

# Wissen

MEDIZIN · UMWELT · HOCHSCHULE · COMPUTER · FORSCHUNG

**WARUM** eignet sich Aluminium so gut zur Wiederverwertung (Recycling)? Das Metall, das um fast zwei Drittel leichter als Eisen ist, kann nach Gebrauch ohne Qualitätsverluste neu verwendet werden. Dadurch kann etwa 95 Prozent der für die primäre Aluminiumgewinnung benötigten Energie eingespart werden.

**RECYCLING** 6000 JETS UND PROPELLERMASCHINEN WERDEN IN DEN KOMMENDEN 20 JAHREN ZERLEGT

## Der Friedhof der Flugzeuge

Südlich von Paris gibt es einen der größten Schrottplätze für ausgemustertes Fluggerät. Hier werden auch wiederverwendbare Teile ausgeschlachtet – und grundüberholt als Ersatzteile weiterverkauft.



Ein Techniker baut Instrumente aus einem Cockpit aus.



Endstation für Fahrwerke. Was nicht verwertet wird, landet auf dem Müll.



Schrottplatz und Zwischenlager der Flughafen von Chateauroux, 266 Kilometer südlich von Paris. FOTOS: KLAUS KOCH

Klaus Koch

Kreischend frisst sich die Säge ins Leitwerk des ehemaligen Passagierjets. Ein Kühlmittel verhindert, dass Funken stieben. Es kracht, es stinkt, dann sinkt das Höhenruder zu Boden. Vor der ausgeweideten DC 10 türmen sich Fahrwerk, Reifen und Tragflächenteile. In Sichtweite gammelt eine von Rostflecken übersäte Boeing 747 vor sich hin.

Der Flughafen von Chateauroux, 266 Kilometer südlich von Paris gelegen, einst Brückenkopf der US-Luftwaffe für den Ernstfall im Osten und vom Flugzeughersteller Dassault als Produktionsstätte genutzt, hat schon bessere Zeiten gesehen. Heute dient er als Umschlagplatz für Frachtmaschinen, als Basis für Wartungsarbeiten – sowie als Schrottplatz und Zwischenlager für die vor drei Jahren gegründete Aircraft Fleet Recycling Association (AFRA).

Die hat sich der Wiederverwertung ausgedienter Luftfahrzeuge verschrieben und damit noch einiges vor. Weltweit nimmt die Zahl der Maschinen, die außer Dienst gestellt werden, rasant zu. Schätzungen gehen davon aus, dass in den nächsten 20 Jahren 6000 Jets und Propellermaschinen zerlegt werden müssen. 2700 stehen noch „auf Halde“.

Nach dem Motto „Miles and more“ legen die Verkehrsmaschinen Millionen von Kilometern zurück. Ist das Interieur erst einmal abgewetzt und nicht mehr zu erneuern, werden die Sitzreihen rausgerissen, um Platz für Luftfracht zu schaffen. Bis zu 30 Jahre – in den Vereinigten Staaten oft deutlich mehr – haben die Maschinen

auf dem Buckel, bevor sie ausgemustert werden. Manche werden in diesem Stadium noch an Fluggesellschaften in Dritte-Welt-Ländern verkauft, die sich keine neuen Maschinen leisten können, sondern sich lieber auf dem Gebrauchtmittelmarkt umsehen. Weil es am nötigen „Kleingeld“ fehlt, sind dort bisweilen auch Instandhaltungszyklen und der fällige Austausch von wichtigen Teilen Makulatur. Standardprozeduren und Inspektionen einzuhalten fällt klammen Fluglinien schwer.

### Nur vereinzelt unterstützte der Weltwährungsfonds bisher die Entsorgung, um Umweltschäden zu vermeiden.

Werden einst gängige Flugzeugtypen nicht mehr hergestellt, werden alte Maschinen auch gern abseits der Piste auf der „grünen Wiese“ geparkt. Da Hersteller wie Boeing und Airbus zunehmend Kompositmaterialien verarbeiten, stellt sich zudem die Frage, was mit den Verbundstoffen geschieht. AFRA-Mitbegründer Bill Carberry, Recycling-Spezialist bei Boeing, präsentiert eine schwarz lackierte Armlehne, die verschweisst aus CFK-Resten des 787-Dreamliner gefertigt wurde. „Das ist aber nur ein Prototyp“, sagt er, als wolle er sich für das noch etwas grobe Design entschuldigen.

Warum das Abwracken nicht zwangsläufig ein Verlustgeschäft ist, führt zu einer weitaus sensibleren Frage – und einer noch nicht demontierten Boeing 747-200, Baujahr 1978, deren Schwanzflosse aus einem Hangar herausragt. Im Cockpit sind Techniker mit Zange und Schraubenzieher zugange, Instrumente und Navigationsgeräte auszubauen. Besonders Augenmerk gilt den Triebwerken. Die wiedervergestellte Turbine einer 747, kalkuliert Comensoli, ergibt gut und gerne noch mal einen Erlös, der zwischen 900 000 und 1,1 Millionen Euro liegen kann. Das Aggregat wird in zertifizierten Betrieben komplett auseinandergenommen und jedes einzelne Bauteil auf Herz und Nieren geprüft. Der Lebenslauf jedes Ventils und jeder Triebwerkschaufel muss exakt dokumentiert sein, um die Materialermüdung des betreffenden Werkstoffs und seine voraussichtliche Lebensdauer bestimmen zu können. Fraissignes glaubt, dass der auf zwei Milliarden Euro geschätzte Handel mit gebrauchten Ersatzteilen noch Potenzial birgt.

wertung zugeführt. Weil die AFRA vertraglich die Hälfte aller ausgemusterten Maschinen sämtlicher Fluglinien der Welt unter ihren Fittichen hat, waren das bislang schon 217 000 Tonnen Aluminium und 3700 Tonnen hochwertiger Legierungen wie Titan. Angestrebt wird eine Recyclingquote von 95 Prozent bis 2016.

Leider seien die Rohstoffpreise wieder gefallen, räumt Yves Basset von Birtin Aero Recycling, einem der Wiederverwerter, ein. „Wenn man da momentan noch 300 Euro pro Tonne bekommt, ist das schon gut“, meint Bernard M. Comensoli, Experte der in Genf beheimateten JMV Aviation. Die Überreste einer Boeing 747 geben gerade mal 100 Tonnen, eine DC 10 etwa 75 Tonnen des Leichtmetalls her. Der Rest sind Kabel, zehn Prozent Stahl, Isoliermaterial, Plastik und einige Dutzend Zentner an elektronischem Material.

Da Hersteller wie Boeing und Airbus zunehmend Kompositmaterialien verarbeiten, stellt sich zudem die Frage, was mit den Verbundstoffen geschieht. AFRA-Mitbegründer Bill Carberry, Recycling-Spezialist bei Boeing, präsentiert eine schwarz lackierte Armlehne, die verschweisst aus CFK-Resten des 787-Dreamliner gefertigt wurde. „Das ist aber nur ein Prototyp“, sagt er, als wolle er sich für das noch etwas grobe Design entschuldigen.

Warum das Abwracken nicht zwangsläufig ein Verlustgeschäft ist, führt zu einer weitaus sensibleren Frage – und einer noch nicht demontierten Boeing 747-200, Baujahr 1978, deren Schwanzflosse aus einem Hangar herausragt. Im Cockpit sind Techniker mit Zange und Schraubenzieher zugange, Instrumente und Navigationsgeräte auszubauen. Besonders Augenmerk gilt den Triebwerken. Die wiedervergestellte Turbine einer 747, kalkuliert Comensoli, ergibt gut und gerne noch mal einen Erlös, der zwischen 900 000 und 1,1 Millionen Euro liegen kann. Das Aggregat wird in zertifizierten Betrieben komplett auseinandergenommen und jedes einzelne Bauteil auf Herz und Nieren geprüft. Der Lebenslauf jedes Ventils und jeder Triebwerkschaufel muss exakt dokumentiert sein, um die Materialermüdung des betreffenden Werkstoffs und seine voraussichtliche Lebensdauer bestimmen zu können. Fraissignes glaubt, dass der auf zwei Milliarden Euro geschätzte Handel mit gebrauchten Ersatzteilen noch Potenzial birgt.

Nur allzu gut erinnern sich die Wiederverwerter aber auch an den Fall eines Lieferanten, der – bevor die AFRA entstand – Bauteile aus der Schubumkehr eines gängigen Triebwerkstyps nicht ausreichend dokumentierte. 2004 wurde der Besitzer einer italienischen Firma zu 15 Monaten Haft verurteilt, weil sich herausstellte, dass er die Papiere gefälscht hatte. Lufthansa, Air France und Alitalia mussten ihre Flotten daraufhin untersuchen, ob als „Bogus-Parts“ eingestufte Ersatzteile dort eingebaut worden waren. Böse Zungen behaupteten damals, dass die betreffenden Zertifikate „leichter als eine Fünf-Euro-Note zu fälschen“ seien. Seither wurden die Sicherheitsvorkehrungen nochmals verschärft. „Die Kontrolle ist lebenswichtig“, sagt ein Sprecher von Lufthansa Technik.

### BIS ZU 75 PROZENT DES MATERIALS IST METALL

Die Aircraft Fleet Recycling Association (AFRA) zählt bislang 41 Mitglieder wie den Flugzeughersteller Boeing, den Turbinenhersteller Rolls-Royce, Pratt & Whitney sowie, als Größen im Metier der Flugzeug-Wiederverwerter, die US-Firma Evergreen.

Im Jahr 2006 gegründet, hat die AFRA inzwischen rund 50 Prozent der weltweit außer Dienst gestellten Flugzeuge unter ihre Fittiche genommen. Die Mitglieder verpflichten sich, beim Recycling Qualitätsstandards einzuhalten, die sowohl die Handhabung toxischer Materialien wie auch die Betriebssicherheit als Ersatzteile wieder in Umlauf gebrachter Instrumente oder Antriebs-elemente betreffen.

Im Schnitt sind 65 bis 75 Prozent des beim Abwracken anfallenden Materials Metall, davon 85 Prozent Aluminium, zehn Prozent Stahl, und zum Leidwesen der Verwerter nur etwa drei Prozent wertvollere Legierungen wie Titan. Im Zunehmen begriffen sind inzwischen sogenannte Verbundstoffe wie CFK, die sowohl bei Airbus den neueren Baureihen wie auch bei Boeing Gewichtsersparnis bringen sollen. Bislang völlig unverwertbar sind dagegen ausgerichtete Sitzreihen, die deshalb in der Regel auf Mülldeponien landen, aber einen nicht unwesentlichen Volumenanteil ausmachen. Ziel der AFRA ist es, bis 2016 eine Recyclingquote von 95 Prozent zu erreichen.

### ÜBERRASCHUNGSFUND 35 EXEMPLARE AUF FARM IN KAMBODSCHA

## Bourbon oder Wodka: Welcher Kater ist schlimmer?

Whiskey-Liebhaber aufpasst: Bourbon sorgt für einen schlimmeren Kater als Wodka, berichten jedenfalls amerikanische Forscher nach ihren Testreihen mit 95 Freiwilligen.

Die bezahlten Trinker, 58 Frauen und 37 Männer, beschrieben ihren Kater nach einer mit Bourbon durchzechten Nacht als schwerer, so die Wissenschaftler um Damaris Rohsenow von der Brown-Universität in Providence (US-Staat Rhode Island) im Fachblatt „Alcoholism: Clinical & Experimental Research“.

Die Wissenschaftler machen die Nebenprodukte aus der Bourbonproduktion wie Tannine, Aceton und Furfural für den schwereren Schädler verantwortlich.

Bourbon habe 37-mal mehr Nebenprodukte als Wodka. Reaktionsvermögen, Konzentration und andere Parameter der Leistungsfähigkeit

waren allerdings bei Wodka- und Bourbontrinkern am nächsten Morgen gleich schlecht. Auch die Schlafstörungen waren dieselben.

Gefährlicherweise fühlten sich die inzwischen wieder nüchternen Probanden aber – etwa am Steuer – nicht unsicherer. „Die Leute merkten nicht, dass sie weniger leisteten, weil sie ihre Fahrtüchtigkeit am Morgen nicht beeinträchtigt sahen – obwohl sie nicht so gut wie gewohnt reagieren konnten“, erläutert Rohsenow.

In zahlreichen Berufen hänge die Sicherheit jedoch davon ab, dass die Beschäftigten ihren unterschiedlichen Aufgaben auch eine stetig anhaltende Aufmerksamkeit widmen können, warnte Rohsenow. „Über den Durst zu trinken beeinträchtigt diese Leistungsfähigkeit auch, nachdem der Alkohol den Körper verlassen hat.“ (dpa)

## Siam-Krokodil doch nicht ausgestorben

1992 schienen die Tage des Siam-Krokodils endgültig gezählt. Die Rote Liste führte das Tier in der Kategorie „in der Wildnis ausgestorben“, dabei lebte das Reptil einst in ganz Südostasien. Ein Jahrzehnt später gab es plötzlich bessere Nachrichten: Ein von der kambodschanischen Regierung unterstütztes Team aus Naturschützern entdeckte einige wild lebende Exemplare. 250 sind derzeit bekannt, die meisten in der Region der Cardamom-Berge im Süden Kambodschas.

Jetzt gab es weitere gute Nachrichten: DNA-Tests in einem Zentrum für Wildtiere in der Nähe der Hauptstadt Phnom Penh zeigten, dass dort weitere reinrassige Siam-Krokodile leben. Bislang hatten die Wissenschaftler gefürchtet, dass es sich um Mischformen anderer Krokodile handelt. „Das ist wirklich ermutigend“, sagte Adam

Starr von der Umweltschutzgruppe Fauna & Flora International, der das Erhaltungsprogramm für die Krokodile leitet.

Diese Resultate erhöhen die Chancen auf das Überleben der Art, die von der Weltnaturschutz-Union (IUCN) den Status „kritisch bedroht“ bekommt. Es gibt schon Pläne, was mit dem Fund in der Station passieren soll. Starr: „Sechs Tiere können Brutpaare bilden, 29 lassen sich auswildern.“ „Dies könnte sich als eine Rettungsleine für den Langzeit-Erhalt dieser Art erweisen“, heißt es bei Nhek Ratanapech, dem Koordinator des kambodschanischen Programms zum Erhalt der Krokodile.

Die sechs Tiere seien ausweislich des DNA-Tests nicht miteinander verwandt – damit drohe keine Inzucht. Siam-Krokodile (Crocodylus siamensis) lebten einst in Laos, Kam-

bodscha, Thailand, Vietnam und Indonesien. Sie sind in 99 Prozent des ursprünglichen Verbreitungsgebietes ausgerottet. In den vergangenen 100 Jahren wurden viele Feuchtgebiete in Reisfelder umgewandelt. Damit verschwand der angestammte Lebensraum der Echsen.

„Die Art wurde aus der Landschaft vertrieben – bis auf die Krokodilfarmen.“ In den nächsten fünf Jahren soll ein Zuchtprogramm die Zahl der Tiere – in Wildnis und Gefangenschaft – auf 450 steigern.

Sobald es 500 Exemplare gibt, würde die Art den Status „kritisch bedroht“ verlassen. Ratanapech kündigte an, die Jungen erst mit zwei Jahren auszuwildern. Dieses Alter erhöhe die Überlebenschancen, wemgleich die Gefahren noch immer zahlreich seien. Die Reptilien werden mit 15 Jahren geschlechtsreif. (dpa)

### FORSCHUNG

## Gentest unterscheidet alle Thunfischarten

Ein Gentest unterscheidet erstmals alle acht Thunfischarten. Damit können die Fische selbst dann identifiziert werden, wenn sie unter einer Eisschicht in der Auktionshalle liegen (Voraussetzung: mit Kiemen und Organen), berichtet der spanische Fischgenetiker Jordi Vinas von der Girona-Universität in Spanien im Journal „PLoS One“ (Bd. 4, Nr. 10). Thunfische werden oft illegal gefangen. Das Verfahren steht öffentlich zur Verfügung und lässt sich in jedem entsprechend ausgerüsteten Labor anwenden. (dpa)

## 700 Sterne, die sich gerade entwickeln

Eine „Kinderstube“ werdender Sterne enthüllte das Weltraumteleskop Herschel, als es erstmals Bilder aus einer dunklen Riesenswolke im Sternbild Adler lieferte: Hunderte Vorstufen von Sternen bilden sich dort, berichtet die Europäische Weltraumagentur ESA. Die hohe Aktivität überraschte die Astronomen. 100 Sternkandidaten seien derart ausgereift, so genannte Protosterne, dass sie in Kürze zu eigenständig leuchtenden Sternen werden dürften. Die ESA präsentiert das erste Bild der Entdeckung auf einer Webseite für das Herschelteleskop (<http://oshi.esa.int>). (wsa)

### MEDIZIN

## Migräne durch Völlerei an Feiertagen

Menschen mit Herz-Kreislauf-Problemen sollten sich in der kalorienreichen Weihnachtszeit im Zaum halten – tagelange Völlerei kann Migräne-Anfällen heraufbeschwören. Experten der Deutschen Migräne- und Kopfschmerz-Gesellschaft (DKMG) warnen, dass allzu viele Kilos auf der Waage häufig mit Schädelbrümen einhergehen. Seh- und Hörstörungen seien ebenfalls Symptome der sogenannten idiopathischen intrakraniellen Hypertension. (dpa)

## Chip unter Netzhaut – nicht mehr blind

Tübinger Ärzte haben einen Durchbruch bei Sehprothesen für Blinde erzielt, berichtet der „Spiegel“. Ein Team um den Augenarzt Eberhart Zrenner implantierte einem Patienten (45) aus Finnland einen Mikrochip unter die Netzhaut. „Wir konnten zeigen, dass er mit Hilfe der Sehprothese die Grenzen überschritten hatte, jenseits deren er rechtlich nicht mehr als blind gilt“, so Zrenner. Der Direktor des Forschungsinstituts für Augenheilkunde wurde jetzt mit dem Karl-Heinz-Beckurts-Preis ausgezeichnet. (APD)

### UMWELT

## Schuppentiere zum Verkauf angeboten

Die malaysischen Naturschutzbehörden haben 130 Schuppentiere gerettet, die Schmuggler an Restaurants und Apotheken verkaufen wollten. Zwei Männer seien festgenommen worden, meldete die Nachrichtenagentur Bernama. Ein Friedhof sei vermutlich der Transitpunkt gewesen, von dem aus die geschützten Tiere nach China, Japan und Hongkong gebracht werden sollten. Sie gelten als Delikatesse und hätten 11 500 US-Dollar erbringen können. (AFP)

## Eisen in der Spree gefährdet Fische

Die Belastung der Spree durch gelöstes Eisen im Raum Spremberg (Spree-Neiße) macht Naturschützern und Politikern Sorge. Sie könnte Schäden bei Tieren und Pflanzen hervorrufen. Seit 2007 wurden in der Kleinen Spree deutlich erhöhte Eisenwerte festgestellt, die zu einer Rotfärbung des Wassers führten. Die Stoffe werden offensichtlich als Folge des Braunkohlebergbaus ausgeschwemmt. Eisenhydroxid verklebt die Kiemen der Fische, die dadurch umkommen. (dpa)

### COMPUTER

## Die Abstammung der Facebook-Nutzer

Aus welchen ethnischen Gruppen stammen die Nutzer sozialer Online-Netzwerke? Dieser Frage sind die Betreiber von Facebook nachgegangen, indem sie die Nachnamen ethnischen Gruppen zuordneten und mit dem Anteil in der Bevölkerung verglichen. Überdurchschnittlich stark vertreten sind Anwender mit asiatisch-pazifischer Herkunft, unterrepräsentiert Latein- und Afroamerikaner. Die „Latinos“ verzeichnen jedoch starke Zuwächse und sind hinter den weißen Anwendern die größte Nutzergruppe. Für Deutschland liegen keine Angaben vor. (cid)

## Wie kommt meine Internetseite an?

Für Entwickler von Internetseiten ist es wichtig zu wissen, wie die Nutzer die Online-Präsenzen in ihrem Browser sehen. Dabei spielt die Bildschirmauflösung eine Rolle. Ein neues kostenloses Tool von Google gibt eine grafische Einschätzung. „Browser Size“ verrät, wie hoch der Prozentsatz der Nutzer ist, die scrollen müssen, um weit rechts oder unten liegende Teile einer Seite zu sehen. So können wichtige Inhalte in den für jeden sichtbaren Bereich geholt werden (<http://browsersize.googlelabs.com/>). (cid)