

Mit Plasma in die Zukunft: Prof. Dr.-Ing. Jens Oberrath erforscht neue Industrieprozesse

21.06.2017 Beschichtete Chipstüben, Hydrophilierung von Kontaktlinsen, restaurierte historische Dokumente: Die moderne Plasmatechnologie findet heute in unendlich vielen Produkten nahezu jeden Industriebereichs ihre Verwendung. Häufig geht es um Beschichtung und darum, beispielsweise Kunststoffe oder Metalle mit bestimmten Oberflächeneigenschaften auszustatten. Wie diese Plasmaprozesse optimiert werden können, daran forscht Prof. Dr.-Ing. Jens Oberrath vom Institut für Produkt- und Prozessinnovation. Gefördert wird er dabei von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

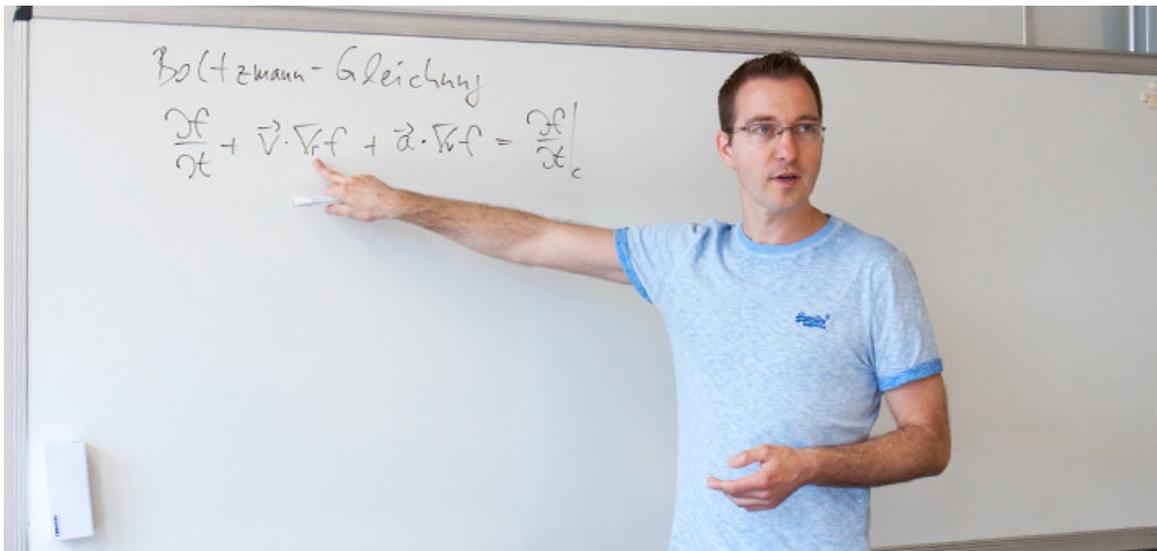


Planare Multipolresonanzsonde, Kinetische Theorie, Boltzmann-Gleichung - Termini aus der Plasmaforschung, dem Fachgebiet, mit dem sich Jens Oberrath auseinandersetzt. Dank seines strukturierten Vorgehens lässt der 38-jährige diese Begriffe nicht verloren im Raum stehen, sondern verbindet sie schnell zu einem logischen Ganzen. Zunächst geht es um die Basis, also den Begriff Plasma: „Nehmen wir Wasser. Da sind uns drei Aggregatzustände sehr gut bekannt: fest, flüssig, gasförmig“, leitet Oberrath ein. „Wird einem Gas jedoch weitere Energie zugeführt, dann wird es ionisiert und geht in den energiereichen Plasmazustand über – und genau den bezeichnen wir als vierten Aggregatzustand.“ Plasma ist ein leitfähiges Gas, sodass es durch elektromagnetische Felder beeinflusst und industriell nutzbar gemacht werden kann. Beispielsweise kann man mit Plasmen sehr dünne, im Nanometer-Bereich gemessene Schichten erzeugen. Dadurch kann ein bestimmtes Material zusätzliche Eigenschaften erhalten, zum Beispiel in Form von Antihaftung oder Entspiegelung. Als Beispiel nennt Oberrath einen Prozess aus der Schweiz:

„Kollegen entwickeln dort Kleidung, die die Überwachung von Lebensfunktionen ermöglichen soll. Dafür muss leitfähiges Material eingenäht werden, konkret: mit Silber beschichtete Polymer-Fäden.“ Mit der herkömmlichen Oberflächenveredelung, Galvanisieren genannt, benötigt man verhältnismäßig viel Silber. Anders hingegen mit dem Plasmaprozess. Im Vergleich wird hierbei nur ein Bruchteil des Edelmetalls verwendet. „Da spart man enorm an Ressourcen, ganz im Sinne der Nachhaltigkeit“, betont der Wissenschaftler.

Beschleunigen, zusammenstoßen - der Urprozess der Plasmaerzeugung

Was die genaue Bestimmung des Plasmazustands in einem laufenden, industriellen Prozess anbelangt, gibt es allerdings noch Schwierigkeiten - und genau da setzt die Forschung von Jens Oberrath an. „Unser Ziel ist, den inneren Zustand eines Plasmas während einer Produktion determinieren zu können, um der Industrie somit Informationen darüber zu ermöglichen, ob der Prozess optimal verläuft.“ Um das zu erklären, geht der Professor einen Schritt zurück: „Plasma entsteht dadurch, dass aus neutralen Atomen Elektronen herausgelöst werden und sich frei bewegen können. Dadurch entstehen auf der einen Seite die positiv geladenen Restatome, die man Ionen nennt, und auf der anderen Seite die freien Elektronen.“ Viele Plasmaprozesse werden im Niederdruck, bzw. fast Vakuum betrieben. Das hat nach Angaben von Oberrath folgenden Vorteil: „Wenn ich reproduzierbare Schichten oder feine Strukturen erzeugen möchte, dann brauche ich eine Umgebung, die ich kontrollieren kann. Da ist Niederdruck sehr gut geeignet, weil ich in einem Reaktor beispielsweise genau festlegen kann, welche Gase ich in welcher Zusammensetzung zuführe.“ In diesen Plasmareaktoren sind die Elektronen sehr energiereich. Das bedeutet, dass sie sich über eine weite Strecke bewegen, stark beschleunigen und dann wiederum mit einem neutralen Atom zusammenstoßen können. „Dadurch werden neue Elektronen abgespalten - das ist der Urprozess, um das Plasma am Laufen zu halten“, so Oberrath und zielt schließlich auf den Kern seiner Forschung: „Wenn man in diesem Prozess weiß, wie viele Elektronen existieren und welche mittlere Energie sie haben, dann kann man unheimlich viel über den Zustand des Plasmas sagen - zum Beispiel, ob sich ein Produktionsprozess so verhält, wie er sich verhalten soll.“



Mit der Boltzmann-Gleichung kann man u.a. das dynamische Verhalten von Elektronen in einem Plasma beschreiben.

„Riesenfortschritt, durch die die Industrie viel Geld sparen würde“

In diesem Zusammenhang ist eine an der Ruhr-Universität Bochum entwickelte in die Reaktorwand integrierbare Sonde von zentraler Bedeutung: die Planare Multipolresonanzsonde. Ihre Fähigkeit: Sie misst die Reaktionen der Elektronen, die durch die Anregung der Sonde in Schwingung gebracht werden. Bei einer bestimmten Frequenz nehmen sie besonders gut Energie auf, pendeln also sehr stark, und das lässt sich in Form einer Resonanzkurve visualisieren. „Für die Bestimmung der Elektronendichte, also Anzahl der Elektronen pro Reaktorvolumen, funktioniert das schon relativ gut“, erklärt Jens Oberrath. „Die Elektronendichte berechnen wir über eine einfache Formel aus der gemessenen Frequenz.“ Nun aber gilt es, zusätzlich eine einfache Formel für die mittlere Energie der Elektronen aus der Resonanzbreite zu bestimmen. Dieser Schritt ist besonders schwierig, aber wichtig zur Regelung von industriellen Plasmaprozessen. Jens Oberrath: „Wir wünschen uns nicht nur ein Monitoring, sondern unsere Idealvorstellung ist, einen Regelalgorithmus entwerfen zu können.“ Dieses Lösungsschema soll bewirken, dass Prozesse selbständig geregelt werden können. Taucht beispielsweise ein Fehler auf, wird automatisch drauf reagiert und gegebenenfalls korrigiert. So könnten wertvolle Produktionschargen rechtzeitig gerettet werden. „Aktuell kann man Plasmareaktoren noch nicht regeln. Wenn wir das aber hinbekommen, wäre das ein Riesenfortschritt, durch den die Industrie unheimlich viel Geld spart. Plasmaprozesse könnten somit vollständig automatisiert werden und würden einen Sprung Richtung Industrie 4.0 machen“, sagt der Ingenieurwissenschaftler. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert die Analysen zu der Sonde in den kommenden drei Jahren mit insgesamt 270.000 Euro.

Dass Jens Oberrath heute zum Thema Plasma forscht, hätte er zu Beginn seines Studiums für undenkbar gehalten. „Wie die Jungfrau zum Kinde“ sei er dazu gekommen, sein Werdegang eher „umständlich“ gewesen. „Ich war auf der Realschule, habe dann mein Abitur gemacht und bin nach der Bundeswehr schließlich zum

Studium gekommen.“ An der Technischen Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum studierte er Elektrotechnik und wechselte anschließend zur Ruhr-Universität Bochum. Dort setzte er sich nach und nach wissenschaftlich mit der Plasmatechnik auseinander. Heute nimmt sie einen großen Teil seines Lebens ein: „Ich war lange Zeit Turniertänzer, inzwischen kann ich diesem Hobby aus zeitlichen Gründen nicht mehr nachgehen“, so der gebürtige Herdecker. Die Forschungsarbeit und das Thema Plasmatechnik insgesamt nehmen viel Zeit in Anspruch - und faszinieren ihn. „Was in diesem Bereich derzeit passiert und auch noch passieren wird, ist unglaublich spannend. Plasmatechnik ist ein großes Zukunftsfeld“, so der 38-Jährige. Er verweist auf ein internationales Forschungsprojekt in Frankreich, in dem mit Hilfe von Plasma Energie erzeugt werden soll. „Wenn die Fusionsenergiegewinnung tatsächlich gelingt, dann hätten wir sämtliche Energieprobleme gelöst“, prophezeit Oberrath. Aber er weiß auch: Bis dahin ist es noch ein sehr weiter Weg.

Weitere Informationen

- Institut für Produkt- und Prozessinnovation
- Deutsche Forschungsgemeinschaft

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Jens Oberrath

Universitätsallee 1, C12.227a

21335 Lüneburg

Fon +49.4131.677-1887

Fax +49.4131.677-5300

jens.oberrath@leuphana.de

Autorin: Urte Modlich, Universitätskommunikation. Neuigkeiten aus der Universität und rund um Forschung, Lehre und Studium können an news@leuphana.de geschickt werden.

Datum: 21.06.2017

Kategorien: 1_Meldungen_Forschung, PPI_Meldungen

Autor: Urte Modlich

E-Mail: urte.modlich@leuphana.de