

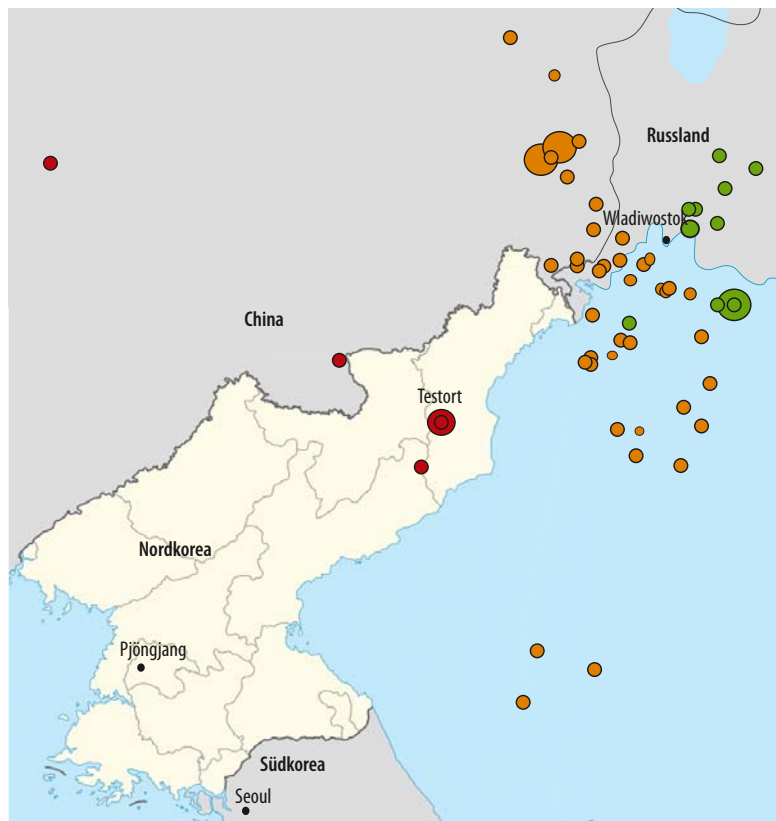
Explosion statt Erdbeben

Fakten zum zweiten nordkoreanischen Kernwaffentest

Am Montag, dem 25. Mai 2009, hat die Volksrepublik Nordkorea nach eigenen Angaben ihren zweiten Kernwaffentest ausgeführt. Weltweit haben zahlreiche Messstationen ein seismisches Ereignis um 0:54 Uhr (UTC) bei den Koordinaten 41,3°N und 129,0°O registriert. Das liegt im Nordosten von Nordkorea in der Provinz Nord Hamgyong.

Die seismischen Signale deuten darauf hin, dass es sich nicht um ein Erdbeben, sondern um eine Explosion gehandelt hat. Kompressionswellen dominieren die Signalform, ohne dass diesen die für Erdbeben typischen Scher- und Oberflächenwellen nachfolgen. Der Vergleich mit dem ersten nordkoreanischen Kernwaffentest vom 9. Oktober 2006 bestätigt die Explosionsthese. Die Signalform ist sehr ähnlich, und die Epizentren stimmen fast genau überein. Auch die Nähe zur Erdoberfläche mit nur wenigen hundert Metern Tiefe passt zu einer von Menschen verursachten Quelle. Besonders deutlich zeigt dies die sehr geringe historische Erdbebenaktivität. Mit einer Ausnahme fanden in den letzten 20 Jahren keine Erdbeben in Nordkorea statt (Abb.).

Die Stärke der Explosion (Yield Y) in Kilotonnen TNT-Äquivalent lässt sich aus der seismischen Raumwellenmagnitude mb ableiten. Das International Data Centre (IDC) für den umfassenden Kernwaffen-Teststoppvertrag (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty, CTBT) in Wien gab $mb = 4,5$



In der Nähe des Epizentrums des nordkoreanischen Kernwaffentests (großer roter Kreis) gab es seit 1990 praktisch keine seismische Aktivität. Die Größe der Kreise gibt die Magnitude der Aktivität

an, die Farbe ihre Tiefe. Die roten Kreise stehen für Aktivität in einer Tiefe von maximal 35 km, grün für eine Tiefe von 300 bis 500 km und orange für 500 bis 800 km.

für den Kernwaffentest an, der United States Geological Survey USGS $mb = 4,7$ und die Russische Akademie der Wissenschaften sogar $mb = 5,0$. Die USGS liefert die zuverlässigste Analyse, welche die größte Anzahl seismischer Stationen ausgewertet. Diese unterschiedlichen Werte für mb führen zu einer großen Bandbreite für die Explosionsstärke (Kasten). Trotzdem lassen

sich wesentliche Aussagen mit den Daten stützen. Die Explosionsenergie des zweiten Tests übertrifft die des ersten deutlich, bleibt aber niedriger als die Energie der ersten Tests aller anderen Kernwaffenstaaten. Demzufolge wären 10 bis 25 kt TNT zu erwarten gewesen. Dennoch lässt sich der Test nicht verharmlosen mit dem Hinweis darauf, er wäre nicht erfolgreich gewesen, denn es hat sich sicher nicht um eine chemische Explosion gehandelt.

Beim ersten Test 2006 waren die Zweifel dagegen erheblich. Erst im Laufe des Jahres 2007 gelang es, einen eindeutigen Beweis für den nuklearen Charakter der Explosion zu erbringen. Dieser basiert auf den Auswertungen von Luftproben, die ein schwedisches Team im Oktober 2006 in Südkorea genommen hat.⁴⁾ Das darin nachgewiesene Aktivitätsverhältnis der Isotope ^{133m}Xe und ^{133}Xe ist so hoch, dass keine zivile

EXPLOSIONSSTÄRKE

Weltweit kursieren für die Stärke der jüngsten Explosion Abschätzungen im Bereich von 1 bis 20 kt TNT-Äquivalent. Die Unterschiede resultieren aus der Streuung der verwendeten Werte für mb sowie verschiedenen Formeln für die lineare Regression von mb und Y für historische Tests. Kalinowski und Roß¹⁾ finden dafür die Gleichung $mb = 4,16 + 0,88 \log Y$. Damit folgt mit der Magnitude des IDC für die Tests von 2006 ein Bereich von 0,65 bis 1,1 kt TNT, für den Test von 2009 sogar 1,5 bis 4,5,

wobei 2,5 kt TNT der wahrscheinlichste Wert ist.²⁾ Das deutsche Nationale Datenzentrum am Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe verwendet die USGS-Magnitude. Da in der betreffenden Region Gneis als Umgebungsgestein vorliegt, nutzen die Wissenschaftler eine Regressionsgerade zur Berechnung von Y , die für feuchte harte Gesteine zutrifft: $mb = 3,92 + 0,81 \log Y$. Das BGR kommt damit zu einer Abschätzung von 10 ± 4 kt TNT-Äquivalent.³⁾

1) M. B. Kalinowski und O. Ross, Physik Journal, Dezember 2006, Seite 17

2) vgl. das ZNF Fact Sheet www.znf.uni-hamburg.de/Factsheet_NK.pdf

3) vgl. den vorläufigen Bericht der BGR, www.bgr.bund.de

4) A. Ringbom, K. Elmgren und K. Lindh, Report FOI-R-2273-SE, Stockholm 2007

5) Siehe M. B. Kalinowski und O. Roß, ZNF Jahresbericht 2007, S. 21, www.znf.uni-hamburg.de/jahresbericht07.pdf

6) vgl. www.ctbto.org/specials/the-international-scientific-studies-project-iss/

Anwendung dafür verantwortlich sein kann. Daraus lässt sich sogar ableiten, dass die Emission in der ersten Stunde nach der Explosion stattgefunden haben muss.⁵⁾ Aus dem zweiten Test wurden bislang keine Radioxenonisotope nachgewiesen. Inzwischen ist aufgrund der kurzen Halbwertszeiten auch nicht mehr mit einem ähnlichen Beweis zu rechnen.

Die nordkoreanischen Kernwaffentests haben empirisch erwiesen, dass das International Monitoring

System (IMS) für den CTBT effektiv funktioniert. In vielen systematischen Studien wurden die hohe Leistungsfähigkeit und Sensitivität des IMS nachgewiesen und im Juni 2009 auf der International Scientific Studies Konferenz⁶⁾ in Wien als deutlich besser bewertet, als man zum Zeitpunkt des Abschlusses der Vertragsverhandlungen 1996 erwartet hat. Im Verdachtsfall wäre eine Vorortinspektion aber das entscheidende Mittel, um einen Vertragsverstoß festzustellen.

Neben der staatlichen Verifikation verfügt auch die Zivilgesellschaft über erhebliche Mittel, um die offizielle Verifikation zu ergänzen und zu unterstützen. Die Daten des IMS und die daraus resultierenden Analysen sind vertraulich zu behandeln. Daher besteht eine wichtige Aufgabe der Zivilgesellschaft darin, öffentliche Transparenz und informierte Diskussion zu ermöglichen, indem sie die Ergebnisse anderer Messnetze auswertet und verbreitet.

Martin Kalinowski

■ Aufgeschoben ist nicht aufgehoben

Bundeskanzlerin Merkel und die Ministerpräsidentenkonferenz beschließen, die drei großen Initiativen für Forschung und Bildung fortzuführen.

+) vgl. Physik Journal, Juni 2009, S. 8

So schnell kann sich ein kollektiver Aufschrei in erleichtertes Aufatmen und Zustimmung verwandeln. Anfang Mai schien es wegen des Haushaltsvorbehalts von Finanzminister Peer Steinbrück noch ungewiss, ob Exzellenzinitiative, Hochschulpakt und der Pakt für Forschung und Innovation wie vorgesehen mit insgesamt 18 Milliarden Euro bis 2020 weitergeführt werden. Die Allianz der deutschen Forschungs-

organisationen, darunter die Deutsche Forschungsgemeinschaft, die Helmholtz-Gemeinschaft, die Max-Planck- und die Fraunhofer-Gesellschaft, protestierten umgehend in einer gemeinsamen Erklärung gegen Steinbrücks Vorbehalt. Dies sei gerade in Krisenzeiten das falsche Signal angesichts der Bedeutung von Forschung und Innovation für die deutsche Wirtschaft.

DFG-Präsident Matthias Kleiner setzte seine Hoffnung auf ein Machtwort der Bundeskanzlerin bei ihrem Treffen mit den Ministerpräsidenten am 4. Juni und wurde nicht enttäuscht. „Dies ist ein guter Tag für die Wissenschaft in Deutschland, aber nicht nur für sie, sondern für unser ganzes Land. Mit ihrer Entscheidung für die drei großen Pakte und deren deutlich bessere Finanzausstattung haben die Bundeskanzlerin und die Ministerpräsidenten Mut und Weitsicht bewiesen und die Weichen für die Entwicklung von Wissenschaft und Forschung in den kommenden Jahren in die richtige Richtung gestellt“, sagte Kleiner.

„Es gibt keine nachhaltigere Investition in die Wettbewerbsfähigkeit und konjunkturelle Entwicklung unseres Landes als die in Bildung und Forschung. Die Konkurrenz schläft nicht, denn andere Länder bauen mit Rekordsummen ihre Wissenschaftssysteme

aus. Mit dem jetzt verabschiedeten Paket der Pakte hat Deutschland sehr gute Voraussetzungen, sich im globalen Wettbewerb erfolgreich zu behaupten“, so Jürgen Mlynek, Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft und zurzeit Sprecher der Allianz der Wissenschaftsorganisationen. Durch diese Entscheidung würden nicht nur Bildung und Forschung gestärkt, auch der Arbeitsmarkt erhalte einen nachhaltigen Impuls. Damit würden zehntausende zukunftsorientierte Arbeitsplätze und gleichzeitig Perspektiven für den wissenschaftlichen Nachwuchs geschaffen.

Während die Wissenschaftsorganisationen zufrieden sind, insbesondere mit der Förderung der Spitzenforschung, herrscht andernorts Unzufriedenheit mit dem allgemeinen Zustand des deutschen Bildungssystems. Mitte Juni protestierten in rund 70 Städten tausende Studierende und Schüler für ein gebührenfreies Studium und gegen schlechte Studienbedingungen. In den nächsten Jahren wird sich zeigen müssen, ob die groß angelegten Initiativen von Bund und Ländern geeignet sind, Forschung und Lehre nicht nur in den Spitzenbereichen, sondern auch in der Breite nachhaltig zu fördern und zu verbessern.

Alexander Pawlak

TV-TIPPS

6.7., 15:00 Uhr **SWR**

Licht – Wie es unser Leben bestimmt

7.7., 7:30 Uhr **SWR**

Orte des Erinnerns (9/10)

Das Nationale Observatorium im türkischen Antalya

8.7., 22:05 Uhr **N24**

High-Tech-Baustelle am Südpol

19.7., 0:20 Uhr **ZDF**

Lange Nacht mit Harald Lesch

Zwischenstation Mond – Auf dem Weg ins All

20.7., ab 9:00 Uhr **Phoenix**

Thema Weltraumforschung

u. a. Die ersten Raumfahrer; Die Erde – einsam im All?; Mission zum Urknall

28.7., 8:10 Uhr **ARTE**

X:enius

Gezeiten – Kraft aus dem Meer

29.7., 21:00 Uhr **3sat**

scobel

Mehr wissen über: Nanotechnologie