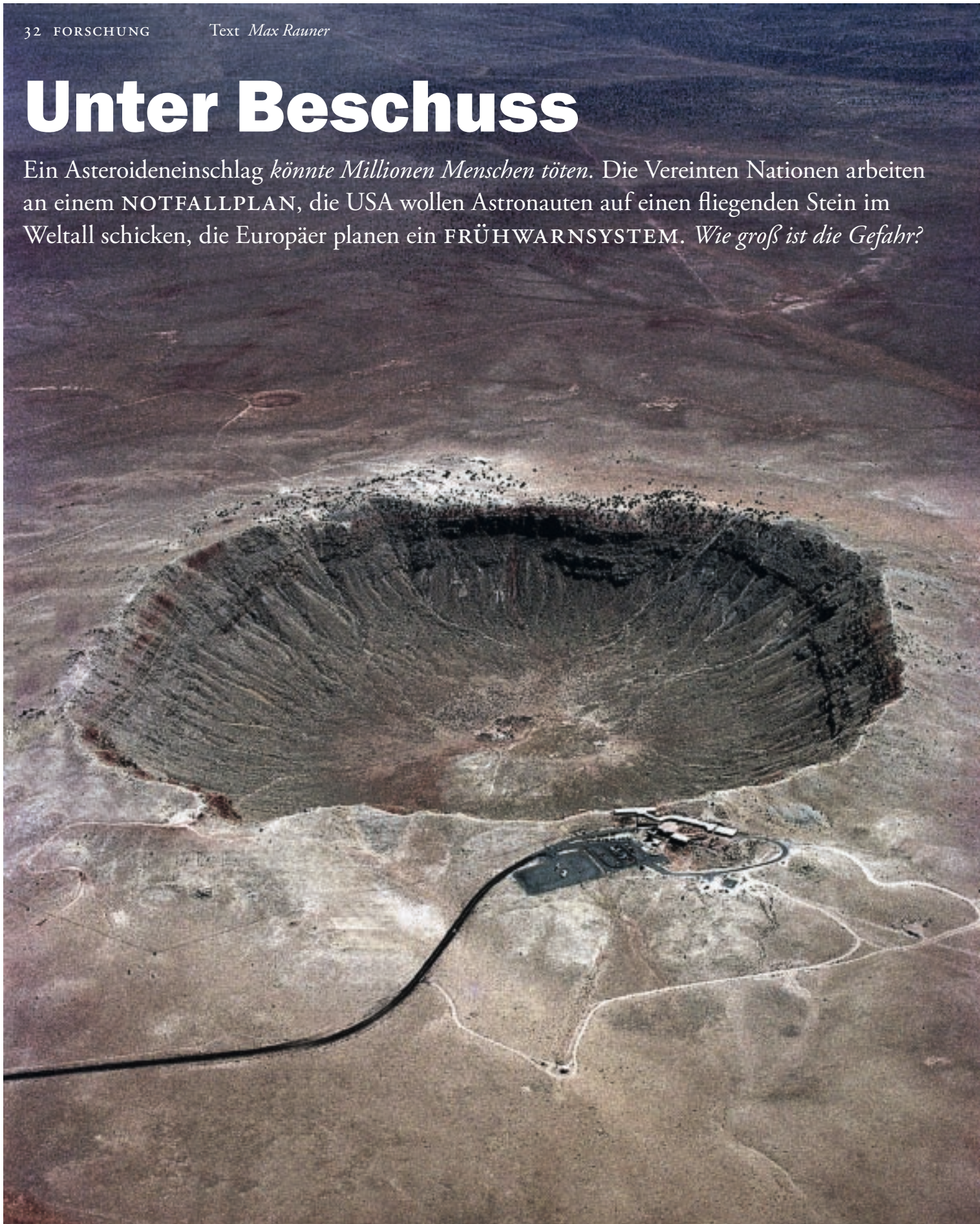


Unter Beschuss

Ein Asteroideneinschlag *könnte Millionen Menschen töten*. Die Vereinten Nationen arbeiten an einem NOTFALLPLAN, die USA wollen Astronauten auf einen fliegenden Stein im Weltall schicken, die Europäer planen ein FRÜHWARNSYSTEM. *Wie groß ist die Gefahr?*



Der Einschlag eines Asteroiden ist die einzige Naturkatastrophe, die wir verhindern können. Manche würden dafür sogar eine Atombombe zünden.

Die Rettung unserer Zivilisation beginnt für Detlef Koschny im Wohnzimmer. An einem Donnerstagabend im Februar sitzt er in seinem weißen Häuschen im niederländischen Noordwijkerhout vor dem Computer, seine Frau liest Zeitung auf dem Sofa. Detlef Koschny chattet mit Pablo Ruiz auf Teneriffa. Er fragt: »Wie ist das Wetter?«

Gut, antwortet Ruiz, 65 Prozent Luftfeuchtigkeit, klare Sicht. An der Küste Teneriffas drängen jetzt die Touristen in die Hotelbars, am Observatorium auf dem Berg ist Pablo Ruiz allein – allein mit einer Kaffeemaschine, ein paar Computern und einigen Milliarden Sternen über dem Kuppeldach. Ruiz und Koschny haben sich heute Abend im Dienst der Menschheit vernetzt. Sie wollen herausfinden, ob Asteroiden auf die Erde zufliegen. Ruiz tippt Kommandos in den Rechner. Schnurrend setzt sich das Fernrohr in Bewegung.

Im Science-Fiction-Spektakel *Armageddon* rettet Bruce Willis die Erde vor der Apokalypse, indem er einen anfliegenden Monster-Asteroiden mit einer Atombombe zerlegt. Koschny hat Ähnliches vor, auch wenn das auf den ersten Blick nicht so aussieht. Über seinen Bauchansatz spannt sich ein kariertes Hemd, er trägt Sandalen und Wollsocken von Oma. Detlef Koschny ist Europas oberster Asteroidenjäger, er arbeitet für die Europäische Raumfahrtorganisation Esa in Noordwijk. Pablo Ruiz bedient das Esa-Teleskop auf den Kanarischen Inseln.

Gemeinsam mit Raumfahrtexperten in aller Welt verfolgen sie einen verwegenen Plan: Sollte eines Tages ein Asteroid Kurs auf die Erde nehmen, wollen sie diesen aus der Bahn schießen. Die Europäer rätseln noch, wie das ohne Atombombe geht, andere erwägen auch diese Option. Einziger Unterschied zu Hollywood: Auf der Rakete würden keine Menschen mitfliegen. Größer noch als die technischen Hürden sind die politischen. Wenn bei dem Manöver etwas schiefgeht, könnten eigentlich unbeteiligte Nationen plötzlich zum Ziel der kosmischen Bombe werden.

Es klingt fantastisch, aber es ist ernst gemeint. Die Vision einer Asteroidenabwehr für den Planeten Erde wird konkret. Anfang Mai werden 200 Spezialisten auf der Planeten-Verteidigungs-Konferenz in Bukarest erwartet. Die UN arbeiten an einem Notfallplan für eine drohende Kollision. US-Präsident Barack Obama will Astronauten auf einen Asteroiden schicken, der amerikanische Kongress hat die Nasa zur Asteroidenjagd verdonnert. Die Esa will ein Frühwarnsystem aufbauen, und auch die Europäische Kommission lässt jetzt Abwehrmaßnahmen erforschen – sechs Millionen Euro sind dafür eingeplant.

Es ist zwar schon lange her, dass ein Asteroid das Leben auf der Erde zur Hölle machte: Vor 65 Millionen Jahren krachte ein 10 bis 15 Kilometer großer Koloss auf die mexikanische Halbinsel Yucatán, katapultierte Staub in die Atmosphäre und verursachte einen globalen Temperatursturz, dem wohl auch die

Dinosaurier zum Opfer fielen. Aber es fliegen immer noch kilometergroße Steine durchs Sonnensystem, manche von ihnen tauchen plötzlich wie aus dem Nichts auf.

Im Juli 2009 kollidierte einer von ihnen mit dem Jupiter und hinterließ dort eine Narbe von der Größe des Pazifiks. Man sei davon überrascht worden, teilte die Nasa mit – und machte ein Erinnerungsfoto mit dem Hubble-Teleskop.

Es gibt keinen Grund zur Panik. Es gibt aber auch keinen Grund, die Gefahr nicht ernst zu nehmen.

Bislang haben nur wenige Menschen Erfahrung mit Steinen, die vom Himmel fallen. Am 23. September 2003 durchschlug ein faustgroßer Meteorit – so heißen Asteroiden unter zehn Metern Durchmesser – das Dach eines Einfamilienhauses in New Orleans und krachte im Erdgeschoss neben die Toilette, am 9. Oktober 1992 zertrümmerte ein ähnlicher Stein den Kofferraum eines geparkten Chevrolets im Bundesstaat New York.

Je größer die Objekte, desto seltener sind sie. Im Jahr 1908 explodierte vermutlich ein mindestens zehn Meter großer Brocken über dem sibirischen Fluss Tunguska in der Atmosphäre und streckte auf einer Fläche von annähernd der Größe des Saarlands rund 60 Millionen Bäume nieder. Einer der größten Asteroiden, die während der Menschheitsgeschichte auf unserem Planeten einschlugen, war 40 Meter dick und fiel vor etwa 50 000 Jahren auf Nordamerika. Der 1200 Meter breite Krater ist heute eine Touristenattraktion im US-Bundesstaat Arizona, das Museum daneben sieht aus wie ein Puppenhäuschen (siehe Foto).

Asteroiden sind der Bauschutt des Sonnensystems. Die meisten kreisen im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter um die Sonne, sie sind harmlos. Einige Tausend jedoch haben ihren Kurs geändert, weil sie zu dicht an anderen Asteroiden vorbeiflogen oder mit ihnen kollidierten. Sie fliegen nun in stärker elliptischen Bahnen um die Sonne. Viele von ihnen nähern sich auch dem Erdborbit. »Es ist nur eine Frage der Zeit, bis wir einen mit unserer Adresse entdecken«, sagt der 75-jährige Astronaut Russell Schweickart, der 1969 mit einer Apollorakete um die Erde flog und seit Jahren für den Aufbau einer Asteroidenabwehr wirbt.

Das statistische Risiko eines Einschlags kennen Astronomen ziemlich genau, seit sie Nacht für Nacht den Himmel abschnappen: 1200 Asteroiden sind größer als 140 Meter und kommen der Erde in den nächsten Jahrzehnten näher als die 20-fache Erde-Mond-Distanz. Sie gelten als »potenziell gefährlich«, weil sie durch kleine Kursänderungen mit der Erde kollidieren und ganze Landstriche von der Fläche Bayerns verwüsten können. Keiner befindet sich nach derzeitigen Berechnungen auf Kollisionskurs, aber das kann sich ändern. Mit einem 140 Meter großen Stein rechnen Astronomen im Mittel alle 30 000, mit einem Einkilometer-Brocken alle 700 000 Jahre.

Von der Sprengkraft der Asteroiden zeugt dieser Krater in Arizona (links). Er stammt von einem 40 Meter großen Brocken aus Nickel und Eisen, der vor 50 000 auf die Erde krachte – und zehnmal schneller flog als eine Geschwehrgugel.

Steine im Weltall

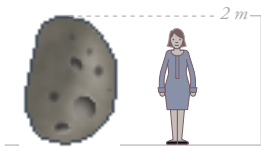
Krümeln



Millionen Steinchen aus dem All treffen täglich auf die Erdatmosphäre. Sie ionisieren die Luft und erscheinen uns meist als Sternschnuppen.

Häufigkeit: jede Sekunde
Tote (Worst Case): keine

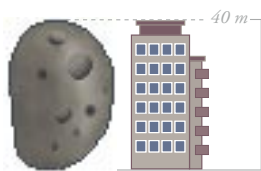
Meteoroid



Meteoroiden unter 10 Meter Durchmesser zerbersten und verglühen meistens in der Atmosphäre. Manchmal trifft ein Bruchstück die Erde, ganz selten ein Haus oder Auto.

Häufigkeit: alle paar Monate
Tote: unter zehn

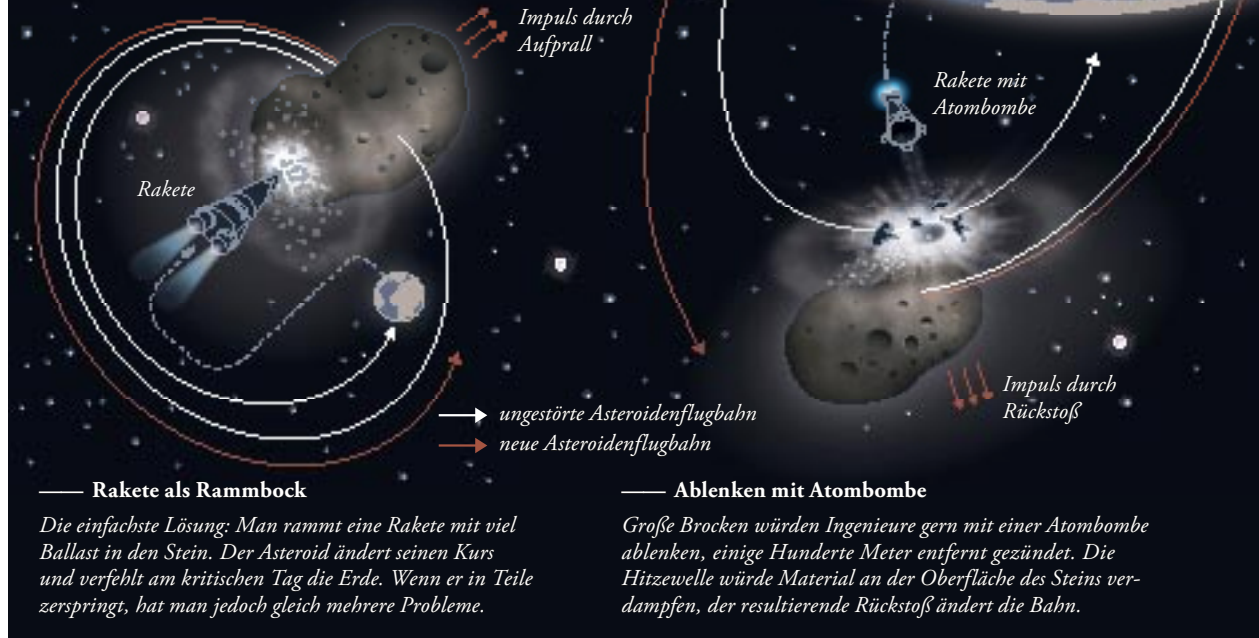
Kleiner Asteroid



Asteroiden im Hochhausformat hinterlassen 200 Meter tiefe Krater, können einen Tsunami auslösen oder durch ihre Explosion alle Fenster in einer Großstadt zerstören.

Häufigkeit alle 2000 Jahre
Tote bis zu 20 000

Ideen für eine Asteroidenabwehr



Rakete als Rammbock

Die einfachste Lösung: Man rammt eine Rakete mit viel Ballast in den Stein. Der Asteroid ändert seinen Kurs und verfehlt am kritischen Tag die Erde. Wenn er in Teile zerspringt, hat man jedoch gleich mehrere Probleme.

Ablenken mit Atombombe

Große Brocken würden Ingenieure gern mit einer Atombombe ablenken, einige Hunderte Meter entfernt gezündet. Die Hitzewelle würde Material an der Oberfläche des Steins verdampfen, der resultierende Rückstoß ändert die Bahn.

Dass die Warnungen der Asteroidenjäger zunehmend Gehör finden, hat auch politische Gründe: Die Internationale Raumstation ISS wird demnächst eingemottet, die großen Raumfahrtagenturen brauchen eine neue Aufgabe. Warum nicht gleich die Verteidigung des Planeten Erde?

Erster Schritt: Finde den Angreifer. Pablo Ruiz und Detlef Koschny nehmen am diesem Abend das Objekt 2010XY72 ins Visier. Der Asteroid ist – geschätzt nach seiner Helligkeit – knapp einen Kilometer groß. Entdeckt haben ihn amerikanische Astronomen im Dezember. Alle 440 Tage umrundet er die Sonne, im Jahr 2027 wird er sich dabei der Erde bis auf die 20-fache Erde-Mond-Distanz annähern. Weil 2010XY72 seit seiner Entdeckung kaum beobachtet wurde und seine Bahn nur ungefähr bekannt ist, droht er verloren zu gehen. Astronomen der italienischen Spaceguard – einer Stiftung, die sich der Asteroidenwarnung verschrieben hat – haben ihn einen Tag zuvor auf eine Liste von Steinen gesetzt, die schleunigst wieder angepeilt werden müssen. Nacht für Nacht holen sich Asteroidenjäger in aller Welt ihre Ziele von dieser Liste.

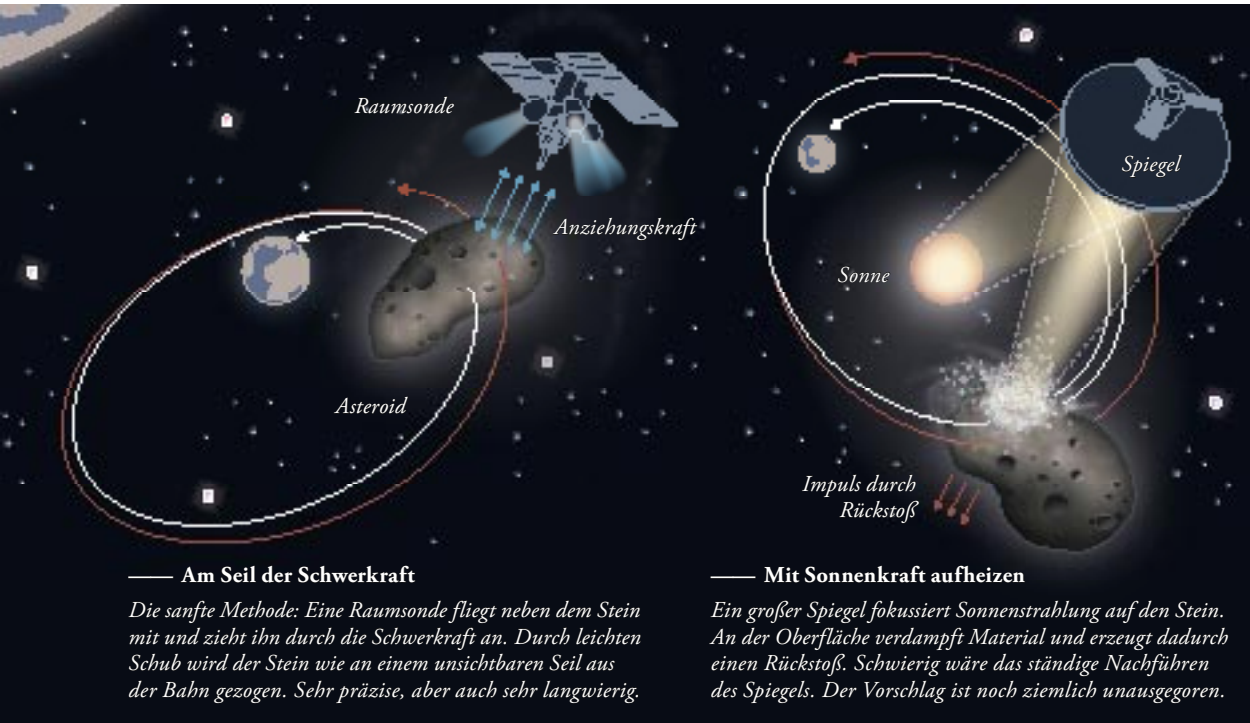
Ruiz schießt eine Fotoserie von dem Ausschnitt des Nachthimmels, wo der Stein zu sehen sein müsste. Mit dem bloßen Auge lässt sich der Asteroid auf den Fotos nicht von Sternen unterscheiden. Erst als Koschny die Bilder am Computer übereinanderlegt, sieht er am unteren Bildrand einen blassen Strich in der Nähe des vorhergesagten Ortes. Kurz vor Mitternacht schickt

er eine Mail mit den genauen Koordinaten an das Kleinplanetenzentrum der Internationalen Astronomie-Union in Cambridge, Massachusetts. Hier werden laufend die Orbits aller potenziell gefährlichen Asteroiden aktualisiert und in die Zukunft projiziert. Von 2010XY72, das steht am nächsten Tag fest, geht vorerst keine Gefahr aus.

Das gefährlichste Objekt auf der Liste ist ein 130 Meter großer Stein, der am 3. Juni 2048 nach heutiger Berechnung mit einem Restrisiko von 1 zu 3000 die Erde treffen kann. Das heißt: Gäbe es 3000 Kopien des Sonnensystems, würde die Erde in einer dieser Welten getroffen. Wenn das Risiko mit weiteren Beobachtungen nicht sinkt, wird bei Alan Harris bald wieder das Telefon klingeln.

Harris ist ein Brite in Berlin, Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR), Büro 321, der Mann für den zweiten Schritt: Angreifer abwehren. Immer wenn die *Bild*-Zeitung Asteroidenalarm gibt, klingelt bei Harris das Telefon, meist sind Journalisten dran. Wie schlimm ist es wirklich?, fragen sie. Aber auch Freunde wollen wissen, was Deutschland der Gefahr aus dem All entgegenzusetzen habe. Bis jetzt nicht viel, Harris will das ändern. »Andere Naturkatastrophen erscheinen uns gefährlicher«, sagt er, »aber bei einem Asteroideinschlag können Millionen sterben. Für die Menschheit hat das eine enorme Bedeutung.«

Die Häufigkeit eines Asteroideinschlags ist im Vergleich zu anderen Naturkatastrophen zwar gering. Das statistische Risiko, durch einen Asteroideinschlag zu sterben, ist zehnmal niedriger als die Wahrscheinlichkeit, dass ein Mensch durch einen Tsunami



— Am Seil der Schwerkraft

Die sanfte Methode: Eine Raumsonde fliegt neben dem Stein mit und zieht ihn durch die Schwerkraft an. Durch leichten Schub wird der Stein wie an einem unsichtbaren Seil aus der Bahn gezogen. Sehr präzise, aber auch sehr langwierig.

— Mit Sonnenkraft aufheizen

Ein großer Spiegel fokussiert Sonnenstrahlung auf den Stein. An der Oberfläche verdampft Material und erzeugt dadurch einen Rückstoß. Schwierig wäre das ständige Nachführen des Spiegels. Der Vorschlag ist noch ziemlich unausgereift.

umkommt. Aber das Risiko ist nicht null, und es gibt einen entscheidenden Unterschied: Ein Asteroideneinschlag ist die einzige Naturkatastrophe, die man im Prinzip verhindern kann.

Harris hat ein Team zusammengestellt und von der EU vier Millionen Euro für die Erforschung von Abwehrmaßnahmen bewilligt bekommen. Die Raumfahrtkonzerne Astrium und Deimos sind mit dabei, Kollegen aus Russland, Europa und den USA. Sie wollen unterschiedliche Strategien auf dem Computer simulieren und ein bis zwei Methoden an einem kleineren Asteroiden erproben. In der Diskussion sind vier Optionen (siehe Grafik oben): den Asteroiden mit einer schweren Rakete rammen; ihn wegpusten mit einer Atombombe – das simulieren die Russen; ihn ablenken durch die Schwerkraft einer parallel fliegenden Raumsonde oder durch fokussierte Sonnenstrahlung. »Die Techniken sehen auf dem Papier alle gut aus«, sagt Harris. »Aber es gibt viele Unbekannte. Deshalb müssen wir das testen.« Er rechnet mit Kosten von 500 Millionen Euro für eine Testrakete, die einen Asteroiden aus der Bahn schießen könnte.

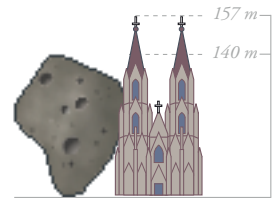
Dass es möglich ist, ein Objekt zu treffen, das mit 50 000 Stundenkilometern durchs All schießt, haben die Nasa und die japanische Raumfahrtbehörde Jaxa vorgemacht. Die Nasa rammte am 4. Juli 2005 eine selbstlenkende Rakete mit 400 Kilogramm Kupfer in den Kometen Tempel-1 (Kometen bestehen aus Staub und Eis, Asteroiden aus Stein oder Eisen). Und Japans Raumsonde Hayabusa erreichte im selben Jahr den Asteroiden Itokawa, landete darauf und brachte eine Staubprobe zurück zur Erde.

Für eine richtige Abwehrmission brauchte es mehr Wumms, zum Beispiel Schwerlastraketen, mit denen sonst Satelliten ins All befördert werden. Je nach Größe des anfliegenden Steins müsste man den Asteroiden bis zu zwanzig Jahre vor der Kollision mit fünf bis zehn Atlas-V-Raketen treffen, haben US-Wissenschaftler ausgerechnet. »Die Technologie, mit der wir 99 Prozent aller potenziellen Einschläge verhindern können, ist vorhanden«, sagt Apollo-Veteran Russell Schweikart. »Worauf warten wir noch?«

Wir warten auf die Politik. Denn irgendwo zwischen Asteroid erkennen und Asteroid abschießen gibt es ein Problem, das kein Ingenieur lösen kann: Wer trifft die Entscheidung? In *Armageddon* greift Bruce Willis zum roten Telefon und ruft im Weißen Haus an. »So werden wir es sicher nicht machen«, sagt Detlef Koschny. Aber wie dann?

Auf einer Konferenz im vergangenen Herbst konfrontierten Koschny und Schweikart eine Schar internationaler Experten mit einem Gruselszenario: Stellen Sie sich vor, dass ein Asteroid am 13. April 2036 in den Atlantik einschlagen und eine globale Katastrophe auslösen wird. Tatsächlich kommt der Asteroid Apophis der Erde an diesem Tag recht nahe, die Einschlagwahrscheinlichkeit liegt aber unter 1 zu 230 000. Weiterhin angenommen, man könnte den Brocken früh genug mit einer Rakete zur Seite lenken. In welche Richtung soll man ihn schubsen? Nach Westen, sodass er am 13. April in Flugrichtung links von Amerika an der Erde vorbeifliegt? Oder nach Osten, sodass er jenseits von Wladiwostok über die Erde hinauschießt? Das Dilemma: Wenn etwas schiefeht, lenkt man ihn im ersten Fall

PH-Asteroid



Potenziell gefährliche Asteroiden (PHA) heißen Brocken ab 140 Meter Durchmesser (hier neben dem Kölner Dom), die der Erde näher als 20 Erde-Mond-Distanzen kommen. Noch 100 Kilometer vom Einschlagort entfernt, regnet es kirschgroße Steine, der Krater ist drei Kilometer breit und 700 Meter tief. Häufigkeit: alle 30 000 Jahre | Tote: bis zu 100 000

Großer Asteroid

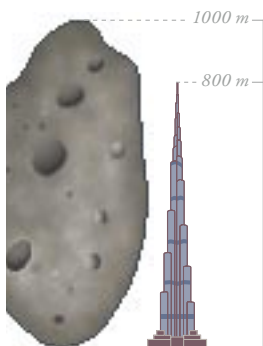


Rund 2500 Asteroiden mit 300 bis 1000 Meter Durchmesser befinden sich auf erd-nahen Umlaufbahnen. Ein 500-Meter-Stein, hier neben dem Berliner Fernsehturm, verursacht Schäden wie ein Erdbeben der Stärke 7. Häufigkeit: alle 200 000 Jahre | Tote: bis zu 200 000

IM INTERNET

Simulator für Asteroideneinschläge:
www.purdue.edu/impactearth

Monsterasteroid



Ein Kilometer große Steine, hier im Vergleich zum Wolkenkratzer Burj Khalifa in Dubai, können ganze Länder verwüsten: Glühende Steine setzen Wälder in Brand, Staub verdunkelt den Himmel. Das Nördlinger Ries in Bayern ist der Krater eines 1,5-Kilometer Brockens. **Häufigkeit** alle 700 000 Jahre | **Tote** bis zu 700 000

Apokalypse



Keine Angst, Asteroiden von der Größe des Mount Everest gibt es weniger als zehn. Ein Einschlag würde einen globalen Temperatursturz auslösen. **Häufigkeit** alle 100 Millionen Jahre | **Tote:** Massensterben

ASTEROIDENABWEHR

»Es geht nicht um Geld, es geht um Verantwortung.«



Der ehemalige Apollo-Astronaut Russell Schweickart, 75, leitete eine Taskforce der Nasa zum Aufbau einer Asteroidenabwehr.

ZEIT WISSEN: *Machen Sie sich ernsthaft Sorgen wegen eines möglichen Asteroideneinschlags?*

RUSSELL SCHWEICKART: Ich Sorge mich um viele Dinge, von meinen Zähnen bis zu den Protesten in Libyen. Es gibt keinen Grund, diese gegeneinander auszuspielen. Es ist nicht teuer, künftige Generationen vor einem Asteroideneinschlag zu retten. *Was würde das denn kosten?*

Wir haben der Nasa und dem Weißen Haus 25 Empfehlungen vorgelegt, darunter den Bau von Teleskopen für ein Frühwarnsystem sowie eine Testabwehrmission. In den ersten zehn Jahren bräuchte man jährlich 250 bis 300 Millionen Dollar. Danach würden jährlich 75 Millionen ausreichen. *Ein gutes Geschäft für die Raumfahrer.*

Wir reden hier über weniger als ein Prozent des Nasa-Budgets, Peanuts im Vergleich zu den Ausgaben für wissenschaftliche Missionen. Was finden Sie wichtiger: die Dicke des Eises auf dem Jupiter zu messen oder das Leben auf der Erde zu beschützen? Es geht nicht um

Geld, es geht um Verantwortung.

Versteht die Wissenschaft genug von Himmelsmechanik, um Asteroiden abzuwehren?

Wir lernen immer noch dazu, aber wir können definitiv ausrechnen, wo sich Schlüssellöcher befinden. *Schlüssellöcher?*

Kleine Regionen nahe der Erde, die ein Asteroid passieren muss, damit er die Erde bei der nächsten Begegnung trifft. Der Asteroid Apophis etwa müsste 2029 eine solche Region durchqueren, um uns im Jahr 2036 zu treffen. *Können wir das verhindern?*

Man müsste ihn präzise zur Seite lenken, sodass er zwischen den Schlüssellöchern hindurchfliegt. Die Technik

dafür haben wir längst. *Man könnte doch die Zielregion einfach evakuieren.* Das stimmt, und bei kleineren Objekten wäre das wohl auch die Methode der Wahl. Aber wenn man eine Stadt evakuiert, die anschließend zerstört wird, hat man eine Menge Leute ohne Arbeit und ohne Zuhause. Die Infrastruktur kann man nicht mitnehmen. *Was erwarten Sie von den Deutschen?*

Deutschland ist Mitglied der Esa, und die Esa ist eine von wenigen Organisationen, die solche Missionen beherrscht. Außerdem haben die Deutschen mehr Geld als sonst jemand in Europa – sie sollten sich engagieren.

womöglich auf New York, im zweiten Fall Richtung Paris, Berlin, Moskau. Westen oder Osten? Die Experten waren sich einig: ein Fall für die UN.

Tatsächlich haben die Vereinten Nationen einen Unterunterausschuss eingerichtet, der seit drei Jahren an einem Notfallplan arbeitet: das »Action-Team für erdnahe Objekte«. Detlef Koschny und Alan Harris arbeiten darin mit, außerdem Fachleute aus Japan, Russland, den USA und anderen Nationen. Mitte Februar trafen sie sich in einem Holzgetäfelten Saal des UN-Büros in Wien, im kommenden Jahr soll ihr Entwurf fertig sein. Das Action-Team möchte die Planetenverteidigung künftig an drei Gruppen delegieren: Die internationale Gemeinschaft der Astronomen soll sich um ein Frühwarnsystem kümmern, die Raumfahrernationen wären für die Abwehrtechnik verantwortlich, und ein UN-Gremium – etwa der Ausschuss für die friedliche Nutzung des Weltraums – soll alles koordinieren.

Den Experten schwebt eine Checkliste vor, die man im Ernstfall nur noch abarbeiten müsste: Ab welcher Größe gibt es Katastrophenalarm? Welche Abwehrtechnik ist für welches Objekt geeignet? Wer baut die Raketen? »Wenn es so weit ist«, sagt Koschny, »müssen wir nur noch die Schublade aufmachen.«

Westen oder Osten? Man könnte den möglichen Schaden für beide Fälle vergleichen, sagt Koschny. Die Zahl der Todesopfer, die zerstörte Infrastruktur. »Und das letzte Wort hätte der Sicherheitsrat.«

Das klingt vernünftig, nur: China hat sich an den Beratungen bisher nicht beteiligt, Indien zögert noch. Und so richtig glauben die Experten wohl selbst nicht

an den Durchbruch. »Wir sind nicht besonders gut darin, kollektive Entscheidungen dieser Reichweite zu treffen«, sagt Russell Schweickart. »Wahrscheinlich müssen wir erst von einem Asteroiden getroffen werden.« Detlef Koschny hofft, dass man im Ernstfall wenigstens eine Stadt evakuieren könnte. Auch Alan Harris ist pessimistisch: »Wir werden wieder ein Tunguska-Ereignis haben«, prophezeit er, »vielleicht einen 50 Meter großen Stein über besiedeltem Land. Am Tag darauf wird mein Leben ein anderes sein.« Harris wird dann ein gefragter Mann sein. Nach dem Tsunami von 2004 dauerte es keinen Monat, bis Deutschland Indonesien ein Warnsystem schenken wollte.

Ende Februar fährt Detlef Koschny nach Hertenheim an der Bergstraße, um Amateur-Astronomen auf die Verteidigung unseres Planeten einzuschwören. Gleich neben der Starkenburg betreiben sie eine kleine Sternwarte. Einige Dutzend Asteroiden zwischen Mars und Jupiter haben die Amateure von hier aus schon entdeckt. Außerdem helfen sie dabei, die Bilder der Profis nach erdnahen Objekten zu durchforsten, Computer können das noch nicht.

Es ist kalt, und der Nachthimmel ist klar, als Koschny über das Kopfsteinpflaster zur Starkenburg hinauffährt. Oben angekommen, rennen plötzlich Menschen in Outdoorjacken aus dem Haus und versammeln sich auf dem Parkplatz, in den Himmel spähend. Da taucht über dem Odenwald ein Lichtpunkt auf und zieht zügig Richtung Frankfurt. Die Internationale Raumstation. Koschny guckt kurz nach oben und geht dann weiter. Die tut nichts. _____

