

PRESSEMITTEILUNG

Leonberg, im März 2022

Der Weg zur CO₂-Neutralität in der Textilveredlung

Autor: Dipl.-Ing., MBA Axel Pieper, CTO Brückner Textile Technologies, Leonberg, Deutschland

Aufgrund des Klimawandels haben sich viele Länder im Pariser Klimaabkommen das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 CO₂ neutral zu werden. Dieses ehrgeizige Ziel der Dekarbonisierung wird tiefgreifende Änderungen in allen Bereichen mit sich bringen: Privathaushalte, Mobilität und Industrie. Wie sieht es im Jahr 2022 bezüglich der Energiewende in Deutschland aus? Hierzulande wird der Strombedarf bereits zu ca. 40 % durch erneuerbare Energiequellen wie Windkraft, Photovoltaik, Biomasse, Wasserkraft etc. gedeckt. Knapp 60 % des Strombedarfs wird nach wie vor durch fossile Energieträger (Kohle, Mineralöl, Gas) sowie Kernenergie erzeugt. Schaut man sich jedoch den Gesamt- bzw. Primärenergiebedarf an, so liegt der Anteil der erneuerbaren Energien lediglich bei ca. 20 %. Die Beheizung von Haushalten, die Mobilität und die Erzeugung von industrieller Prozesswärme erfolgt nach wie vor fast ausschließlich durch fossile Energieträger. In den meisten anderen Ländern der Welt sieht es nicht anders aus. Die energieintensiven Industrien wie die Stahlindustrie, die Zementindustrie, aber auch die Textilveredlungsindustrie stehen vor einer enormen Herausforderung: Prozesse zu dekarbonisieren. Dieser Artikel soll Möglichkeiten und Wege aufzeigen, wie wir uns in den nächsten Jahren diesem Ziel annähern können.

Auf dem Weg zur Dekarbonisierung sollte nach Ansicht des Autors folgender Weg in drei Schritten gegangen werden:

- (1) **Energiesparende Anlagentechnik:** Erzielung einer maximalen Energieeinsparung durch Umstellung auf den neuesten Stand der Technik: z.B. Hochleistungstrockner mit Wärmerückgewinnung, Einsatz von Minimalapplikationstechnik, Non-Stop Ab-/Aufwickler, Elektromotoren der höchsten Energieeffizienzklasse
- (2) **Prozessoptimierung:** z.B. Vermeidung von unproduktiven Stillstands- und Rüstzeiten, Optimierung von Maschinenrezepturen, Verwendung von Spezielsensorik für Fixier-, Rest- und Abluftfeuchteregelelung sowie Sicherstellung eines optimalen Wartungszustands der Maschinen und Anlagen
- (3) **CO₂-neutraler Anlagenbetrieb:** Umstellung auf Heizsysteme, die aus erneuerbaren Energiequellen gespeist werden

PRESSEMITTEILUNG

Der Schwerpunkt der weiteren Betrachtungen soll in Schritt (3) und der Fragestellung bestehen, welche technischen Lösungen bereitstehen oder in absehbarer Zeit die Chance eröffnen, die energieintensiven Prozesse in der Textilveredlung CO₂-neutral zu gestalten. Wie bereits in der Einführung betont, steht erneuerbare Energie in Form von grünem Strom wohl für sehr lange Zeit noch nicht in ausreichender Menge zur Verfügung. In Deutschland neu geschaffene Kapazitäten in Form von Windenergie und Photovoltaik werden aller Voraussicht nach vorzugsweise zur Beheizung der Haushalte (Wärmepumpen) oder für den Individualverkehr (Elektromobilität) verwendet werden.

Es ist nicht davon auszugehen, dass in Deutschland, aber auch in Nordeuropa großflächig kostbare Wald- und Agrarflächen für Wind- und Solarparks geopfert werden, um im eigenen Land mittels erneuerbarer Energien die energiehungrige Industrie zu speisen. Der Beweis hierfür liegt darin, dass die Bundesregierung 2022 neue Gaskraftwerke für die Stromerzeugung bauen wird bzw. bauen muss. Diese hocheffizienten Gaskraftwerke werden als Brückentechnologie angesehen und es ist davon auszugehen, dass diese Kraftwerke bis 2050 schrittweise von fossilem Erdgas auf grünen Wasserstoff umgestellt werden. Frankreich geht einen anderen Weg und setzt auf die „grüne Kernenergie“.

Wasserstoff gilt als der wichtigste Energiespeicher der Zukunft. Die Erzeugung von grünem Wasserstoff erfolgt aus grünem Strom aus erneuerbaren Energien mittels Elektrolyse. Experten gehen davon aus, dass Deutschland ab 2050 mindestens 50 Mio. t grünen Wasserstoff aus dem Ausland importieren muss. Ein Großteil dieses Wasserstoffs wird für energieintensive Industrien, wie z.B. die Textilveredlungsindustrie benötigt. In einem ersten Schritt kann dieser grüne Wasserstoff bis zu einem Anteil von 10 % in unser bestehendes Erdgasnetz beigemischt werden. Grüner Wasserstoff kann auch noch weiter synthetisiert und zu grünem Methan verarbeitet werden. Auf diese Weise könnte unser Erdgasnetz dann irgendwann auch zu 100 % mit grünem Methan betrieben werden.

Nun stellt sich die Frage, wo grüner Wasserstoff bzw. grünes Methan zukünftig produziert werden, wenn in Deutschland nicht ausreichend Solar- und Windflächen zur Verfügung stehen. Die Antwort ist in den günstigsten Standortbedingungen für Solar- und Windenergie zu suchen. In den sonnenreichen Regionen der Erde liegt die Ausbeute für Solarstrom um den Faktor 2-2,5 höher als in Deutschland. Länder wie Spanien, Portugal, aber auch Nordafrika und die Golfstaaten planen bereits große Solarparks. Die windreichsten Regionen befinden sich ebenfalls nicht in Deutschland, sondern Offshore oder in Regionen wie Patagonien. Es ist davon auszugehen, dass die in Deutschland benötigten 50 Mio. Tonnen Wasserstoff aus diesen Regionen stammen werden und über Tankschiffe oder Pipelines nach Nordeuropa gelangen werden.

Erneuerbare Energie wird künftig vorliegen in Form von:

(A) Grünem Strom oder

PRESSEMITTEILUNG

(B) Grünem Wasserstoff bzw. grünem Methan (aus Wasserstoff oder als Biogas)

Für die Beheizung eines Spannrahmenofens bieten sich dann folgende technischen Optionen:

- 1) Direktbefuerung mit Wasserstoff oder grünem Methan
- 2) Strom-Direktbeheizung mit Elektroheizkörpern
- 3) Indirektbeheizung über eine Wärmeträgerflüssigkeit und einer mit Strom gespeisten Hochtemperaturwärmepumpe
- 4) Umwandlung von Wasserstoff in Strom mittels einer Brennstoffzelle und nachfolgend 2) oder 3)
- 5) Hybridheizungssysteme bestehend aus 1) und 2) oder aus 1) und 3)

Gasbrenner für eine Direktbefuerung mit 100 % Wasserstoff existieren derzeit lediglich als Prototypen und sind noch nicht verfügbar. In einem ersten Schritt wird fossile Erdgas grüner Wasserstoff in einer Konzentration von 10% beigemischt werden. An Gasbrennern für 100 % Wasserstoff wird umfangreich geforscht und es ist innerhalb der nächsten Jahren mit praxistauglichen Brennern zu rechnen. Als besonders interessante Technik sei an dieser Stelle die Hochtemperaturwärmepumpe (HTWP) erwähnt. Im Vergleich zu einem Elektroheizkörper reduziert sich der Strombedarf bei der HTWP um den Faktor 3. Die Effizienz kann sogar noch weiter gesteigert werden, wenn die heiße Abluft des Spannrahmens als Wärmequelle der HTWP verwendet wird. Leider sind HTWP derzeit noch limitiert auf Prozesstemperaturen von 120-150° C, was bedeuten würde, dass für das erforderliche Temperaturfenster eines Spannrahmenofens eine zusätzliche Boosterheizung eingesetzt werden müsste. An HTWP und den für höhere Temperaturen notwendigen Wärmeträgerflüssigkeiten wird intensiv geforscht und es ist davon auszugehen, dass noch weitere Temperatursteigerungen möglich sind.

Kommen wir im nächsten Schritt darauf zu sprechen, welcher Energiebedarf für einen durchschnittlichen Textilspannrahmenofen benötigt wird. Im Betrieb einer solchen Anlage können wir von einem thermischen Energiebedarf von ca. 1.000 kW und einem Strombedarf von ca. 100 kW ausgehen. Bei 4.800 Betriebsstunden pro Jahr ergibt dies einen Gesamtenergiebedarf (Beheizung, Ventilation, Wärtransport) von 5.280 MWh/Jahr. In einigen Beispielrechnungen soll nachfolgend illustriert werden, was es bedeuten würde, wenn dieser Energiebedarf komplett durch grünen Strom bereitgestellt werden sollte. Wie groß müsste die bereitzustellende Photovoltaikfläche ungefähr sein, bzw. wie viele Windkraftanlagen wären erforderlich:

- a) Zum Betrieb eines Spannrahmens in Deutschland wäre ein Photovoltaikfeld mit einer Grundfläche von ca. 40.000 m² (ca. 5-6 Fußballfelder) oder alternativ knapp eine große Onshore Windkraftturbine mit einem Rotordurchmesser von 90 m erforderlich.
- b) Würde der Strom von einer Hochleistungs-Offshore Windkraftturbine stammen, so wäre eine weniger als ¼ große Windkraftturbine mit einem Rotordurchmesser von 135 m erforderlich

PRESSEMITTEILUNG

- c) Käme anstatt einer Stromdirektheizung eine Hochtemperaturwärmepumpe zum Einsatz, so würde sich das Solarfeld auf $< 20.000 \text{ m}^2$ reduzieren. Gleiches gilt für die Windkraftturbine: hier wäre nur $\frac{1}{2}$ Onshore- und $\frac{1}{8}$ Offshore-Turbine erforderlich.
- d) Würde man den Fall c) mit Aufstellungsort in der Sahara-Region unterstellen, so würde sich das hierfür erforderliche Solarfeld auf 8.000 m^2 reduzieren

Bei a) bis d) handelt es sich um sehr grobe Überschlagsrechnungen, in denen viele Faktoren nicht berücksichtigt wurden: Ertragsschwankungen durch Jahreszeiten, Tag/Nacht, Wetterbedingungen sowie Wirkungsgrad/Verluste.

Zusammenfassung und Fazit:

- Der erste Schritt hin zur CO_2 -Reduzierung ist der Einsatz bestmöglicher Anlagentechnologie und die Umsetzung von Maßnahmen der Prozessoptimierung. Hierdurch kann der Energieeinsatz auf ein Minimum reduziert und die Produktivität maximiert werden. Hierdurch kann oft bereits bis zu 50% der Energie eingespart werden.
- Erneuerbare Energien (grüner Strom oder grüner Wasserstoff) sind in Deutschland, aber auch weltweit, derzeit noch nicht in ausreichendem Masse verfügbar. Es wird noch viele Jahre dauern, bis für industrielle Anwendungen ausreichend grüner Strom oder grüner Wasserstoff bereitstehen.
- Um die Kosten für die Energiewende so gering wie möglich zu halten, muss Energie sinnvollerweise dort erzeugt werden, wo die Bedingungen für erneuerbare Energien optimal sind: in sonnen- und windreichen Regionen. Die Energie muss dann in Form von grünem Wasserstoff oder grünem Methan nach Deutschland und Nordeuropa importiert werden. Die Bezugskosten von Wasserstoff werden von entscheidender Bedeutung sein für die Wettbewerbsfähigkeit energieintensiver Industrien in Deutschland.
- Der Weg hin zu CO_2 -neutraler Beheizung wird schrittweise erfolgen. Deshalb bieten sich für Textilspannrahmenöfen Hybridheizsysteme an, die sowohl den Einsatz klassischer, fossiler Brennstoffe, als auch CO_2 -neutrale Energiequellen ermöglichen. Kombinationsheizungssysteme z.B. bestehend aus Gasdirektheizung und Stromdirektheizung sind schon heute verfügbar.
- CO_2 -neutrale Heizsysteme wie Wasserstoffbrenner oder Hochtemperaturwärmepumpen erscheinen vielversprechend, sind jedoch heute noch nicht für den industriellen Maßstab verfügbar. Es wird noch einige Jahre dauern, bis diese Technologien Einzug in industrielle Anwendungen halten. Derzeit wird an verschiedensten technischen Konzepten gleichzeitig geforscht. Es ist noch nicht absehbar, ob sich eine bestimmte Technologie durchsetzen wird. Je nach Standortbedingungen wird es wahrscheinlich, wie auch heute schon, mehrere Lösungsansätze geben.
- Eine CO_2 -neutrale Energieversorgung ist meist nicht nur die Aufgabenstellung für einen einzelnen Textilspannrahmentrockner, sondern umfasst die Energiebereitstellungsplanung für die gesamte Fabrik bzw. den gesamten Maschinenpark. Hierfür bieten sich zentrale Energieversor-

PRESSEMITTEILUNG

gungssysteme, wie wasserstoffbeheizte Blockheizkraftwerke an. In diesem Fall kann der Spannrahmenofen auch mit Thermalöl oder Dampf beheizt werden.