

MARC HASSE

HAMBURG :: Um das Restglimmen des Urknalls zu messen, der wohl vor 13,8 Milliarden Jahren stattfand, mussten die Instrumente an Bord des Satelliten Planck auf minus 270 Grad Celsius heruntergekühlt werden. Denn eben dieser Temperatur entsprechen jene Lichtüberbleibsel, die aus einer Zeit stammen, als das Universum erst 380.000 Jahre alt war und es noch keine Sterne und Planeten gab, sondern nur heißes Gas. Damals herrschte eine extreme Hitze, doch mit der zunehmenden Ausdehnung des Kosmos hat sich die Strahlung immer weiter abgekühlt.

Weil die Planck-Instrumente also genauso kalt waren wie das empfangene Restglimmen, konnte der Satellit minimale Temperaturunterschiede in der Strahlung registrieren. Dabei handelt es sich um geringfügige Schwankungen in der Dichte des frühen Universums. Dort, wo mehr heißes Gas existierte, wurde durch die Schwerkraft weitere Materie angezogen. Diese Orte fungierten wohl als Keime für alle künftigen Strukturen im Weltall, also etwa für die Galaxien und die in ihnen versammelten Sterne und Planeten.

Anhand der Planck-Daten erstellte ein internationales Forscherteam die bislang präziseste Abbildung des Kosmos kurz nach seiner Geburt. Als die Wissenschaftler dieses „Babyfoto“ vor knapp einem Jahr präsentierten, war das ein Triumph der Physik. Denn dieser erste Teil der Daten, die der Satellit seit seinem Start ins All 2009 gesammelt hatte, ergibt nicht nur ein detaillierteres Bild als frühere Satellitenmissionen, sondern stützt genauer als je zuvor die meisten Berechnungen über die Beschaffenheit des frühen Universums. Allerdings zeigt die Temperaturkarte auch einige Auffälligkeiten, die Kosmologen immer noch vor Rätsel stellen.

Tagung zu den Herausforderungen der Kosmologie

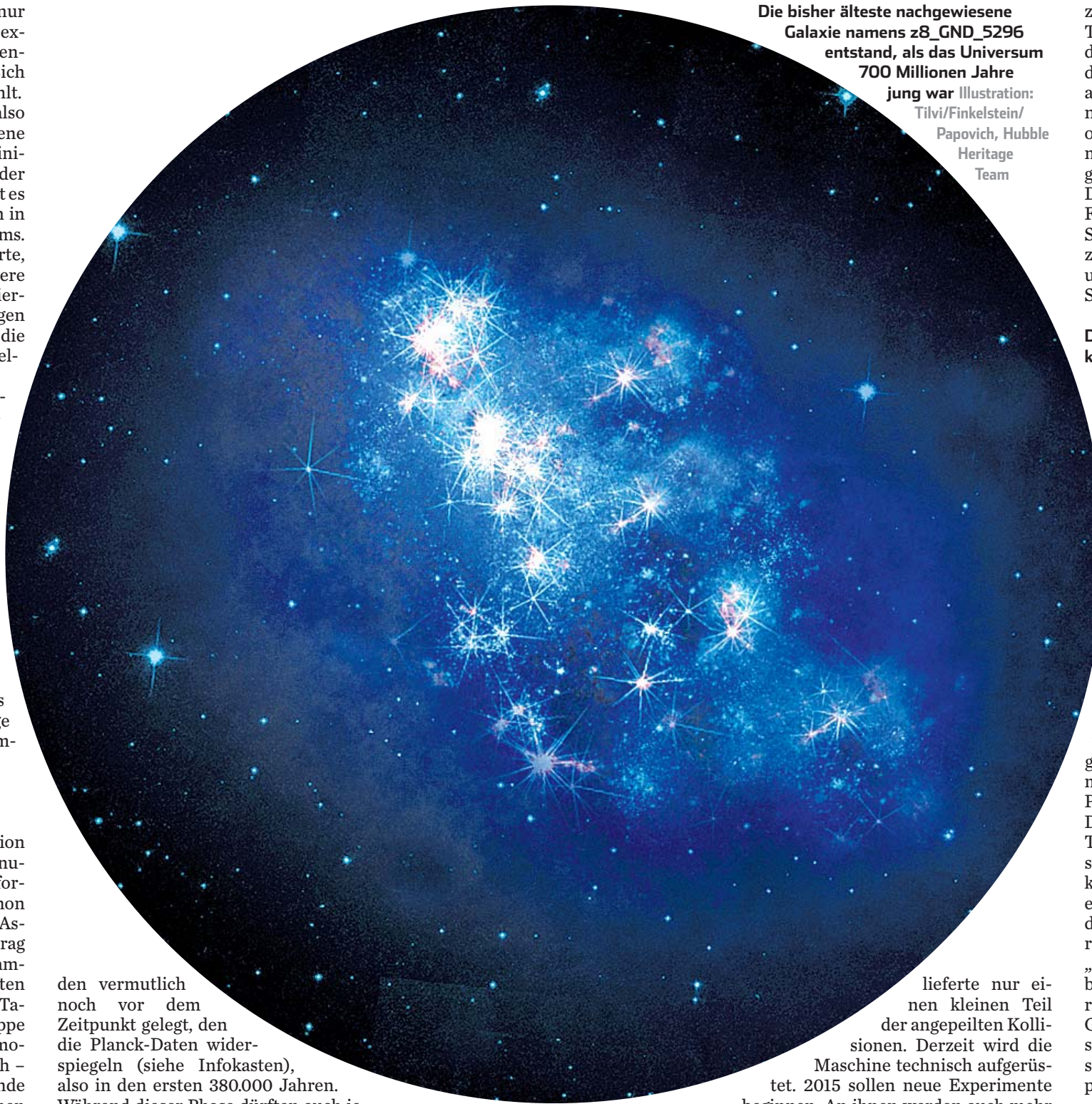
Über die Bedeutung der Mission und offene Fragen spricht am 29. Januar in Hamburg einer der Spitzenforscher der Kollaboration, Prof. Simon White vom Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching. Der Vortrag (s. Terminhinweis), zu dem die Hamburger Akademie der Wissenschaften einlädt, bildet den Abschluss einer Tagung der Akademie-Arbeitsgruppe „Neue Herausforderungen der Kosmologie“. Deren Mitglieder können sich – ebenso wie Simon White und Tausende weitere Forscher weltweit – über einen Mangel an Arbeit nicht beklagen.

Zwar gelang der Physik mit dem Nachweis des Higgs-Teilchens der größte Erfolg der vergangenen Jahrzehnte. Damit gilt die Theorie als bestätigt, wonach uns ein unsichtbares Feld umgibt, das Teilchen ihre Masse verleiht. Das erklärt, warum sich Materie zusammenballt, warum es also uns Menschen gibt, Planeten wie die Erde, Sterne wie die Sonne. „Damit Teilchen eine Masse bekommen, muss es allerdings erst mal Teilchen geben, also Materie. Wie aber Materie überhaupt entstanden ist und wie die Häufigkeit der beobachteten Materie zustande kommt, ist unklar“, sagt Wilfried Buchmüller, Professor für Theoretische Physik am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) und Mitglied der Akademie-Arbeitsgruppe.

Die Grundlagen für die Häufigkeit der heute beobachteten Materie wur-

Kinderstube des Kosmos

Physiker erforschen die Frühzeit unseres Universums, um rätselhafte Phänomene wie die Dunkle Materie zu erklären



Die bisher älteste nachgewiesene Galaxie namens z8_GND_5296 entstand, als das Universum 700 Millionen Jahre jung war. Illustration: Tlivi/Finkelstein/Papovich, Hubble Heritage Team

den vermutlich noch vor dem Zeitpunkt gelegt, den die Planck-Daten widerspiegeln (siehe Infokasten), also in den ersten 380.000 Jahren.

Während dieser Phase dürften auch jene Phänomene entstanden sein, die Forscher heute vor weitere Rätsel stellen. Mit dem Standardmodell der Teilchenphysik, das durch den Nachweis des Higgs-Teilchens komplettiert wurde, lassen sich nämlich nur fünf Prozent der messbaren Masse beziehungsweise Energie im Universum erklären, etwa Planeten und Sterne.

Der gewaltige Rest ist für uns unsichtbar und gefüllt mit der Dunklen Materie, die Galaxien wie Kitt zusammenhält und sich nur durch ihre Anziehungskraft (Gravitation) auf Himmelskörper zu erkennen gibt. Und mit der stärkeren Dunklen Energie, die dafür sorgt, dass sich das Universum trotzdem weiter ausdehnt, und zwar immer schneller. Woraus diese beiden Phänomene bestehen – unklar.

Nach Antworten suchen Forscher auf drei Wegen. Erstens: Sie untersu-

chen den Kosmos mit immer empfindlicheren Teleskopen, die auch extrem schwache Signale aus der Frühzeit des Universums erfassen. Zweitens: Sie simulieren im Teilchenbeschleuniger LHC am CERN in Genf Energien, die so wohl kurz nach dem Urknall herrschten, als alle Partikel entstanden, die heute bekannt sind (und womöglich auch Teilchen, die noch unbekannt sind). Und drittens: Sie berechnen, was nach dem Urknall geschehen sein könnte. Das Zusammenspiel aus kosmischer Beobachtung, Experiment und Theorie könnte die letzten großen Rätsel lösen.

Die Planck-Kollaboration wird voraussichtlich im Juni den zweiten Teil der von dem Satelliten gesammelten Daten vorstellen, in denen neue Erkenntnisse stecken könnten. Das Instrument selbst musste zuletzt allerdings abgeschaltet werden, weil ihm das Kühlmittel ausging. Ob es einen Nachfolger geben wird, ist offen.

Die größten Hoffnungen ruhen derzeit auf dem LHC, mit dessen Hilfe das Higgs-Teilchen nachgewiesen wurde. Der ringförmige Beschleuniger, in dem Atomkerne (Protonen) beinahe mit Lichtgeschwindigkeit aufeinanderprallen, wodurch neue Teilchen entstehen, lief bisher nur mit halber Energie und

teilchen noch ein Partnerteilchen. Die Supersymmetrie könnte die Zusammensetzung der Dunklen Materie erklären, denn diese besteht womöglich aus SUSY-Teilchen. Bisher haben die Experimente im LHC allerdings keine Hinweise auf solche Partikel ergeben, und es ist offen, ob die künftig in dem Beschleuniger produzierten Energien überhaupt ausreichen werden, SUSY-Teilchen zu erzeugen.

Größere Aufmerksamkeit haben zuletzt wieder die sogenannten String-Theorien erhalten. Diese erstmals in den 1960er-Jahren entwickelten Modelle basieren auf der Vermutung, dass alle Materie nicht aus Teilchen im Sinne von Punkten besteht (also Objekten ohne Dimension), wie es das Standardmodell beschreibt, sondern aus winzigen eindimensionalen Fäden (strings). Die Vielfalt der Schwingungen dieser Fäden erzeugt die Vielfalt der Teilchen. String-Theorien sagen meist eine Vielzahl von zusätzlichen Teilchen voraus und sind insofern mit der Theorie der Supersymmetrie verknüpft.

Die String-Theorie kann die Phase kurz nach dem Urknall beschreiben

Auch gibt es den Modellen zufolge nicht nur drei, sondern neun verschiedene Raumdimensionen. Warum wir davon nichts bemerken? Weil die sechs zusätzlichen Dimensionen der Theorie zufolge zu mikroskopisch kleinen Gebilden aufgewickelt sind. Strings sind allerdings so winzig, dass sie dort hineinpassen. Mit der bisherigen Technik ließen sich die postulierten Extradimensionen nicht nachweisen.

In Hamburg arbeiten etwa 100 Wissenschaftler in einem Sonderforschungsbereich daran, die String-Theorie mit der Teilchenphysik und den Forschungen über das frühe Universum zu verbinden. Zu diesem Team gehört neben den Professoren Buchmüller und Louis auch der theoretische Physiker Alexander Westphal vom DESY. „Ein großer Vorteil von String-Theorien ist, dass man mit ihnen widerspruchsfrei beschreiben kann, wie es kurz nach dem Urknall zu einer Phase extrem schneller Ausdehnung kam, die die unterschiedliche Dichte von Materie erzeugen kann“, erläutert Westphal. „Ein weiterer Beitrag der Theoretiker besteht unter anderem darin, zu berechnen, wie Experimente am LHC in Genf aufgebaut sein müssten, damit sich dabei Signale zeigen, mit denen sich die Theorien von Strings und Supersymmetrie bestätigen ließen.“

Wenn allerdings auch der erstarkte LHC ab 2015 keine SUSY-Teilchen findet, werden String-Theorien weiterhin nur ein Gedankenspiel bleiben. Wenn auch ein schönes.

Vortrag: „Lichtspur des Urknalls“ von Simon White, 29.1., 19 Uhr, Veranstaltungshaus der Patriotischen Gesellschaft, Reimarus-Saal, Trostbrücke 6. Anmeldung: www.awhamburg.de/veranstaltungen oder Telefon 42 94 86 69-0

Am Anfang der Zeit

Der Urknalltheorie zufolge war die gesamte Energie des heute bekannten Universums anfangs auf einen winzigen Punkt zusammengepresst. Ob dieser Teil eines anderen Universums war oder sich in einem Vakuum, also quasi im Nichts befand, wissen Kosmologen genauso wenig, wie was etwa 10⁻⁴³ Sekunden nach dem Urknall geschah. Dann, etwa nach

10⁻³⁵ Sekunden, folgte wohl eine sogenannte Inflationsphase: Blitzartig dehnte sich das Universum exponentiell beschleunigt aus.

wieder abgelenkt. Als das Gas mit der zunehmenden Ausdehnung des Kosmos abkühlte, fanden sich Protonen und Elektronen zu Wasserstoffatomen zusammen. Das Universum wurde durchsichtig – und die Ur-Photonen konnten ungestört reisen. 200 bis 400 Millionen Jahre nach dem Urknall entstanden erste Sterne, später erste Planeten. (mha)

380.000 Jahre lang war der Kosmos mit einem extrem heißen Gas aus geladenen Teilchen gefüllt und damit undurchsichtig, die vom Urknall übrig gebliebenen Lichtteilchen (Photonen) wurden immer



Gefriergeräte jetzt abtauen

Die frostigen Temperaturen eignen sich gut, um Gefriertruhe, -schrank oder das Gefrierfach im Kühlschrank abzutauen. Denn das Gefriergut kann jetzt problemlos ein paar Stunden auf Balkon oder Terrasse zwischengelagert werden, ohne Schaden zu nehmen. Wenn sich an den Fächerwänden Eis gebildet hat, ist die Aktion sinnvoll, denn die Eisschicht frisst Strom. Ist dagegen nur etwas Reifensatz zu sehen, muss nicht gehandelt werden. Die sogenannte No-Frost-Funktion verhindert die Eisbildung und erspart das Abtauen. Allerdings sei diese Funktion mit einem größeren Energieverbrauch verbunden, so die Deutsche Energie-Agentur (DenA). Die Funktion sei jedoch sinnvoll, wenn das Fach häufig geöffnet wird, sodass viel Feuchtigkeit eintritt. (hi)

ONLINE

Weitere Umwelt-Tipps zum Nachlesen: www.abendblatt.de/umwelt-tipp

PALÄONTOLOGIE

Urzeitliche Mehrzeller setzten sich durch Größe durch

TORONTO :: Beim Nahrungskampf in den Ur-Ozeanen haben die frühesten Mehrzeller von ihrer Größe profitiert und so den Grundstock für ihre Entwicklung zu größeren Tieren gelegt. Nur durch ihre Größe konnten die mehrzelligen Organismen in den prähistorischen Meeren mit winzigen, eigentlich leistungsfähigeren Bakterien konkurrieren, schreiben Forscher aus den USA und Kanada im Fachmagazin „Current Biology“. So wuchs der blattförmige Mehrzeller Ediacara biota vor 580 Millionen Jahren zu einer Größe von einem Meter heran, weil er nährstoffreiche Strömungen am Ozeanboden erreichen konnte. (AFP)

MEDIZIN

Hepatitis-Medikament stoppt Erreger in wenigen Wochen

HANNOVER :: Ein neues Medikament gegen Leberentzündung kann Patienten mit Hepatitis-C helfen: Der Wirkstoff Sofosbuvir greift direkt in den Vermehrungszyklus des Virus ein und stoppe ihn bereits nach wenigen Wochen, erläutert Michael Manns, Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin und Professor der Medizinischen Hochschule Hannover. In Deutschland sind mindestens eine halbe Millionen Menschen mit dem Hepatitis-C-Virus infiziert. Ohne Behandlung kann die Krankheit zu einer Entzündung der Leber führen, die in einigen Fällen eine Transplantation nötig macht. Bisher mussten sich Patienten bis zu 18 Monate mit dem Wirkstoff Ribavirin und dem Hormon Interferon behandeln lassen. Dies verursache starke Nebenwirkungen, so Manns. (dpa)

DATENÜBERTRAGUNG

Externe Festplatten kopieren immer schneller

HAMBURG :: Neuere externe Festplatten kopieren große Dateien inzwischen in Höchstgeschwindigkeit. Nach einem Test der Zeitschrift „Computerbild“ schaffen die schnellsten Modelle im 3,5-Zoll-Format mit eigener Stromversorgung fast 200 Megabyte pro Sekunde (MB/s). Selbst mehrere Gigabyte große Videodateien lassen sich so in weniger als einer Minute von Platte zu Platte überspielen. Die besten 2,5-Zöler bringen es auf 100 MB/s. Voraussetzung: Die Festplatten sind an einen USB-3.0-Port angeschlossen. (dpa)

SCHUTZ LÄSST SICH AUSTRICKSEN

Internetfähige Fernseher durch Hacker gefährdet

HANNOVER :: Wer mit seinem Fernseher ins Internet geht, sollte mit vertraulichen Daten vorsichtig sein. Zugangsdaten für Onlinedienste oder Videoplattformen werden von den Geräten zwar über eine verschlüsselte Verbindung geschickt. Der Schutz lässt sich aber mit relativ geringem Aufwand austricksen, berichtet der Computerzeitschrift „c’t“. Die Hersteller der betroffenen Geräte arbeiten angeblich an Updates, die die Lücke schließen sollen. Theoretisch könnte ein Angreifer sogar Schadsoftware auf einen Smart-TV mangeln: Für den Internetzugang besitzen die Geräte oft einen kleinen Computer mit Betriebssystem. Eine Schwachstelle darin könnten Hacker zum Beispiel nutzen, um auf die im Fernseher eingebaute Kamera zuzugreifen. (dpa)

Peking meldet neuen Infektionsfall mit Vogelgrippe H7N9

PEKING :: Die Vogelgrippe H7N9 breitet sich weiter in China aus. Am Freitag meldete die Hauptstadt Peking erstmals seit Monaten eine Infektion mit dem Erreger, wie das Staatsfernsehen CCTV berichtete. Alleine die ostchinesische Provinz Zhejiang registrierte seit Jahresanfang mehr als 40 neue Patienten mit H7N9. In der Provinz war im November zudem zum ersten Mal eine Infektion von Mensch zu Mensch nachgewiesen worden.

Wissenschaftler gehen jedoch weiter davon aus, dass lebendes Geflügel der Hauptüberträger des Virus ist. „Es gibt keinen Hinweis auf eine dauerhafte Übertragung von Mensch zu Mensch“, hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) mitgeteilt. Mehrere Städte und Gemeinden haben den Handel mit lebendem Geflügel verboten. Am Freitag untersagte auch die ostchinesische Millionenstadt Hangzhou Geflügelmärkte, erlegte den Zoos der Stadt strenge Re-

geln für ihre Vögel auf und verbot, Brieftauben fliegen zu lassen.

Der Virologe Li Lanjuan von einem landesweiten Expertengremium zur Eindämmung des Virus lobte die Schritte. Gleichzeitig verändert sich der Erreger bereits. Das Forscherteam um Li habe bereits Variationen festgestellt, durch die sich der Erreger leichter an seine Umgebung anpassen könnte. „Das hat die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung von Mensch zu Mensch erhöht und macht die Behandlung schwieriger“, sagte der Wissenschaftler Liang Weifeng aus dem Gremium.

Auch machen sich Gesundheitsexperten um das kommende Woche anstehende chinesische Neujahrsfest Sorgen. Zu dem wichtigsten Feiertag des Landes reisen Millionen Chinesen durch das ganze Land zu ihren Familien. Neujahr fällt in diesem Jahr auf den 31. Januar. Geflügel gehört traditionell zum Speiseplan für das Fest. (dpa)

Wege zur nachhaltigen Landnutzung

Bericht des Uno-Umweltprogramms kritisiert hohe Tierproduktion und Trend zu Biokraftstoffen

DAVOS/WUPPERTAL :: Bis zu 849 Millionen Hektar Natur könnten bis Mitte des Jahrhunderts weltweit zerstört werden, wenn sich der derzeitige Trend der Landnutzung fortsetzt – die Fläche entspricht fast der Größe Brasiliens. Das geht aus dem Globalen Landnutzungsbericht des Internationalen Ressourcenrats hervor, den der Direktor des Uno-Umweltprogramms Achim Steiner am Freitag am Rande des Weltwirtschaftsgipfels in Davos vorstellte.

Die Ausdehnung der Ackerflächen gingen zulasten von Grasland, Savannen und Wäldern, vor allem in den Tropen, so der Bericht. Es müsse sorgfältiger mit der Ressource Boden umgegangen werden. Dazu gehörten bessere landwirtschaftliche Praktiken und eine Raumplanung, die Landwirtschaftsflächen schütze. Zudem müsse die Nachfrage nach Agrarflächen auf ein Maß beschränkt werden, das eine nachhaltige Produktion erlaube.

Nicht erschlossene Potenziale, um Land zu sparen, sieht der Bericht in der Vermeidung von Ernteverlusten bei Transport, Lagerung, Verarbeitung. Auch würden viel zu viele Lebensmittel im Handel und bei den Verbrauchern im Abfall landen. Weltweit gehe auf den verschiedenen Stationen insgesamt ein Drittel der Ernten verloren. „Ohne eine Veränderung unseres Verbrauchs wird eine nachhaltige

Landnutzung nicht möglich sein. Ein Wandel ist aber möglich, der Nahrungsmittelsicherheit international gerechter und risikoärmer gewährleistet“, sagte Prof. Stefan Brinzeu vom Wuppertal Institut, der die Arbeit an dem Bericht koordinierte. Eine gesündere Ernährung, die „auf ein Übermaß an Fleisch- und Milchprodukten“ verzichte, sei ein wesentlicher Beitrag, heißt es in der Mitteilung des Instituts – „in Deutschland braucht die Tierproduktion fünfmal mehr Fläche für das Futter als die Produktion pflanzlicher Nahrungsmittel mit dem gleichen Nährwert“.

Problematisch sei auch der wachsende Einsatz von Energiepflanzen für Biokraftstoffe. Die heute verpflichtenden Kraftstoffquoten sollten gesenkt und letztlich ganz abgeschafft werden, schlagen die Wissenschaftler vor.

Landwirtschaft bedeckt mehr als 30 Prozent der globalen Landfläche; allein zehn Prozent sind Äcker. (hi)

Landwirtschaft bedeckt mehr als 30 Prozent der globalen Landfläche; allein zehn Prozent sind Äcker. (hi)



Sojabohnen-Ernte im brasilianischen Bundesstaat Mato Grosso Foto: dpa