

## Atombombe

Der zuständige General Groves hatte als Testgelände für die Zündung der ersten Atombombe eine Felswüste bei Alamogordo in Neumexiko ausgewählt. Dort begann am 16. Juli 1945 um 5.30 Uhr das Atomzeitalter mit einem Blitz, der noch in 400 km Entfernung den Himmel erleuchtete und der in Bodennähe heller als viele Sonnen war. Ein riesiger Feuerball wuchs auf 1½ Kilometer Durchmesser an. Die Erde bebte. Eine heiße Druckwelle verbreitete sich nach allen Seiten. Der 30m hohe Turm, auf dem die Atombombe gelegen hatte, wurde in Nichts aufgelöst. Bei den 16 km entfernten Beobachtungsständen traf der Donner der Explosion erst viele Sekunden später ein. Inzwischen schoß eine weiße Rauchsäule kerzengerade empor, nahm Pilzform an und stieg 12 000 Meter hoch. Die Detonation war im gesamten Südwesten der Vereinigten Staaten zu hören, und alle, die zu solch früher Stunde schon auf den Beinen waren, beobachteten ein sonderbares Phänomen: Die Sonne schien aufzugehen und gleich darauf wieder zu versinken.

Vor den Toren Tokios lag, in einem Rettichfeld verborgen, ein Bunker, der 181 starke Funkempfänger barg. Japanische Marinefunke nahmen hier Tag und Nacht alles auf, was von amerikanischen Sendern kam. Am Morgen des 6. Augustes 1945 empfingen Männer der Nachtschicht ein Rufzeichen, das sie zum erstenmal drei Wochen zuvor gehört hatten. Es stammte, wie sie auf Grund von Peilungen wußten, von der Marianeninsel Tinian, und Ende Juli war es jeden Tag zu hören gewesen. In Tokio hatte man die Funksprüche zwar nicht entschlüsseln können, aber die erfahrenen Abhörmänner erkannten den Tinian-Sender immer sofort an der „Handschrift“ des amerikanischen Funkers. Jetzt war Tinian wieder da, und die Japaner konnten nicht mehr tun, als diese Beobachtung notieren und weitermelden. Keiner von ihnen ahnte, dass sie hier Funksprüche der amerikanischen 509. Bombergruppe empfingen, die unter strengster Geheimhaltung einen kriegsentscheidenden Einsatz vorbereitete: den ersten Abwurf einer Atombombe.

Vier Stunden später, um 8.16 Uhr merkte man bei der japanischen Rundfunkgesellschaft in Tokio, dass die Telefonverbindungen mit Hiroschima unterbrochen war; kein einziger Anruf kam mehr durch. Zwanzig Minuten später stellten Eisenbahner in Tokio fest, dass auch der Bahnteleggraf nach Hiroschima nicht mehr arbeitete; die Leitung schien unmittelbar nördlich der Stadt unterbrochen zu sein. Dann meldeten Bahnhöfe in der Nähe von Hiroschima, in der Stadt sei eine grosse Explosion erfolgt. Gegen 10 Uhr erfuhr die Redaktion der Tokioter Zeitung Asahi, Hiroschima sei durch einen Bombenangriff fast völlig zerstört worden.

Am 6. August um 2.45 Uhr rollte die schwerbeladene Enola Gay, der nach der Mutter des Einsatzleiters des Fluges benannte Atombomber, die Startbahn von Tinian, einer Insel im Pazifik, hinunter. Jeder der Bordinsassen hatte eine Spezialbrille bekommen, deren Gläser nur die Farbe Purpurrot durchließen.

Der Pilot flog Hiroschima in 10 500m Höhe an. Im Bombenzielfenster bewegte sich der Visierpunkt - die Mitte einer Brücke - auf das Fadenkreuz zu. 45 Sekunden darauf begann der Signalton, das Zeichen dafür, dass die Bombe in 15 Sekunden ausgeklinkt wurde. 43 Sekunden später flammte ein Blitz auf, und vor dem Beobachter Caron wurde die Welt purpurrot. Unwillkürlich schloß er die Augen hinter der Schutzbrille. Noch kurz vorher hatte er direkt in die Sonne gesehen und durch die Spezialgläser nur einen schwachen Schimmer wahrgenommen. Aus dem Explosionsblitz wurde im Bruchteil einer Sekunde ein Feuerball von 550 Metern Durchmesser, in dessen Mitte eine Temperatur von 50 Millionen Grad herrschte. Hiroschima war zerstört.

Um 8.15 sahen einige Menschen in Hiroschima einen kleinen Verband anfliegen, von dem sich drei Fallschirme lösten, sie trugen Instrumente, die ihre Messergebnisse automatisch über Funk weitergaben. Der klare

Himmel zeigte in den nächsten 45 Sekunden nichts als die 3 Fallschirme. Dann plötzlich war der Himmel über der Stadt lautlos verschwunden.

Überlebende erzählten später, im ersten Augenblick nach der Explosion sei alles nur Licht gewesen - blendendes Licht von ungeheurer Stärke, aber auch von atemberaubender Schönheit und Vielfalt. Die meisten verglichen die Explosion mit einem gewaltigen Fotoblitz. Sie erinnerten sich nur an diesen optischen Eindruck; gehört hatten sie angeblich nichts.

Viele Tausende aber hatten nicht einmal etwas gesehen. Sie waren in der ungeheuren Hitze sofort zu Asche verbrannt. Und viele tausend andere, die noch ein paar Sekunden gelebt hatten, wurden von dem Scherben- und Schuttregen zerfetzt, den die Druckwelle vor sich herfegte.

Die Verwüstungen waren wesentlich stärker, als die Atomwissenschaftler berechnet hatten. Das lag einmal daran, dass die Bombe erstaunlich exakt abgeworfen wurde, zum anderen, waren zum Zeitpunkt der Explosion die zahllosen Holzkohleöfen, auf denen die Hausfrauen Frühstück zubereiteten, voller Glut. In der Annahme, dass die meisten Bewohner der Stadt in Luftschutzräumen wären, hatte Oppenheimer die Zahl der Opfer auf 20 000 geschätzt. Da aber solche kleinen Verbände die Stadt häufig überflogen, ohne Bomben zu werfen, hatten die Bewohner die drei Flugzeuge gar nicht beachtet und waren größtenteils auf dem Weg zur Arbeit gewesen. So kam es, dass die Bombe an die 80 000 Menschen tötete. Dem gewaltigen Blitz folgte Katastrophe auf Katastrophe. Zuerst die Glutwelle. Die dauerte zwar nur Sekunden, war aber ungeheuer heiß. Auf den Dächern schmolzen die Ziegel, in Granitblöcken die Quarzkristalle; im Umkreis von drei Kilometern verkohlten die Telefonmasten an der Seite, die dem Explosionsherd zugekehrt war; und von den Menschen im Zentrum der Explosion blieb nichts übrig als der ins Asphaltpflaster oder in eine Mauer eingebrannte Schattenriss. 16 000 Meter entfernt spürte man die Glutwelle noch deutlich im Gesicht (als stünde man z.B. nahe an einem grossen Feuer). In 4000 Metern Entfernung trugen die Menschen Brandblasen davon. In einem Abstand von 2500 Metern brannten die Hitzestrahlen auf einer Zeitungsseite die schwarzen Buchstaben aus dem weißen Papier. Bei vielen hundert Frauen versengten sie die dunklen Stellen der Kleidung. Auf der Haut dieser Frauen waren die Blumenmuster der Kimonos genau eingebrannt.

Der Glutwelle folgte die Druckwelle, ein Orkan mit einer Geschwindigkeit von 800 km/h. Abgesehen von Objekten, die nur geringen Luftwiderstand boten, hielten ihm nur die Fassaden einiger erdbebensicher gebauter Bürohäuser stand. Unter dem Druck barsten ferner die Hauptwasserrohre, so dass die wenigen überlebenden Feuerwehrleute den vielen tausend Bränden, die in Sekundenschnelle ausbrachen, machtlos gegenüberstanden. Durch die Druckwelle und das Feuer wurde in einem Gebiet von 13 km<sup>2</sup> jedes Haus zerstört.

Und noch weiteres Unheil kam über die Stadt. Wenige Minuten nach der Explosion fiel ein sonderbarer Regen: murmelgrosse Tropfen von schwarzer Farbe. Die Luftfeuchtigkeit innerhalb des Feuerballs war verdampft und hatte sich in der aufschießenden Wolke wieder verflüssigt. Dieser schwarze Regen reichte nicht aus, die Brände zu löschen, aber er steigerte noch die allgemeine Panik.

Und nach dem Regen kam Sturm - ein „Feuersturm“, der in das Zentrum der Katastrophe zurückkehrte und infolge der zunehmenden Hitze über der brennenden Stadt immer stärker wurde. Er entwurzelte alte Baumriesen in den Parks, wohin viele geflüchtet waren; und er peitschte Springfluten in den Flüssen auf, so dass viele ertranken, die hier Schutz vor Glut und Flammen gesucht hatten.

### **Funktionsweise der Atombombe**

Bei den Atombomben unterscheidet man zwischen Kernspaltungsbomben, die ihre Energie aus der Spaltung von Uran oder Plutonium beziehen, also der „klassischen Atombombe“ und Fusionsbomben, den Wasserstoffbomben,

bei denen ein wesentlicher Teil der Energie aus der Verschmelzung von Kernen des schweren Wasserstoffs zu Helium stammt.

## **Kernspaltungsbombe**

Die Kernspaltungsbombe ist im Prinzip ein schneller Reaktor mit sehr hoher Reaktivität, d.h. es werden jeweils viel mehr Neutronen produziert, als ausfließen oder absorbiert werden. In einer Kernspaltungsbombe muss das spaltbare Material so angeordnet sein, dass es unterkritisch bleibt. Das geschieht entweder dadurch, dass die gesamte Masse in mehrere Teile aufgeteilt wird, die getrennt voneinander lagern, oder dass es bei geringer Dichte über ein grosses Volumen verteilt wird. Zur Zündung der Kernexplosion wird das spaltbare Material durch eine konventionelle Sprengladung zusammengepresst, so dass auf engem Volumen die sehr hoch überkritische Masse vereinigt wird. Gleichzeitig wird eine Neutronenquelle eingeschaltet, die zum richtigen Zeitpunkt für die ersten Neutronen zur Einleitung der Kettenreaktion sorgt.

Während das spaltbare Material komprimiert wird, darf noch keine Kernreaktion stattfinden, da ein Freiwerden von Energie im Brennstoff der Komprimierung entgegen wirken und dadurch das Erreichen einer ausreichend hohen Reaktivität verhindern würde. Die Komprimierung muss daher so schnell erfolgen, dass während dieser Zeit kein Neutron durch spontane Spaltung im Material entsteht.

Ist die volle Überschussreaktivität erreicht, so muss sehr schnell die Kettenreaktion einsetzen, da die spaltbare Masse nach der Explosion des chemischen Sprengstoffs nur kurze Zeit im komprimierten Zustand verbleibt.

Der Ablauf der eigentlichen nuklearen Explosion ist sehr kompliziert, da bei ihr neutronenphysikalische und thermodynamische Prozesse eng gekoppelt sind. Die Neutronenflussverteilung beeinflusst die Leistungsfreisetzung und diese wieder über die Expansion und die Änderung der Reaktivität den Neutronenfluss.

Der Vorgang lässt sich grob in zwei Phasen einteilen:

In der ersten Phase, die etwa 0,5 Millionstel Sekunden dauert, bleibt die Reaktivität im spaltbaren Material konstant, da nur verhältnismäßig wenig Energie erzeugt wird. Die Leistung steigt von der Ausgangsleistung, die von der Neutronenquelle gegeben ist, das ist etwa 1/30 000 Watt, bis auf eine Leistung von ca.  $10^{15}$  bis  $10^{16}$  Watt an. Zum Vergleich: Ein durchschnittliches Kernkraftwerk erbringt etwa  $10^8$  Watt Leistung! Die Temperatur beträgt zu diesem Zeitpunkt ca.  $50\,000^\circ\text{C}$  und die freigesetzte Energie etwa 20 kWh. Zu diesem Zeitpunkt wird das Material nur noch durch die Trägheitskräfte zusammengehalten und beginnt unter Einwirkung des sich aufbauenden hohen Druckes zu expandieren. Damit beginnt die zweite Phase der Explosion, in der die Reaktivität durch die Expansion abnimmt, die Leistung jedoch noch weiter zunimmt bis auf einen Spitzenwert von über  $10^{20}$  Watt. Diese Phase dauert etwa 0,1 Millionstel Sekunden, danach wird die Anordnung unterkritisch und die Leistung fällt schnell ab. Nach weiteren 0,1 Millionstel Sekunden wird nur noch durch den Zerfall von Spaltprodukten Leistung abgegeben. Das Material der Bombe expandiert jetzt schnell und heizt die Umgebung auf. Dabei bildet sich der bekannte Feuerball.