

Plasmatechnologie

Plasma könnte die Industrie revolutionieren

Kohle ist ein Auslaufmodell – und Wasserstoff noch nicht verfügbar. Plasmatechnologien könnten der hitzeintensiven Industrie eine Lösung bieten. Doch es gibt ein Problem.

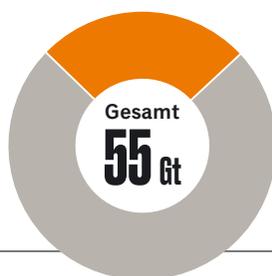
Plasma für wärmeintensive Industrie

Wofür die Hitze benötigt wird

Spezielle Keramik und Metalle	Mehr als 2.000 Grad
Glas	2.000 Grad
Zementklinker	1.500 Grad
Stahl-Hochöfen, Kalzinierung	1.000 Grad
Ammoniak (Dünger)	500 Grad

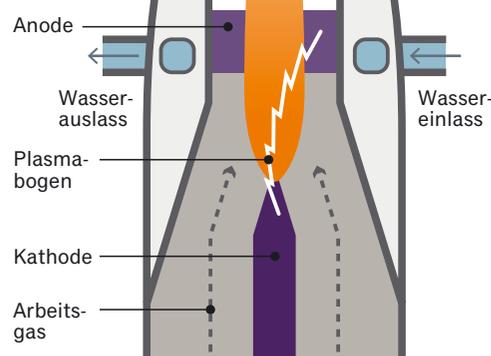
Weltweite Emissionen 2024 in Gigatonnen CO₂

14,0 Gt Wärmeenergie
davon:
Industrie 8,5 Gt
und Gebäude 5,5 Gt



So funktioniert ein Plasmabrenner

Durch Gas (z. B. Argon, Stickstoff, Kohlendioxid) wird ein elektrischer Lichtbogen geleitet, sodass Plasma entsteht. Dieses kann mehrere tausend Grad heiß sein.



HANDELSBLATT • Stand: Mai 2024

Quelle: Future Cleantech Architects

Isabelle Wermke Düsseldorf

Künstliche Blitze, die für extrem hohe Temperaturen sorgen und Stoffe verändern: Mithilfe von Plasma könnte die wärmeintensive Industrie schon bald nicht mehr auf Kohle angewiesen sein – und ebenso wenig auf Wasserstoff.

Einige industrielle Prozesse in Deutschland sind auf besonders heiße Temperaturen bis zu 2000 Grad Celsius angewiesen. Das verbraucht sehr viel Energie – und die stammt überwiegend aus fossilen Quellen wie Öl, Gas und Kohle. Dabei werden große Mengen des klimaschädlichen Kohlenstoffdioxids (CO₂) freigesetzt, was den Zielen Deutschlands, bis 2045 ein klimaneutraler Industriestandort zu werden, widerspricht. Das Problem: Ohne diese heißen Produktionsprozesse ist eine Energiewende nicht möglich.

Antoine Koen, Analyst beim Thinktank Future Cleantech Architects (FCA), erklärt: „Die Prozesse sind notwendig, um den Zement für die Betonfundamente von Windkraftanlagen, den Stahl für die Türme von Windkraftanlagen, das Silizium für Solarzellen zu fertigen.“ Doch je heißer

der industrielle Prozess, desto weniger marktreife grüne Technologien gibt es dafür bislang. Zudem sind wichtige Stoffe für die energieintensive Industrie entweder nicht verfügbar oder fallen weg.

Wasserstoff, der für die Herstellung energieintensiver Produkte wie Zement oder Stahl benötigt wird, ist derzeit nicht in ausreichenden Mengen und zu akzeptablen Preisen verfügbar. Gerade einmal ein Sechstel des anstehenden Bedarfs an grünem Wasserstoff kann bis zum Jahr 2030 durch die heimische Produktion sichergestellt werden.

Diese Prognose basiert auf der Nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2021, die eine inländische Bereitstellung von 14 Terawattstunden bis zum Jahr 2030 vorsieht. Hoffnungen ruhen auf Lieferverträgen mit Unternehmen aus dem Ausland, die für die Jahre 2026 und 2027 jedoch gerade erst entstehen.

Ein weiteres Beispiel: In der Verpackungsindustrie werden Produkte mit sogenannten Ewigkeitschemikalien (PFAS) beschichtet, die möglicherweise bald auf EU-Ebene verboten

werden. Plasma könnte für beide Probleme eine Lösung bieten. Unternehmen und Start-ups haben Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette entwickelt, um dem Klimawandel und giftigen Stoffen entgegenzuwirken. Das Handelsblatt stellt die aussichtsreichsten Verfahren vor, um in der Industrie Plasma für nachhaltige Zwecke einzusetzen.

Unternehmen demonstrieren bereits in Partnerschaften, wie das funktioniert. Von hitzeintensiven Prozessen in Zementöfen bis zu Plasmabeheizungen bei Zimmertemperatur – die Nachfrage nach den Plasmamaschinen wächst. Plasmablitz benötigen jedoch viel Energie: Ein elektrischer Lichtbogen erhitzt ein Gas so stark, dass es in den vierten Aggregatzustand übergeht – das Plasma. Plasma kann Temperaturen von mehreren Tausend Grad erreichen – das ist heiß genug für jeden industriellen Prozess. Anschließend wird das Plasma über das zu erhitzende Material geblasen.

Für die Erzeugung des Plasmas eignen sich verschiedene Gase, zum Beispiel Stickstoff, CO₂, oder Argon. Die resultierende elektrische Flamme hat

eine hohe Energiedichte und wird als „Plasmabrenner“ bezeichnet.

Plasmabrenner sind technologisch ausgereift. In kleinem Maßstab werden sie bereits in vielen Branchen eingesetzt, etwa im Abfallmanagement oder beim Schneiden und Schweißen in der Metallindustrie.

In naher Zukunft sollen Plasmabrenner auch großindustriell skaliert und eingesetzt werden können. Vor allem in energieintensiven Branchen wie der Stahl- und Metallindustrie, beim Herstellen und Verpacken von Chemikalien, für Zement und Kalk oder andere Baumaterialien, die bei mehr als 1000 Grad Celsius hergestellt werden. Laut dem Institut für Plasmatechnologie an der Universität Stuttgart können mit Plasma Temperaturen bis zu 3500 Grad Celsius erreicht werden.

Insbesondere bei der Zementproduktion entstehen gewaltige Mengen CO₂. Fast acht Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen entfallen auf die Herstellung des Baustoffs. Der Zementklinker, ein unverzichtbarer Bestandteil des Endprodukts, wird besonders heiß gebrannt: bei Temperaturen von 1500 Grad. Die Emissionen der Zementindustrie übersteigen die

24

Milliarden Tonnen CO₂ entstehen bei der Zementproduktion.
Quelle: FCA



Plasmaflammen (o.), geschmolzenes Metall: Wärmeintensive Industrieprozesse nachhaltig machen.

der globalen Rechenleistung und des Flugverkehrs zusammen. In der Produktion fallen etwa 2,4 Milliarden Tonnen CO₂ an. Und laut Daten des Thinktanks FCA Architects wird der globale Bedarf an Zement bis zum Jahr 2050 um 20 Prozent steigen.

Hier setzt SaltX an. Das schwedische Greentech-Unternehmen hat es sich zur Aufgabe gemacht, die klimaschädliche und energieintensive Zementherstellung zu elektrifizieren. Dabei wird ein Plasmabrenner in einen Zementofen eingesetzt, um den Zement oder Kalkstein auf die erforderlichen Temperaturen zu erhitzen. Das Ergebnis ist das fertig gebrannte Produkt, allerdings wird auch CO₂ freigesetzt, das während des Brennprozesses der Materialien entsteht.

Dennoch emittiert das Verfahren knapp 40 Prozent weniger CO₂ als gängige Prozesse und ist etwa 30 Prozent energiesparender, berichtet Corey Blackman, Technologieexperte bei SaltX. Diese Effizienz zahlt sich aus: Die schwedische Energieagentur hat SaltX im vergangenen Herbst einen

Zuschuss in Höhe von 12,5 Millionen schwedischen Kronen für die Weiterentwicklung der Technologie zur Herstellung von emissionsfreiem Zement gewährt.

Mit SMA Mineral, einem der größten Kalkproduzenten in Skandinavien, hat SaltX bereits eine Partnerschaft zur Entwicklung von klimaneutralem Kalkstein geschlossen. Auch der Automatisierungskonzern ABB kooperiert mit dem Unternehmen.

Für das beim Herstellungsprozess emittierte CO₂ arbeitet SaltX gegenwärtig an Speicherlösungen. Im besten Fall kann das abgeschiedene Kohlendioxid in Reservoirs und Materialien gespeichert oder in der Chemieindustrie weiterverwendet werden.

Diese Methode, CO₂ abzuspalten und für die weitere Verarbeitung zu speichern, nennt sich „Carbon Capture and Usage“ oder „Carbon Capture and Utilization“ (CCU). Doch ist die Nutzung des Verfahrens in Deutschland noch kompliziert: Die Abscheidung von CO₂ wird hauptsächlich durch das Bundesimmissionsschutzgesetz gere-

gelt, während der Transport und die Speicherung durch das Kohlendioxid-Speicherungsgesetz reguliert werden. Seit dem Jahr 2012 lässt dieses nur in begrenztem Ausmaß zu, die CO₂-Speicherung zu erforschen.

Auch für die Behandlung von Werkstoffen ist Plasma effektiv, beispielsweise zum Beschichten von Kunststoffen. Ein deutsches Start-up macht das bereits vor. „Wir verwenden plasmaunterstützte chemische Gasphasenabscheidung, um unsere Beschichtungen auf Kunststoffe aufzutragen“, erklärt Montgomery Jaritz, Gründer des Start-ups IonKraft, das Plasmatechnologien zum Beschichten entwickelt und einsetzt. Heißt: Gase werden elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt und in den Plasmazustand versetzt. Dabei werden die Moleküle in ihre Einzelteile zerlegt und neu miteinander kombiniert.

Unter geeigneten Bedingungen, zum Beispiel mit dem richtigen Druck, wird das neu entstandene Material auf das Produkt aufgetragen. Dafür sind lediglich Zimmertemperaturen erforderlich. „Die Eigenschaften der entstehenden Beschichtung hängen stark von dem Reaktor und den Prozessparametern ab“, so Jaritz. Unter bestimmten Bedingungen lassen sich auch transparente oder stark verdichtete Schichten herstellen.

Für Start-ups im Plasmabereich sind Partnerschaften mit großen Industrieunternehmen wichtig, insbesondere für Testphasen, oder die Skalierung auf großindustrielle Mengen. Auf die Technologie von IonKraft setzt mit der Bayer AG ein weltweit tätiger Konzern. Das Chemie- und Pharmaunternehmen möchte Be-



Greentech

Serie
„Diese grünen Ideen könnten die Welt verändern“

Von Wellenkraftwerken, CO₂-freiem Zement und Solaranlagen im Weltraum bis zu energiespendenden Algenarten: Wir stellen einige der interessantesten Innovationen vor. Wissenschaftlich begleitet wird die Serie von dem unabhängigen Thinktank Future Cleantech Architects.

schichtungen für seine Verpackungen für die Landwirtschaft mit der Plasmatechnologie von IonKraft nutzen.

„Innovative Start-ups brauchen Partnerunternehmen, die die Transformation mitgehen, sei es auf der Seite von Packmittelherstellern oder großen Konzernen wie Bayer, die auf die Technologien setzen“, sagt Guido Dünnebier, Leiter der Einheit für Verpackungstechnologien bei Bayer. Hinzu kommt, dass alte Verfahren möglichst zeitnah abgelöst werden müssen. „Manche der jetzigen Technologien werden mittelfristig am Markt nicht mehr funktionieren“, so Dünnebier.

Viele Beschichtungen von Kunststoffverpackungen weisen sogenannte Ewigkeitschemikalien (PFAS) auf. Die sind in der Umwelt und im menschlichen Körper sehr lange nachweisbar – und stehen unter dem Verdacht, krebserregend zu sein. Die EU arbeitet daher an einem umfangreichen Verbot für PFAS.

Neben der besseren Umweltverträglichkeit spricht ein weiterer Punkt für die Plasmatechnologie, erklärt Dünnebier: „Unsere Kunden in dem Sektor sind vor allem Landwirte. Für die Kunden muss die nachhaltige Verpackung sicher sein, funktionieren – und sollte nicht mehr kosten.“ Bleibt das Problem, dass Plasmatechnologien viel Energie benötigen. SaltX will dies lösen, indem sie langfristig vollständig auf grüne Energie umstellen.

Die Partnerunternehmen hält das bislang nicht davon ab, auf die Plasmablitze zu setzen, unterstreicht auch Dünnebier von Bayer: „Wir sind optimistisch, dass diese Technologie sehr wettbewerbsfähig sein kann.“