

Das **Wasserstoffkernnetz**
und dessen **Bedeutung**
für die **Papierregion**
Düren-Euskirchen

IMPRESSUM

Herausgeber:

Hydrogen Hub Aachen
c/o Industrie- und Handelskammer Aachen
Theaterstraße 6 - 10, 52062 Aachen
Internet: www.aachen.ihk.de

Verantwortlich:

Raphael Jonas, Industrie- und Handelskammer Aachen

Erstellung:

Dr.-Ing. Peter Kramp, Unternehmerberatung

Aachen, November 2023

Das Wasserstoffkernnetz und dessen Bedeutung für die Papierregion Düren-Euskirchen

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	5
Einleitung und Zielsetzung.....	6
Grundlagen	7
Beispiel 1 – Verpackungspapierhersteller	9
Beispiel 2 – Verpackungspapierhersteller	11
Zusammenfassung.....	13

EXECUTIVE SUMMARY

Basierend auf den technischen Entwicklungen der beiden letzten Jahrzehnte ist eine komplett klimaneutrale Papierproduktion in Deutschland schon heute technisch möglich; Voraussetzung ist eine ausreichende Versorgung mit grünen Gasen und grünem Strom.

Die vorliegenden Energiebedarfe zeigen, dass eine rein elektrische Versorgung von Papierfabriken einen massiven Ausbau und entsprechende Investitionen in das schon heute überlasteten Stromversorgungsnetze erfordert. Zudem erzwingt eine Direktelektrifizierung unnötige und gewaltige Abschreibungen sowie den Abbau investierter moderner Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Kraftwerke in einem sehr hohen zweistelligen Millionenbetrag. Für die Papierfabriken hätte dies deutlich höhere Strombezugskosten und Netzentgelte zur Folge. In beiden Praxisbeispielen führt eine Direktelektrifizierung zu zusätzlichen Entsorgungskosten in signifikanten Höhen (zwischen 4 bis 6 Millionen Euro/Jahr), da Produktionsrückstände aus dem angelieferten Altpapier im Prozess nicht mehr vor Ort in KWK-Anlagen genutzt werden können.

Die Umstellung von importiertem Erdgas auf (importierten) grünen Wasserstoff ist deutlich zielführender. Eine Erdgas-Wasserstoff-Transformation ermöglicht es, die vorhandenen Industrie-Energieerzeugungsanlagen weiterhin zu nutzen. Die Umstellung der Anlagen auf Wasserstoff stellt eine Herausforderung dar. Sie wird zugleich allerdings als technisch machbar betrachtet. Wasserstoff und andere grüne Gase

können in den aktuell erfolgreich betriebenen betriebseigenen KWK-Kraftwerken mit vertretbarem technischem Aufwand eingesetzt werden. Eine Abschreibung umweltschonender KWK-Kraftwerke wäre so vermieden, die bestehenden Wertstoffkreisläufe in der Papierindustrie blieben erhalten. Grüne Gase sind daher für die Produktionsprozesse der Papierindustrie die technisch effizienteste Transformationsoption und bilden den technologischen Kern einer klimaneutralen Papierproduktion.

Das vorliegende Gutachten befasst sich ausschließlich mit der Betrachtung und Evaluierung technischer Möglichkeiten zur Erreichung einer klimaneutralen Papierproduktion in Deutschland. Es kann nicht genug betont werden, dass die im globalen Wettbewerb stehende deutsche Papierindustrie, wie andere global agierende Branchen ebenso, dauerhaft auch auf global wettbewerbsfähige Energiekosten angewiesen ist: Schwarze Zahlen mit grüner Energie.

Nur durch die Anbindung der Region Düren-Euskirchen und damit auch der hiesigen Industrie an das Wasserstoffkernnetz kann der Strukturwandel im rheinischen Revier hin zur modernen und klimaneutralen Industrie der Zukunft gelingen. Es bedarf sowohl eines ambitionierten Ausbaus der erneuerbaren Energien mit den entsprechenden Netzanschlusskapazitäten als auch der Schaffung von ausreichenden Importkapazitäten für Wasserstoff mit den notwendigen Versorgungsleitungen.

EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Der Strukturwandel des rheinischen Reviers stellt die Region Düren-Euskirchen vor die große Herausforderung, bestehende Wertschöpfung und Arbeitsplätze durch Transformation zu erhalten und parallel dazu neue und zukunftsfähige Arbeitsplätze zu schaffen.

In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Vorreiterrolle der Region Düren in Bezug auf eine nachhaltige und die komplette Wertschöpfung umfassende Wasserstoffwirtschaft zu erwähnen.

Die deutsche Papierindustrie ist weltweit nach den USA, China und Japan die viertgrößte Papierindustrie. Deutschland ist somit eine der global führenden Papiernationen mit hohen und beispielgebenden umwelttechnologischen Standards. Die energieintensive Branche agiert zwar im globalen Umfeld, sie ist historisch bedingt doch zugleich überdurchschnittlich stark im ländlichen Raum zu Hause. Dort trägt sie aufgrund ihrer Kapitalintensivität entscheidend zur wirtschaftlichen Stabilität und Wertschöpfung bei. Über 80% der Beschäftigten der deutschen Papierindustrie haben ihren Arbeitsplatz auf dem Land. Über alle Branchen sind es deutschlandweit lediglich 56 %. Die Region Düren ist mit etwa 10.000 Arbeitsplätzen (inkl. Zulieferer) die größte Papierregion Deutschlands.

Im Mittelpunkt dieser Studie steht die Betrachtung und Evaluierung heutiger und zukünftiger technischer Möglichkeiten, den Energiebedarf der Papierbranche klimaneutral zu decken. Der Bedarf an Wärme zur Papiertrocknung dominiert den Energiebedarf von Papierfabriken. Dieser Trocknungsdampf wird heute meist ökologisch und ökonomisch sinnvoll über Kraft-Wärme-Kopplung-Industriekraftwerke auf der Basis von Erdgas erzeugt. Im Fokus dieser Betrachtung steht der Prozesswärmebedarf in der Papierindustrie.

Fehlender Reststrombedarf, der nicht über die betriebseigenen Kraft-Wärme-Kopplungskraftwerke erzeugt werden kann, wird aktuell über das öffentliche Netz bezogen.

GRUNDLAGEN

Seit der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls vom 11. Dezember 1997 und den vereinbarten Reduktionszielen bezogen auf das Basisjahr 1990 hat die deutsche Papierindustrie konsequent den Weg zur klimafreundlichen Produktion beschritten. Die deutsche Papierindustrie hat klar kommuniziert, dass die Branche das Ziel einer klimaneutralen Papierproduktion anstrebt. Als Brückenlösung haben die Unternehmen ihren Hauptenergiebezug zum Trocknen der Papierbahnen (bis zu 70 % des Gesamtenergiebedarfes) fast ausschließlich auf Erdgas umgestellt. Da heute etwa 50 % des Brennstoffeinsatzes der gesamten Branche über Erdgas gedeckt wird, kommt den grünen Gasen (Wasserstoff oder biogene Gase) bei der Transformation der Papierindustrie hin zur Klimaneutralität die entscheidende Rolle zu. Neben der Trocknungsenergie wird auch elektrische Energie zum Antrieb der Produktionsanlagen benötigt.

Dieser einmalige Energiebedarfsmix an grundlastfähiger thermischer und elektrischer Energie macht die Papierindustrie zur der Kraft-Wärme-Kopplungs-Industrie.

Mit fast 60 % der Produktion stellt die Herstellung von Verpackungspapieren die größte Sorte im Gesamtportfolio der deutschen Papierindustrie dar. Das Volumen der grafischen Papiere liegt knapp unter 30 %.

Das Herstellen von Verpackungspapieren auf Basis von Altpapier ist neben der Flaschenglasindustrie die Up-Cycling-Branche Deutschlands

schlechthin. Es handelt sich hier zwar um großindustrielle Produktionsprozesse, die jedoch in der konkreten Umsetzung über viele Jahre immer umweltschonender gestaltet wurden. Eigenbetriebene Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerke mit Effizienzen im Bereich von 90 % und geschlossene interne Prozesskreisläufe illustrieren dies eindrucksvoll. Mit der Umstellung auf einen grünen Energiebezug vollzieht dieses Industriesegment den finalen Schritt zur klimaneutralen Up-Cycling-Branche mit globalem Beispielcharakter.

Am Beispiel zweier großer Verpackungspapierhersteller aus der Region, die schon heute sehr innovative und effiziente Energieversorgungskonzepte erfolgreich betreiben, werden zuerst die operativen Zusammenhänge offengelegt und die Zusammenhänge erklärt (Eigenerzeugung von Strom und Wärme in KWK-Kraftwerken auf Basis fossiler Energieträger, thermische Nutzung der Produktionsrückstände vor Ort, Fremdstrombezug, Kreisläufe, etc.). An beiden Beispielen wird die Komplexität des Energiekonzeptes (Bezug und Verbrauch) einer Papierfabrik erläutert. Beide Fabriken arbeiten seit Jahrzehnten kontinuierlich an der optimalen Balance zwischen Energiebezug, Eigenerzeugung und Energieverbrauch.

Basierend auf einer Studie der Agentur für Erneuerbare Energien e.V. zum industriellen Wärmebedarf nach Wirtschaftszweigen 2017¹ wurde vorgeschlagen, dass Prozesswärme im Temperaturbereich unter 500 Grad Celsius rein elektrisch hergestellt werden sollte.

¹ <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathel/grafiken/industrieller-waermebedarf-nach-wirtschaftszweigen>

Es wird in der Studie davon ausgegangen, dass Wasserstoff in diesem Temperaturbereich nicht sinnvoll einsetzbar ist. Diese These wurde von der Politik, Forschung und Wissenschaft sowie Umweltverbänden akzeptiert, ist jedoch bei genauerem Hinsehen nicht haltbar. Als Konsequenz wurde die Papierindustrie nicht in die Überlegungen zum Wasserstoffkernnetz einbezogen. Vielmehr wird davon ausgegangen, sie solle ihren hohen Energiebedarf zur Erzeugung von Prozesswärme vollständig elektrifizieren. Die alleinige Heranziehung des Temperaturniveaus greift jedoch in Bezug die Papierindustrie als Argument zu kurz.

Unter Annahme, dass der Prozesswärmebedarf der Papierindustrie gänzlich direkt elektrifiziert werden kann, erfolgt im nächsten Schritt die Erfassung des theoretischen Strombedarfes entsprechend dieser Annahme. Diesem theoretischen Strombedarf zur Wärmeerzeugung ist der Strombedarf zum Antrieb der Maschinen hinzuzuaddieren und die entsprechenden praktischen Konsequenzen (Netzanschlüsse und Leistungsbedarf) sind darzustellen.

Zusammenfassend wird schließlich ein realitätsnahes und zukunftsfähiges Energieversorgungsszenario mit grünem Wasserstoff und grüner elektrischer Energie beschrieben.

Die deutsche Wirtschaft, ihre Arbeitsplätze und ihre Wertschöpfung, ist mit einer sicheren Energieversorgung sehr eng verwoben – auf Gedeih und Verderb. Deutschland importiert heute mehr als 60 % seiner Energie. Auch wenn der nationale Ausbau erneuerbarer Energieproduktion deutlich gesteigert wird, so ist zugleich davon auszugehen, dass sich Deutschland vom Fossil-Energieimportland zu einem Grün-Energieimportland entwickeln wird, wobei grünen Gasen und deren Derivaten eine Hauptrolle im Importmix zufallen wird.

Im Mittelpunkt dieser Studie steht zwar die technologische Betrachtung und Evaluierung technischer Möglichkeiten. Es ist allerdings unstrittig, dass die im globalen Wettbewerb stehende deutsche Industrie auch dauerhaft nur durch global wettbewerbsfähige Energiekosten existieren wird.

Beispiel 1 – Verpackungspapierhersteller

Zur Darstellung sämtlicher Energieströme der Fabrik wurde dem Verfasser zur vertraulichen Behandlung von der Geschäftsleitung eines Verpackungspapierherstellers aus der Region ein Sankey-Diagramm mit den konkreten Zahlen des Jahres 2022 zur Verfügung gestellt. Insofern beziehen sich alle im weiteren Verlauf dieses Beispiels gemachten Aussagen auf realistische Zahlen.

Der externe Bezug setzt sich zusammen aus Erdgas für die beiden betriebseigenen Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerke (Mehrbrennstoff-Kraftwerk [MBKW] und Gaskraftwerk [GKW]), Strom zum Antrieb der technischen Aggregate, Diesel für die Gabelstapler und Produktionsrückständen anderer Verpackungspapierfabriken als zusätzlichen Input für das MBKW. Die Nutzung von Braunkohlebriketts als Energiequelle wurde bereits erfolgreich auf Erdgas umgestellt.

Die internen Bezugsquellen speisen sich aus den fabrikinernen Produktionsrückständen und Biogas aus der Werkskläranlage. Die sich im Eigenbetrieb befindende Kläranlage hat umgerechnet die Reinigungskapazität für ganz Düsseldorf mit 600.000 Menschen.

Der externe Gasbedarf zur innerbetrieblichen Erzeugung von Strom (630.000 MWh), liegt bei 70 % des Gesamtenergiebedarfes (900.000 MWh). Der über Jahrzehnte optimierte Gesamtenergiebedarf in diesem Beispiel entspricht damit rein elektrisch bei einem angenommenen 4-Personen-Haushalt mit einem Jahresverbrauch von ca. 4.000 kWh etwa 220.000 Haushalten – fast 900.000 Menschen, annähernd vergleichbar mit dem jährlichen Strombedarf der Bevölkerung von Köln.

Um diese Fabrik im Grundlastmodus vollständig elektrisch mit Energie zu versorgen (Prozesswärme und Strom), würde eine Anschlussleistung von 120 MW benötigt. Dies entspricht in etwa der Leistung von 24 modernen Windrädern (5 MW), die kontinuierlich unter Volllast Strom produzieren.

Die beiden Herzkammern der werksinternen Energieerzeugung bilden die zwei Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerke mit Effizienzen von jeweils ca. 90 %.

Der gasbefeuerte Mehrbrennstoffkessel verwertet neben den externen und internen Produktionsrückständen auch das betriebsintern erzeugte Biogas der eigenen Kläranlage – ein geschlossener Kreislauf. Der Hochdruckdampf aus dem MBKW erzeugt über eine Dampfturbine Strom zum internen Verbrauch, wird dadurch entspannt, um dann die Trocknungseinheiten der Papiermaschinen (Trockenpartie) zu versorgen. Der Mehrbrennstoffkessel ist als Grundlasterzeuger ausgelegt.

Die Agilität in der internen Energieerzeugung übernimmt das Gaskraftwerk in Verbindung mit dem externen Strombezug. Auch hier wird erst Hochdruckdampf erzeugt, der dann im ersten Schritt über eine Turbine zur Stromerzeugung geleitet wird, um dann im Anschluss zu den Trockenpartien der Papiermaschinen geleitet zu werden.

Das Speisewasser für beide Kraftwerke speist sich aus dem prozesstechnisch so weit wie möglich entspannten Dampf (als Kondensat) aus den Trockenpartien der beiden Papiermaschinen – ein weiterer geschlossener Kreislauf.

Alle Energieflüsse sind untereinander so verknüpft und hochautomatisiert gesteuert, dass Papiermaschinenstillstände, hervorgerufen durch die eigenen Kraftwerke, äußerst selten sind. Ein Mitarbeiter auf Schicht ist dafür vor Ort und verantwortlich.

Auf der gegenüberliegenden Seite eines Sankey-Diagramms sind die verschiedenen Komponenten des Energiebedarfs einschließlich der Ausspeisung ins Stromnetz dargestellt.

Die Versorgung der beiden Papiermaschinen mit überhitztem Hochdruckdampf aus den eigenen Kraft-Wärme-Erzeugungsanlagen dominiert den Energieverbrauch dieser Fabrik. Beide Maschinen benötigen zusätzlich auch Strom zum Antrieb. Alle anderen betrieblichen Anlagen benötigen nur Strom. Dieses Konzept illustriert die Komplexität der Energieversorgung dieser Papierfabrik, die schon seit Jahrzehnten kontinuierlich an der Optimierung ihres Energiekonzeptes arbeitet.

Unter der theoretischen Annahme, dass sich alle Produktionsprozesse direkt elektrifizieren lassen, würde sich der Leistungsbezug Strom für diese Papierfabrik um das Sechsfache erhöhen.

Die Konsequenzen für die elektrische Anschlussleistung und das entsprechende Netz sind entsprechend gravierend: Ein direkter Anschluss an das heute schon ausgelastete 110 KV-Netz mit einer Umspannungsanlage vor Ort wäre unumgänglich. Falls das 110 KV-Netz überhaupt in greifbarer Nähe ist. Und das für nur eine Fabrik. Da die Standorte der Papierfabriken nicht durch das Hochspannungsnetz erschlossen sind, müsste hierzu zusätzliche Netzinfrastruktur aufgebaut und finanziert werden. Darüber hinaus müssten die betriebs-eigenen KWK-Kraftwerke abgeschrieben und abgebaut werden.

Unabhängig davon könnten thermisch verwertbare Produktionsrückstände nicht mehr vor Ort und unter Einhaltung strenger Abluftgrenzwerte sinnvoll (Substitution von Erdgas) verwertet werden. Sie wären mit hohem Kostenaufwand extern (CO₂-basierte Transporte) zu entsorgen. Auch müsste für das weiterhin anfallende eigene Biogas eine neue Lösung entwickelt und gefunden werden.

Beispiel 2 – Verpackungspapierhersteller

Auch das zweite Beispiel illustriert in bemerkenswerter Weise die langen und konsequenten Bemühungen, Verpackungspapiere auf der Basis von Altpapier zwar industriell und doch umweltschonend herzustellen. In vielerlei Hinsicht ähneln sich die Konzepte und sind im Detail doch unterschiedlich.

Auch hier wurde dem Verfasser zur vertraulichen Verwendung seitens der Geschäftsleitung eines Verpackungspapierherstellers, ein Sankey-Diagramm mit konkreten Zahlen für das Jahr 2022 zur vertraulichen Verwendung zur Verfügung gestellt. Insofern beziehen sich auch hier alle im weiteren Verlauf dieses Beispiels gemachten Aussagen auf realistische Zahlen.

Der externe Bezug setzt sich in diesem Fall zusammen aus Erd- und Biogas für das hocheffiziente betriebseigene Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerk (>95 % Mehr-Brennstoff-Kraftwerk). Im Rahmen der betriebseigenen Produktionswasserreinigungsanlage entsteht Biogas, welches als interne Bezugsquelle ebenfalls im MBKW als Brennstoff dient und somit Erdgas substituiert. Die sich im Eigenbetrieb befindende Kläranlage hat umgerechnet die Reinigungskapazität für ganz Duisburg mit gut 400.000 Menschen. Darüber hinaus wird Strom aus dem öffentlichen Netz zum Antrieb der technischen Aggregate sowie Wärme und Strom aus einer externen KWK-Anlage bezogen. Über die Großinvestition in den Neubau eines MBKW wurde die Umstellung von Braunkohlebriketts auf Erdgas als Energiequelle ebenfalls erfolgreich bewältigt.

Die Produktionsrückstände aus dem angelieferten Altpapier werden als interne Quelle im eigenen KWK-Kraftwerk vor Ort thermisch verwertet.

Der externe Gasbedarf zur innerbetrieblichen Erzeugung von Strom, liegt 2022 bei ca. 310.800 MWh, was 42 % des Gesamtenergiebedarfs (740.000 MWh) entspricht. Der Gesamtenergiebedarf in diesem Beispiel entspricht damit rein elektrisch bei einem angenommenen 4-Personen-Haushalt mit einem Jahresverbrauch von ca. 4.000 kWh etwa 185.000 Haushalten – fast 740.000 Menschen. Dies entspricht fast dem Jahresstrombedarf der Einwohner von Frankfurt.

Der Gesamtenergiebedarf von 740 GWh entspricht somit etwa der Energieerzeugung von 20 modernen Windrädern (5 MW), die kontinuierlich unter Vollast Strom produzieren.

Wie im ersten Beispiel dominiert die Versorgung der beiden Papiermaschinen mit überhitztem Hochdruckdampf aus der eigenen Kraft-Wärme-Erzeugungsanlage den Energieverbrauch dieser Fabrik. Beide Papiermaschinen benötigen zusätzlich Strom zum Antrieb aller Aggregate. Alle anderen betrieblichen Anlagen benötigen nur Strom.

Auch in diesem Fall ist das Dampf- und Kondensatsystem ein geschlossener Kreislauf. Der entspannte Dampf (Kondensat) nach der Papier-trocknung wird dem Kraftwerk wieder als Speisewasser zugeführt, um dann wieder als überhitzter Dampf über eine Dampfturbine mit angeschlossenem Generator Strom zu erzeugen, der schließlich als Trocknungsdampf in den Trockenpartien der beiden Papiermaschinen das Papier trocknet.

Alle Energieflüsse sind untereinander so verknüpft und hochautomatisiert gesteuert, dass Papiermaschinenstillstände, hervorgerufen durch das eigene Kraftwerk, nahezu ausgeschlossen sind.

Auch dieses Energieversorgungskonzept steht in seiner Komplexität für das ständige Bemühen dieser Papierfabrik, möglichst energieeffizient zu arbeiten.

Bei einer theoretischen Direktelektrifizierung aller Produktionsprozesse dieser Fabrik, würde sich der Strombezug um das Vierfache erhöhen. Auch in diesem Fall bräuchte die Fabrik einen direkten Anschluss an das heute

schon ausgelastete 110 KV-Netz mit einer Umspannungsanlage vor Ort. Im vorliegenden Beispiel gibt es kein 110 KV-Netz in greifbarer Nähe. Auch in diesem Fall müssten die betriebseigenen KWK-Kraftwerke abgeschrieben und abgebaut werden.

Unabhängig davon könnten thermisch verwertbare Produktionsrückstände nicht mehr vor Ort und unter Einhaltung strenger Abluftgrenzwerte sinnvoll (Substitution von Erdgas) verwertet werden. Sie wären mit hohem Kostenaufwand extern (CO₂-basierte Transporte) zu entsorgen.

ZUSAMMENFASSUNG

Anhand der Darstellung des Energiekonzeptes und des Energiebedarfes moderner und heute schon energieoptimierter Papierfabriken wurde die grundsätzliche Bedeutung einer sicheren, und zukünftig klimaneutralen Energieversorgung für die Papierindustrie herausgearbeitet.

Basierend auf den technischen Entwicklungen der beiden letzten Jahrzehnte und eine ausreichende Versorgung mit grünen Gasen und grünem Strom vorausgesetzt, ist eine komplett grüne Papierproduktion in Deutschland schon heute technologisch im Prinzip möglich.

Allerdings ist eine vollständige Elektrifizierung der Papierindustrie auf absehbare Zeit eher unrealistisch. Die vorgelegten Gesamtbedarfszahlen in MWh beider Papierfabriken zeigen, dass eine rein elektrische Versorgung massive Investitionen in die öffentlichen Versorgungsnetze erfordert und zum anderen unnötige Abschreibungen im hohen zweistelligen Millionenbereich (und den Abbau) investierter Anlagen erzwingt – ein volkswirtschaftlich sträfliches Unterfangen. Die Umstellung von importiertem Erdgas auf importierten grünen Wasserstoff ist deutlich zielführender. Eine Erdgas-Wasserstoff-Transformation ermöglicht es, die vorhandenen Industrie-Energieerzeugungsanlagen auch weiterhin prinzipiell zu nutzen. Die eigentliche Umstellung der Anlagen auf Wasserstoff stellt zwar eine Herausforderung dar, wird zugleich als machbar betrachtet.

Die deutsche Papierindustrie hat klar kommuniziert, dass die Branche das Ziel einer klimaneutralen Papierproduktion anstrebt. Als Ausdruck der Ernsthaftigkeit dieses Bestrebens hat die Papierbranche die Modellfabrik Papier in

Düren initiiert und vorangetrieben. Die langfristige und nachhaltige Förderung und Unterstützung des Vorhabens ist über ein Firmenkonsortium sichergestellt.

Die Modellfabrik Papier hat sich zur Aufgabe gemacht, über disruptive Ansätze und Verfahren die Papierfertigung bis 2045 klimaneutral zu gestalten und zusätzlich 80 % der benötigten Energie im Vergleich zu heute einzusparen. Hier fällt insbesondere dem Thema wasserlose Papierproduktion eine Schlüsselrolle zu, da wie geschildert bis zu 70 % der Gesamtenergie einer Fabrik für die Trocknung der Papierbahnen erforderlich sind.

Der aktuelle Stand der Forschungen zur wasserlosen und damit trocknungsunabhängigen Papierherstellung befindet sich noch in einem sehr frühen Grundlagenforschungsstadium. Es ist auf absehbare Zeit nicht zu erwarten, dass sich theoretisch mögliche Verfahren auch großtechnisch und industriell durchsetzen können. Insofern stellt die Versorgung der Papierindustrie mit grünen Gasen zur Erzeugung der notwendigen Prozesswärme eine wichtige Übergangslösung dar.

Der Bedarf an Wärme zur Papiertrocknung dominiert den Energiebedarf von Papierfabriken. Klimaneutraler Trocknungsdampf kann ökologisch und ökonomisch sinnvoll nur über Kraft-Wärme-Kopplung-Industriekraftwerke auf der Basis von grünem Wasserstoff, biogenen Gasen aus den Prozesswasserkläranlagen und Produktionsrückständen erzeugt werden. Grüne Gase sind zur Deckung des Wärmebedarfes für die Trocknungsprozesse in der Papierindustrie

die technisch effizienteste Transformationsoption. Sie bilden den technologischen Kern einer klimaneutralen Papierproduktion.

Fehlender Reststrombedarf über die Eigenerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungskraftwerken kann über klimaneutral erzeugten Strom aus Windkraft, Photovoltaik oder weitere Festbrennstoffkraftwerke mit nachhaltigen Brennstoffen gedeckt werden.

Die vorliegende Studie befasst sich ausschließlich mit der Betrachtung und Evaluierung technischer Möglichkeiten zur Erreichung einer klimaneutralen Papierproduktion in Deutschland. Es kann nicht genug hervorgehoben werden, dass die im globalen Wettbewerb stehende deutsche Papierindustrie, wie andere international agierende Branchen, dauerhaft auch auf wettbewerbsfähige Energiekosten angewiesen ist: Schwarze Zahlen mit grüner Energie.

Nur durch die Anbindung der Region Düren-Euskirchen und damit auch der hiesigen Industrie an das Wasserstoffkernnetz kann der Strukturwandel im Rheinischen Revier hin zur modernen und CO₂-freien Industrie der Zukunft gelingen. Es bedarf sowohl eines ambitionierten Ausbaus der erneuerbaren Energien mit den entsprechenden Netzanschlusskapazitäten als auch der Schaffung von ausreichenden Importkapazitäten für Wasserstoff mit den notwendigen Versorgungsleitungen.

Die zitierten Daten stammen aus der Klimastudie „Papierindustrie – Transformation zur Klimaneutralität“, dem „Leistungsbericht Papier 2023“ (Die Papierindustrie e.V.), der Hy-Expert Wasserstoffstudie Region Aachen-PLUS, aus Interviews mit Vertretern der Vereinigten Industrieverbände von Düren, Jülich, Euskirchen und Umgebung, der Modellfabrik Papier in Düren und den beiden Papierfabriken aus der Region.

Dr.-Ing. Peter Kramp

Zülpich, den 31.10.2023

Langjährige internationale Industrieerfahrung in der Zellstoff-, Papierproduktions- und Papierverarbeitungsindustrie

