

# Belastung am Boden

Flugzeuge pusten viel Feinstaub in die Luft. das müsste nicht sein. Von *Frauke Zbikowski*

**F**lugverkehr belastet die Nachbarn von Flughäfen auch dort, wo sie die Flugzeuge weder hören noch sehen können: Sie atmen Ultrafeinstaub. So hat das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) Partikel aus Flugzeugen am Riedberg im Norden von Frankfurt am Main gemessen, obwohl dort keine Jets darüberfliegen und der Flughafen 15 Kilometer weit entfernt ist.

Das Problem: Die Partikel aus den Flugzeugturbinen sind besonders klein, ihr Durchmesser liegt unter 0,1 Mikrometer. Partikel unter 2,5 Mikrometern schaden der Gesundheit stärker als größere Partikel, da die winzigen Teilchen beim Einatmen besonders tief in die menschliche Lunge dringen. Zum Vergleich: Als Feinstaub gelten Teilchen, die kleiner sind als zehn Mikrometer, ein menschliches Haar ist etwa 100 Mikrometer dick. Der Straßenverkehr trägt zwar auch zur Belastung mit Ultrafeinstaub bei, der Anteil ist aber gering im Vergleich zum Flugverkehr, wie niederländische Forscher festgestellt haben.

Die Nichtregierungsorganisation „Transport & Environment“ hat epidemiologische Studien und Messdaten um den Amsterdamer Flughafen Schiphol auswerten lassen. Die Ergebnisse wurden dann auf die 32 Flughäfen in Europa mit dem höchsten Verkehrsaufkommen

projiziert. Die Studie kommt zu dem Schluss: Menschen, die über längere Zeit Ultrafeinstaub ausgesetzt sind, haben ein höheres Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und für Frühgeburten. Zudem gebe es Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Ultrafeinstaub in der Atemluft sowie Demenz und Diabetes. Demnach haben diejenigen, die in einem Umkreis von bis zu fünf Kilometern um einen Flughafen leben oder gar auf dem Rollfeld arbeiten, das höchste Gesundheitsrisiko.

Feinstaub ausgesetzt sind auch Menschen, die weiter entfernt leben. Die Studie bezieht einen Abstand von bis zu 20 Kilometern um die europäischen Flughäfen mit dem meisten Verkehr ein, dort wohnen insgesamt 51,2 Millionen Personen. Die höchsten Konzentrationen an Feinstaubpartikeln zeigen Modellierungen für die Flughäfen Paris-Charles-de-Gaulle, Amsterdam Schiphol und Frankfurt am Main.

Chemiker der Universität in Frankfurt am Main überprüfen am örtlichen Flughafen solche Modellierungen mit Analysen der Luft. So nutzen die Wissenschaftler eine Messstation des HLNUG in Flughäfennähe, saugen aber auch Luftproben am Riedberg im Frankfurter Norden, wo die Institutsgebäude stehen.

An den Messdaten ist erkennbar, ob die Substanzen, die die Massenspektrometer anzeigen, aus Flugzeugturbinen

kommen oder aus anderen Motoren: Das Schmieröl für die Triebwerke enthält unter anderem phosphororganische Verbindungen als Zusatzstoffe, die nicht in den Schmierstoffen für andere Anwendungen vorhanden sind. Hinzu kommen Transformationsprodukte, die aus Schmierölkomponenten entstehen und sich eindeutig zuordnen lassen. Zudem lasse sich die Konzentration der einzelnen Moleküle im Feinstaub bestimmen. Während eines Streiks der Lufthansa, wenn es also kaum Flugverkehr gibt, sinkt die Konzentration der Phosphorverbindungen in den Partikeln unter die Nachweisgrenze.

Eine Ursache für die Ultrafeinstaubemissionen aus der Luftfahrt ist der Treibstoff: Kerosin ähnelt in seiner Zusammensetzung dem Diesel. Allerdings ist der Schwefelgehalt im Luftfahrkraftstoff höher, denn die Grenzwerte sind weniger streng: Während Benzin und Diesel für Autos und Nutzfahrzeuge maximal zehn ppm (parts per million) Schwefel enthalten dürfen, sind es bei Flugbenzin 3000 ppm. In der Regel liegen im Kerosin zwischen 300 und 600 ppm Schwefel vor. Durch Prozesse während der Verbrennung in den Turbinen und in der Luft entstehen Schwefelsäuretröpfchen, die maßgeblich dazu beitragen, dass sich Ultrafeinstaub bildet.

Ein weiterer Faktor für die Feinstaubbildung sind die aromatischen Kohlen-

wasserstoffe wie Benzol oder Naphthalin im Treibstoff. Durch sie entstehen vor allem Rußpartikel.

Anders als hinter dem Dieselmotor eines Autos lässt sich hinter einem Flugzeugtriebwerk keine Abgasreinigungsanlage mit Partikelfilter installieren. Es gibt allerdings andere Lösungen: Eine davon sind Treibstoffe aus pflanzlichen Rohstoffen. Diese enthalten von vornherein weniger Schwefel und weniger Aromaten, sodass mit ihnen weniger Ultrafeinstaub entsteht.

Neben dem Effekt auf die Partikelemissionen würde der Flugverkehr damit auch das Klima weniger belasten – und das nicht nur durch den geringeren Kohlendioxidausstoß: Mit dem sogenannten Sustainable Aviation Fuel, SAF, erzeugen die Flugzeuge am Himmel weniger Kondensstreifen, wie Forscher der Universität Mainz, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen und der TU Hamburg kürzlich im Fachmagazin „Atmospheric Environment“ beschrieben haben. Kondensstreifen sind für zwei Drittel der Klimawirkung durch Flugzeuge verantwortlich, das Kohlendioxid aus den Turbinen für ein Drittel.

Von SAF gibt es allerdings nicht genug: Der Luftverkehr verbrennt jährlich 311 Megatonnen Flugbenzin aus fossilen und nur 0,2 Megatonnen aus erneuerbaren Quellen. Mit einem Anteil von mehr

als zehn Prozent SAF ist nicht vor dem Jahr 2030 zu rechnen.

Eine andere Lösung, weniger Ultrafeinstaub zu erzeugen, wäre, das Kerosin chemisch mit Wasserstoff zu behandeln. Dabei entstehen gesättigte Kohlenwasserstoffe, die beim Verbrennen weniger Ruß erzeugen. Durch den höheren Wasserstoffgehalt hätten sie zudem eine höhere Energiedichte: Für die gleiche Strecke müsste ein Flugzeug weniger tanken. Die Umsetzung mit Wasserstoff entfernt zudem den Schwefel aus dem Kerosin.

Bisher sind alle Flugzeugtriebwerke für herkömmliches Kerosin getestet und zugelassen. Ob eine veränderte Zusammensetzung, also ein höherer Wasserstoffgehalt und ein geringerer Anteil an Aromaten, die Triebwerke beeinflusst, ist noch Gegenstand von Untersuchungen.

Vollständig lässt sich die Partikelbelastung bei einem Verbrennungsmotor nicht vermeiden. Selbst wenn eine Turbine reinen Wasserstoff als Kraftstoff verbrennen sollte: Die Schmierstoffe bleiben. Theoretisch sollten diese das Triebwerk nicht verlassen, in der Realität tun sie es doch: In einer Stunde Betrieb verbraucht eine Flugzeugturbinen etwa einen halben Liter Schmierstoff. Der wird zwar kaum verbrannt, aber die Moleküle verteilen sich hinter dem Flugzeug in der Luft, kondensieren zu Ultrafeinstaub und können eingeatmet werden.