

dtv

»Naturwissenschaft kann sehr einfach  
und sehr aufregend sein.«

*Joachim Bublath*, Dr. rer. nat., studierte Mathematik, Physik und Chemie. Er produziert seit 1971 naturwissenschaftliche Fernsehsendungen, ist heute Ressortleiter Naturwissenschaften und Technik im ZDF sowie Autor und Produzent mehrerer Sendereihen wie der ›Knoff-hoff-Show‹ und von ›Faszination Erde‹ sowie ›Abenteuer Forschung‹, die seit 2004 unter seinem eigenen Namen läuft, und naturwissenschaftlicher Sondersendungen. Joachim Bublath ist einer der bekanntesten Wissenschaftsjournalisten und wurde für seine Arbeit mit zahlreichen, auch internationalen Preisen ausgezeichnet.

Joachim Bublath

# Chaos im Universum

Asteroiden und Kometen  
Fremde Welten  
Theorien über das Chaos

Mit zahlreichen farbigen Abbildungen

Deutscher Taschenbuch Verlag

Von Joachim Bublath  
sind ebenfalls im Deutschen Taschenbuch Verlag erschienen:

Geheimnisse unseres Universums (34442)

Die neue Welt der Gene (34443)

Überarbeitete und aktualisierte Taschenbuchausgabe  
Oktober 2007

Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG,  
München

[www.dtv.de](http://www.dtv.de)

© 2007 Joachim Bublath

Erstveröffentlichung: Droemer Knauer, München 2001

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Sämtliche, auch auszugsweise Verwertungen bleiben vorbehalten.

Umschlagkonzept: Balk & Brumshagen

Umschlagfoto: Julian Baum/Science Photo Library/Agentur Focus

Redaktion, Satz und Innengestaltung: Olaf Benzinger,

Lektyre Verlagsbüro, Germering

Gesetzt aus der Palatino 10/13°

Druck und Bindung: APPL, Wemding

Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier

Printed in Germany

ISBN: 978-3-423-34444-9

# Inhalt

Vorwort . . . . .	7
1. Die Bedrohung aus dem Weltall . . . . .	9
2. Die Ordnung – eine Illusion? . . . . .	25
3. Das Wetter erschüttert ein Weltbild . . . . .	41
4. Wie ein Pendel das Bild der Welt verändert . . . . .	50
5. Die Theorien der Naturwissenschaftler . . . . .	58
6. Die Welt – ein aufregendes Chaos . . . . .	71
7. In den Trümmern des Weltbildes . . . . .	79
8. Vom Klima, dem El Niño und anderen Unwägbarkeiten . . . . .	90
9. Chaos im Planetensystem? . . . . .	104
10. Die Überraschung, die in einer Gleichung steckt . . .	115
11. Ein Hoffnungstreif im Chaos . . . . .	122
12. Der Zwang zur Ordnung . . . . .	133
13. Expeditionen in das Wirrwarr . . . . .	138
14. Die Vielfalt der Natur – eine Täuschung? . . . . .	149
15. An den Grenzen der Naturwissenschaften . . . . .	157
16. Die Insel des Lebens – allein im Universum? . . . . .	173
17. Der Kontakt mit fremden Welten . . . . .	185
18. In Zukunft ohne Naturwissenschaften? . . . . .	194
Bildnachweise . . . . .	209
Register . . . . .	210



# Vorwort

Ein elementares Anliegen von uns allen scheint es zu sein, einen Blick in die Zukunft werfen zu können. Dafür wurden seit Urzeiten recht unterschiedliche Methoden entwickelt. Sie reichen von den diversen Formen der spekulativen Wahrsagerei wie Kartenlegen oder Kaffeesatzlesen usw. bis zu den modernen Wissenschaften. Die Versuche, zu erkennen, was in der Zukunft passieren wird, sind wohl bei den Naturwissenschaften am besten aufgehoben, obwohl diese nur in relativ nüchternen Bereichen entsprechende Aussagen treffen können. Nicht um die Liebe, um das finanzielle Glück oder um Gesundheit und Tod geht es hier. Die Vorhersagen beziehen sich stattdessen auf Vorgänge, die den naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten unterworfen sind. Dieser Blick in die Zukunft beschränkt sich darauf, im Voraus wissen zu wollen, wie eine Kugel von A nach B rollt, welche Bewegungen die Planeten ausführen, wie sich das Zerplatzen von Atomkernen auswirkt oder was die Veränderung von Genen zur Folge hat.

Naturwissenschaften können so gesehen eine Vorhersage für die Zukunft liefern. Ohne diese verlässliche Abschätzung der Zukunft hätte sich die Technik nicht entwickeln können. Denn hier muss man wissen, was passiert, wenn beispielsweise verschiedene Zahnräder ineinandergreifen oder sich Elektronen in Halbleitern bewegen. Ohne diese spezielle Perspektive in die Zukunft wäre Technik überhaupt nicht möglich.

Allerdings hat dieser Blick auch seine Grenzen. Naturwissenschaften beschreiben die Welt, die uns umgibt, mit Modellen – und diese sind nur ein unvollständiges Abbild der Wirklichkeit. Einige Menschen werden durch die Erfolge der naturwissenschaftlichen Forschung dazu verführt, die Gültigkeit dieser Modellvorstellungen zu überschätzen. In diesem Buch wird versucht, die Einschränkung durch die Modelle und damit auch die Grenzen der Vorhersagbarkeit aufzuzeigen. Damit gelingt es vielleicht, die Leistungsfähigkeit der naturwis-

senschaftlichen Weltbilder besser einzuschätzen. Vor allem zeigt sich, dass nach der ersten Begeisterung für diese Sichtweise der Welt vor allem auch Bescheidenheit über unser heutiges Wissen und dessen Möglichkeit, das Universum zu beschreiben, angebracht ist.

*Dr. Joachim Bublath*

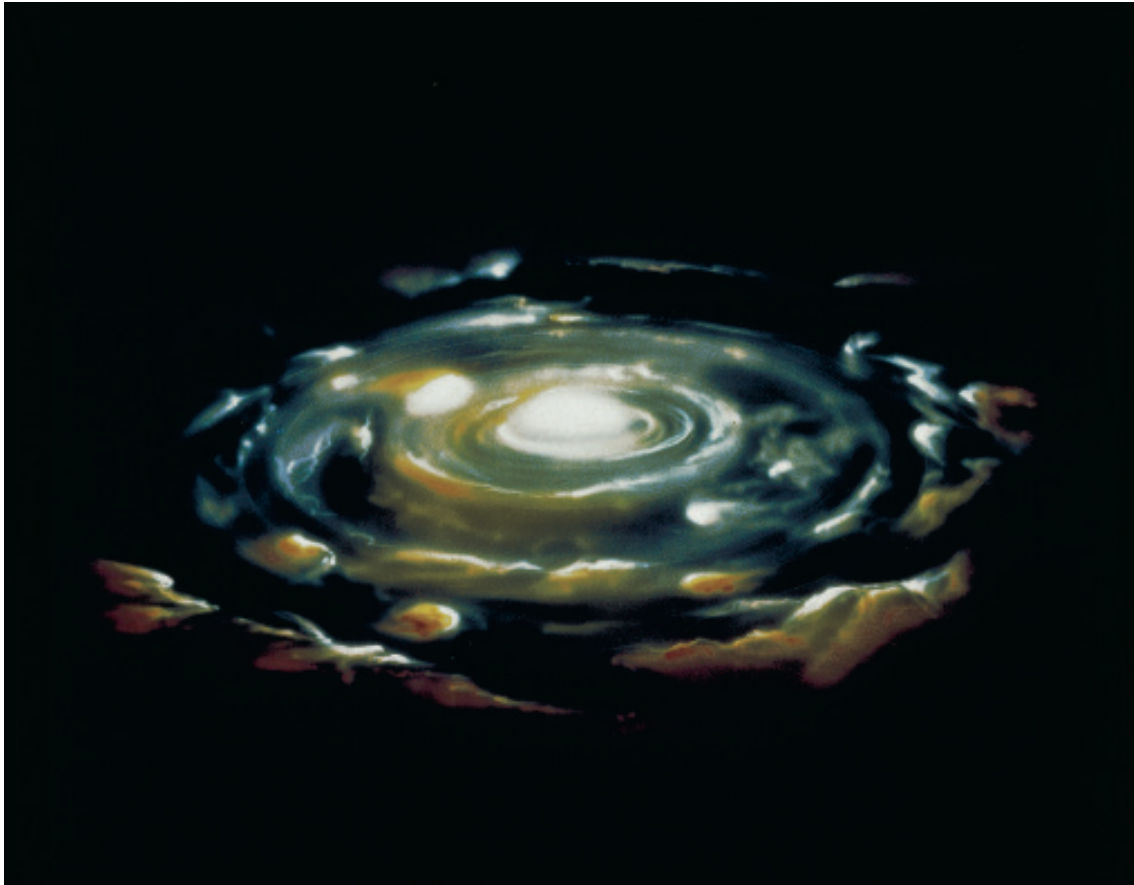
# Die Bedrohung aus dem Weltall

# 1

Angst ist kein guter Ratgeber, und das wird oft weidlich ausgenutzt. So wissen Vertreter exotischer Heilslehren, gezielt Ängste zu schüren, denn dadurch glauben sie ihre Anhängerschar an sich zu binden und zu vergrößern. Gern wird dazu eine größere Katastrophe vorhergesagt oder gar das Ende der Welt. Ein kleiner Lichtblick in dieser Finsternis ist dann schnell versprochen, unter der Voraussetzung allerdings, sich an die Spielregeln des Heilsbringers zu halten und an sein Weltbild zu glauben. Ängste kann man am besten mit einer geschickten Mischung aus Tatsachen und Herbeigesponnenem schüren. Einige dieser Lehren setzen auf die Angst vor der Bedrohung aus dem Weltall: Außerirdische Objekte sollen die Erde treffen und dadurch ihren Untergang herbeiführen. Die Rettung gelingt allein den Anhängern einer solchen Sekte. Der Ungläubige hat keine Chance zu überleben.

Die Verkünder solcher Katastrophen aus dem Weltall können sich durchaus auf vergangene Ereignisse berufen, bei denen, obwohl nicht durch höhere Mächte beeinflusst, Himmelskörper die Erde trafen. Ja, in der Entstehungsgeschichte der Erde und der anderen Planeten in unserem Sonnensystem, die vor 4,6 Milliarden Jahren begann, waren solche Geschehnisse sogar sehr häufig. Der Mond mit seinen zahlreichen Kratern zeigt uns heute noch, wie es einige hundert Millionen Jahre nach der Entstehung unseres Sonnensystems in unserem Planetensystem zugeht. Das schwere Bombardement durch herabstürzende Himmelskörper endete vor 3,8 Milliarden Jahren. Danach kam es nur hin und wieder zu Einschlägen. Auf der Erde sind

Immer wieder wird das Ende der Erde durch die Kollision mit Gesteinsbrocken aus dem Weltall vorhergesagt. Kann es wirklich zu einem solchen tödlichen Zusammenstoß kommen?



Unser Planetensystem entstand aus der Asche einer Supernova-Explosion. Stehen kosmische Katastrophen am Anfang des Lebens?

Spuren dieser jüngeren Treffer im Nördlinger Ries oder als Krater bei Flagstaff/Arizona zu sehen. Dieser Einschlag fand erst vor 49 000 Jahren statt und schuf einen Krater mit einem Durchmesser von 1,2 Kilometern. Der

rasende Felsbrocken mit einem Durchmesser von 30 Metern löschte damals in der Umgebung alles Leben aus. Zudem gab es immer wieder neue Einschläge. Aber auf der Erde – anders als auf dem Mond – verwischt die Erosion aufgrund der Atmosphäre und des vorhandenen Lebens weitgehend die Spuren dieser Bomben aus dem Weltall.

Verfolgt man die Entwicklungsgeschichte der Erde, so wird sie – so paradox es auch klingt – weitgehend von Katastrophen bestimmt. Das Bombardement aus dem Weltall waren nur kleinere Katastrophen, verglichen mit dem Riesenknall, aus dem unser Planetensystem entstanden ist: einer Supernova-Explosion. Ein Wasserstoff-Stern brannte aus, kollabierte und explo-

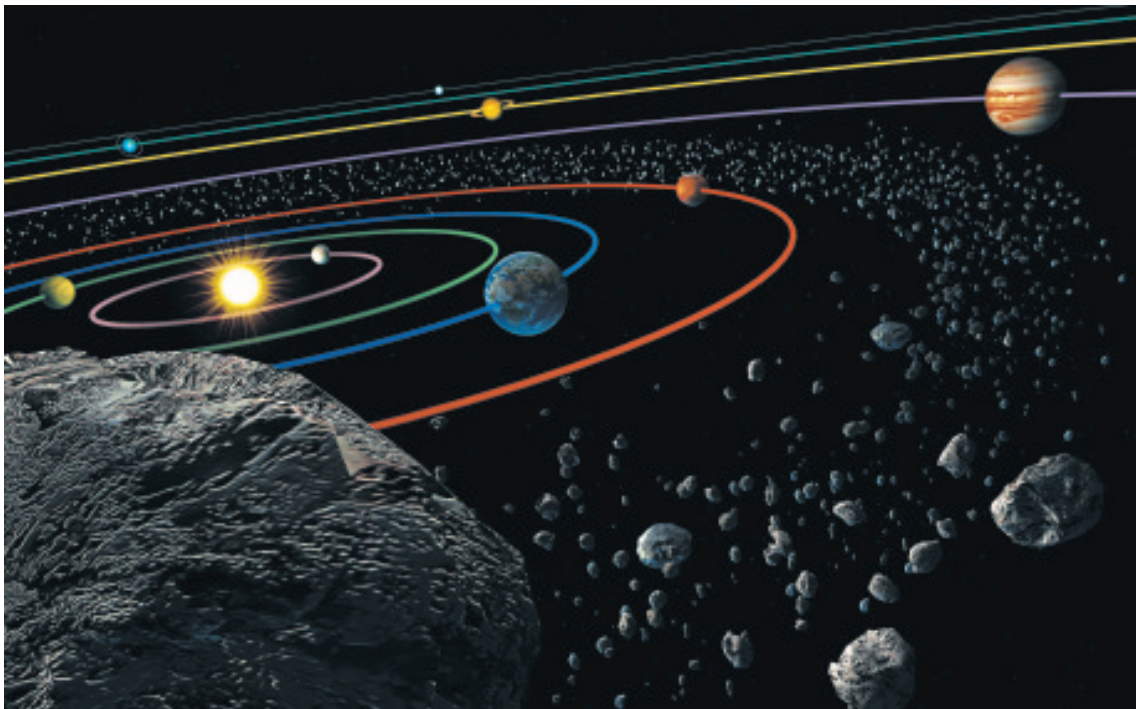
dierte schließlich. Gab es vorher nur Wasserstoff und Helium, so entstanden durch diese Explosion jetzt all die anderen Atomkerne des Periodensystems, vom Kohlenstoff bis hin zum schweren Uran. Erst damit wurden die Voraussetzungen für die spätere Entwicklung des Lebens geschaffen. So wurde aus der Katastrophe – dem Ende eines Sterns – letztendlich auch unsere Erde geboren. Der Anfang für neue Konstellationen im Universum war geschaffen: Aus der Asche dieser Explosion formten sich langsam die Himmelskörper unseres Planetensystems. Die treibende Kraft war dabei die Gravitationskraft – die Anziehung der Massen untereinander. Der Staub verdichtete sich unter ihrem Einfluss sogar zu einem neuen aufleuchtenden Stern, zu unserer Sonne. In ihr verschmelzen die Atomkerne, und dadurch wurde Energie frei. Die Staubreste um die Sonne verdichteten sich zu den Planeten. Ihre geringe Masse und die dadurch schwächere Gravitationskraft reichten nicht aus, sie zu leuchtenden Sternen werden zu lassen. Sie strahlen nicht aus eigener Kraft, sondern werden von der Sonne beleuchtet. Zudem torkelten in den Räumen zwischen den Planeten Materiebrocken umher, die sich wegen der Kräfteverhältnisse nicht zu größeren Himmelskörpern zusammenfinden konnten. Sie wurden nach und nach von den Planeten angezogen und verschluckt.

Dazu gehörte auch die Erde, die deshalb in ihrer Anfangsphase häufig von solchen Materiebrocken getroffen wurde. Und nach einer gängigen Theorie soll vor 4,5 Milliarden Jahren auch unser Mond aus der Kollision eines mächtigen Himmelskörpers mit der noch jungen, vulkanisch heißen Erde entstanden sein. Ein Brocken mit den Ausdehnungen des Mars traf die Erde, und aus diesem gewaltigen Zusammenstoß bildeten sich die Erde und der Mond in ihren heutigen Dimensionen. Wieder stand eine Katastrophe am Anfang einer völlig neuen Entwicklung; denn dieser Einschlag brachte der Erde letztendlich Vorteile. Der Mond stabilisierte über die Gravitationskraft die Drehachse der Erde. Ohne diesen Einfluss würde die Erdachse stark hin und her schwanken, und durch diese schnell wechselnden Neigungen relativ zur Sonne käme es immer wieder zu heftigen Klimaveränderungen.

Die Entwicklung des Lebens auf der Erde wäre unter diesen Bedingungen wohl kaum erfolgreich gewesen. Der Mars zum Beispiel besitzt keinen großen Mond und verändert deshalb in relativ kurzen Zeitabständen die Lage seiner Rotationsachse immer wieder. Dadurch kommt es zu sehr starken Unterschieden in der Oberflächentemperatur. Unser Mond löst zudem auf der Erde Ebbe und Flut aus, und das soll eine weitere Voraussetzung für die Entstehung von Leben gewesen sein, denn in den regelmäßig immer wieder aufgefüllten Flutteichen am Küstenrand konnte es zur Bildung der dafür wichtigen langkettigen Moleküle kommen.

Die Zeit der großen Katastrophen in unserem Planetensystem war nach dem Aufsaugen der großen Felsbrocken durch die Planeten vorüber. Über die Jahrtausende wurde dann der Raum zwischen den Planeten durch die Wirkung der Gravitationskraft sogar weitgehend staubfrei, und auch die wenigen noch vorhandenen Brocken hatten schließlich ihre Wanderung durch einen Aufschlag auf einem der Planeten beendet. Der Jupiter als größter und massenreichster Planet zog durch seine große Gravitationswirkung viele dieser Vagabunden an, und er gilt deshalb auch heute noch als »Staubsauger« unseres Planetensystems, der umherirrende Brocken an sich zieht. Heute hat sich die Lage in unserem Planetensystem mehr oder weniger stabilisiert. Herumfliegende Materiebrocken, die die Erde direkt bedrohen, gibt – zumindest soweit sie bekannt sind – es nur noch wenige.

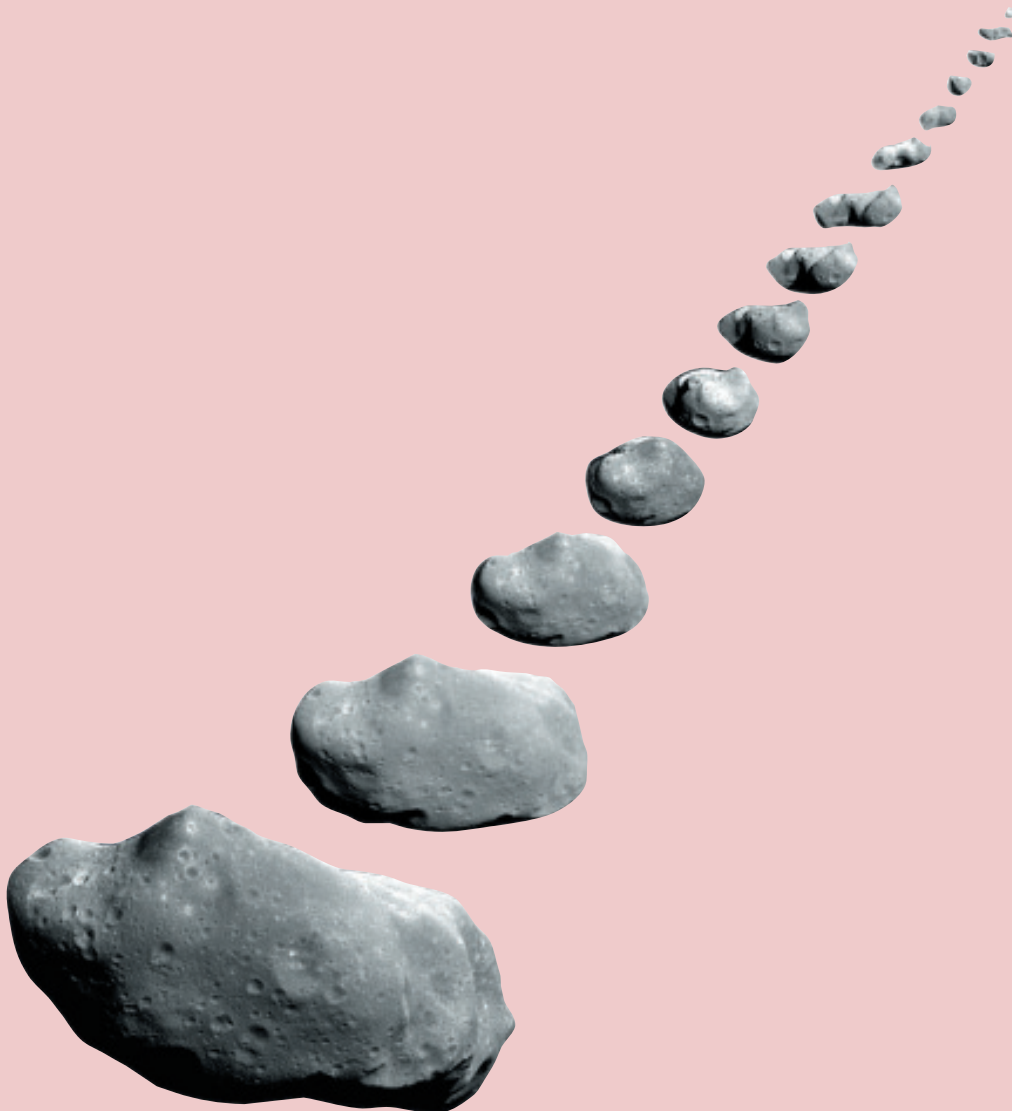
Die andauernd ruhige Phase in unserem Planetensystem war wichtig für die Entstehung des Lebens auf unserer Erde. Denn: Konnten sich nach der Abkühlung der vulkanischen Erde die komplizierten Moleküle des Lebens endlich einmal zusammenfinden und traf dann wieder einmal ein Materiebrocken den Planeten, so hatte das dramatische Folgen. Die Geschwindigkeit, mit der diese Geschosse aufprallen, verleiht ihnen eine sehr hohe Energie, selbst wenn ihr Durchmesser nur einige Meter beträgt, sodass alles im weiten Umkreis zerstört wird – auch das aufkeimende Leben. So war das Ende dieses Bombardements aus dem Weltall letztendlich auch der Schlüssel zu unserer Existenz. Heute gelangen zwar immer wieder sehr klei-



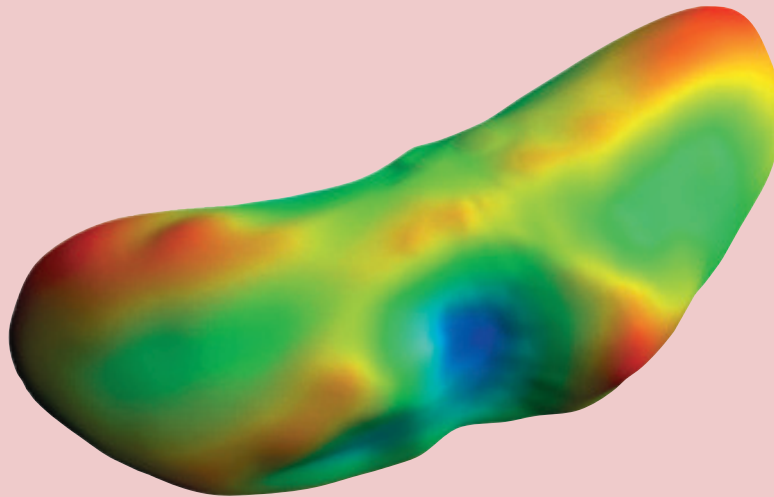
ne »Steinchen« aus dem Weltall zu uns. Sie zerfallen und verglühen jedoch in der Atmosphäre und erreichen deshalb nicht die Erdoberfläche. Etwa 200 000 Tonnen dieses Staubs treffen jährlich die Erde. Aber ganz frei von einer Bedrohung durch Einschläge auf der Erde sind wir auch heute nicht. Eine potenzielle Gefahr geht von einem Gebiet aus, das zwischen Mars und Jupiter liegt, dem Asteroidengürtel. Hier haben sich die restlichen Materiebrocken unseres Planetensystems versteckt und ziehen zu Millionen ihre Bahn um die Sonne. Ihr Durchmesser kann mehrere hundert Kilometer betragen, die meisten von ihnen sind jedoch kleiner, mit Ausmaßen, die deutlich unter 1 Kilometer liegen. Hinzu kommen zahllose Ministeine, die in diesem Gürtel die Sonne umkreisen. Mit der heutigen Technik kann man sogar Fotos von einigen dieser Gesteinsbrocken im Weltall machen, und man hat sie teilweise auch mit Namen versehen. So lieferten Raumsonden Bilder von den Asteroiden Gaspra, etwa 17 Kilometer lang, oder Ida mit einer Länge von etwas über 50 Kilometern. Auf den beiden folgenden Seiten sind diese Asteroiden abgebildet.

Zwischen Mars und Jupiter liegt der Asteroidengürtel – Materiebrocken, die auch die Erde bedrohen können.

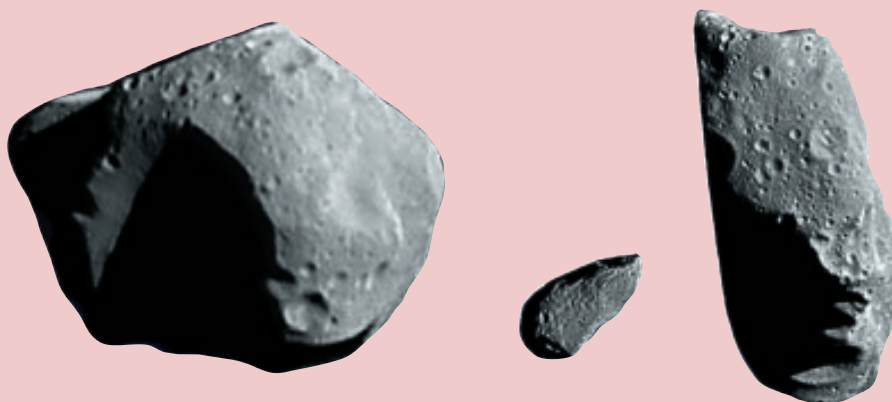
In dieser Bildmontage zeigt sich der Asteroid Ida, aufgenommen von der sich annähernden Raumsonde Galileo. Ida rotiert einmal in 4 Stunden um die eigene Achse und ist etwa 52 km breit. Das erste Bild im Hintergrund wurde in einem Abstand der Sonde von 240 000 km aufgenommen. Die Großaufnahme gelang bei einer Entfernung von ca. 3000 km. Wahrscheinlich ist Ida ein größeres Bruchstück einer Asteroidenkollision. Es besteht vermutlich aus stark eisenhaltigem Gestein. Die zahlreichen Einschlagkrater weisen auf einen geologisch relativ jungen Ursprung hin.



Der Asteroid Eros zeigt auf seiner Oberfläche viele Krater und Furchen. er ist etwa 34 km breit und, wie auch die anderen Asteroiden, ein Überbleibsel aus der Frühzeit des Sonnensystems. Die Farben stellen das Höhenprofil von Eros dar. Rot zeigt Erhebungen, Blau Vertiefungen auf der Oberfläche.



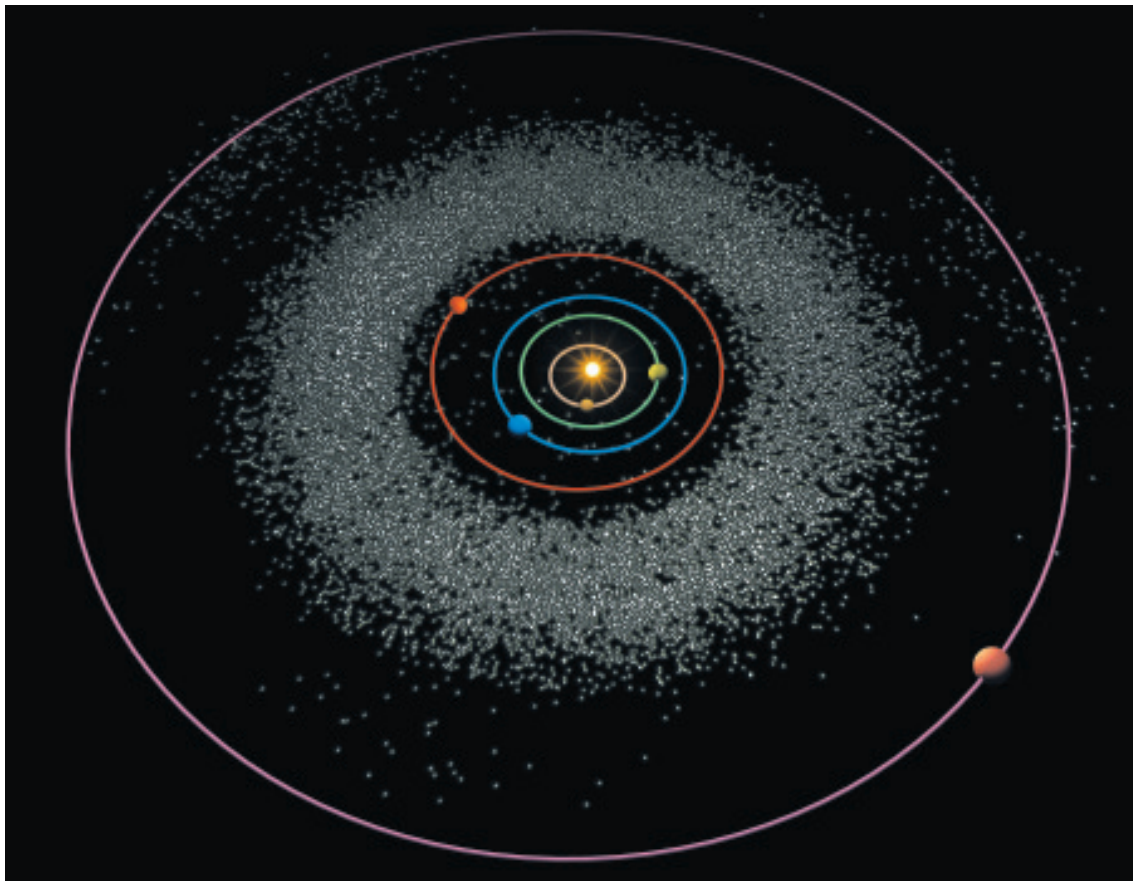
Ansichten der Asteroiden Mathilde, Gaspra und Ida (von links nach rechts). Mathilde ist 59 km breit und 47 km hoch, die anderen maßstabsgetreu kleiner. Die Raumsonde und die Asteroiden waren zu dieser Zeit 441 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt. Die kantige Form der Asteroiden lässt darauf schließen, dass sie durch eine gigantische Kollision großer Gesteinsbrocken entstanden sind.

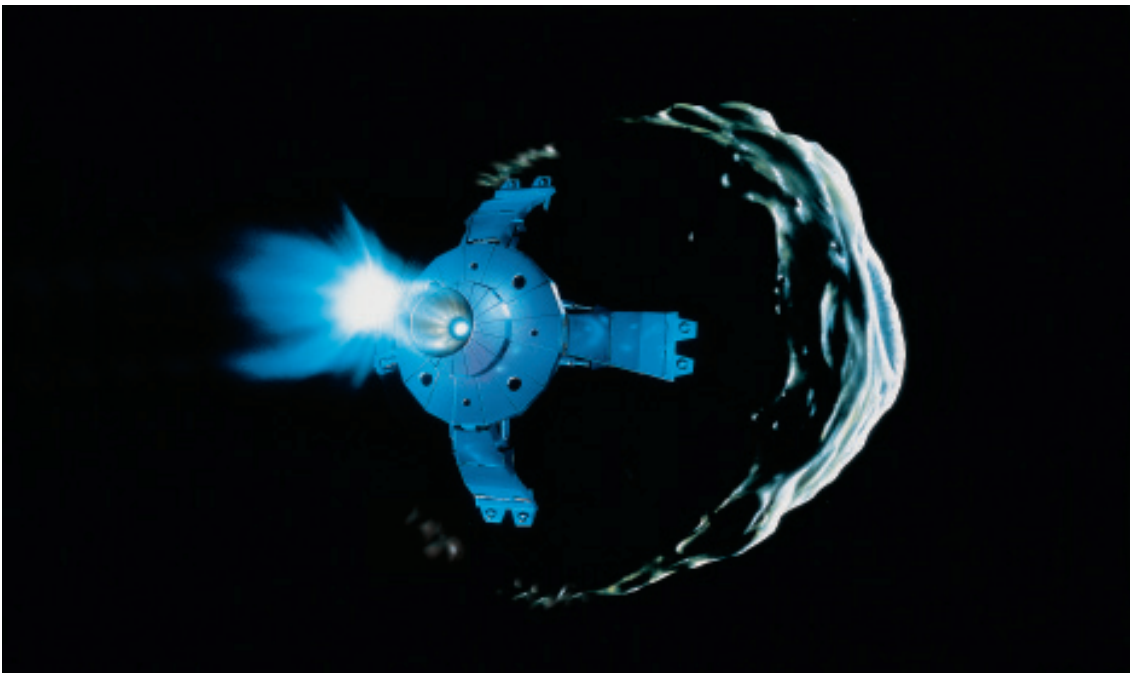


Aber nicht alle diese Materiebrocken umkreisen brav und geordnet fernab der Erde die Sonne. Einige von ihnen bewegen sich auf einer Bahn durch das Planetensystem, die den Weg der Erde kreuzt, und dann droht Gefahr. Diese Asteroiden werden dann Meteore oder – als kleinere Bruchstücke – Meteoriten genannt. Einige dieser die Planetenbahnen kreuzenden Materiebrocken kann man mit Teleskopen beobachten und registrieren. Aber es sind bei Weitem nicht alle dieser Wanderer im All entdeckt. Das Unangenehme an der Situation ist, dass die Objekte häufig zu klein und zu dunkel sind, um sie wahr-

Zwar befinden sich im Hauptgürtel – zwischen Jupiter und Mars – die meisten Asteroiden, aber es gibt viele Ausreißer, die auch die Bahn der Erde erreichen können.

nehmen zu können. Zwar beobachtet man inzwischen gezielt den Raum um die Erde, aber das Abtasten des Himmels nach diesen gefährlichen Objekten kann aus technischen Gründen nur unvollständige Ergebnisse liefern.





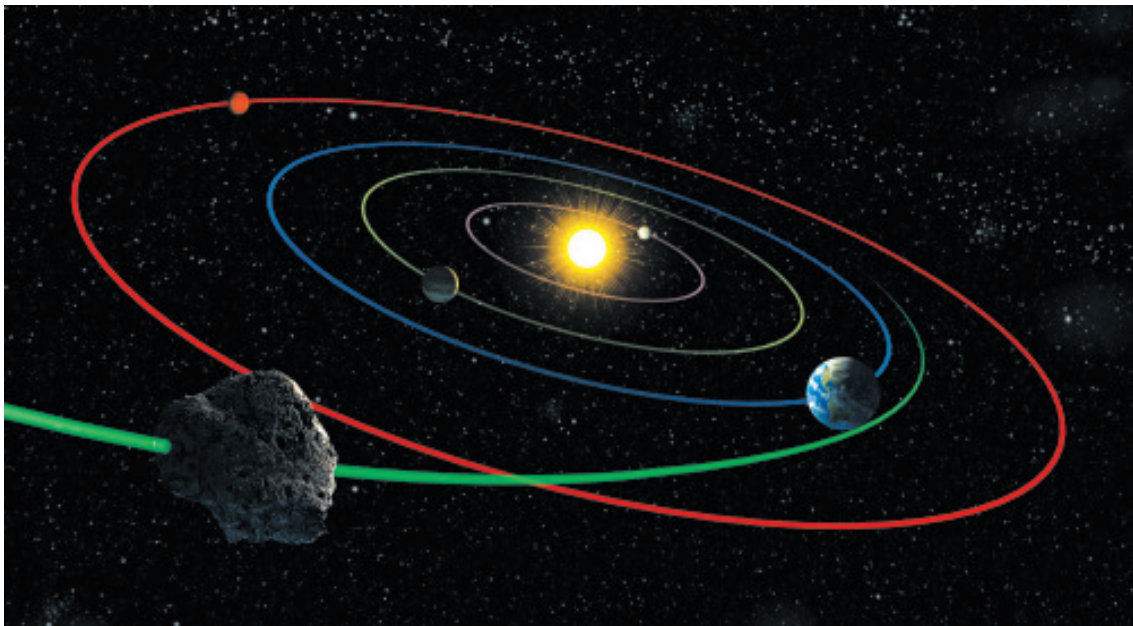
Wie schon erwähnt, verursachen wegen der hohen Aufprallgeschwindigkeit auch relativ kleine Brocken große Schäden. Inzwischen gibt es einige Vorstellungen darüber, wie man diese Bomben aus dem Weltall abwehren könnte. Permanent im Weltraum stationierte Raumfähren oder Raketen sollen die anfliegenden Materiebrocken zerstören, bevor sie auf die Erde prallen. Dabei ist an verschiedene Möglichkeiten gedacht: einmal an den direkten Beschuss oder an die Verankerung eines Raketentriebwerks auf dem Gesteinsbrocken, das ihn von seinem Kurs auf die Erde abbringen soll.

Andere Vorstellungen gehen von einem riesigen Spiegel aus, der im Weltraum schwebt und das Sonnenlicht auf den Eindringling bündelt. Die Hitze lässt kleine Schichten abplatzen, und durch den damit verbundenen Rückstoß wird der Brocken langsam aus seiner Bahn – weg von der Erde – gedrängt. Dieser Effekt soll auch mit Laserstrahlen oder durch die Zündung kleinerer Atombomben im All erreicht werden. In einem anderen Konzept will man ein gigantisches Segel auf dem Brocken befestigen, mit dessen Hilfe dann der kontinuier-

Die Rettung vor der Katastrophe: Eine Raumsonde dockt an einen Asteroiden an und schiebt ihn mit ihrem Raketentriebwerk von der Erde weg.

lich strahlende Sonnenwind den Meteoriten von der Erde wegtreibt. Der Phantasie sind bei diesen Abwehrmaßnahmen offenbar keine Grenzen gesetzt, aber solche Einsätze werden wohl nur Gedankenspiele bleiben, denn wenn man die bedrohlichen Brocken erst einmal aus dem Dunkel des Weltalls auftauchen sieht, wird es wahrscheinlich zu spät sein, die Systeme rechtzeitig in Gang zu setzen. 1996 schoss ein Asteroid mit einem Durchmesser von 500 Metern im Abstand von 45 000 Kilometern an der Erde vorbei. Erst vier Tage zuvor hatte man ihn entdeckt – zu spät, um noch irgendwelche Aktionen starten zu können. Die Wahrscheinlichkeit, dass einmal ein größerer Asteroid die Erde vernichtend treffen kann, ist zwar äußerst gering, aber Wahrscheinlichkeiten sind in diesem Fall schwer zu berechnen, und sie sagen nichts über den Zeitpunkt aus, wann das geschehen wird. Auch bei einer geringen Wahrscheinlichkeit kann das heute oder morgen passieren, und genau das nutzen übrigens die Sekten-Gurus bei ihren Endzeitszenarien aus.

Von kleinen Meteoriten mit einigen Metern Durchmesser wird die Erde relativ häufig getroffen. Beim Durchfliegen der Atmosphäre erhitzen sie sich jedoch so stark, dass sie abschmelzen und auf wenige Zentimeter schrumpfen oder sogar vollständig verdampfen. Sind sie erheblich größer, dann kann es zu ernsteren Folgen kommen, denn sie schlagen mit etwa 10 Kilometern pro Sekunde auf die Erdoberfläche auf. Im Jahr 1908 verglühte ein großer Meteorit oder ein Bruchstück eines Kometen – so genau weiß man das nicht – über Sibirien, knickte mit seiner Druckwelle Bäume in einem Umkreis von 25 Kilometern um und ließ sie verkohlen. Solche kleineren Katastrophen treffen die Erde – so wollen manche mit Hilfe der Statistik ausgerechnet haben – etwa alle 1000 Jahre. Wie jedoch ein weit- aus größerer Meteorit im großen Umfang Leben auslöschen kann und zu einschneidenden Klimaveränderungen durch dichten Staub führt, zeigt ein Ereignis, das vor 65 Millionen Jahren stattfand. Alles deutet darauf hin, dass die Dinosaurier durch einen Meteoriteneinschlag in Yucatan/Mexiko ihre Lebensgrundlage verloren haben. Dieser Meteorit mit einem Durchmesser von etwa 10 Kilometern löste durch eine gigantische Explosion Brände aus, wirbelte Staub auf und verdunkelte



so monatelang die Atmosphäre. Die Dinosaurier fanden keine Nahrung mehr und starben schließlich aus. Aber diese Katastrophe war – so glauben einige Wissenschaftler – für unsere Existenz von entscheidender Bedeutung: Solange die Dinosaurier die Welt beherrschten, hatten die Säugetiere kaum eine Chance. Nach der Katastrophe verschwanden die großen Reptilien. Kleine Warmblüter jedoch, die zum Beispiel in Höhlen lebten – unsere Vorfahren im weitesten Sinne –, konnten die Dunkelperiode besser überleben. Sie begannen sich zu entfalten und die Herrschaft zu übernehmen. So verdanken wir letztendlich wiederum einer Katastrophe unsere Existenz.

Solche Rieseneinschläge sind offenbar äußerst selten. In jüngster Vergangenheit wurden immer wieder kleinere Meteoriteneinschläge registriert, aber Menschen kamen dadurch nicht zu Schaden. Wissenschaftler sind selbstverständlich an solchen kleinen Meteoriten interessiert. Ihre Hoffnung ist, dass ihre Analyse Aufschluss über die Zusammensetzung der Urmaterie in unserem Planetensystem gibt, denn die Planeten wurden ja letztendlich aus solchen Brocken zusammengeschmolzen. Vor allem in den Eiswüsten der Pole sind die wenige Zentimeter großen Gesteinsbrocken auf den weißen Flächen gut auszumachen.

Eine gefährliche Situation für die Erde: Im September 2000 raste ein Asteroid relativ nah an unserem Planeten vorbei.

chen, und deshalb konzentriert sich die Suche nach ihnen auf diese Regionen.

Die großen Asteroiden, die bei einer Kollision mit der Erde zur Katastrophe führen können, versucht man zu entdecken und ihren Weg zu verfolgen. Alle verdächtigen Kandidaten mit Kurs auf die Erde flogen jedoch bislang mit einigen Millionen Kilometern Abstand an der Erde vorbei, und die neu hinzugekommenen werden das, Bahnberechnungen zufolge, wohl auch in Zukunft tun. Von einem »nahen Ereignis« spricht man schon, wenn ein größerer Meteorit in 100 000 Kilometern Entfernung an der Erde vorbeidriftet. 1994 zum Beispiel passierte einer dieser Brocken die Erde im Abstand von 105 000 Kilometern. Im September 2000 raste ein Exemplar mit einem Durchmesser von 600 Metern an der Erde vorbei. Der geringste Abstand betrug hier etwa 4 Millionen Kilometer – was etwa zehnmal dem Abstand der Erde zum Mond entspricht.

Alle Berechnungen darüber, wie häufig die Gesteinsbrocken aus ihrer ruhigen Bahn im Asteroidengürtel zum Beispiel gedrängt werden und Kurs auf die erdnahen Bereiche nehmen, sind nicht mehr als Spekulationen. Keiner weiß, wie sich unterschiedliche Planeten- oder Sternkonstellationen und damit die Gravitationskräfte auf die Objekte im Asteroidengürtel auswirken. Und so kann es immer passieren, dass einer dieser Materiebrocken aus seiner Umlaufbahn gedrängt wird und auf eine Bahn gelangt, die sich mit unserer Erdbahn kreuzt. Aber die Asteroiden und Meteoriten sind nicht die einzigen Himmelsobjekte, die das Leben auf der Erde gefährden können. Auch Kometen können beim Auftreffen eine dramatische Zerstörung anrichten. Kometen werden oft »schmutzige Schneebälle« genannt, weil sie hauptsächlich aus Eis bestehen; sie besitzen allerdings eine Ausdehnung von einigen Kilometern. Kometen tauchen urplötzlich aus der Tiefe des Weltalls auf und entfalten dann in der Nähe der Sonne ihre eindrucksvolle Pracht. Durch die Wärme verdampft das Wassereis und treibt die mit ihm zusammengefrorenen Staubteilchen nach außen. Der ständige Strom der von der Sonne kommenden elektrisch geladenen Teilchen – der Sonnenwind – drückt die Staubteilchen Millionen von Kilometern vom Kometenkern