities for renewables, <https://www.solarify.eu/wp-content/uploads/2022/05/Aurora-Energy-Research-Scaling-up-the-hydrogen-economy-Opportunities-for-Renewables.pdf>, aufgerufen am 09.12.2022.

info@ise-landshut.de

www.ise-landshut.de

Anzeige

VDE ACADEMY

Jetzt auf essociation.de buchen!

Hybrid-Event

6. VDE Jahresforum für Technische Führungskräfte und TSM-Verantwortliche in der Energieversorgung

- ▶ 19.–20. Juni 2023 in Nürnberg und online
- ▶ Neuigkeiten von der Geschäftsstelle TSM im VDE (FNN)
- ▶ Erfahrungen und Best-Practice-Beispiele bei der Umsetzung im Bereich TSM
- ▶ Wertvolles Know-how für alle Technischen Führungskräfte und TSM-Verantwortliche

www.essociation.de/event/S018112

Online- und Präsenz-Seminar

Einbindung von E-Mobilität-Ladelösungen in Photovoltaik-Systeme (VDE/DGS)

- ▶ Aktueller Stand der E-Mobilität in Deutschland
- ▶ Ladestandards und Leistungsfähigkeit
- ▶ Ladeleistungsmanagement
- ▶ Pufferspeicher zur Reduzierung der Netzbelastung und Kosten
- ▶ Normative Rahmenbedingungen

www.essociation.de/event/S018125

Online-Seminar

Fachkraft für Energiespeicher (VDE/DGS)

- ▶ Sicherheit bei der Planung und Installation von Energiespeichern
- ▶ Grundlagen zum Energiemanagement
- ▶ Sicherheitsmaßnahmen bei Energiespeichern
- ▶ Ökologische Aspekte
- ▶ Zertifizierter Seminarabschluss nach bestandener Prüfung

www.essociation.de/event/S018045

