

In mehreren Ländern entstehen derzeit Unternehmen, die an einer Idee mit großem Potenzial feilen: Stromübertragung mittels Mikrowellen. Die Wellen, die in Küchengeräten bereits seit Jahrzehnten genutzt werden, könnten dazu dienen, Energie ohne physische Leitungen über Zehntausende Kilometer zu transportieren.

An der Technologie forschen zum Beispiel das 2025 gegründete luxemburgische Start-up Terraspace und das 2022 entstandene britische Unternehmen Space Solar. Martin Soltau, Co-Chef von Space Solar, sagt: „Strom wird gerade durch den Rechenzentrumsboom enorm wichtig. Mit Mikrowellen könnten wir Sonnenenergie aus dem All direkt zu Datenzentren auf der Erde senden.“

Die rapide wachsende Stromnachfrage auf der ganzen Welt ist aktuell eine der größten logistischen Herausforderungen für Regierungen und Unternehmen. Laut der Internationalen Energie-Agentur (IEA) dürfte der weltweite Strombedarf im Jahr 2030 bereits ein Fünftel über dem von 2025 liegen.

Ob es um die Versorgung von Rechenzentren geht, um eine sichere Stromzufuhr für Industrie und Verbraucher oder um klimafreundliches Fliegen: Strom schnell und günstig zu übertragen, wird künftig der Schlüssel für zentrale Anwendungen der Wirtschaft sein. Mikrowellen könnten hier einen entscheidenden Beitrag leisten.

Das Konzept basiert auf einer Technologie, die grundsätzlich gut erforscht ist. Mikrowellen sind unsichtbare, elektromagnetische Wellen. Der Wissenschaftler Peter Ruschhaupt von der Denkfabrik Future Cleantech Architects (FCA) sagt: „Mikrowellen sind für ein Molekül wie ein sanfter Schubs in einem Wellenbad.“ Das geschubste Molekül kann zum Beispiel Wasser sein. Geraten viele Wassermoleküle in Bewegung und stoßen aneinander, entsteht Wärme – das Prinzip einer Mikrowelle in der Küche. Auch Telekommunikation, Satellitenfernsehen und militärische Radare arbeiten mit Mikrowellen.

Bei der Stromübertragung wandelt ein Sender Strom in Mikrowellen um. Diese werden durch eine Antenne gebündelt zu einem Empfänger geschickt und dort wieder zu nutzbarem Strom gemacht.

Diese Möglichkeit lässt viele Forscher von großen Durchbrüchen träumen – etwa im Flugverkehr. Für klimafreundliches, elektrisches Fliegen, müssten die Akkus für Langstreckenflüge bislang so schwer sein, dass das Flugzeug kaum noch vom Boden abheben könnte. Anders sähe es aus, wenn das Flugzeug nur kleine Akkus an Bord hätte, die während des Flugs immer wieder vom Boden aus geladen würden. Antennen könnten den Strom per Mikrowellen nach oben senden.

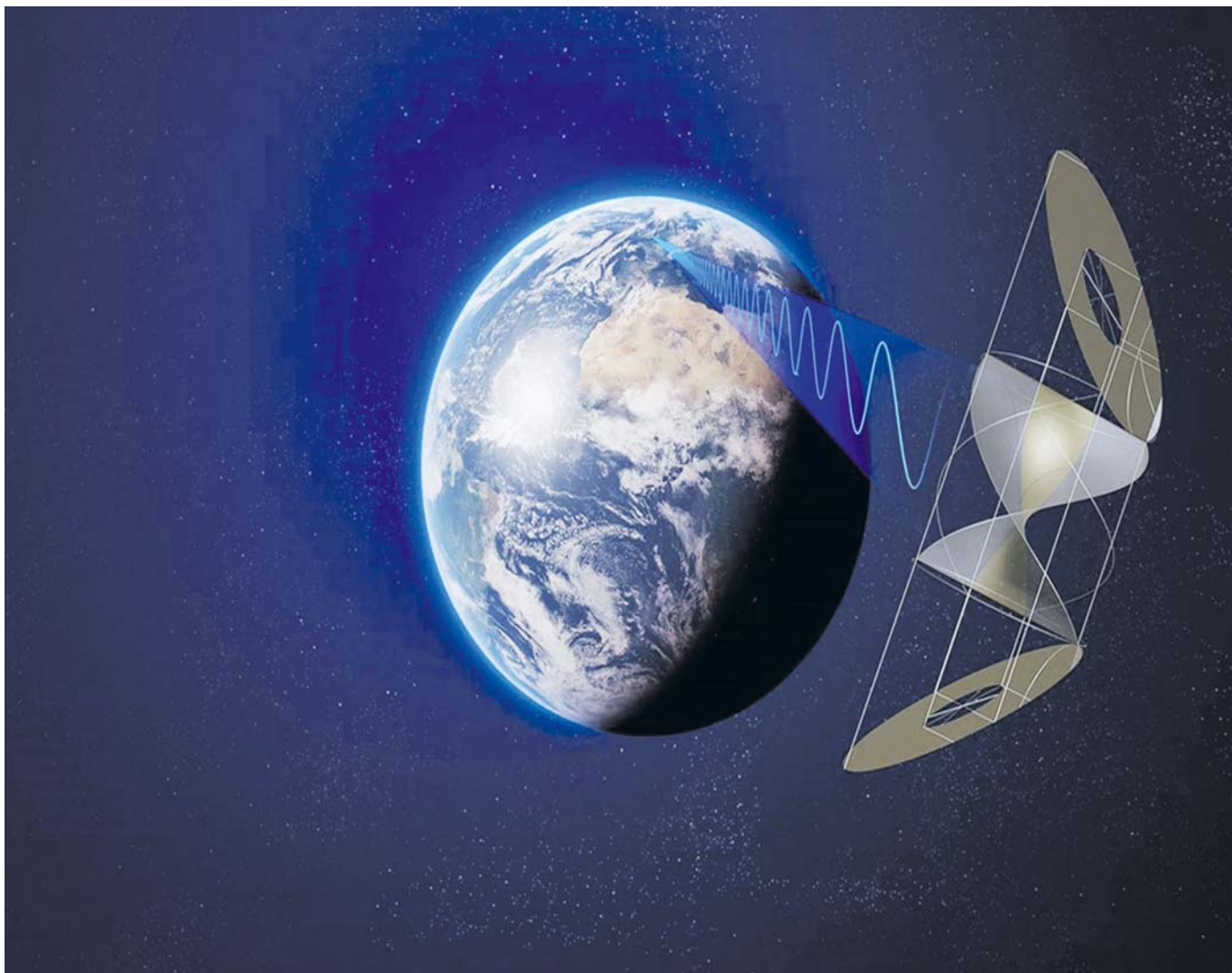
Ein anderer Anwendungsfall wäre der internationale Stromhandel. Europa könnte an sonnigen Tagen überschüssigen Solarstrom in die USA senden, die ihn während der frühen Morgenstunden nutzen. Die US-Staaten könnten dann wiederum zu ihrer Mittagszeit Solarstrom nach Europa schicken, wenn dort bereits die Sonne untergegangen ist. Teure Stromleitungen quer durch Ozeane würden unnötig.

Besonders vorteilhaft wäre der Solarstromversand, wenn er direkt aus dem All käme. Denn dort scheint die Sonne rund um die Uhr, und das Sonnenlicht ist deutlich intensiver als auf der Erde. Das ist vor allem für die US-Rechenzentrumsbetreiber wie Google oder Amazon interessant, da sie große Strommengen benötigen.

Martin Soltau von Space Solar sagt: „Es gibt inzwischen einen Trend, über Rechenzentren im Weltall nachzudenken, weil es dort so viel grünen Strom gibt. Günstiger ist es aber vielleicht, den Strom zur Erde zu schicken.“ Das Unternehmen entwickelt derzeit ein Solarstrom-Satellitenkonzept namens „Cassiopeia“, das Sonnenenergie im All sammeln, in Mikrowellen umwandeln und zu einem Empfänger auf der Erde schicken soll.

Soltau sagt, die Kosten eines Raketenstarts, um Materialien in den Weltraum zu befördern, betrügen inzwischen nur noch ein Zehntel der Kosten vor wenigen Jahren und hätten das Potenzial, sich noch einmal durch zehn zu teilen. „Die Weltraum-Solarenergie galt lange als technisch machbar, aber zu teuer. Das ändert sich jetzt.“

Dennoch gibt es einige Hürden für die kabellose Stromübertragung. Eine ist die Größe der Antennen. Wichtig ist, dass beim Versenden nicht zu viel von den Mikrowellen verloren geht. Kontrollieren lässt sich das vor allem über die Dimension von Sender und Empfänger. Wenn die Empfängerantenne klein sein soll, muss die Sendeantenne umso größer werden – je nach Distanz zwischen beiden Punkten. Um



GREENTECH

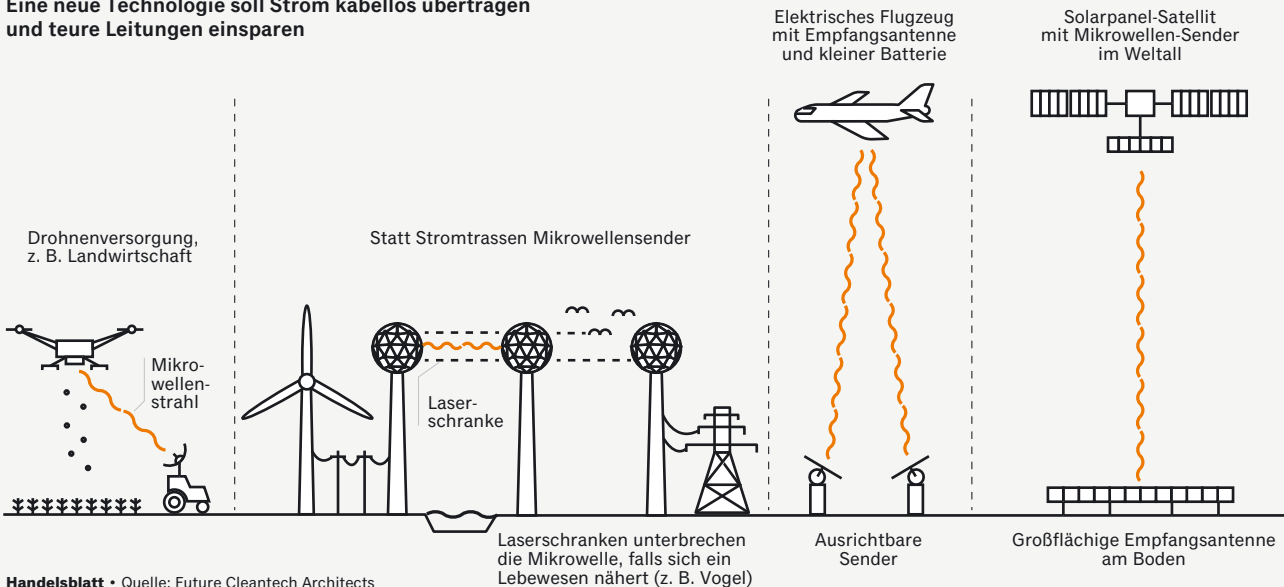
Stromübertragung ohne Kabel

Flugzeuge im Flug laden, Strom übers Meer senden, Weltraumenergie zur Erde schicken: Mit einer neuen Technologie wollen Start-ups all das möglich machen. Was noch fehlt, sind die Investoren.

Catiana Krapp Düsseldorf

Stromübertragung mittels Mikrowellen

Eine neue Technologie soll Strom kabellos übertragen und teure Leitungen einsparen



„
Mit
Mikrowellen
könnten wir
Sonnenenergie
aus dem All
direkt zu Daten-
zentren auf der
Erde senden.

Martin Soltau
Co-Chef von Space Solar

Strom über mehrere Hundert Kilometer zu verschicken, müssten die Antennen teils mehrere Hundert Meter breit sein. Würde es gelingen, bei einem Flugzeug die gesamte Unterseite zu einem Empfänger umzurüsten, wäre die Empfängerfläche so klein, dass die Sendeantennen am Erdboden jeweils die Größe eines Fußballstadions haben müssten. Solche Sender müssten dann etwa alle hundert Kilometer auf der Flugroute aufgebaut werden.

Zweite Hürde sind Sicherheitsbedenken, weil Mikrowellen je nach Einsatz gefährlich sein können. So hat das US-Militär eine Abschreckungswaffe entwickelt, die Menschen mit Mikrowellenstrahlen beschießen könnte. Dadurch würde sich die Haut so stark erwärmen, dass Angreifer einen starken Schmerz spüren und in die Flucht geschlagen werden, auch wenn es nicht tatsächlich zu Verbrennungen käme. Wenn Mikrowellen nur zur Stromübertragung und nicht gezielt als Waffe eingesetzt würden, wäre die Leistungsdichte aber deutlich geringer, sodass sie für Lebewesen bei kurzem Kontakt nicht gefährlich sein sollten. Außerdem würden die Empfängerantennen die Mikrowellen über der Kopfhöhe eines Menschen abfangen, sodass es gar nicht zum Kontakt mit dem Strahl kommen sollte.

Falls diese Gefahr doch bestünde, könnten zudem Laserschranken entlang des Stromstrahls die Mikrowellen kurz abschalten, wenn sich ein Mensch oder Tier nähert. Doch selbst wenn die Gefahr von Mikrowellen technisch verringert werden kann, sind Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung laut Ruschhaupt absehbar.

Die dritte Hürde ist finanzieller Natur: Bislang werden die meisten Mikrowellen-Projekte nur mit staatlichen Fördergeldern finanziert – nicht aber mit Risikokapital. So fehlt bislang das Geld, um die Technologie in größerem Maßstab zu erforschen und zum Einsatz zu bringen. Ein 2019 gegründetes Start-up ist daran jüngst gescheitert: Das neuseeländische Unternehmen Emrod galt als führend bei der Technologie. Der ehemalige Wissenschaftsvorstand des Unternehmens, Ray Simpkin, sagte dem Handelsblatt: „Emrod hatte viele, viele Diskussionen mit Unternehmen auf der ganzen Welt.“ Man habe sich die verschiedensten Anwendungsfälle für Mikrowellen-Übertragung angesehen.

Eine Idee war, Strom über den Amazonas zu übertragen, um abgelegene Dörfer zu versorgen. Eine andere Überlegung drehte sich darum, elektrische Baustellenfahrzeuge in abgelegenen Eisenerzminen aus der Ferne mit Strom zu versorgen.

Illustration von
Cassiopeia: Sam-
melt Sonnenenergie
im All und überträgt
sie mittels Mikro-
wellen zur Erde.
Space Solar

SERIE

Greentech

„Diese grünen Ideen könnten die Welt verändern“: Von Wellenkraftwerken und CO₂-freiem Zement über Solaranlagen im Weltraum bis zu energiespendenden Algenarten – überall gibt es Ideen mit dem Potenzial, die Welt zu verändern. Nur wenige schaffen den Durchbruch. Wir stellen einige der interessantesten Innovationen vor. Wissenschaftlich begleitet wird die Serie von dem unabhängigen Thinktank Future Cleantech Architects.

Auch für fliegende Objekte sieht Simpkin eine reale Chance: „Für den Start einer Drohne braucht man sehr viel Energie. Man könnte den nötigen Strom während des Senkrechtstartens nach oben beamen, und dann könnte die Drohne mit vollen Akkus losfliegen.“ Mit solchen Drohnen könnte man laut Simpkin zum Beispiel brennende Hochhausstockwerke löschen.

Zunächst fand Emrod prominente Unterstützer, auch in Europa. 2022 präsentierte Emrod auf dem Gelände des Luftfahrtkonzerns Airbus in München gemeinsam mit Airbus und der Europäischen Weltraumorganisation Esa ein System zur Energieübertragung mittels Mikrowellen. Eine Sendeantenne mit knapp zwei Meter Durchmesser schickte Strom an eine 36 Meter entfernte, ähnlich große Empfängerantenne. Doch vier Jahre später ging Emrod das Geld aus. Es fanden sich keine Investoren, die im großen Stil Kapital in die Ideen stecken wollten.

Eine vierte Hürde ist die geringe Effizienz bei der Übertragung von Strom über weite Distanzen. Bei der Demonstration von Emrod in München etwa kamen zwar 95 Prozent der losgesendeten Energie beim Empfänger an. Insgesamt hatte das System

aber nur eine Effizienz von 36 Prozent, denn bei der Umwandlung des Stroms in Mikrowellen und zurück in Strom ging viel Energie verloren.

Ein Faktor, der Investoren abschreckt, ist, dass es für viele der Mikrowellen-Anwendungen bereits günstigere Lösungen gibt. Ruschhaupt sagt: „In abgelegenen Amazonas-Dörfern könnte man auch Solarzellen auf den Dächern montieren.“ Bei Feuerlöschdrohnen gebe es bereits kabelgebundene Varianten. Und für abgelegene Minen wäre es wohl unterm Strich noch günstiger, ein Kabel zu verlegen, als riesige Antennen zu bauen, um die Fahrzeuge aus der Ferne laden zu können.

Bei Passagierflugzeugen, Solarstrom aus dem All oder Stromhandel zwischen Kontinenten gibt es keine Alternativen. Allerdings würden solche Projekte viel Kapital voraussetzen. Der wichtigste Kostenfaktor sind laut Ruschhaupt Bau und Betrieb der großen Antennen. Auf kurze Frist hält er es deshalb Anwendungen für realistischer, bei denen zum Beispiel Drohnen für Messungen in der Landwirtschaft dauerhaft per Mikrowelle aufgeladen werden. Dadurch könnte man die Einsatzzeiten dieser teuren Geräte maximieren und die Kosten der Antennen schneller amortisieren.

Vor allem aber müsste die Forschung weit genug vorankommen, um die Übertragungseffizienz zu erhöhen. „Emrod hat nach der Demonstration in München ein Konzept entwickelt, mit dem man auf eine Gesamteffizienz von 62 Prozent kommen könnte – das nächste Ziel waren über 70 Prozent“, sagt Felix Rothe. Er ist Analyst bei der deutschen Bundesagentur für Sprunginnovationen (Sprind), die Emrod mit 215.000 Euro unterstützte.

Laut Rothe wäre das System ab einer Effizienz von 85 Prozent konkurrenzfähig zu anderen Übertragungstechnologien wie zum Beispiel herkömmlichen Hochspannungsmasten. Bis zu diesem Ziel reichte allerdings das Kapital nicht. Rothe ist nun überzeugt: „Wer jetzt die wichtigsten Patente und Personen im Bereich der Mikrowellen-Stromübertragung kauft, erwirbt den entscheidenden Vorsprung, um die Technologie eines Tages kommerziell einzusetzen.“ ◀

Anzeige

Genossenschaftliche FinanzGruppe
Volksbanken Raiffeisenbanken

GEMEINSAM KRAFT



Leistungsfähigkeit bedeutet für uns,
Herausforderungen in Chancen zu
verwandeln.

Das japanische Handwerk Kintsugi verbindet Bruchstücke mit Gold und schafft so etwas Einzigartiges und Besseres. Dies ist für uns Inspiration: Gemeinsam mit unseren Kunden entwickeln wir individuelle Lösungen, die zukunftssichere Strukturen ermöglichen. Erfahren Sie, wie wir Leistungsfähigkeit sichern unter firmenkunden.dzbank.de



DZ BANK
Die Initiativbank