

Neue Zürcher Zeitung

NZZ – GEGRÜNDET 1780

Dienstag, 6. Januar 2026 · Nr. 3 · 247. Jg.

AZ 8021 Zürich · Fr. 5.90

Die Flut neuer Satelliten schafft globale Probleme

Sie hinterlassen Müll, verschmutzen die Atmosphäre und behindern die Arbeit von Astronomen. Die negativen Seiten von Satelliten werden zu wenig thematisiert. Mit pragmatischen Lösungen lassen sich diese mindern. Von Christian Speicher



ILLUSTRATION SIMON TANNER / NZJ

«Jeder Segen der Zivilisation ist entweder ein Fluch oder überflüssig.» Dieser Aphorismus wird dem schwedischen Schriftsteller August Strindberg (1849–1912) zugeschrieben. Er bringt dessen ambivalente Haltung zum technischen Fortschritt zum Ausdruck. Es ist ein interessantes Gedankenexperiment, was Strindberg wohl zu den Segnungen der modernen Zivilisation sagen würde – zum Beispiel zu den Satelliten, die unsere Erde in immer grösserer Zahl umkreisen. In ihrem letzten Umweltbericht schätzt die Europäische Weltraumorganisation (ESA), dass es mittlerweile beinahe 16 000 Satelliten im Weltraum gibt, von denen 13 000 noch funktionieren.

Satelliten sind für moderne Gesellschaften unerlässlich. Sie erlauben es uns, in abgelegenen Gegenden zu kommunizieren, sie übertragen Radio- und Fernsehprogramme, und sie liefern Positionsdaten für die präzise Navigation von Autos, Schiffen und Flugzeugen. Ihr Blick aus dem Weltraum macht Wettervorhersagen zuverlässiger, er hilft bei der Überwachung von Naturkatastrophen, und er liefert Daten über den Zustand unserer Umwelt und des Klimas. Nicht zuletzt werden Satelliten immer wichtiger für die Verteidigung.

Besorgniserregende Zahlen

Dieser Segen droht sich allerdings in sein Gegenteil zu verkehren. Schätzungen besagen, dass es bis Ende des Jahrzehnts mehr als 50 000 Satelliten geben könnte. Manche Experten sprechen sogar von bis zu 100 000. Diese Zahlen sind besorgniserregend. Denn die negativen Begleiteerscheinungen werden zu einem globalen Problem. Eine globale Lösung ist derzeit aber nicht in Sicht. Die zaghaften Versuche, die Nutzung des Weltraums zum Wohle aller zu regulieren, können nicht mit der rasanten Entwicklung Schritt halten. Behält Strindberg also recht? Nicht zwangsläufig. Paradoerweise ist es

Die nationalen Behörden vergeben Lizenzen an die Satellitenbetreiber in ihren Ländern, als wäre der Weltraum unbegrenzt. Niemand möchte der heimischen Industrie Fesseln anlegen.

ausgerechnet die Technik, die die schlimmsten Auswüchse der Technik verhindern könnte.

Am deutlichsten zeigen sich die Schattenseiten der Satelliten im Weltraum selbst. Je mehr Satelliten die Erde kreisen, desto grösser ist die Gefahr einer Kollision mit einem anderen Satelliten oder einer ausgebrannten Raketenstufe. Der dabei entstehende Weltraumschrott umkreist die Erde in einem Gürtel, der in einer Höhe von 300 Kilometern beginnt und bis in eine Höhe von 36 000 Kilometern reicht. Die ESA schätzt, dass derzeit 54 000 Objekte mit einem Durchmesser von mehr als zehn Zentimetern um die Erde kreisen. Die meisten davon sind katalogisiert, so dass Satelliten ihnen ausweichen können. Aber auch Schrottteile mit einem Durchmesser von 1 bis 10 Zentimetern können katastrophale Schäden anrichten, wenn sie mit hoher Geschwindigkeit einen Satelliten treffen. Davon soll es inzwischen 1,2 Millionen geben.

Dieser Schrott ist vor allem auf den erdnahen Weltraum konzentriert. Dort ziehen die Kommunikationssatelliten von Firmen wie SpaceX, One Web, Amazon oder der Shanghai Spacecom Satellite Technology ihre Bahnen um die Erde. Selbst wenn man heute ein Moratorium für neue Satelliten erliesse, nähme der Weltraumschrott weiter zu. Denn durch Kollisionen entstehen mehr neue Schrottteile, als in der Atmosphäre verglühen.

Wenn man diese Entwicklung nicht stoppt, könnten wichtige Umlaufbahnen unbrauchbar werden, sagen Experten warnend. Von einer internationalen Regulierung kann jedoch keine Rede sein. Die nationalen Behörden vergeben Lizenzen an die Satellitenbetreiber in ihren Ländern, als wäre der Weltraum unbegrenzt. Niemand möchte der heimischen Industrie Fesseln anlegen.

Langsam bahnt sich ein Bewusstsein für diese Problematik an. Lange Zeit galt das ungeschriebene Gesetz, dass Satelliten spätestens 25 Jahre nach Betriebsende aus ihrer Umlaufbahn verschwunden sein müssen. Die ESA hat diese Regeln

im Rahmen ihrer Zero-Debris-Policy verschärft. Sie empfiehlt, dass Satelliten spätestens fünf Jahre nach ihrem Ende zum Absturz in die Atmosphäre gebracht werden müssen. Die amerikanische Bundesbehörde für Telekommunikation hat sich dieser Empfehlung vor drei Jahren angeschlossen.

Veränderung der Ozonchemie

Was nach einer sauberen Lösung klingt, könnte allerdings ein neues Problem heraufbeschwören. Wenn Satelliten oder ausgebrannte Raketenstufen in der Erdatmosphäre verglühen, reichern sich in den oberen Schichten der Atmosphäre Aerosolpartikel an. Sie verweilen dort für lange Zeit und könnten zum Beispiel die Ozonchemie verändern.

Noch ist die Verschmutzung der Atmosphäre durch Satelliten und Raketen nicht gravierend. Durch verglühende Meteoriten gelangen sehr viel mehr Aerosolpartikel in die Erdatmosphäre. Dabei wird es aber nicht bleiben. Entwickeln sich die Satellitenkonstellationen wie prognostiziert, dürfte der menschengemachte Eintrag bald die gleiche Grössenordnung erreichen wie der natürliche.

Hinzu kommt, dass Satelliten und Raketen ganz anders zusammengesetzt sind als Asteroiden oder Kometen. Sie bestehen vor allem aus Metallen wie Aluminium oder Kupfer. Noch ist völlig unklar, wie sich diese chemischen Elemente auf die komplexen Prozesse in der Erdatmosphäre auswirken. Dennoch schreitet der Ausbau der Satellitenkonstellationen in ungebreitem Tempo voran. Dadurch werden Tatsachen geschaffen, die sich später kaum mehr rückgängig machen lassen.

Auch Astronomen beobachten mit Unbehagen, dass mehr und mehr Satelliten auf niedrigen Umlaufbahnen um die Erde kreisen. Diese Satelliten reflektieren das Sonnenlicht und stören dadurch astronomische Beobachtungen. Dagegen hilft auch nicht, Teleskope an abgelegenen Standorten zu bauen. Denn das Ziel der Kommunikationssatelliten ist es, möglichst jeden Punkt der Erde abzudecken.

Besonders hart trifft es die Radioastronomie. Neue Radioteleskope wie das Square Kilometer Array in Australien und Südafrika oder das Alma-Teleskop in Chile sind äusserst empfindlich. Wenn ständig Satelliten über sie hinwegfliegen und Radiosignale zur Erde schicken, verübelt das die Untersuchung astronomischer Objekte. Selbst das Rauschen der elektronischen Komponenten eines Satelliten genügt, um die Teleskope zu stören.

Die Internationale Astronomische Union, die die internationale astronomische Forschung fördert und reguliert, warnt deshalb davor, dass der dunkle und stille Himmel verlorengehe. Das sollte man nicht auf die leichte Schulter nehmen. Schliesslich ist die Astronomie eine der ältesten kulturellen Praktiken der Menschheit.

Die drei Beispiele zeigen: Satellitenschwärme werden schon bald Probleme globalen Ausmasses verursachen. Folglich sollte sich eine internationale Organisation ihrer annehmen. Aber weder der Un-Ausschuss für die friedliche Nutzung des Weltraums noch die Internationale Fernmeldeunion (ITU), die die Vergabe von Funkfrequenzen koordiniert, scheinen in der Lage zu sein, die rasante Entwicklung in geordnete Bahnen zu lenken. So treffen sich die Mitgliedsländer der ITU nur alle vier Jahre zu ihrer Weltfunkkonferenz. Die Raketen von SpaceX fliegen jedoch mehrmals in der Woche in den erdnahen Weltraum und setzen dort jedes Mal mehr als zwanzig neue Kommunikationssatelliten aus. Ein krasses Missverhältnis als jenes zwischen behördlicher Behäbigkeit und privatwirtschaftlicher Dynamik kann man sich kaum vorstellen.

Ganz so aussichtslos, wie es scheint, ist die Situation allerdings nicht. Die Satellitenbetreiber befinden sich zwar in einem hart umkämpften Wettbewerb. Aber auch sie bieten Hand für pragmatische Lösungen. So sind moderne Satelliten inzwischen so ausgelegt, dass sie nach dem Ende ihrer Mission entweder gezielt zum Absturz gebracht oder in eine Friedhofsbahn angehoeben werden können. Zudem haben immer mehr Satelliten im erdnahen Orbit die Fähigkeit, anderen Satelliten oder einem Stück Weltraumschrott auszuweichen. Das verringert das Kollisionsrisiko.

Freiwilligkeit reicht nicht

Die Satellitenbetreiber reagieren auch auf die Hilferufe der Astronomen. So hat SpaceX verschiedene Versuche unternommen, die Lichtreflexion ihrer Satelliten zu verringern. Auch die Elektronik eines Satelliten liesse sich im Prinzip abschirmen, so dass sie keine Störstrahlung emittiert. Noch wichtiger wäre die Übereinkunft, dass Satelliten nicht senden, wenn sie gerade über ein empfindliches Radioteleskop fliegen.

Technisch gesehen sind diese Massnahmen keine Hexerei. Das Problem ist, dass sie grösstenteils freiwillig sind. Das ist besser als nichts. Auf Dauer reicht es aber nicht. Das Ziel muss daher sein, durch nationale und internationale Vorgaben dafür zu sorgen, dass das technisch Machbare auch gemacht wird. Das setzt bei der Branche, den Weltraum- und den Regulierungsbehörden eine simple Erkenntnis voraus: Eine Segnung bleiben die Satelliten nur dann, wenn man ihre Schattenseiten ernst nimmt.