

<https://thesaker.is/ten-years-of-chinese-research-and-development-2005-2015-the-decise-decade-to-the-top/>

thesaker.is

Zehn Jahre chinesische Forschung und Entwicklung: 2005-2015, das entscheidende Jahrzehnt an der Spitze

Der Saker

05.09.2022

37-47 Minuten

von Jean-Pierre Voiret für den Saker Blog

Nach der Jahrtausendwende begann China, enorme Summen in die wissenschaftliche Forschung und Entwicklung zu investieren. Mit Millionen von Ingenieuren und Wissenschaftlern, die daran arbeiten, das Land und seine Wissenschaft und Technologie weiterzuentwickeln, werden diese Bemühungen langfristig einen enormen Quantensprung in Wissenschaft und Technologie für den gesamten Planeten bewirken.

Akronyme:

Atimes Asia Times online, Hongkong

BjRev Beijing Review online, Peking

CASS Chinesische Akademie der Sozialwissenschaften, Peking

EinNews Ein News online, Washington DC

GT Global Times online, Peking

Hirn Wolfgang Hirn: Angriff aus Asien. Fischer, 2007, Deutschland

NZZ Neue Zürcher Zeitung, Zürich

Sieren Frank Sieren: Der Chinaschock. Econ, Berlin, 2008.

Spieg Der Spiegel, Hamburg

StZ Stuttgarter Zeitung, Stuttgart

VDI VDI Nachrichten, Düsseldorf

WiWo Wirtschaftswoche, Düsseldorf

Xinhua Chinas staatliche Nachrichtenagentur, Online-Ausgabe, Peking

Mit Siebenmeilenstiefeln in die Forschung und Entwicklung

Allgemeiner Trend: "Die chinesischen Wissenschaftler marschieren mit Siebenmeilenstiefeln zu den Spitzenpositionen im Bereich Forschung und Entwicklung (F+E)", schrieb die Wirtschaftswoche bereits 2005 in einer "China"-Sonderausgabe. Und Chinas Ausgaben für F+E erreichten 2011 ein Rekordhoch von 869 Milliarden Yüan (140 Milliarden US-Dollar), was einem Anstieg von 23 % gegenüber dem Vorjahr entspricht und 1,84 % des BIP ausmacht (1,76 % im Jahr 2010). Im selben Jahr stiegen die Steuerausgaben für die Entwicklung von Wissenschaft und Technologie um 19,2 % und erreichten 490 Milliarden Yüan oder 4,5 % der Gesamtausgaben des Staates (GT, 2012.10.26). Im Jahr 2012 haben Chinas F+E-Ausgaben die Marke von

einer Billion Yüan (162,3 Mrd. US\$) überschritten, nachdem sie im Vergleich zum Vorjahr um 17,9 % gestiegen sind und nun 1,97 % des BIP ausmachen. Diese Situation beruht auf einer gesunden Entwicklung des Bildungswesens: "Die 6. Volkszählung zeigt uns, dass das durchschnittliche Bildungsniveau der chinesischen Bürger stark gestiegen ist und seine Geschwindigkeit [der Entwicklung] das Bevölkerungswachstum übersteigt, [eine Tatsache], die es in der Geschichte der Menschheit noch nie gegeben hat", sagte Hu Angang auf einem CASS-Qinghua-Seminar im Mai 2011. Fünf Jahre nach der Erklärung der Wirtschaftswoche schrieb B. Bartsch in der Stuttgarter Zeitung: "In vielen Bereichen sind die Chinesen bereits dabei, ihr Ziel der technologischen Unabhängigkeit zu erreichen" (StZ, 2010.9.17). Die Rolle des Staates ist sehr wichtig: Private Unternehmen geben nur 3,5 % der gesamten F+E-Ausgaben Chinas aus, während staatliche Unternehmen 34 % davon aufwenden. Der Rest wird von Forschungseinrichtungen wie der Chinesischen Akademie der Wissenschaften ausgegeben, der 90 verschiedene Forschungsinstitute angehören. Den Rahmen für die Aktivitäten des Staates bildet das nationale Rahmenprogramm für die mittel- und langfristige Entwicklung von Wissenschaft und Technologie 2006-2020 mit 16 Schlüsselbereichen. Dieser Plan wird durch die Nationale Kampagne für einheimische Innovation von 2006 unterstützt. Nach Angaben der Vereinten Nationen investierte China 2007 nach den USA und der EU und noch vor Japan die dritthöchste Summe in Forschung und Entwicklung. Bei diesem Vergleich ist jedoch zu beachten, dass die USA einen überdurchschnittlich hohen Prozentsatz ihrer F+E-Gelder für weitgehend unproduktive militärische F+E ausgeben. Dies mag einer der Gründe sein, warum die OECD-Wirtschaftsforschung die Situation anders einschätzt: Nach ihrer Schätzung hat China bereits 2006 über 136 Milliarden Yuan mehr für F+E ausgegeben als alle anderen Länder mit Ausnahme der USA (Sieren, Chinaschock, S. 393). Berücksichtigt man die exzessiven (und wirtschaftlich ungesunden) Ausgaben der USA für waffentechnische F+E, bedeutet dies, dass das Reich der Mitte im Bereich der zivilen Forschung und Entwicklung bereits die Nr. 1 ist. Tatsächlich wachsen Chinas F+E-Ausgaben derzeit jährlich um etwa 20 %, so dass China, selbst wenn die Schätzung der OECD zu hoch angesetzt war, ohnehin bald alle anderen Länder überholen wird. Hier die Daten zu den F+E-Ausgaben der führenden Länder im Jahr 2019 laut Wikipedia Deutschland:

USA: 612,7 Mrd. US\$ = 3,1 % des BIP.

China: 514,8 Mrd. US\$ = 2,2 % des BIP.

Japan: 172,6 Mrd. US\$ = 3,2 % des BIP.

Indien: 158,7 Mrd. US\$ = 1,3 % des BIP.

Deutschland: 131,9 Mrd. US\$ = 3,2 % des BIP.

Investitionen: Laut dem Beijing Review hat China seine F+E-Investitionen von 1,34 % des BIP im Jahr 2005 auf 1,84 % des BIP im Jahr 2011 und 1,97 % des BIP im Jahr 2012 gesteigert und plant, bis 2015 2,2 % des BIP und bis 2020 2,5 % des BIP zu erreichen (BjRev., 2012.12.24). "Chinas Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung (GERD) haben sich zwischen 2000 und 2006 verdreifacht" (Atimes, März, 2010). Unternehmen, die in die Forschung investieren, genießen erhebliche Steuererleichterungen. Allein im Jahr 2006 hat China rund 37 Milliarden US-Dollar in F+E gepumpt (Xinhua, Januar 2007), unter anderem riesige Summen in den Bau von Labors und Forschungsinstituten an den Universitäten des Landes. Bis 2012 war diese Summe, wie gesagt, auf 162 Milliarden US-Dollar angewachsen. Dieses Wachstum wurde auch durch die Wirtschaftskrise nicht gebremst. So wurde beispielsweise im Juli 2009 mit dem Bau des weltweit größten Erdbebensimulationslabors an der Tongji-Universität in Shanghai begonnen[1]. Im selben Monat wurde das erste Nationale Aerodynamische Labor für fortgeschrittene Raumfahrttechnologie in Sichuan eröffnet, wo China bereits mehrere Windkanäle und Flugzeugentwicklungsunternehmen unterhält. Im 12. Fünfjahresplan Chinas (2011-2015) spielt das Wachstum der Flugzeugindustrie eine wichtige Rolle. Mit dem Bau eines Forschungs- und Entwicklungszentrums für das Großraumflugzeugprogramm des Landes wurde 2009 begonnen. Beijing Review berichtete am 1. Februar 2010, dass die AVIC Commercial Aircraft Engine Co. mit dem Bau eines Forschungs- und Entwicklungszentrums für die Entwicklung von Triebwerken für die künftigen chinesischen Großraumflugzeuge begonnen hat. Die jährlich stattfindende chinesische Luftfahrtmesse, auf der China im September 2009 sein neues Mittelstrecken-Passagierflugzeug ARJ21 für 70 bis 110 Passagiere vorstellte, ist bis heute die mit Abstand wichtigste Luftfahrtmesse in Asien. Die staatliche Commercial Aircraft Corp. (ComAC), die den ARJ21 mit Hilfe verschiedener internationaler Auftragnehmer (GE für die Triebwerke, Rockwell-Collins für die elektronische Ausrüstung) herstellt, liefert die Flugzeuge seit 2011 aus. Im Jahr 2010 hatte das Unternehmen bereits 208 Aufträge, von denen 25 von GE Commercial Aviation Services kamen. ComAC bereitet auch die Produktionslinien für die Herstellung des künftigen Großraumflugzeugs für 190 Passagiere C919 vor, das auf der Luftfahrtmesse 2012 seinen Erstflug absolvierte. Der Erstflug fand 2010 statt, der Beginn der Massenproduktion ist für das Jahr 2014 geplant. Bis Ende 2010 wurden bereits 102 C919 bestellt. Airbus A320-Flugzeuge werden derzeit in Tianjin in Serie gebaut, wo Airbus für 1,2 Milliarden US-Dollar[2] eine Kopie seiner Hamburger Montagelinie errichtet hat. Im Jahr 2009 wurden dort elf A320 produziert, 2010 26 und 2011 36.

Universitäten, technische Hochschulen, Patente: Die Zahl der amtlich anerkannten Universitäten und Technischen Hochschulen ist zwischen 1998 und 2004 um 70 % auf über 1700 gestiegen. Im gleichen Zeitraum stieg die Zahl der Studierenden von 3,6 auf 14,2 Millionen (2004) und erreichte Ende 2007 über 20 Millionen (Wiwo, Sonderausgabe China, 2007). Auch die Privatwirtschaft investiert enorme Summen in Forschung und Entwicklung. Der Telekommunikationsriese Huawei (Shenzhen) beispielsweise investiert 10 %

seiner Einnahmen in seine F+E im Rahmen einer sehr langfristigen Unternehmensplanung. Im Jahr 2007 waren fast 50 % der 70'000 Huawei-Mitarbeiter mit F+E-Aktivitäten beschäftigt. Kein Wunder, dass diesem Unternehmen jedes Jahr die meisten Patente erteilt werden (z. B. 2734 Patente im Jahr 2012, gegenüber 2727 Patenten des chinesischen Konkurrenten ZTE (Xinhua, 2013.02.22). Bis Ende 2007 hatte das Unternehmen bereits insgesamt 26.880 Patente angemeldet (ATimes, 2008.8.16). Übrigens: Ende 2012 hatte Huawei weltweit 140.000 Mitarbeiter (NZZ, 2012.11.27). Generell ist festzustellen, dass die Zahl der chinesischen und südkoreanischen Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt EPA seit 2002 im Durchschnitt jährlich um 34 % gestiegen ist (StZ, Nr. 138/2007). Im Jahr 2008 wuchs die Zahl der chinesischen Patentanmeldungen beim EPA trotz der Wirtschaftskrise um fast 30 % (StZ., 2009.4.2). In Deutschland meldeten chinesische Unternehmen im Jahr 2000 160 Patente an, 2010 jedoch 12.700 und 2011 16.000 (StZ, 2012.1.21). In München betrug die Wachstumsrate der Patentanmeldungen durch Chinesen von 2009 bis 2010 54 % im Vergleich zum Vorjahr (StZ, 2011.5.2). In Peking selbst hat China ein hochmodernes Patentamt nach neuesten westlichen Mustern aufgebaut. Die Zahl der Patentanmeldungen aus allen Provinzen des Landes wächst mit hoher Geschwindigkeit. Trotz des jungen Alters des neuen Patent- und Urheberrechtsgesetzes (1984 in Kraft getreten) ist die Zahl der Patentanmeldungen in den fünf Jahren seit 2002 um mehr als 20 % pro Jahr gestiegen und hat im Zeitraum 2002-2007 insgesamt 4 Millionen Anmeldungen erreicht. "Für 2008 werden mehr als 900.000 neue Patentanmeldungen erwartet", schrieb die China Daily am 30. Oktober 2008, während eine NZZ-Grafik vom 26. Juli 2011 für 2010 rund 800.000 Anmeldungen angibt[3] (das bedeutet, dass die jährliche Zahl der Patentanmeldungen der USA in einigen Jahren von China überholt werden könnte); auf diese Anmeldungen werden in China jährlich rund 200.000 Erfindungspatente erteilt (z.B. 217.105 im Jahr 2012 laut Xinhua, 2013.2.22). Die dritte Revision des Patentgesetzes von 1984 ist am 1. Oktober 2009 in Kraft getreten. Die neuen Regeln erfüllen nun die Anforderungen der entsprechenden internationalen Abkommen (TRIPS) und entsprechen damit den meisten internationalen Standards. Parallel zu diesen Entwicklungen stellt Thomas L. Friedman in seinem Buch "The World is flat" (NY, 2005) fest, dass die Zahl der amerikanischen Patente und der amerikanischen wissenschaftlichen Publikationen seit einigen Jahren regelmäßig zurückgeht. Das US-Patentamt selbst steckt in einer Dauerkrise (VDI, 2007.2.16). Wer weiß in den USA heute noch, dass der Reformator des 19. Jahrhunderts, Kang Youwei, in seinem Memorandum von 1895 an den jungen Kaiser von China die USA als das innovativste Land der Erde bezeichnete: "Die positive Wechselwirkung zwischen Erfindungsreichtum und Bildung", schrieb er, "zeigt sich am deutlichsten in den USA, wo jedes Jahr Tausende von neuen Patenten für industrielle Erfindungen angemeldet werden." Tempi passati! Die größten Technologieimporte Chinas kommen übrigens nicht mehr aus den Vereinigten Staaten, sondern aus Europa (39,3 %); an zweiter Stelle steht Japan (23,8 %), während die USA nur noch an dritter Stelle stehen (19,2 %). Die Erfolge der effizienten chinesischen F+E-Politik zeigen sich schnell: Anfang

2007 wurde auf der Strecke Shanghai-Hangzhou der erste selbst gefertigte Hochgeschwindigkeitszug Chinas in Betrieb genommen. Zu Weihnachten 2009 wurde auch die Hochgeschwindigkeitsstrecke Wuhan-Guangzhou für den Hochgeschwindigkeitsverkehr freigegeben, angeblich mit einer routinemäßigen Durchschnittsgeschwindigkeit von 320 Stundenkilometern. "Die weltweit erste Hochgeschwindigkeitsbahn in Gebieten mit extrem niedrigen Temperaturen, die Harbin-Dalian-Eisenbahn, wurde am 1. Dezember 2012 im Nordosten Chinas in Betrieb genommen" (BjRev., 2013.1.21). Bereits 2009 erklärte Premier Putin auf dem Treffen am 12. Oktober in Peking, dass Russland seine Hochgeschwindigkeitszüge nicht mehr aus Europa, sondern aus China beziehen werde: "Sie sind genauso schnell oder sogar schneller und billiger" (GT, 12.10.09). Auch bei der U-Bahn-Technologie ist China technologisch unabhängig - und bei der Automatisierung sogar führend. Im Jahr 2007 hat China auch einen Bus mit Wasserstoffantrieb in der Erprobung. Ebenfalls seit 2007 verfügt das Reich der Mitte über ein unabhängiges Cäsium-Zeitmesssystem (integrierte Atomuhr). Im Jahr 2010 erfuhr die Welt auch erstmals, dass China den schnellsten Supercomputer der Welt besitzt - einen Computer vom Typ Tianhe 1A.

Technologieparks: In China wird die Vorbereitung der wissenschaftlichen und technologischen Zukunft durch eine beachtliche Gruppe bemerkenswert gut geplanter Hochtechnologieparks vorangetrieben; W. Hirn schreibt zum Beispiel über den Zhongguangcun-Technologiepark: "Was die Ausstattung und Unterstützung angeht, gibt es in Deutschland nichts Vergleichbares. Der Technologiepark Martinsried vor den Toren Münchens, der oft als das deutsche "Silicon Valley" der Biotech-Industrie bezeichnet wird, wirkt eher wie eine Miniatúrausgabe eines chinesischen Technologieparks. Hier [in der Nähe von Peking] wurde mit staatlicher Unterstützung eine riesige Wissenschaftslandschaft rund um die Mutteruniversitäten Beida und Qinghua errichtet. Auf rund 100 Quadratkilometern arbeiten mehr als 400.000 Forscher in mehr als 200 Forschungsinstituten und an etwa fünfzig neuen Universitäten. Dazwischen finden sich zahlreiche Hightech-Unternehmen und Start-ups. Lenovo, Chinas bekanntestes IT-Unternehmen, hat seinen Ursprung zum Beispiel in Zhongguancun." (Hirn, S. 176). Zhongguancun war der erste Technologiepark dieser Art. Inzwischen besitzt jede chinesische Großstadt eine Einrichtung und/oder ein F+E-Konglomerat dieser Art. GT schrieb, dass es Ende 2012 in China mehr als 100 Hightech-Zonen gab. Die ersten vier besten davon waren Pekings Zhongguangcun, Shanghais Zhangjiang, Shenzhens SHTZ und Chengdus HTIZ (GT, 2012.12.21). Und das ist nur das chinesische Festland. Wenn man das "globale China" unter die Lupe nimmt, muss man die Technologieparks Taiwans (z. B. den berühmten Hsinchu Technology Park) und Singapurs (z. B. das unglaubliche Biopolis) zu dem aufstrebenden chinesischen F+E-Imperium hinzufügen. Und da F+E in China (und in Asien im Allgemeinen) viel billiger ist als in den USA oder Europa (2007 konnte man fünf chinesische und zehn indische Ingenieure für die Kosten eines US-Ingenieurs einstellen), lagern immer mehr westliche multinationale Unternehmen ihre Forschungszentren nach China aus. Man kann also verstehen, warum der

Beraterrat des Präsidenten für Wissenschaft und Technologie in seinem Bericht an die US-Regierung folgende Worte schrieb: "Chinas Aufstieg zu einem High-Tech-Gebiet ist definitiv eine unserer größten Sorgen" (zitiert in Hirn, S. 55).

Die Eroberung des Weltraums

Weltraum und Geowissenschaften: Chinas Erfolge im Weltraum und in der geowissenschaftlichen Forschung sind gleichermaßen beeindruckend: erfolgreicher Start von drei Meeresvermessungssatelliten (der dritte wurde 2010 gestartet), erfolgreiche Umsetzung des chinesisch-brasilianischen satellitengestützten Erdbeobachtungsprogramms[4] (CBERS, China-Brazil Earth Research Satellite: Satellit Nr. 1: 1999; Satellit Nr. 2: 2003; Satellit Nr. 3: 2007; Satellit Nr. 4: 2011), erfolgreicher Start von Shenzhou 5 in den Weltraum im Jahr 2003 mit dem Astronauten Yang Liwei an Bord, erfolgreicher Start von Shenzhou 6 im Jahr 2005, dann von Shenzhou 7 (mit zusätzlicher Fahrzeugaktivität) im Jahr 2008. Im Jahr 2011 startete China das unbemannte Raumfahrtmodul Tiangong 1 ("Himmlicher Palast 1") seines Prototyps eines Weltraumlabor. Das 8,5 Tonnen schwere Modul soll nach dem experimentellen Andocken von drei Shenzhou-Raumschiffen in ein bemanntes Weltraumlabor umgewandelt werden: Shenzhou Nr. 8, 9 und 10. Das automatische Andocken von Shenzhou 8 und das bemannte Andocken von Shenzhou 9 fanden 2011 bzw. 2012 statt. Am 18. Juni 2012 vollzog Shenzhou 9 das manuelle Andocken an Tiangong 1 mit drei Astronauten an Bord, darunter eine Frau. An Bord führten sie zehn Tage lang verschiedene Experimente durch. Shenzhou 10 wurde Mitte Juni 2013 erfolgreich gestartet. Dieses Mal blieb die Besatzung 15 Tage an Bord von Tiangong 1. Die ständige Besetzung des chinesischen Weltraumlabor erfolgte im Jahr 2021. Die Teilnahme chinesischer Astronauten an der ISS-Arbeit, ein chinesischer Wunsch, der von der EU und Russland unterstützt wird, wird von den USA unter dem Vorwand der "Dual-Use-Gefahr" (Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse für militärische Zwecke) abgelehnt.

Mondprogramm: Erfolgreicher Start des Mondorbiters Chang'e-1 im Herbst 2007, erfolgreicher Start des zweiten Chang'e-Satelliten am 1. Oktober 2010, um Fotos vom Mond und insbesondere von Sinus Iridium, der zukünftigen Landezone von Chang'e-3, zu machen. Chang'e-2-Fotos vom Mond und Mondkarten wurden am 6. Februar 2012 veröffentlicht (China schickte 2013 Chang'e-3 und einen Mondrover zum Mond. Die Mission von Chang'e-3 bestand darin, eine weiche Landung zu erreichen und die Oberfläche zu durchstreifen. Chang'e-4 stieg 2017 auf und kehrte mit Mondboden- und Gesteinsproben zur Erde zurück); nachdem Anfang 2011 die Mondoberfläche in einer niedrigen Umlaufbahn fotografiert worden war, wurde Chang'e-2 in den Weltraum geschickt, um den zweiten Lagrange-Punkt L2 zu umkreisen; Chang'e-2 trat im August 2011 in die Umlaufbahn von L2 ein, so dass Chinas SASTIND nach der ESA und der NASA die dritte Agentur der Welt war, die ein Raumfahrzeug in eine Umlaufbahn um L2 brachte. Mit dem Start von Beidou-Navigations-Satelliten der zweiten Generation am 15. April 2009 und am 16. Januar 2010

war China auch mit seinem Compass-Navigationsprogramm (Programmdauer: 2008-2011) erfolgreich. Die Beidou-Satelliten der zweiten Generation enthalten eine eingebaute Atomuhr. Das Beidou-System ermöglicht auch die Übermittlung von Textnachrichten in beide Richtungen, eine Funktion, die GPS und Glonass nicht gewährleisten können; sie ist besonders in abgelegenen Gebieten nützlich, in denen keine Mobilfunkdienste verfügbar sind (BjRev, 2011.5.23). Im Oktober 2012 wurde der 16. Beidou-Satellit in das Navigationssystem aufgenommen, so dass es für den Dienst im asiatisch-pazifischen Raum bereit ist, der in der ersten Hälfte des Jahres 2013 aufgenommen wurde. Jetzt können auch chinesische Mobiltelefone auf Beidou zugreifen (BjRev, 2013.5.23). Im Jahr 2020 wird es insgesamt 35 Satelliten geben, die einen weltweiten Dienst anbieten.

Fernerkundung und mehr: China war auch mit dem Start der ersten chinesischen Marssonde in der zweiten Jahreshälfte 2009 und dem Start des siebten Fernerkundungssatelliten Yaogan VII vom neuen Jiuquan-Startzentrum erfolgreich (Anwendungen: "Vermessung von Landressourcen, Schätzung von Ernteerträgen, Katastrophenvorsorge, usw.); danach folgten Yaogan VIII und Yaogan IX (2010.3.5). China nutzt diese Satelliten auch für die digitale Kartografie von ganz China - ein Projekt, das 2015 abgeschlossen wurde. Chinas erstes Weltraumteleskop wurde 2012 ins All geschossen. Mit seinen Kommunikationssatelliten war China nicht ganz so erfolgreich und hatte zu Beginn des Programms verschiedene Probleme: Nach dem Verlust von Sinosat-2 im Jahr 2006 verunglückte im November 2008 auch der von China finanzierte und gelieferte nigerianische Kommunikationssatellit Nigcomsat-1 nach nur 18 Monaten Betriebszeit[5]. Jedenfalls beschloss Peking im Juli 2008, seine Forschungs- und Produktionskapazitäten für die Raumfahrt um 100 % zu erhöhen. In der Zwischenzeit hat China einen Ersatzsatelliten für Nigeria hergestellt. Außerdem startete es erfolgreich einen Kommunikationssatelliten für Venezuela und einen für Bolivien. Der Start eines Satelliten für Laos fand ebenfalls statt (2010). Im Bereich der eigenen Kommunikationssatelliten startete China im Mai 2013 seinen Kommunikationssatelliten Zhongxin 11, um die kommerzielle Kommunikation im asiatisch-pazifischen Raum zu gewährleisten. Auf der Ebene der Trägerraketen testete China im Juli 2012 erfolgreich sein Flüssigsauerstoff/Kerosin-Triebwerk mit 120 Tonnen Schubkraft für seine neue Generation von Trägerraketen, die Long March-5 (BjRev., 2013.1.21). Auf der südlichen Insel Hainan, so nah wie möglich am Äquator, begannen die Chinesen im September 2009 mit dem Bau ihres vierten Raumfahrtleitzentrums mit Startrampen und Flugkontrollstation. Der chinesische Plan für die Entwicklung der Raumfahrtindustrie des elften 5-Jahres-Plans und der Drei-Stufen-Plan für die bemannte Raumfahrtforschung sehen unter anderem folgende Aktivitäten vor: Bis 2020, wie gesagt, eine ausschließlich mit chinesischen Astronauten bemannte Raumstation, dann zwischen 2025 und 2030 eine bemannte Landung auf dem Mond, und bis 2040 eine bemannte Station auf dem Mars. "Mehr als 5.000 chinesische Firmen und Organisationen sind heute an den Anwendungen und Dienstleistungen der Satellitennavigation beteiligt, und die Branche erwirtschaftete 2010 laut einem

von der Social Sciences Academic Press veröffentlichten Bericht einen Produktionswert von mehr als 50 Milliarden Yüan" (GT, 2012.1.24). Mit 22 erfolgreichen Starts "übertraf die Zahl der chinesischen Weltraumstarts im Jahr 2011 die der USA, die nur 18 Satelliten in die Umlaufbahn schickten" (Pang Zhao in GT, 2012.1.20). Welch ein Kontrast zu den USA, wo die Spaceshuttles 2011 in den Ruhestand gingen, so dass die USA noch viele Jahre lang keine eigenen Mittel haben werden, um Astronauten ins All zu schicken. Eine weitere Tatsache ist interessant: Bereits 2010 gelang es China, sein landesweites Netz von drei satellitenüberwachenden Bodenstationen fertigzustellen: Die Stationen in Miyun und Kashkar waren bereits 2009 in Betrieb, die Station in Sanya war dann Anfang 2010 fertig. Dieses Netz ermöglicht einen chinaweiten 100%igen Empfang von Satellitendaten. Im April 2013 startete China erfolgreich seinen ersten hochauflösenden Erdbeobachtungssatelliten Gaofen-1. Und im Mai 2013 führte China sein erstes aktives Weltraumforschungsexperiment durch, um in-situ-Messungen der vertikalen Verteilung der Weltraumumgebung zu erhalten.

"Von Pol zu Pol"

Antarktis- und Arktisforschung: Auch die chinesische Antarktis- und Arktisforschung ist eine erstaunliche Erfolgsgeschichte. Mit dem weltweit größten nicht-nuklearen Forschungseisbrecher Xue long (Schneedrache) hat China in den letzten Jahren vier arktische Forschungsexpeditionen unternommen. Noch aktiver sind die chinesischen Wissenschaftler in der Antarktis: Dort steht ihnen seit 2003 eine große Basisstation zur Verfügung. Diese Basis wurde 2009 komplett modernisiert. Hinzu kommen zwei kleinere Stationen, die Kunlun-Station auf Dome A, dem höchsten antarktischen Gipfel mit 4093 m über dem Meeresspiegel, und die Zhongshan-Station in den Grove Mountains. Auf Dome A wird eine Sensorstation betrieben. China wird bis 2015 zwei weitere Forschungsstationen in der Antarktis errichten. Im Jahr 2012 hat China seit 2003 achtundzwanzig Antarktis-Forschungsexpeditionen organisiert, die jüngste (28.) endete im April 2012 nach 163 Tagen Reisezeit. Im Juli 2009 begannen die Chinesen außerdem mit dem Aufbau eines neuen und stärkeren Teleskopnetzes am Südpol. Die CAA (China Arctic and Antarctic Administration, unter der staatlichen Ozeanverwaltung) hat von 2011 bis 2015 fünf neue Antarktisexpeditionen gestartet.

Erforschung: Im Laufe des letzten Jahrzehnts organisierte China auch mehrere hochrangige geowissenschaftliche Erkundungen/Expeditionen im Amazonasbecken (2004), im Himalaya (2007) und in Äthiopien (Great Rift Valley, 2008). In Tibet, das von der globalen Erwärmung besonders betroffen zu sein schien (es hieß, dass die Permafrostschicht auftaut), baute China ein Netz von 48 Bodenobservatorien und 4 Radarstationen auf, um die rund um die Uhr gemessenen Daten dauerhaft aufzeichnen zu können. Tibet ist auch ein Zentrum für die Erforschung der kosmischen Strahlung im Rahmen des Instituts für Hochenergiephysik. Im Bereich der Astrophysik eröffnete die chinesische Regierung am 4. Juni 2009 offiziell ihr neues Large Sky Area Multi-

Object Fibre Spectroscopic Telescope (LAMOST) in Xinglong in der Provinz Hebei: "Es ist das größte seiner Art in der Welt und wird in den kommenden fünf Jahren 10 Millionen Spektren des Himmels aufnehmen, eines der ehrgeizigsten astronomischen Projekte der Welt, um Schlüsseldaten zu erfassen, die Aufschluss über die Entstehung des Universums geben". In Tibet baute China in Zusammenarbeit mit Deutschland ein konventionelles optisches Observatorium in der Nähe von Lhasa. Am 28. Oktober 2012 enthüllte China in Shanghai das größte Radioteleskop Asiens, das zur Verfolgung und Sammlung von Daten von Satelliten und Raumsonden eingesetzt wird.

Unterwasseraktivitäten: Für die Unterwasserforschung (z. B. Ozeanografie, Archäologie, Geologie, Erdöl usw.) hat China ein Tauchboot - die Jiaolong - gebaut, das für die Erforschung von Tiefen bis zu 7.000 Metern ausgelegt ist. Anfang 2010 setzte die Jiaolong eine chinesische Flagge in einem Canyon im Südchinesischen Meer in einer Tiefe von 3 759 Metern unter dem Meeresspiegel und erreichte im Juli 2011 eine Tiefe von 5188 Metern. Ein Tauchgang auf 7062 Meter fand im Juni 2012 statt (BjRev., 2013.1.21). Eine neue Tiefseebasis mit Anlegestellen, Werkstätten für die Wartung von Tiefseeausrüstung, großen Versuchsbecken und Schulungseinrichtungen für Ozeanauten wird derzeit gebaut (Inbetriebnahme Ende 2014); sie dient auch der Bodenunterstützung für die Jialong und für andere große Tiefseeausrüstung. Anfang 2013 begann ein chinesisches Forschungsschiff mit der Erkundung von Unterwasserressourcen im Pazifischen Ozean. Wir möchten auch einen Grenzbereich der chinesischen Forschung erwähnen, weil er zeigt, wie schnell die Wissenschaftler des Landes in der Lage sind, ein Spitzenniveau zu erreichen: Bis 1987 hatte sich in China auf dem Gebiet der Unterwasserarchäologie noch nichts getan. Das Büro für archäologische Unterwasserforschung, eine Abteilung des Nationalen Geschichtsmuseums, wurde 1987 gegründet. Im Jahr 1990 fanden die ersten Forschungstauchgänge mit ausländischen Kollegen statt. In den Jahren 1991-1997 führten die chinesischen Archäologen allein mehrere Unterwasserausgrabungen an fünf Schiffen aus der Ming-Dynastie (1368-1644) durch, die vor der Küste der Provinz Liaoning gesunken waren. Im Jahr 2007 wird ein Schiff aus der Song-Dynastie (960-1279), Nanhai I, vollständig aus dem Südchinesischen Meer geborgen und anschließend konserviert, was zeigt, dass die Chinesen die Konservierungstechnologien inzwischen perfekt beherrschen. Im Mai 2009 wird in Chongqing das Unterwassermuseum Baiheliang eröffnet, in dem alle Unterwasserexponate ausgestellt sind, die beim Bau des Drei-Schluchten-Staudamms geborgen wurden. Weiteres Highlight: 2010 wird das Hochseeschiff Nan'ao I aus der Ming-Dynastie mit Tonnen von Ming-Porzellan vollständig geborgen.

Öl- und Gasexploration: Der stellvertretende Direktor des Nationalen Geologischen Dienstes, Zhong Ziran, teilte Reportern im Januar 2011 mit, dass die jährlichen Ausgaben seiner Behörde für die Öl- und Gasexploration um das Zehnfache auf 500 Millionen Yuan (60 Millionen US-Dollar) steigen werden: "Sechzig Prozent dieses Betrags werden in Offshore-Projekte fließen", fügte er

hinzu. Bislang beschränkten sich Chinas Offshore-Bohrungen auf relativ flache Gewässer in Küstennähe, wobei so genannte Jack-up-Rigs" eingesetzt wurden, die auf dem Meeresboden verankert sind. Nun kündigte CNOOC Pläne für den Einsatz seiner ersten schwimmenden Bohrplattform an: Das 30 Milliarden Dollar teure Ungetüm, Marine Oil 981, soll 800 Tiefseebohrungen durchführen. Sie sollen bis 2020 jährlich Öl im Wert von 50 Milliarden Dollar fördern. In der Zwischenzeit wurde eine ähnliche schwimmende Plattform auch für PetroChina gebaut (Atimes, 2011.7.15).

Prioritäten: Das chinesische Kabinett beschloss Mitte Mai 2009 im Rahmen des Weltkrisenmanagements, mit einer Summe von 62,8 Mrd. Yuan (9,2 Mrd. US\$) elf nationale Forschungsprogramme zu finanzieren, die für Durchbrüche in verschiedenen Bereichen sorgen sollen. Die geförderten Bereiche sind CNC-Bearbeitung, zivile Flugzeugentwicklung ("China to rival Boeing/Airbus with C 919 big plane", titelte EinNews of Washington am 13.10.2009), Druckwasser-, Hochtemperatur- und gasgekühlte Kernreaktoren, Breitband-Mobilkommunikation, zentrale High-End-Datenverarbeitung und Software[6], Erschließung großer Öl- und Gasfelder, Wasserreinigungs- und Wasseraufbereitungstechnologie, transgene Produkte und neue Medikamente & Aids/Viralhepatitis-Therapien. Das entsprechende geistige Eigentum (Patente usw.) wird nicht dem Staat gehören, sondern Eigentum der geförderten Universitäten, Institute und Unternehmen sein. Im Bereich der Wassertechnologie meldete das Landwirtschaftsministerium im April 2013 die Entwicklung einer neuen wassersparenden Bewässerungsmethode auf Kapillarbasis, die im Vergleich zur Tröpfchenbewässerung 50 % Wasser einspart. Im Bereich der Wasseraufbereitung entwickelte die Boying Co. in Xiamen ein neues "Nanometer Catalyst Electrolysis"-Verfahren (NCE) mit äußerst vielversprechenden Anwendungen. Ganz allgemein ist Xiamen das Zentrum der Entwicklung der chinesischen Meereswirtschaft; die Verwaltung baut dort das Südliche Meeresforschungszentrum, das hochkarätige Forscher auf dem Gebiet der Ozeanographie beherbergen wird. "Chinas Meereswirtschaft belief sich 2011 auf 4,55 Billionen Yüan (722 Milliarden Dollar). Die Meeresproduktion des Landes wird bis 2015 10 % des BIP des Landes erreichen", sagte Liu Cigui, Minister der staatlichen Ozeanverwaltung (BjRev., 2012.12.17). In einem Interview am 27.12.2009 erklärte Premierminister Wen Jiabao gegenüber einem Xinhua-Reporter die folgenden allgemeinen Ziele für das nationale Forschungspaket:

"Unsere Anstrengungen müssen sich auf die Entwicklung des Internets, der grünen Wirtschaft, der kohlenstoffarmen Wirtschaft, der Umweltschutztechnologie und der Biomedizin konzentrieren". Im Bereich Internet werden in nur einem Jahr (2013) 18.000 weitere ländliche Dörfer und 5.000 weitere Schulen mit schnellem Breitbandinternet versorgt. Diese Ziele wurden alle erreicht. Im Bereich der Biomedizin gab das Ministerium für Wissenschaft und Technologie am 11. Januar 2012 bekannt, dass es einen von der Universität Xiamen und Xiamen Innovax Biothec Co. entwickelten Hepatitis-E-Impfstoff zugelassen hat.

Robotik: China ist immer noch vergleichsweise schwach in der Robotik und besitzt nur 21 Roboter pro 10.000 Arbeiter, verglichen mit einem Durchschnitt von 55/10.000 in der Welt und einem Spitzenwert von 339/10.000 in Japan. Doch China holt aufgrund seiner Ein-Kind-Politik, die zu einer zunehmenden Verknappung der Arbeitskräfte und entsprechend steigenden Löhnen führt, sehr schnell auf: Nach Angaben der International Federation of Robotics betrug das Wachstum der Industrierobotik in China in den letzten Jahren mehr als 40 % bis 50 % pro Jahr, ein noch nie dagewesenes Ausmaß (Atimes, 2013.3.5). Von der Teilchenphysik zur Atomenergie und verwandten Bereichen

Teilchenphysik: Im Bereich der Teilchenphysik findet die chinesische Forschung unter der Verantwortung des IHEP (Institut für Hochenergiephysik) in Peking statt. Die wichtigsten Forschungszentren des IHEP sind der Elektron-Positron-Collider in Peking, das Neutrino-Forschungszentrum Daya Bay mit der neuen Spallations-Neutronenquelle in der Provinz Shandong und das Forschungszentrum für kosmische Strahlung in Tibet. Die F+E-Arbeiten bis 2020 konzentrieren sich auf das beschleunigergetriebene subkritische System (ADS) und die Lichtquelle in Peking (BLS). Das IHEP ist auch stark an Weltraumprojekten beteiligt (siehe <http://english.ihep.cas.cn/au/>). Im Jahr 2012 erzielte das IHEP einen großen Erfolg in Daya Bay, wo Physiker in ihrem Höhlenlabor einige Probleme der sogenannten Neutrino-Oszillation lösten. Gleichzeitig hören wir, dass das US-Energieministerium (DoE) ein neues Neutrino-Experiment von Fermilab wegen unzureichender Finanzierung streichen muss: "Das Long-Baseline-Neutrino-Experiment von Fermilab ist nicht finanzierbar", sagte W. Brinkman, Direktor des DoE's Office of Science.

Kernenergie: Im Bereich der Kernenergie hat die Atomenergiebehörde im Rahmen des mittel- und langfristigen nationalen Kernenergieentwicklungsplans (2005-2020) 14 Reaktorstandorte ausgewählt und bewertet. Im Jahr 2010 nutzte China bereits 13 Kernreaktorblöcke in vier Kernkraftwerken mit einer Gesamtproduktionskapazität von 10,8 GW, was nicht ganz 2 % der gesamten Stromproduktion entspricht (Kohlekraftwerke produzierten 75 % der gesamten Energieproduktion; ihr Anteil sank dann innerhalb von zehn Jahren auf 60 %). Zwischen 2010 und 2020 werden zehn Standorte mit einer Leistung von 70 bis 90 GW mit chinesischer Technologie der 2. und 3. Generation gebaut (zum Vergleich: Indien plant bis 2020 eine nukleare Stromerzeugungskapazität von 20 bis 25 GW). In der Nähe von Weihai in der Provinz Shandong baut China seit Sommer 2011 seinen ersten Reaktor der vierten Generation, der sich an der deutschen Hochtemperaturreaktor-Technologie "Kugelhaufen" orientiert, aber auch auf eigenen Entwicklungen basiert. Er produzierte bis 2015 210 MW Strom. Wenn dieser Reaktor zufriedenstellend funktioniert, sollen 18 weitere Module für eine Stromerzeugung von 3,8 GW gebaut werden. Im Jahr 2012 kündigte China außerdem die Inbetriebnahme seines ersten experimentellen schnellen Neutronenreaktors an, mit dem die Nutzungsrate von Uran auf 60 % erhöht werden kann (GT, 2012.10.31). In der Zwischenzeit hat China auch damit begonnen, das Problem der Endlagerung in Beishan (Provinz Gansu) in

Angriff zu nehmen, wo kilometerlange Tunnel in kompaktes Granitgestein gebohrt werden. Die Endlagerung an diesem Standort soll um 2050 beginnen (Sieren 2011, S. 71-2). Chinas eigene Uranerzreserven sollen bis 2020 ausreichen. "Danach werden wir uns auf den Markt und auf spezifische Kooperationsvereinbarungen mit anderen Ländern verlassen", sagte Zhao Chengkun von der Chinese Nuclear Energy Association. Chinesische Staatsunternehmen besitzen Anteile an mehreren Uranminen in Zentralasien und Afrika. Zum Vergleich: In den USA fehlen nach Angaben von Fachleuten derzeit fast 45 Reaktoren (EinNews, 2009.8.4).

Stromtransport: Für den Stromtransport hat China die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungstechnik (HVDC) (für die sogenannten HGÜ-"Stromautobahnen") von Siemens, Deutschland, gelernt und verfügt nun über das modernste "intelligente" Stromtransportnetz der Welt. SGCC, das staatliche Stromverteilungsunternehmen, das 88 % des chinesischen Stromnetzes betreibt und das chinesische Netz mit HGÜ-Technologie und IT-Management aufrüstet, um schwankende Einspeisungen aus erneuerbaren Energien aufzunehmen, äußerte 2012 den Wunsch, sich dem Desertec-Projekt der EU anzuschließen. Dieses Projekt wurde jedoch von Europa wegen der unsicheren Lage in Nordafrika aufgegeben. Siemens, der Weltmarktführer für Windparks auf dem Meer, hat in Shanghai eine seiner drei Zentralen für Windenergie eröffnet (die anderen beiden Standorte sind Hamburg, Deutschland, und Orlando/Fa., USA). Schließlich veröffentlichte Asiatimes online am 26. August 2010 eine spektakuläre Nachricht: "Ein Team von fünfzehn chinesischen Forschern der Pekinger Qinghua-Universität und des Hefei National Laboratory for Physical Sciences, einem von der Regierung geleiteten Forschungszentrum, veröffentlichte im Mai [2010] ein Forschungspapier, in dem sie eine erfolgreiche Demonstration der "Quantenteleportation" (liangzi yinxing chuan) über 16 Kilometer freien Raum ankündigten. Damit dürfte China den USA auf dem Gebiet der Kryptographie und der Sicherheit zwischen Kommunikationsnetzen einen klaren Vorteil verschaffen. Der Einsatz der Quantenteleportation über ein Satellitennetz ermöglicht eine vollständig sichere Kommunikation ohne Glasfaserinfrastruktur, selbst in sensiblen und abgelegenen Gebieten. Inzwischen beherrschen die Chinesen eine 100 Kilometer lange Teleportation (StZ, 2012.8.10). Nicht zuletzt erhielt China die Projektleitung für das auf dem BRICS-Gipfel 2013 in Wladiwostok vereinbarte Glasfaserkabelnetz im Wert von 1,5 Milliarden US-Dollar. Dieses Netz, das die fünf BRICS-Staaten mit 21 afrikanischen Ländern verbinden soll, wird den BRICS-Block unabhängig von der Spionagegeier der westlichen Welt machen.

Erfolge

Zum Abschluss dieser Studie seien noch einige wichtige chinesische Erfolge in Wissenschaft und Technologie erwähnt, die in verschiedenen Ausgaben der Global Times erwähnt wurden.

Chinesische IHEP-Physiker haben in ihrem Höhlenlabor in der Nähe des Daya-Bay-Reaktors in der Provinz Guangzhou im Beisein ausländischer Physiker eine dritte Art von Neutrino-Oszillation bestätigt und gemessen (GT, 2012.3.9). China hat den Bau eines leistungsfähigen Prüfstandes für Zugbremssysteme abgeschlossen und damit einen Weltrekord aufgestellt, der eine maximale Testgeschwindigkeit von 530 km/h ermöglicht (GT, 2012.3.11). Das Netz der Messstationen auf der Qinghai-Tibet-Hochebene wurde um zwei weitere Wetterstationen erweitert. Am Ende werden es insgesamt 23 Messstationen sein (GT, 2012.3.16). Das chinesische Ozeanforschungsschiff Dayang yihao (Ocean One) sticht zu einer neuen globalen Forschungsreise in See (GT, 2012.4.18). Das erste Megawatt-Solarthermie-Kraftwerk in Asien wurde in NW-Peking gebaut. Es nutzt einen 1,5-MW-Dampfturbogenerator und erzeugt unter stabilen Bedingungen jährlich 1,95 Millionen Kwh Strom (GT, 2012.11.14). Eine Änderung des chinesischen Urheberrechtsgesetzes wird die Strafmaßnahmen gegen die Piraterie von geistigem Eigentum verschärfen (GT, 2012.12.21). Im Rahmen des 2009 von Premierminister Wen Jiabao angekündigten Nationalen Forschungspakets (siehe weiter oben) gab das IME (Institut für Mikroelektronik) der CAS bekannt, dass es einen Durchbruch bei der Verkleinerung integrierter Schaltkreise (ICs) erzielt und einen Feldeffekttransistor (FET) mit einer Gate-Länge von nur 22 Nanometern hergestellt hat. Die 22-Nanometer-IC-Technologie wird China enorme Einsparungen bei der Einfuhr ausländischer Technologie ermöglichen und die Wettbewerbsfähigkeit der in China hergestellten IC-Produkte steigern (Xinhua). Am 11. September 2012 "bestand der chinesische Sunway 'Blue Light' Supercomputer, der mit im Inland hergestellten Mikroprozessoren gebaut wurde und eine Billion Operationen pro Sekunde ausführen kann, die Prüfung des Expertengremiums des Ministeriums für Wissenschaft und Technologie (BjRev, 2013.1.21). Bereits im Februar 2012 hatte Prof. Pan Jianwei experimentell eine topologische Korrektur mit einem 8-Photonen-Cluster-Zustand nachgewiesen und damit einen Durchbruch in der Forschung zur Quanteninformationsverarbeitung erzielt (BjRev., 2013.1.21). Im März 2013 hat Chinas stärkstes biogenetisches Institut, das von Wang Jian gegründete BGI in Shenzhen, seinen stärksten amerikanischen Konkurrenten für 118 Millionen US-Dollar übernommen (Spiegel, Nr. 19, 2013). Übrigens: Anfang 2013 meldete China die erfolgreiche Entschlüsselung des genetischen Schlüsselcodes von Weizen.

Weitere Entwicklungen und Rekorde in der chinesischen Forschung und Entwicklung seit 2015

(laut Global times, August 2022)

Die chinesische Feststoffrakete ZK-1 absolviert ihren erfolgreichen Jungfernflug vom Jiuquan Satellite Launch Centre und schickt sechs Satelliten in eine vorgegebene Umlaufbahn.

Die Shenzhou-14-Besatzung empfängt das erste Labormodul Wentian an der chinesischen Raumstation und beweist damit die Fähigkeit des Landes, ultragroße Raumfahrzeuge in der Umlaufbahn zu montieren.

Ein chinesisches Wasserkraftunternehmen hat am Mittwoch einen neuen Rekord für Horizontalbohrungen unter komplexen geologischen Bedingungen aufgestellt, wobei die Abschlusstiefe bis zu 775 Meter unter der Erde reichte.

China beginnt mit dem Bau des weitreichendsten Radarsystems der Welt, um die Verteidigung gegen erdnahe Asteroideneinschläge und die Erkennung des Erde-Mond-Systems zu verbessern.

Chinesische Wissenschaftler erzielen einen bedeutenden Durchbruch bei der Beobachtung von Hyperfeinwinden mit einem Wind-Lidar mit kohärentem Dopplereffekt.

China entwickelt ein Deorbit-Segel für Raumfahrzeuge in der Erdumlaufbahn und setzt damit zum ersten Mal in der Welt ein Deorbit-Segelsystem ein. Deorbiting-Segel bremsen ungenutzte Weltraumobjekte oder -trümmer ab, um sie in viel kürzerer Zeit als üblich planmäßig auf die Erde zurückzubringen.

Chinesische Wissenschaftler finden zum ersten Mal Hochdruckmineralien in Chang'e-5-Proben.

Chinas weltgrößtes Radioteleskop entdeckt den ersten anhaltend aktiven, sich wiederholenden schnellen Radioburst aus 3b Lichtjahren Entfernung.

Chinas bemanntes Raumschiff Shenzhou-14 dockt erfolgreich an das Kernmodul der Raumstation Tianhe an.

Die BRICS-Länder gründen eine gemeinsame Kommission für die Zusammenarbeit im Weltraum.

Zum Schluss noch zwei interessante Meldungen aus der Beijing Review vom August 2022:

Schutz des geistigen Eigentums: Die Fortschritte Chinas in diesem Bereich sind inzwischen weithin anerkannt. In dieser Hinsicht springt China in der neuesten entsprechenden Weltrangliste von Platz 22 auf Platz 12.

Die Meinung der meisten jungen Chinesen über den Westen hat sich im Laufe der letzten zehn Jahre geändert. Das Ansehen des Westens ist gesunken und der Respekt vor Chinas eigenen Erfolgen ist gewachsen.

Jean-Pierre Voiret, 1936, erwarb zunächst ein Ingenieurdiplom und vier Jahre später einen Dokortitel in Metallurgie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Neun Jahre später begann er ein Studium der Sinologie

an der Universität Zürich. Er hielt Vorlesungen über chinesische Wissenschaftsgeschichte an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne und über allgemeine chinesische Geschichte an der Universität Zürich.

Nach dem schrecklichen Erdbeben vom Mai 2008 begannen Forscher des Chinese Laboratory for the Study of Continental Plates Dynamics sofort mit einer Reihe von Bohrungen entlang der Verwerfungen in Sichuan, um die Spannung der vom Beben betroffenen geologischen Schichten zu ermitteln. Diese systematischen Messkampagnen dauerten mehr als ein Jahr lang an.
↑

Die chinesische Mittelschicht fliegt immer mehr, so dass sich der Luftverkehr in den nächsten 15 Jahren mehr als verdoppeln wird. Chinas Fluggesellschaften beförderten im Jahr 2009 230 Millionen Passagiere (zum Vergleich: Zahl der beförderten Passagiere in Indien, 2010: 56 Millionen). Im Jahr 2015 wird China 220 Flughäfen betreiben. Boeing und Airbus fürchten bereits die Konkurrenz durch Chinas künftige riesige Fließbänder für Zivilflugzeuge. Neben Airbus sind auch andere Unternehmen bereits in China tätig: Embraer produziert seinen ERJ145 130-Sitzer in Harbin, Bombardier fertigt den Rumpf seines Q400 130-Sitzers in Shenyang. AVIC produziert zusammen mit Hamilton-Sundstrand in Xian Stromversorgungssysteme für Flugzeuge und stellt zusammen mit General Electric Avionik her. ↑

Zu den Patenten: die NZZ spricht von 800.000 und die WiWo von 314.000 Patentanmeldungen in China für 2011! Meint WiWo die erteilten Patente? Dann scheinen es zu viele zu sein! Zumindest sind sich alle einig über die enormen Wachstumsraten... ↑

Ein beeindruckender Erfolg der Erdsondenprogramme CBERS & Yaogan VII war Ende 2009 die Entdeckung eines riesigen Eisenerzvorkommens in der zentralchinesischen Provinz Hebei (Reserven: ca. 10 Milliarden Tonnen Eisenerz). ↑

Auch die Konkurrenten haben Probleme: z.B. Boeing mit seinen Satelliten der 702-Serie oder Russland mit KAZSAT-1. ↑

1. Am 25. Dezember 2009 berichtete BjReview, dass Chinas neuer erster Petaflop-Supercomputer Tianhe (Milky Way) "eine ganze Welt neuer Möglichkeiten" eröffne. Dieser Computer ist in der Lage, eine Quadrillion Operationen pro Sekunde auszuführen. 2. Der erste chinesische Hochtemperatur-Forschungsreaktor wurde im Herbst 2004 in Huyu bei Peking Ausländern vorgeführt: Die absichtliche Unterbrechung der Kühlung des Reaktors führte nicht zum Schmelzen des Reaktorkerns. ↑

Übersetzt mit DeepL