

SWR2 Wissen

Wie Stahl klimafreundlich werden kann

Von Klaus Martin Höfer

Sendung: Montag, 17. Februar 2020, 8:30 Uhr

Redaktion: Sonja Striegl

Regie: Günter Maurer

Produktion: SWR 2020

Ohne Kohle und Koks ging es bisher nicht in der Stahlproduktion. Alle Stahlunternehmen forschen an Techniken, um die CO₂-Emissionen nahe null zu senken. Hoffnungsträger ist Wasserstoff.

SWR2 Wissen können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter www.SWR2.de und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören:
<https://www.swr.de/~podcast/swr2/programm/swr2-wissen-podcast-102.xml>

Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

Kennen Sie schon das Serviceangebot des Kulturradios SWR2?

Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert. Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder swr2.de

Die SWR2 App für Android und iOS

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...
Kostenlos herunterladen: www.swr2.de/app

MANUSKRIPT

Musik: (metallisch) unterlegen

Atmo 01: Hauptbahnhof Berlin

(Ein- / ausfahrende Züge, Lautsprecheransagen)

Sprecherin:

Der Berliner Hauptbahnhof, der größte Bahnhof in Deutschland, überspannt von einer beeindruckende Glaskonstruktion – die ohne Stahlträger nicht halten würde. Stahl ist außerdem in den 1300 Zügen, ihren Lokomotiven und Personenwagen verbaut, die täglich den Bahnhof passieren. Und in den 54 Rolltreppen ...

Atmo 02: (Kreuzblende) Klappern von Rädern

Sprecherin:

... in den Rädern der Rollkoffer Tausender Reisender und in den Aufzügen. Stahl ist überall.

Atmo 03: (blenden unter Sprecherin Test)

Restaurant, Geschirr

Sprecherin:

Selbst das Besteck der Bahnhofsrestaurants besteht aus Stahl.

Atmo 3: hoch und weg

Sprecherin:

Die deutsche Industrie setzt seit Jahrzehnten auf Stahl. Doch ihn herzustellen belastet die Umwelt. 55 Millionen Tonnen Kohlendioxid entstehen laut Umweltbundesamt jährlich durch die deutsche Stahlproduktion. Thyssen-Krupp, Tata, Voestalpine, Salzgitter – es gibt kein Stahlunternehmen, das nicht an Techniken forschen würde, um die Emissionen nahe null zu senken.

Ansage:

Wie Stahl klimafreundlich werden kann - Von Klaus Martin Höfer

Musik Ende

Atmo 04, frei: Warntöne für die Öffnung / Schließung des Hochofens

Sprecherin:

Am Hochofen Nummer 9 im Duisburger Stahlwerk von Thyssenkrupp ist gerade "Abstich". Eine neue Charge Roheisen ist fertig. Der gut 70 Meter hohe Hochofen

wird geöffnet, Arbeiter bohren ein Loch in den verkrusteten Mantel. Flüssiges Eisen quillt hervor, schiebt sich durch Stahlröge ein paar Meter weit in die Halle. Arbeiter in silbrigen Schutzmänteln kontrollieren die Qualität des knapp 1500 Grad heißen, feuerrot leuchtenden Materials. Sie nehmen Proben, während es träge weiterfließt, in eine Etage tiefer, wo spezielle Eisenbahnwaggons bereitstehen: die Torpedopfannenwagen. Sie transportieren das heiße Roheisen ins einige hundert Meter entfernte Stahlwerk, zur Weiterverarbeitung. - Das Szenario könnte bald der Vergangenheit angehören. Viele Hersteller denken über eine Abkehr von der klassischen „Hochofenroute“ nach, wie das Verfahren im Fachjargon heißt.

Atmo 05: Betriebsgeräusche vor dem Hochofen, blenden

Sprecherin:

Wenige Meter über der Abstich-Öffnung des Hochofens verlaufen Rohrleitungen, in denen derzeit noch Kohlenstoff ins Innere geblasen wird – ohne diesen Vorgang würde aus der Rohmasse kein Eisen entstehen. Künftig soll dort Wasserstoff zugefügt werden. Jens Reichel, Leiter der Anlagenentwicklung bei Thyssenkrupp in Duisburg, erläutert wie weit die Pläne für das neue Verfahren sind:

O-Ton 01:

Jens Reichel: Über den Hochofenaußendurchmesser, der Hochofen ist ja ein zylindrisches Gefäß, sind in Summe über 360 Grad 28 Blasformen verteilt. An einer fangen wir an mit den ersten Versuchen. Dann werden wir über ein Jahr hinweg Erfahrungen sammeln und in der Zwischenzeit die Rohrleitungen für die weiteren 27 Blasformen verlegen. Und wenn alles klappt, so wie wir es geplant haben, dann wird ab Januar 2021, werden wir über den gesamten Hochofen-Umfang den Wasserstoff einbringen.

Sprecherin:

Kohlenstoff durch Wasserstoff ersetzen, um „grünen Stahl“ zu produzieren. Ein ehrgeiziges Ziel. 150 Jahre lang haben Stahlhersteller Kohlenstoff genutzt, um von dem Rohstoff Eisenerz den Sauerstoff abzutrennen. Auch bei Salzgitter in Niedersachsen. Alexander Redenius von der Entwicklungsabteilung der Salzgitter-Werke erklärt den herkömmlichen Prozess:

O-Ton 02:

Alexander Redenius: Eisenerz ist eine Form von Eisenoxid. Es gibt unterschiedliche Oxidationsstufen. Wir müssen also irgendwie schauen, dass wir einen Reaktionspartner finden, der den Sauerstoff von dem Eisen halt wegnimmt. Und das geschieht im Hochofenprozess mit Kohlenstoff, das heißt Kohlenstoff schnappt sich ein Sauerstoffatom. So entsteht dabei CO, also Kohlenmonoxid oder halt am Ende CO₂.

Sprecherin:

So war es von Anfang an, aber so soll es nicht bleiben. Der Klimaschutz und die europäischen Klimaauflagen stellen neue Herausforderungen an die Stahlindustrie.

Schließlich sollen bis 2050 die Emissionen des klimaerwärmenden Kohlenstoffdioxids im Vergleich zu 1990 um 80 Prozent sinken, so will es das Pariser

Abkommen. Viele Stahlunternehmen arbeiten daher an „grünen Konzepten“. Wasserstoff anstelle des bislang notwendigen Kohlenstoffs einzusetzen, ist *ein* Weg.

O-Ton 03:

Alexander Redenius: Dann würde also sozusagen nicht Kohlenstoff sich den Sauerstoff als Reaktionspartner schnappen, sondern halt Wasserstoff. Wenn dann entsprechend Wasserstoff mit Sauerstoff reagiert, reagiert das zu H₂O, also dann Wasser.

Sprecherin:

Kein klimaschädliches Kohlendioxid, sondern Wasser als Abfallprodukt. Im Labor bei Thyssenkrupp funktioniert das schon, die chemischen Abläufe sind einleuchtend und nachvollziehbar. Aber im Hochofen? Anlagenentwickler Jens Reichel:

O-Ton 04:

Jens Reichel: Wir wissen seit über 150 Jahren, wie man einen Hochofen mit Kohle als Reduktionsmittel betreibt, haben aber noch keinerlei Betriebserfahrung, wie sich Wasserstoff im Hochofen verhält. Deswegen geht man da nicht in ganz großem Stiel dran, sondern überprüft das erst an einem kleinen Teil des Hochofens.

Sprecherin:

Denn am Hochofen herrschen andere Bedingungen als im Labor: bei Temperaturen von 1500 Grad werden von oben ständig tonnenschwere Schichten aus Eisenerz, Koks und anderen Materialien nachgefüllt, damit unten alle zwei Stunden flüssiges Roheisen herausgelassen werden kann. Und dies ununterbrochen. Rund um die Uhr. Das ganze Jahr.

O-Ton 05 a):

Reichel: Neben der Qualität, wo wir eigentlich weniger Sorgen haben, geht es darum, den Prozess sicher zu beherrschen und alle damit auftretenden Effekte, die man im Labor eben nicht alles simulieren kann, weil an einer großtechnischen Anlage eben sicherlich eine Vielzahl von Parametern, die gleichzeitig auftreten können, eine Rolle spielt, die man im Labor nicht alle simulieren kann.

Sprecherin:

Schließlich soll der Hochofen gleichmäßig arbeiten.

O-Ton 05 b):

Reichel: Und was wir untersuchen wollen ist, wie sich die Reaktionsgeschwindigkeit im Hochofen verändert, wenn man nicht mehr Kohle einbläst, sondern Wasserstoff einbläst. Und da dazu eine Vielzahl von Parametern - gleichmäßige Verteilung der Schüttung im Hochofen, unterschiedliche Einsatzstoffe, die in der Theorie alle gleich sind, aber in der Praxis eben doch leichte Abweichungen zueinander haben - das alles wollen wir untersuchen und beobachten.

Sprecherin:

Ist dieser Versuch am Hochofen erfolgreich, kommt die weitaus größere Aufgabe auf die Verfahrenstechniker zu: Den Rest der Stahlproduktion auf die kohlenstofffreie

Herstellung einzustellen. Dazu muss eine neue Anlagentechnik entwickelt und gebaut werden – geschätzte Kosten: zehn Milliarden Euro. Jens Reichel von der Thyssenkrupp-Anlagenentwicklung:

O-Ton 06:

Reichel: Die Herausforderungen liegen im Wesentlichen darin begründet, dass man in den heutigen Prozessen chemisch den Kohlenstoff zu vielen Zwecken nutzt, nicht nur zur Sauerstoffoxidation. Und diese verfahrenstechnischen Schritte muss man ja von den bekannten Verfahren auf neue verfahrenstechnische Prozesse überführen. Und da ist eben auch noch eine Menge Entwicklungsarbeit erforderlich.

Sprecherin:

Weil das Pilotprojekt weltweit die erste Installation dieser Art ist, wird es wissenschaftlich begleitet und vom Land Nordrhein-Westfalen über die Initiative IN4Climate (Ausssprache: In for kleimät) gefördert. Voraussetzung dafür, dass dieses Verfahren eine Zukunft hat, ist, dass auch der benötigte Wasserstoff „grün“ hergestellt wird.

Musik:

Sprecherin:

Kohlenstoff wird dem Stahl auch noch aus einem zweiten Grund zugesetzt: er beeinflusst dessen Eigenschaften. Würde Kohle gänzlich aus dem Stahlwerk verbannt, müssten auch hierfür Ersatzstoffe benutzt werden. Die wiederum eine andere Logistik erfordern. Zudem wird die Abwärme genutzt, die der Hochofen erzeugt. Bislang sind riesige Stahlwerke wie das von Thyssenkrupp in Duisburg oder auch die Salzgitter-Werke in Niedersachsen Selbstversorger, was die Energie anbelangt, die sie benötigen: Sie betreiben Kohlekraftwerke, um daraus Strom und Wärme zu gewinnen, für die Kokserei zum Beispiel. Und die Prozesswärme aus der Verhüttung nutzen sie in anderen Bereichen der Werksanlagen. Das alte Produktionsverfahren sei eben über Jahrzehnte hinweg perfektioniert worden, meint Alexander Redenius von den Salzgitter-Werken:

O-Ton 07:

Redenius: Das nennt man „integrierte Stahlproduktion“, das heißt, wir haben ein Hochofen-Werk, wir haben eine Kokerei, eine Sinter-Anlage, wir haben ein Kraftwerk, wir haben einen Stahlkonverter, der aus dem Roheisen Stahl macht. // Und diese ganzen Prozessstufen, die sind eng miteinander verbunden. Prozessgastechisch zum Teil verbunden, aber natürlich auch von den Massen- und Energieströmen miteinander verbunden. Das ist halt ein System, was in sich halt sehr, sehr gut funktioniert und auch von der Warte her gesehen, sehr energieeffizient arbeitet.

Sprecherin:

Energieeffizient ja, aber eben nicht CO2 neutral. Thyssenkrupp will zwar bis 2050 so weit sein, bei der Stahlerzeugung ganz auf Koks und Kohle zu verzichten. Eine schnelle, hohe CO2-Reduzierung ist mit diesem Ansatz aber nicht in Sicht.

Musik:

Sprecherin:

An einer Alternative arbeiten die Salzgitter-Werke, ein anderer großer deutscher Stahlhersteller. Dabei wird Erdgas verwendet, denn auch damit könne der störende Sauerstoffanteil aus dem Eisenerz herausgelöst werden, erklärt Alexander Redenius von der Entwicklungsabteilung:

O-Ton 08:

Redenius: Diese Anlagen werden betrieben mit Erdgas weltweit in Regionen, wo halt Erdgas sehr gut verfügbar ist. Und diese Technologie wollen wir jetzt für uns adaptieren, die noch zunächst mit Erdgas betreiben, dazu haben wir schon eine sehr hohe CO₂-Ersparnis. Aber sozusagen die weitere Chance ergibt sich daraus, wenn man dann das Erdgas perspektivisch durch immer höhere Anteile an Wasserstoff ersetzt und der Wasserstoff soll natürlich dann grüner Wasserstoff sein, soll heißen, der dann mit erneuerbaren Energien aus Wasserstoff produziert wird.

Sprecherin:

Der fossile Brennstoff Kohle wird ersetzt durch den fossilen Brennstoff Erdgas. Dadurch würde zwar erst einmal weiterhin Kohlendioxid freigesetzt, aber in geringeren Mengen als bei der Kohlenstoff-Reduktion. Technisch sei das sehr schnell umsetzbar, davon gehen die Entwickler in Salzgitter aus. Allerdings müsste eine solche Umstellung abgestuft erfolgen.

O-Ton 09:

Redenius: Wir müssen also schrittweise unser Produktionsrouten umstellen. Das heißt, wir würden ja dann - in Salzgitter werden beispielsweise drei Hochöfen betrieben - einen Hochofen stilllegen und durch eine Direktreduktionsanlage ersetzen müssen. // Und diese Integration in unser sozusagen funktionierendes Hüttenwerk mit den entsprechenden notwendigen Energiemengen auch natürlich dann zukünftig mit den immer größer werdenden Mengen an Wasserstoff, das ist halt schon eine Herausforderung, die sicherlich lösbar ist. Aber sicherlich eine Herausforderung darstellt.

Sprecherin:

Kohlendioxid gänzlich zu *vermeiden* - das ist wichtigste Strategie, um die Stahlproduktion klimafreundlich zu gestalten. Eine andere wäre, das Treibhausgas zu "verstecken", also es beispielsweise in unterirdischen Hohlräumen zu lagern. In Deutschland wird dies derzeit nicht in Erwägung gezogen, nachdem Vorhaben des Unternehmens Vattenfall in der Lausitz auf Proteste der Anwohner stießen und politisch nicht durchzusetzen waren. Die dritte Strategie ist, das schädliche CO₂ weiterzuverwenden.

Atmo 06: Pumpen, Chemieanlage in Duisburg**Sprecherin:**

Solange Kohlendioxid und andere Abgase bei der Stahlherstellung entstehen, können sie für etwas Sinnvolles verwendet werden. Zum Beispiel für die Stromerzeugung oder zum Heizen, was bereits geschieht. Eine neue Idee ist, aus ihnen chemische Grundstoffe herzustellen. Dazu hat das Unternehmen

Thyssenkrupp in Duisburg eine Versuchsanlage eingerichtet. Markus Oles leitet das „Carbon2Chem“ (Aussprache: *karben tu kem*) genannte Projekt:

O-Ton 10:

Oles: Wenn wir es jetzt wirklich großtechnisch umsetzen würden im Sinne von "wir bedienen 100 Prozent der Hütte", würden wir diese Hüttengase nehmen und würden sie dann der chemischen Synthese zuführen und nicht mehr der Stromerzeugung an der Stelle. Und genau die Machbarkeit, also dass wir die Gase wirklich für die chemische Synthese nutzen können, das zeigen wir hier an diesem Standort, und da sind wir auch relativ weit. Das heißt, wir konnten einmal zeigen, dass wir die richtigen Reinigungsstrategien haben, um die Gase so aufzubereiten, dass wir mit herkömmlichen Katalysatoren Methanol aus realen Hüttengasen herstellen. Das ist ein Novum gewesen.

Sprecherin:

Schmutzige Gase, die bei der Stahlherstellung entstehen, so weit zu reinigen, dass daraus Methanol und Ammoniak hergestellt werden kann, das war der erste Schritt. Diese Chemikalien können dann zum Beispiel für die Produktion von Dünger weiterverwendet werden, oder auch, um daraus synthetische Treibstoffe zu machen. Markus Oles gerät regelrecht ins Schwärmen:

O-Ton 11:

Oles: Was wirklich neu an der Technik an diesem Verfahren ist, dass man eine andere Rohstoffquelle hat. Und die Rohstoffquelle sind jetzt hier die Hüttengase. Und das ist ein wirkliches Novum gewesen, eine Weltpremiere erstmalig aus Hüttengasen, also das, was wir typischerweise, was - meine Kollegen hören das nicht so gerne - Abgase sind an der Stelle, ja daraus wirklich den Rohstoff CO₂, Kohlenstoff, Wasserstoff zu nutzen und daraus wieder Chemie zu machen und damit anzufangen es aufzubringen.

Sprecherin:

Auch dafür wird zusätzlicher Wasserstoff benötigt, ebenso wie für den eigentlichen Verhüttungsprozess. Für den Versuchsaufbau wird der Wasserstoff noch direkt im Stahlwerk Thyssenkrupp gewonnen. Später einmal, wenn er komplett den Kohlenstoff bei der Verhüttung ersetzt, muss der Wasserstoff von außen geliefert werden.

Der Energiebedarf der Stahlwerke ist immens: Entweder müssten dann Überlandleitungen den Strom zu den Stahlwerken führen, um dort Wasserstoff herzustellen, oder es müssten Überlandleitungen den woanders gewonnenen Wasserstoff transportieren. Ob die Umstellung zu einer CO₂ armen Stahlerzeugung erfolgreich sein wird, hängt also nicht nur vom Erfolg der Entwicklungsingenieure in den Stahlwerken ab. Sondern ebenso davon, wie der hohe Energiebedarf gedeckt werden kann - und dass diese Energie klimaneutral gewonnen wird. Alexander Redenius von der Entwicklungsabteilung der Salzgitter-Werke:

O-Ton 12:

Redenius: Wenn wir natürlich jetzt sozusagen die Kohle ersetzen durch Strom oder entsprechend Erdgas, dann braucht man natürlich neue Mengen an erneuerbaren Energien, die wir heute noch nicht haben. Es heißt, wir hätten zusätzlichen Strombedarf, der dann natürlich irgendwie gedeckt werden muss.

Musik:**Sprecherin:**

Die Umstellung der Stahlproduktion auf eine grüne Technologie, die den Ausstoß von CO₂ gänzlich vermeidet, ist eine Mammut-Aufgabe. Könnte man das Kohlendioxid-Problem bei der Stahlherstellung lösen, indem man einfach gänzlich auf Stahl verzichtet, ihn ersetzt durch moderne Kunststoffe? Nein. Das ist heute nicht möglich. Reine Utopie. Seit mehr als 2000 Jahren formt der Mensch Eisen, seit 150 Jahren im industriellen Maßstab. Ohne Eisen kein Stahl, ohne Stahl keine moderne Industriegesellschaft. Stahl liefert zudem das Material für Windräder in der Nordsee, die helfen sollen, Energie "grün", also CO₂ frei, herzustellen. Unter anderem für diese Anwendungen arbeiten Forscher an neuen Stahlsorten.

Musik: langsam ausblenden

An der Universität Saarbrücken ist Materialforscher Professor Frank Mücklich immer noch fasziniert von den Überraschungen, die Stahl ihm bietet:

O-Ton 13:

Mücklich: Wir kennen etwa 3500 Stahlsorten, die regelrecht genormt sind. Und mancher Laie denkt dann, was will man da noch forschen? Es ist genau andersherum. Durch diese Vielfalt, die wir haben, können wir dem Stahl immer neue Anwendungen eröffnen, weil wir immer neue Funktionalitäten freilegen, an die man vor Jahren noch gar nicht dachte.

Sprecherin:

Stahl besteht neben Eisen und einigen Grundmaterialien aus zusätzlichen Chemikalien. Was diese Zutaten bewirken, haben Wissenschaftler häufig eher zufällig herausgefunden - durch „trial and error“. Eine der praktischen Ergebnisse der Stahlforschung liegt im wahrsten Sinne des Wortes auf der Hand: Messer, Gabel, Löffel. Die sind rostfrei, weil Forscher irgendwann durch Ausprobieren herausgefunden haben, dass sie dafür dem Stahl Chrom und Nickel beimengen müssen. Titan wiederum sorgt dafür, dass die Oberfläche nicht mehr so leicht zerkratzt.

Mittlerweile überlassen die Stahlforscher die Zusammensetzung neuer Sorten aber nicht mehr dem Zufall. Sie simulieren sie im Computer oder testen sie in Kleinstlaboren. Materialforscher Mücklich:

O-Ton 14:

Mücklich: Wenn man sich das ganze Periodensystem mal anguckt. Dort haben wir eine unglaubliche Vielfalt von chemischen Elementen, von denen so etwa 80 theoretisch noch in Frage kämen, um die Eigenschaften in dem Stahl zu

manipulieren. Diese Vielfalt an Möglichkeiten, die kann man mit "trial and error" überhaupt nicht mehr beherrschen, sondern die ist erst zugänglich geworden, nachdem wir auch über Modellierung und Simulation vorhersehen können, was wohl passieren wird, wenn wir dieses oder jenes Element hinzunehmen.

Sprecherin:

Zum Beispiel das Schwermetall Niob. Es ist wichtig für die Verformbarkeit des fertigen Stahls, etwa in Windkraftanlagen.

O-Ton 15:

Mücklich: Das sind ja unglaubliche Belastungen. So eine Windkraftanlage, da wiegt allein der Turm 2800 Tonnen bei so einem aktuellen Modell und der Rotor 360 Tonnen. Und da liegt der Wind an und es gibt entsprechende Schwingungen und wenn der Stahl spröde wäre, würde die Windkraftanlage in sich zusammenstürzen oder Risse bekommen.

Sprecherin:

Während Chrom oder Nickel in Konzentrationen von etwa einem Zehntel dem Stahl beigemischt werden müssen, damit er seine Eigenschaften ändert, reichen bei Niob schon 0,01 Prozent – also winzige Mengen.

O-Ton 16:

Mücklich: Das ist zufällig aufgefallen. Und jetzt möchten wir herausfinden, wie man dieses Niob gezielt einsetzt, um Eigenschaften zu ändern. // Das muss man sich mal vorstellen, dass ein einzelnes Atom von Zehntausend die Eigenschaften so drastisch ändern können. Das haben wir auch noch nicht wirklich verstanden. Deswegen ist es eben ein Forschungsthema.

Sprecherin:

Welche Zugabe von welchen anderen Chemikalien in welcher Menge welche Eigenschaften des fertigen Produktes wie verändert – dies ist eine der wichtigsten Fragen, die sich Forscherinnen und Forscher stellen. Die Antworten darauf haben sehr praktische Auswirkungen, zum Beispiel bei der Auswahl von Stählen mit unterschiedlichen Eigenschaften im Automobilbau. Materialwissenschaftler Frank Mücklich:

O-Ton 17:

Prof. Mücklich: Wenn wir mit diesem Automobil unglücklicherweise gegen eine Wand fahren, also einen Unfall haben, dann muss sich dieses Automobil verformen, sehr gut, wir nennen das "plastisch verformen", damit die Insassen darin diese gigantische Energie, die da frei wird, nicht an ihrem Körper so stark spüren. Und das muss also ein Material sein, was sich extrem leicht verformt, wo die Festigkeit kein so großes Thema ist. Wenn wir aber an die Fahrerkabine des Autos denken, die soll natürlich extrem fest sein, weil sich das Auto überschlägt oder so etwas, dann müssen die Personen darin geschützt sein. Dort geht es um extrem hohe Festigkeit. Und dann wollen wir, dass diese A- und B- und C-Säule, die wir am Auto haben, sollen möglichst dünn sein, damit wir überall gut gucken können und nicht riesige dicke Säulen haben, also eingeschränkt sind in unserer Sicht.

Sprecherin:

Die Konstrukteure der Automobilbranche können für diese Anforderungen neu entwickelte Hochleistungsstähle verwenden: die sowohl eine hohe Festigkeit haben als auch gut verformbar sind. Das ist nützlich, wenn Bauteile erst geformt werden sollen, wenn sie an ihrem vorgesehenen Platz montiert werden. Doch nicht nur die Kombination der unterschiedlichen chemischen Elemente in einem Stahlgemisch bestimmt seine Eigenschaften.

O-Ton 19:

Mücklich: Diese chemische Vielfalt ist aber etwa nur die Hälfte des Ganzen. Die andere Hälfte ist die innere Struktur, das Gefüge dieses Materials in Dimensionen von Mikrometern von Nanometern oder eben auch atomaren Anordnungen.

Sprecherin:

Der Saarbrücker Professor Frank Mücklich untersucht diese atomaren Anordnungen mit einem speziellen Verfahren, der Atomsonden-Tomographie. Damit kann der Wissenschaftler Proben viel kleinteiliger untersuchen als mit Elektronenmikroskopen. Ein ausgeklügeltes Verfahren:

O-Ton 20:

Mücklich: Da schnitzen wir sozusagen mit Ionen eine kleine Probenspitze, die hat nur einen Durchmesser von hundert Nanometern, legen dort ein elektrisches Feld an und dann einen Impuls. Und dann zupfen wir Atom für Atom von dieser Spitze ab, messen, wie schnell das Atom fliegt. Dann wissen wir, was es für eine Art von Atom ist. Und hinterher setzen wir nach diesen Messungen die Atome exakt wieder zusammen. Und dann wissen wir genau, wo die *Niob*-Atome gesessen haben und welche Rolle sie zum Beispiel bei der Verformung spielen. Das ist so ein aktuelles Thema, wo man erkennt, dass es tatsächlich so ist, dass wir neuartige atomare Strukturen finden können.

Sprecherin:

Nanometer, das sind Millionstel Millimeter. Mit herkömmlichen Untersuchungsmethoden sind diese Strukturen in dieser Feinheit nicht erfassbar.

O-Ton 21:

Mücklich: Die wissenschaftliche Community hat lange gebraucht, um diese Atomsonden-Tomographie zu entwickeln. Seit ungefähr 40 Jahren hat man das versucht. Etwa seit zehn Jahren ist es jetzt so weit, dass man es nicht nur in einem Labor als Phänomen bewundern kann, sondern dass man es eben auch in der Materialforschung tatsächlich einsetzen kann, um reale Fragestellungen überhaupt zu lösen, die vor entsprechend zehn, 20 Jahren undenkbar gewesen wären gelöst zu werden.

Musik:**Sprecherin:**

Auch Eric Jäggle untersucht Strukturen im Nano-Millimeter-Bereich, er ist Materialwissenschaftler am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf.

Seine Arbeitsgruppe arbeitet überwiegend experimentell, in kleinen Laboren. Schwerpunkt ist dabei eine neue Produktionsmethode, die sogenannte „Additive Fertigung“, besser bekannt unter „3D-Druck“. Mit ihr lassen sich Bauteile für langlebige Turbinenschaufeln, auf den Patienten zugeschnittene Implantate und superleichte, aber dennoch stabile Autokarosserien herstellen.

O-Ton 23:

Eric Jäggle: Der Vorteil der additiven Fertigung ist, dass man wunderbar verschlungene Kanäle bauen kann, die genau an der Kontur des Werkstoffs entlang gehen und bis in die letzte Spitze jedes einzelnen Bauteils und Kante rein reichen. Im Prinzip ein bisschen wie Kapillaren in unserem Blutkreislauf und so eine Komplexität und auch einfach gezielte Verteilung dieser Kanäle ist, ist hauptsächlich mit der additiven Fertigung möglich.

Sprecherin:

Unklar ist noch, welche Stahllegierungen für diese Verfahren besonders gut geeignet sind und welche Eigenschaften diese Legierungen dann an den Tag legen. Die Wissenschaftler gehen davon aus, dass selbst bekanntes Material neue oder abweichende Eigenschaften haben kann, wenn es mit neuen Methoden hergestellt oder verarbeitet wird.

O-Ton 25:

Jäggle, gekürzt: Das Bauteil kommt aus der Maschine und weist im Inneren Mikrorisse auf. Da haben wir uns angeschaut, warum genau diese Mikrorisse entstehen? Welche Legierungsmodifikationen aus welchen Gründen dazu führen, dass diese Risse schlimmer werden oder verschwinden? Das ist ein unglaublich detaillierter Prozess.

Sprecherin:

Denn die Schichten, aus denen die Bauteile bestehen, sind mitunter nur wenige Nanometer dünn. Und der Riss entsteht innerhalb von wenigen Mikrosekunden bei Temperaturen von 1500 Grad Celsius, bevor das Material erstarrt. Die Untersuchung lediglich einer Probe kann dann leicht etliche Monate dauern.

O-Ton 26:

Jäggle: So etwas ist in situ kaum zu untersuchen oder nur extrem schwierig zu untersuchen. Und wir gehen dann hinterher her als Werkstoffdetektive sozusagen und gucken okay, welche chemische Signatur hinterlässt dieser Prozess des Erstarrens im Werkstoff. Was genau passiert an den inneren Grenzflächen, welche reißen, welche reißen nicht?

Sprecherin:

Auf die Ergebnisse warten bereits Unternehmen aus der Industrie, die das Verfahren anwenden, sowie Unternehmen, die die Materialien herstellen.

Atmo 07

Berliner Hauptbahnhof, Züge, Durchsagen

Sprecherin:

Ob Stahlkonstruktionen mit vergleichsweise grober konventioneller Bauweise wie die im Berliner Hauptbahnhof oder High-Tech-Anwendungen wie die „Additive Fertigung“ von feinen Strukturen in künstlichen Hüftgelenken oder Turbinen – der Werkstoff Stahl mit seinen vielen verschiedenen Anwendungen und Varianten der Zusammensetzung scheint kaum ersetzbar. Die Erforschung des Materials und seiner Herstellung ist dabei überwiegend an den Bedürfnissen der Anwender ausgerichtet, den Industrie-Unternehmen.

Warum die deutsche Stahlindustrie nicht viel früher begonnen hat, besonders umweltfreundliche Methoden für die Herstellung zu entwickeln und ihre Produktionsanlagen entsprechend umzubauen, sagt sie eindeutig: Es lohnt sich wirtschaftlich nicht. Für eine umweltfreundlich hergestellte Tonne Stahl kann sie nur genau so viel Geld verlangen wie für eine nach bisheriger Methode produzierte Tonne. Nun aber macht die Politik Druck: die Reduzierung des CO₂ Ausstoßes ist eine der Herausforderungen der nächsten Jahre.

Für die Stahlunternehmen stellt sich die Frage, wie sie ihren riesigen Energiebedarf decken wollen, den sie bei einer Umstellung zur kohlenstofffreien Verhüttung haben werden. Qualitativ hochwertiger Stahl, neue Stahlsorten für besondere Anwendungen auch im Bereich der "grünen" Energiegewinnung, neue Verarbeitungsverfahren – daran arbeiten die Stahlforscher weiterhin.

Musik ENDE

* * * * *