

Die Atombomben-Versuche von Yucca Flat

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Protar**

Band (Jahr): **20 (1954)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **21.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-363545>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Hause; das ja! Er schliesst aber auch die höchsten Gefahren in sich ein. Will man diesen begegnen und so begegnen, dass man von einem wirksamen Schutzaufenthalt sprechen kann, dann muss man es schon mit anderen Mitteln tun, als mit errechneten statischen und Belastungswerten, die im Augenblick des Gebäudeeinsturzes und -Zusammenbruches keinerlei Gültigkeit mehr haben, jedenfalls keine Vollgültigkeit mehr, im Gegenteil, meist nur noch eine höchst bruchteilweise.

Gegen den Keller als Aufenthaltsraum bei Luftgefahr bis zum Beginn eines Angriffes ist nichts einzuwenden. Für den Angriff, wenn Bomben fallen, und für den Fall des Einschlages oder Naheinschlages, der ein Haus zerstört, bedarf es jedoch höher gesicherter Luftschutzeinrichtungen, als ein in seinen Fundamenten genau so erschütterter Luftschutzraum eines zusammenbrechenden Hauses noch Schutz und Widerstand zu bieten vermag. Wer sich diesen Erkenntnissen verschliesst, tut das wider beweisbares besseres Wissen. Die Oeffentlichkeit hat aber Anspruch darauf, zu erfahren und zu wissen, welchen Wert ein Luftschutzraum in einem bombengetroffenen Haus, ja nur im Falle eines Naheinschlages noch besitzt, und dass die Werte, nach denen seine Sicherheit errechnet worden ist, für den Einsturzfall und den der Bombenexplosion erst folgenden Einsturzvorgang keine Gültigkeit mehr besitzen.

Dass die höhere Sicherheit mit einem grösseren Kostenaufwand bezahlt werden muss, darüber ein Wort zu verlieren, dürfte müssig sein. Trotzdem gibt

es Wege, billiger und vorteilhafter zu bauen, wie es etwa im Bunkerbau der Fall gewesen ist. Diese Wege gibt es und auch das ist an dem erforderlichen Bauaufwand für einen Bunker oder andere hochgesicherte Luftschutzanlagen nachweisbar.

Genau so reformbedürftig wie die errechneten, effektiv aber nicht mehr gültigen Sicherheitswerte eines Luftschutzraumes nach dem Einschlag und der Explosion einer Bombe und während des sich erst dann vollziehenden Einsturzes eines Hauses, sind diverse andere Begriffe und Maßstäbe, die man heute noch für den Bau von Luftschutzräumen anlegt. Dazu gehören Zeit, Fläche, Raum, Verhaltensfragen und ein völlig neu zu organisierendes Warnsystem. Ausschlaggebend für den Lebensschutz bleibt jedoch der Sicherheitswert der einzelnen Anlage. Dem Bestreben, sich hierin vollkommen unabhängig von dem Mauerwerksgefüge, wie von der ganz anderen Zwecken dienenden Bauweise und Raumeinteilung in Wohn- und Geschäftshäusern zu machen und in sich selbst gesicherte Anlagen zu bauen, die nur dem Zweck des Luft- und Lebensschutzes dienen, sollte eine weitergehende Beachtung geschenkt werden, als es bis heute der Fall ist. Auch der Luftschutz bedarf eines Fortschrittes, der in der heute, fast gleich gebliebenen Raumbauweise keineswegs als erzielt betrachtet werden kann. Es hängen ihm mehr oder weniger noch die gleichen Mängel an, die sich schon im letzten Kriege als so folgenschwer erwiesen haben und sich in einem nochmaligen Kriege noch ungleich folgenschwerer erweisen müssten.

Die Atombomben-Versuche von Yucca Flat

Unter dem Titel «Operation Doorstep» veröffentlichte die amerikanische Zivilverteidigungs-Verwaltung einen *vorläufigen Bericht* über diese Versuche. (Superintendent of Documents, U. S. Government Printing Office, Washington 25, D. C.) Der Chef der herausgebenden Dienststelle, Val Peterson, erwähnt einleitend als hauptsächlichste Erfahrung dieser Versuche, dass die dabei verwendeten *Schutzräume* dem Druck, der Hitze und der radiologischen Strahlung *widerstehen* können. Man lernte, dass mit solchen Schutzräumen die Aussichten für das Ueberleben von Atombomben-Angriffen stark steigen. Die Gründe, welche zu dieser Folgerung führten, sind im erwähnten Bericht umschrieben. Wir geben diesen nachstehend in vollständiger Uebersetzung wieder und fügen Modellbilder der verwendeten Schutzraumtypen bei, deren Bau seither der amerikanischen Oeffentlichkeit in mehreren ausführlichen Aufklärungsbroschüren empfohlen wird.

Am 17. März 1953 veranstaltete das Bundesamt für zivile Verteidigung (Federal Civil Defense Administration = FCDA) zusammen mit der Kommission für Atomenergie (AEC) eine Demonstration, verbunden mit einer

Reihe von technischen Versuchen von beschränktem Ausmass an typischen amerikanischen Behausungen, Privathaus-Schutzräumen, Personenautos sowie gewissen Spezialapparaten zur genauen Lokalisierung einer atomischen Explosion über dem Erdboden. Die Experimente wurden auf dem Versuchsareal der AEC in Nevada im Rahmen der laufenden Versuche der AEC durchgeführt. Die Explosion erfolgte von einem etwa 90 m hohen Bombenturm aus und entsprach in der Wirkung einer solchen von 13 600 t Trinitrotoluol. (Zur Vereinfachung wird hier der Ausdruck «Bombenturm» verwendet, obschon die Explosion von einem behelfsmässigen Versuchsgerüst ausgelöst wurde.)

Es ist verschiedentlich kritisiert worden, diese 13 600-t-Explosion sei zu schwach angesetzt gewesen und habe höchstens einer «Baby-Bombe» entsprochen. Solche Bemerkungen gehen jedoch an den Tatsachen vorbei. Das gleiche Haus nämlich, das durch die hier besprochene Explosion in einer Entfernung von 1,07 km beinahe vollständig zerstört wurde, hätte dieselben Sprengschäden durch eine 19 050-t-Bombe (Hiroshima!) erlitten, wäre es nur um 107 m weiter vom Nullpunkt

(d. h. dem Erdpunkt senkrecht unter dem Explosionszentrum) entfernt gewesen.

Die Versuchsanlage

Die FCDA hatte folgendes Versuchsprogramm vorbereitet:

1. Man errichtete in Yucca Flat zwei gleiche zwei-stöckige Holzhäuser mit Keller, um an ihnen die Wirkung einer atomischen Explosion im allgemeinen auf bestimmte amerikanische Haustypen und gleichzeitig die durch billige hölzerne Kellerschutzräume gebotene Deckung zu erproben.

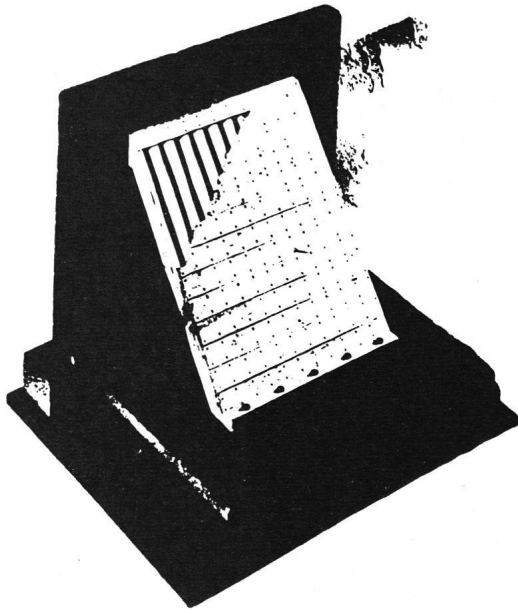


Abb. 1: Schrägdach-Unterschlupf



Abb. 2: Kellerecke-Schutzgehäuse

Ein detaillierter Bericht der Fachexperten darüber, wie die einzelnen Häuser den Versuch überstanden haben, soll später veröffentlicht werden. Diese Bemerkungen hier sind als vorläufig und unverbindlich zu betrachten. Um die Häuser mit Installationen von elektrischen Leitungen, Wasser-, Heizungs- und Gas-

rohren zu versehen, fehlten die finanziellen Mittel. Die Innenwände der Häuser wurden verputzt, jedoch nicht gestrichen. Balken, Türen und Böden wurden ebenfalls unfertig gelassen. Der ganze Versuch musste sich im wesentlichen darauf beschränken, die Schäden durch Druckwirkung aufzuzeigen. Es wurden Vorsichtsmaßnahmen getroffen, um einen Brandausbruch zu verhindern, weil ein Brand es schwierig oder unmöglich gemacht hätte, nachträglich allfällige Mängel in der Bauweise zu erkennen. Eine Vorsichtsmaßnahme bestand darin, beide Häuser mit weissem Aussenanstrich und die in der Explosionsrichtung gelegenen Fenster mit Lamellenstoren aus Aluminium zu versehen. Dadurch sollte die Hitze so stark wie möglich reflektiert werden. Das Dach des dem Nullpunkt näher gelegenen Hauses bestand aus lichtgrauen Zement-Asbest-Latten. Das weiter entfernte Haus erhielt lichtgraue Asphalt-Platten.

Die Entfernung des näheren Hauses (im weiteren mit «Haus Nr. 1» bezeichnet) betrug 1,07 km vom Nullpunkt und war so berechnet, dass das Haus einem Druck von rund 0,5 kg/m² über dem Normalluftdruck ausgesetzt sein sollte. Das andere Haus (= Haus Nr. 2) war 2,3 km vom Nullpunkt entfernt, der zu erwartende Ueberdruck war dort auf 0,14 kg/m² berechnet.

Die Häuser waren spärlich mit von der Regierung geliefertem Ausschussmobiliar ausgestattet. Eine Firma stellte kostenlos Schaufensterpuppen zur Verfügung, die man in den Wohnräumen und den Kellerschutzräumen placierte. In jedem Keller befand sich ein sogenannter «Schrägdachunterschlupf» und ein «Kellereckenschutzgehäuse» (Abb. 1 und 2). Für den ersteren, das einfachste und am wenigsten kostspielige Projekt, wurde Material im Wert von rund 170 Fr., für den letzteren solches im Wert von rund 400 Fr. verwendet.

Der «Schrägdachunterschlupf» war gebaut aus 5 × 15 cm dicken Balken, die im Abstand von 12,5 cm nebeneinander schräg vom Boden gegen diejenige Grundmauer gelegt wurden, die in der Richtung der Explosion lag. Die Balken wurden mit einer 2,5 cm dicken Bretterschicht bedeckt. Das «Kellereckenschutzgehäuse» bestand aus einem etwa 180 cm hohen Würfel, dessen Wand- und Deckbalken von 5 × 15 cm Dicke in einem Abstand von 20 cm gelegt und mit einer Bretterschicht von 2,5 cm bedeckt waren.

Zur Messung der Gammastrahlen wurden kleine Filmstückchen in Kokardenform verwendet, rund 100 pro Keller. Man verteilte sie in regelmässigen Abständen, um Resultate von verschiedenen Punkten zu erhalten. Einige dieser Filmplättchen befanden sich in den Schutzräumen. Die AEC stellte automatische Filmkameras zur Verfügung, mit welchen man den Ablauf des Einsturzes photographisch festhalten wollte. Beide Häuser waren mit hölzernen Fensterläden ausgerüstet. Die Aussenwände des Hauses Nr. 1 sowie die Türen, Fenster und Läden waren weiss getüncht. Das Haus Nr. 2 wurde mit einer einfachen, glatten, weissen Farbschicht gestrichen, nur die Fensterläden waren grau. Anlässlich des Rundganges von Vertretern der Presse und der FCDA zwei Tage vor der Explosion waren einige Fensterläden von den Photographen ge-

geschlossen worden, um die Innenbeleuchtung für die Aufnahmen zu verbessern. Manche Besucher verliessen den Platz nun unter dem Eindruck, dass auch beim Versuch selbst gewisse Fensterläden geschlossen blieben. Dies war nicht der Fall. Alle Läden wurden vor der Explosion wieder geöffnet.

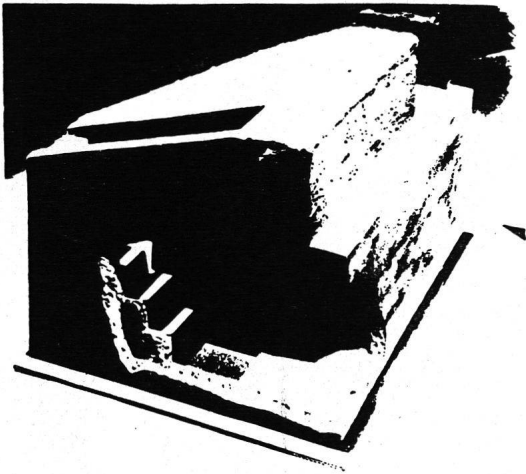


Abb. 3: Kelleranbau mit Notausstieg

2. Acht unterirdische Hinterhof-Schutzraumtypen wurden auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen den Explosionsdruck unter variierten Druckverhältnissen geprüft. Zugleich wollte man ermitteln, wie wirksam die sich in solchen Räumen aufhaltenden Personen gegen die Gammastrahlen geschützt sind.

Der dem Nullpunkt am nächsten gelegene Schutzraum war ein *Kelleranbau mit Notausstieg* (Abb. 3), ein von aussen an eine Kellerwand sich anlehrender unterirdischer Schutzraum aus Eisenbeton mit einem separaten Ausstieg ins Freie. Er befand sich 381 m vom Nullpunkt und war einem zu erwartenden Ueberdruck von $3,15 \text{ kg/cm}^2$ ausgesetzt. In einer Entfernung von 442 m, ausgesetzt einem Ueberdruck von $2,1 \text{ kg/cm}^2$, folgte ein Schutzraum vom Typ «*Gedekte Grube*» (Abb. 4), gebaut aus Schlackzementblöcken mit einer Dachplatte aus Eisenbeton und mit einem offenen Ausstieg. Eine Gruppe von fünf Schutzräumen wurde in einer Entfernung von 549 m bei einem erwarteten Ueberdruck von $1,4 \text{ kg/cm}^2$ errichtet. Darunter waren folgende Typen:

- a) «Gedekte Grube», Schlackzementblöcke mit Betondecke, offener Eingang;
- b) «Gedekte Grube», Schlackzementblöcke mit Holzdach, offener Eingang;
- c) «Gedekte Grube», Schlackzementblöcke mit Betondecke, geschlossener Eingang;
- d) «Kelleranbau»-Typ, Schlackzementblöcke mit Betondecke, offener Eingang;
- e) Zementröhre mit Innendurchmesser von rund 150 cm, geschlossener Eingang.

Ein achter Schutzraumtyp «Gedekte Grube», Schlackzementblöcke mit Betondecke, offener Eingang, befand sich in der Nähe des Hauses Nr. 1. Das Bau-

material für diesen Schutzraum kostete rund 775 Fr. Die Räume a), b) und d) mit den offenen Treppeneingängen waren komplett ausgeführt. Die Räume c) und e) waren geschlossen mit soliden Decken aus $5 \times 10\text{-cm}$ -Brettern und waren durch einen Zugangsschacht erreichbar. Diese Schächte dienten jedoch nur dem mit den Versuchen betrauten Personal; es waren keine richtigen Eingänge und nicht für die Prüfung vorgesehen. — Der Schutzraum bei 442 m Entfernung erhielt eine Erddecke von 137 cm, alle anderen eine solche von 92 cm Dicke.

Beim Typ «Gedekte Grube» waren die Schlackzementwände 20 cm dick, die hohlen Blöcke wurden mit Beton ausgegossen, welcher verstärkt war mit 40 cm weit auseinanderliegenden, 1,3 cm dicken Stahlstangen. Die Betonplatten hatten eine Dicke von 11,3 cm, verstärkt mit 10 cm auseinanderliegenden 0,9-cm-Eisenstäben. Die Spannweite zwischen den Wänden betrug 122 cm. Beim weiter entfernten «Kelleranbau»-Typ waren Schlackzementwände und Betondecke gleich konstruiert wie beim Typ «Gedekte Grube», die Spannweite zwischen den Wänden betrug hier jedoch nur 92 cm. Bei dem näher beim Nullpunkt errichteten «Kelleranbau» bestand die ganze Konstruktion aus Eisenbeton. Wände und Dach waren 15 cm dick, verstärkt mit 10 cm auseinanderliegenden 0,9-cm-Eisenstäben; Spannweite zwischen den Wänden: 92 cm. Bei einem der Schutzräume «Gedekte Grube» war das Dach aus Holz: Sparren von $5 \times 15 \text{ cm}$, im Abstand von 10 cm, bedeckt mit einer

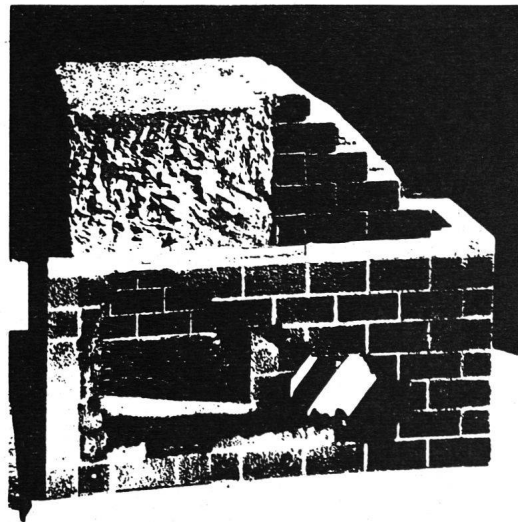


Abb. 4: Gedekte Grube

2,5 cm dicken Abdichtungsschicht. — Die Kanalisationsröhre mit dem Innendurchmesser von 153 cm hatte eine Wanddicke von 11,3 cm.

Runde Filmplättchen für den Nachweis der Gammastrahlung und Schmelzstreifen für den Nachweis von übermässiger Temperaturzunahme wurden in den Schutzräumen angebracht. Zur Anschaffung von Messinstrumenten für Luftdruck, Bewegung der Puppen und Verschiebung von Dach und Wänden fehlten die Mittel.

Schaufensterpuppen wurden in alle Schutzräume der verschiedenen Entfernungen gebracht. Diejenigen bei 381, 442 und 549 m Entfernung wurden in den Beinen mit Sand beschwert, mit Ausnahme der Puppe, die einen kleinen Knaben darstellte (im Schutzraum bei 381 m). Diese wurde nicht beschwert, weil ihr Gewicht etwa demjenigen eines gleichaltrigen Kindes entsprach.

3. Eine Vielfalt der gebräuchlichsten Personautos wurden in den Versuch eingezogen. Es befinden sich darunter Modelle der Jahre 1936—1953. Alle grösseren Marken waren vertreten. Ausserdem wurde an drei verschiedenen Punkten je ein kleiner Lastwagen der Postverwaltung der Explosionswirkung ausgesetzt. Das Auswertungsergebnis der Versuche an diesen Automobilen wird später veröffentlicht werden.

4. Vier Modelle eines neuen Messgerätes wurden erstmals ausprobiert. Es handelt sich um eine Vorrichtung zur Feststellung des effektiven Explosionspunktes bei einer Atomexplosion mittels Thermalstrahlung. Die unmittelbare Lokalisierung der Explosion ist von primärer Wichtigkeit für diejenigen, die einem betroffenen Gebiet die erste Rettung bringen wollen. Das ganze Projekt wird nicht vor Beendigung der laufenden Versuchsserien ausgereift sein.

Ergebnisse

Wirkung der Explosion an den Häusern

FCDA-Fachexperten hatten erwartet, das Haus Nr. 1 werde zusammenstürzen, Nr. 2 einige Beschädigungen erleiden. Indem man ein Haus da aufstellte, wo sein vollständiger Einsturz zu erwarten war, wollte man den Schutz erproben, den die eingebauten Keller-Schutzräume eben in einem solchen Falle bieten würden. Da bisher keine Häuser dieser Art einer atomischen Explosion ausgesetzt worden waren, konnte der Schaden, den das weiter entfernte Haus erleiden würde, nicht genau im voraus eingeschätzt werden. Der photographisch festgehaltene und veröffentlichte *Ablauf des Ereignisses* zeigt eindrücklich, dass das Haus Nr. 1, wie erwartet, einstürzte. Das Erdgeschoss wurde vollständig zerstört, der erste Stock erlitt starke Beschädigungen und stürzte auf die Trümmer des Erdgeschosses nieder. Das Dach wurde durch den Luftdruck nach verschiedenen Seiten auseinandergerissen. Die Rückseite des Daches wurde in den Hinterhof geworfen. Die obere Hälfte der Vorderseite lag umgedreht auf dem Platz vor dem Hause, während sich die untere Hälfte in einiger Entfernung hinter dem Hause wiederfand. Die Giebelwände wurden nach auswärts auseinandergerissen. Das Kamin war in mehrere grosse Stücke zerbrochen und lag in einem Winkel von ca. 45° nach rückwärts vom Hause weg. Die Kellerwände erlitten einigen Schaden da, wo sie aus der Erde herausragten, hauptsächlich auf der Rückseite des Hauses. Die vordere Kellerwand war leicht eingedrückt, wies aber, ausser an beiden Enden, keine Sprünge auf. Die Tragbalken des ersten Bodens waren nach hinten geschoben, Die Röhrensäulen nach hinten umgebogen.

Nach der Explosion drang das Versuchspersonal durch den Spalt, der zwischen der Kellermauer und

der hölzernen Aussenwand des unteren Stockwerkes entstanden war, in den Keller ein. Obgleich die Wohnstuben- und Küchenböden in den Keller hinuntergestürzt waren, konnte man den übriggebliebenen Raum verhältnismässig klar überblicken.

Keiner der beiden Schutzräume war nennenswert beschädigt. Die Puppen in den Schutzräumen waren weder verletzt noch hatten sie sich bewegt, während dagegen diejenigen in den Zimmern des Erdgeschosses stark be-



Abb. 5: Schrägdach-Unterschlupf im Keller des nächstgelegenen Versuchshauses, 1,07 km vom Nullpunkt entfernt. Das Haus darüber ist vollständig zerstört, ein Teil davon in den Keller hinuntergestürzt. Die Puppen im Unterschlupf blieben jedoch unbeeinträchtigt.

schädigt und zum Teil von den Trümmern zugedeckt und festgehalten waren, so dass man sie nicht ohne weiteres befreien konnte. Das Haus war zu 90—95 % zerstört. Mit Ausnahme einiger Teile der Kellermauern hätte nichts zum Wiederaufbau verwendet werden können.

Das Haus Nr. 2 blieb stehen, war aber schlimm beschädigt. Am auffallendsten waren hier Türen und Fenster, samt Schieber und Rahmen, zerstört. Die Haustüre war in ihre Bestandteile zerlegt. Schloss und Türfalle fanden sich halbwegs auf der Treppe zum ersten Stock. Die Türe vom Esszimmer zur Küche war ebenfalls zersplittert, ein Stück davon steckte im Verputz der hinteren Küchenwand.

Der Hauptschaden am Bauwerk des Erdgeschosses bestand in gebrochenen Dielenbalken. Die meisten Brüche entstanden bei Aesten an den unteren Rändern und Brettern. Einige Rahmenbalken an der Vorderseite des Hauses waren geborsten. (Die Dielenbalken hatten eine Dicke von 5×20 cm und waren bei einer Spannweite von 3,66 m im Abstand von 40 cm gelegt. Die Rahmenbalken der Vorderwand waren 5×10 cm dick und lagen je 40 cm auseinander.)

Das Bauwerk des ersten Stockes hatte keinen sichtbaren Schaden erlitten, doch waren Verputz und Fenster ernstlich beschädigt. Die Beschädigung des Daches bestand vorwiegend in gebrochenem Sparrenwerk an der Vorderseite. Alle Sparren, ausser einem, waren hier gebrochen. Das Dach zeigte einen leichten Sprung am First. Auf der Rückseite des Daches waren keine Sparren gebrochen. (Die Sparren hatten eine Dicke von 5×15 cm und lagen 40 cm auseinander; die Spannweite von der Wand zum Giebel betrug 4,27 m.) *Der Keller wies keine Beschädigungen auf, mit Ausnahme der Fenster sowie der Kellertüre samt Rahmen. Die Schutzräume waren völlig intakt geblieben, die Puppen in den Schutzräumen vollkommen unverändert. Die Puppen im Ess- und Wohnzimmer waren beträchtlich durcheinandergeworfen. Eine einzige Puppe der ganzen Gruppe schien ungestört geblieben zu sein. Die Köpfe der Puppen liessen ohne Unterschied Schürfungen erkennen, die Kleider waren von Glassplittern zerschnitten. Einige Puppen wiesen auch ernstere Verletzungen auf, z. B. Löcher von der Grösse eines Frankenstückes. Winzige Stückchen Glas steckten fest in der Oberfläche einiger Puppenköpfe.*

Hätte man Fenster- und Türöffnungen wieder repariert und verdeckt und im Keller einige Stützen angebracht, so wäre das Haus im Notfalle weiterhin bewohnbar geblieben. Die volle Wiederherstellung des Hauses hätte sich jedoch als recht kostspielig erwiesen.

Wirkung des Explosionsdruckes auf die Schutzräume

Der «Kelleranbau»-Schutzraum aus Eisenbeton bei 381 m Entfernung zeigte überhaupt keine Beschädigung. Die grosse Puppe in diesem Raum, die man mit Sand beschwert hatte, war entzweigebrochen, das Kind war umgeworfen, trug aber sonst keine Spuren von Verletzungen. Die «Gedekte Grube» bei 442 m war unbeschädigt, die Puppe darin unberührt. Die «Gedekte Grube» mit Betondecke bei 549 m war unbeschädigt, die Puppe ebenfalls. Die «Gedekte Grube» mit Holzdach wies einen Sprung in einer Wand auf. Die Ursache davon ist nicht klar. Dieser Schutzraum sollte daher bei der Auswertung der Ergebnisse besser unberücksichtigt bleiben.

Die übrigen Schutzräume bei 549 m und derjenige beim Haus Nr. 1 zeigten keine Schäden irgendwelcher Art, obgleich zwei davon geschlossene Eingänge besaßen. Zweck dieser geschlossenen Eingänge war es gewesen, den Explosionsdruck abzuhalten, um das Dach des Schutzraumes auf den rein äusserlichen Ueberdruck hin prüfen zu können. In den Schutzräumen mit offenem Eingang wurde der Aussendruck auf das Dach ausgeglichen durch den Druck von innen während

der Explosion. Die beiden geschlossenen Schutzräume, bei 549 m, waren einem Ueberdruck von $1,4 \text{ kg/cm}^2$ ausgesetzt.

Rettungsaktionen

Die Notwendigkeit eingeübter Rettungsgruppen der Zivilverteidigung und von organisierten Rettungsaktionen nach einem Atombombenangriff wurde besonders deutlich dadurch bewiesen, dass, wie erwähnt, einige der Puppen im Haus Nr. 1 unter den Trümmern festgehalten und nicht leicht zu befreien waren. Die Puppen, die man, zu einer Familie gruppiert, im Wohnzimmer hingesetzt hatte, waren ganz oder teilweise unter den Trümmern begraben.

Hätte es sich um wirkliche Menschen gehandelt, so wären sie offensichtlich sehr schwer verletzt oder gar getötet worden. Eine wirksame Rettungsaktion hätte sich jedenfalls als notwendig erwiesen. Dies hätte man am besten dadurch bewerkstelligt, dass man durch die offenen Stellen von oben eingestiegen wäre, die grössten Trümmerstücke entfernt und die Körper herausgehoben hätte.

Die Puppen, die um den Esstisch gesessen hatten, wurden in einer solchen Weise von den Trümmern gefangen gehalten, dass sich eine Rettung hier viel schwieriger gestaltet hätte. Weite Teile des ersten Stockes deckten den Parterreräum zu, in welchem die Puppen festgehalten waren. Diese Trümmer hätte man Stück um Stück entfernen oder niederreißen müssen, um den Zugang zu den Körpern von oben her zu erkämpfen. Ein besserer Weg hätte vielleicht darin bestanden, die Gruppe vom Keller aus zu retten, da ja das Fachwerk des Erdgeschosses in den Keller durchgebrochen war und dadurch eine Oeffnung gerissen hatte, durch welche man einige der Puppen erblicken konnte, die dort unter den Trümmern begraben lagen. Um vom Keller aus wirksame Hilfe zu leisten, hätte eine Rettungsmannschaft die Oeffnung ringsherum unter dem Balkenwerk des ersten Boden provisorisch abstützen müssen, um zu verhüten, dass das Ganze über ihnen selbst zusammenbreche. Indem man dann die Trümmer des Erdgeschosses Stück um Stück entfernt hätte, wäre es schliesslich möglich geworden, an alle Körper heranzukommen.

Einwirkung der Wärme

Die sichtbaren Einwirkungen der Therma-Strahlung am *Hause Nr. 1* waren von einer automatischen durch die AEC installierten Kamera auf dem Bilde festgehalten worden. Der Film wurde langsam, Bild um Bild, geprüft. Licht- und Wärmestrahlen, die bei der Explosion entstanden, erreichten das Haus im selben Augenblick. Der Lichtstrahl erleuchtete sogleich das Haus für die Kamera. Die Wärmestrahlen, die auf die Hausfront aufprallten, bedurften des Bruchteils einer Sekunde, um ihre Wirkung sichtbar zu machen. Dann drang ein dicker, von verkohltem Holz geschwärzter «Rauch» aus den Querleisten der hölzernen Fensterläden, welcher sogleich gegen die Mauern zurückgeworfen wurde. Die dickeren Bretter der Hauswände zeigten zunächst immer noch keine Wirkung. Einen Augen-

blick später aber begann die ganze Hausfront den «Rauch» auszustossen. Eine dicke schwarze Decke wälzte sich der Front des Hauses entlang und verhüllte es einen Augenblick. Sonst aber war die Luft ringsherum offensichtlich noch ganz unbewegt. Der Explosionsstoss war immer noch erst unterwegs. Noch bevor er ankam, verschwand der Rauch. Offenbar hatte die Wärmestrahlung nachgelassen, bevor durch die Wärmeabgabe eine selbständige Flamme entstehen konnte. Der nachkommende Luftstoss blies also nicht irgend ein im Entstehen begriffenes Feuer wieder aus. Noch bevor er da war, hatte sich der Ablauf der Wärmewirkung schon vollzogen. Für den Bruchteil einer Sekunde bot sich der Kamera das Bild einer verkohlten Hauswand, ohne Rauch oder Feuer.

Das Haus brannte also nicht

Verschiedene Missverständnisse entstanden hinsichtlich der Verwendung von Rolläden. Die Lamellen-Storen, die man an beiden Häusern in den gegen die Explosion gerichteten Fenstern eingesetzt hatte, waren ganz gewöhnliche, im Handel erhältliche Fabrikate, Aluminiumausführung mit Bändern aus Kunststoff. Man beabsichtigte nicht, dass sie dem Luftstoss standhalten sollten. Ihr einziger Zweck wurde darin erblickt, den Wärmestoss davon abzuhalten, durch die Fenster ins Haus einzudringen und möglicherweise die Möbel in Brand zu setzen. Diesen Zweck haben sie erfüllt. In keinem der beiden Häuser fanden sich Spuren von Wärmeeinwirkung. Wenige Sekunden, nachdem die Wärmewelle sich gegen die Storen gerichtet hatte, stiess der Luftdruck die Fenster ein, Glas, Schieberahmen, Einfassung und eben auch Lamellen-Storen mit sich reissend. Man hatte erwartet, dass letztere unter dem Druck in Stücke gerissen würden. Statt dessen aber wurden sie zu einer wirren Masse zusammengerollt. Gewiss hätte jemand im Ess- oder Wohnzimmer von den Storen getroffen werden können, dies wäre aber doch ebenso leicht durch Glassplitter oder andere fliegende Trümmerteile geschehen.

Strahlung

Wenn ein atomischer Sprengkörper zur Explosion gebracht wird, entstehen zwei Phasen der Strahlung. Im Augenblick der Detonation und anschliessend etwas länger als eine Minute werden Strahlen ausgesandt. Dies ist die sogenannte «Initial-Strahlung» (Anfangsstrahlung). Sie besteht sowohl aus Strahlungsenergie wie aus Bestandteilen von Atomen. Inzwischen erhebt sich die Explosionswolke, die Partikel radioaktiver Materie mit sich führt. Einiges darunter ist Produkt der Atomspaltung, anderes sind Teile von ungespaltenem Stoff. Weiter befinden sich darunter Teilchen vom Turm, auf welchem die Bombe zur Explosion gebracht wurde, oder, im Falle einer Abgabe aus der Luft, von der Verkleidung und dem Mechanismus der Bombe. Bei einer Explosion auf der Erde werden auch Teile vom Erdboden durch einen Neutronenbeschuss radioaktiv gemacht und mit in den «Schirm» eingesogen. Während dann die vorherrschenden

den Winde die Bombenwolke davontreiben, senken sich alle diese Partikel langsam zu Boden. Man nennt dies den «fall-out», die Ablagerung. Diese Ablagerung radioaktiver Teile ist hauptsächlich verantwortlich für die zweite Phase der Strahlung, die «Residual-Radioaktivität» (= verharrende, festsitzende Radioaktivität). Die Strahlen, die hier ausgeschickt werden, sind im grossen und ganzen derselben Natur wie diejenigen, die bei der Explosion selbst während der Anfangsphase ausgestrahlt worden waren.

Da die Detonation des 17. März 1953 von einem etwa 90 m hohen Stahlurm aus erfolgte, war man auf eine beträchtliche Ablagerung gefasst. Darauf freilich war man nicht gefasst, dass ein ungünstiger Wind sie genau auf der Linie niedersetzen würde, entlang welcher sich die FCDA mit ihrer Versuchsanlage und den Fahrzeugen eingerichtet hatte. Die radioaktiven Teilchen fielen zu Boden in einem verhältnismässig schmalen Streifen, der direkt auf die FCDA-Basis gerichtet war. An andern Stellen des Versuchsareals war der Grad der Radioaktivität nicht übermässig hoch, und Personen, die mit bestimmten Aufgaben während der Explosion betraut waren, konnten das Gebiet in der für die Versuche üblichen Weise betreten oder verlassen. Entlang der FCDA-Linie allerdings waren die Werte hoch im Vergleich zu dem Maximum, das von der Versuchsleitung als zulässig angesehen wurde.

Die leitenden Organe, der AEC, haben für das Atomenergie-Versuchsprogramm allgemeine Richtlinien über das Maximum an Strahlung aufgestellt, dem eine Person ausgesetzt werden darf. Dies wurde getan zum Schutze des Personals, das beständig mit radioaktiven Stoffen zu arbeiten hat. Es handelt sich um die in der Industrie üblichen Sicherheitsvorschriften. Die FCDA akzeptiert diese AEC-Vorschriften voll und ganz, soweit sie sich auf die normale Forschungstätigkeit beziehen. Indessen ändert sich die Lage im Falle einer Kriegskatastrophe, und Mannschaften der Zivilverteidigung können und müssen sich, wenn nötig, höheren Strahlungswerten aussetzen, wenn es gilt, Rettung und erste Hilfe zu bringen oder andere ihrer Aufgaben zu erfüllen.

Kurz nach der Explosion drang eine Gruppe von fünf Männern in das Versuchsgebiet ein, um Haus Nr. 2 zu inspizieren. Sie blieben lange genug im Gebiet, um zu entscheiden, ob es für blosse Beobachter gefährlich sei oder nicht, das beschädigte Haus zu besichtigen. Die Dosierung, der sie ausgesetzt waren, betrug nur ein Drittel des von der Versuchsleitung zugelassenen Maximums an Strahlung. Mit andern Worten: Hätten sich eine Rettungsaktion oder sonstige Massnahmen der Zivilverteidigung als nötig erwiesen, so wäre es dem Rettungsteam möglich gewesen, sich dreimal so lang im Gebiet hier aufzuhalten, ohne das von der Industrie erlaubte Maximum zu überschreiten.

Im Notfall hätten Rettungsmannschaften im Gebiet also während mehrerer Stunden arbeiten können, ohne abgelöst werden zu müssen.

Neben dem mit dem technischen Programm betrauten Personal, das am ersten Tag das Gebiet betrat, als die Strahlung am stärksten war, betraten es auch

Beauftragte des radiologischen Sicherheitsdienstes, um Untersuchungen über den Grad der «Verseuchung» anzustellen. Am ersten Tag schoben Winde die radioaktiv verseuchten Stoffe umher und hielten die Werte so hoch, dass die Versuchsleitung den Beobachtern nicht erlauben konnte, die FCDA-Bauten zu besichtigen. Die Zeit, die man benötigt hätte, um über 600 Personen durch das verseuchte Gebiet zu schaffen, hätte vielleicht doch dazu geführt, dass bei einigen von ihnen die erlaubte Grenze der Dosierung überschritten worden wäre. Während dies für das technische Personal gelegentlich eben zugestanden werden muss, kann man es doch für Besucher nicht gestatten.

Immerhin wurden die Beobachter zu einer Strasse gebracht, die parallel zur FCDA-Basis lief, so dass sie wenigstens die Häuser von einem näher gelegenen Punkt aus betrachten konnten. Die Beobachter gingen bis an die Linie heran, wo 10 milliröntgen pro Stunde (mr/h) gemessen wurden. Jenseits dieser Grenze müssen — so verlangen es die Vorschriften — Schutzanzüge getragen werden. Diese Schutzkleidung bezweckt nicht, ihren Träger davor zu bewahren, der Strahlung ausgesetzt zu werden, sondern sie verhindert nur, dass seine eigene Kleidung mit radioaktiver Materie in Berührung kommt. Es wäre sowohl für das Personal wie für die Versuchsleitung umständlich, ihre persönliche Bekleidung in die Wäscherei des radiologischen Sicherheitsdienstes schicken zu müssen.

Die meisten Beobachter, die bis an diese 10 mr/h-Grenze herangingen, gaben sich nicht Rechenschaft darüber, dass sie in Wirklichkeit näher am Explosionszentrum waren als das FCDA-Versuchshaus Nr. 2. Wäre etwas zu sehen gewesen, so hätte man sozusagen überallhin in das Gebiet hingehen können ausser eben in die Linie der FCDA-Bauten und in das Explosionsfeld selbst. Während technische Arbeitsgruppen also für beschränkte Zeit am ersten Tag in das Versuchsgebiet eindringen konnten, war es den Leuten, die beauftragt waren, die ausgelegten Filmplättchen einzusammeln, nicht möglich, programmgemäss zu arbeiten, weil sie für das Einsammeln zuviel Zeit gebraucht hätten und sich also der Ansteckung länger hätten aussetzen müssen, als es der erlaubten Dosierung entsprach. Dies war zu bedauern, weil ja diese runden Filmplättchen zur Messung der Gammastrahlung eigentlich die einzigen Registriermittel in der ganzen Versuchsanlage des Amtes für Zivilverteidigung darstellten. Die Plättchen sollten die Initial-Gammastrahlung registrieren, weil diese auf jeden Fall auftreten musste und weil man von der Ablagerung keine hohen Messwerte erwartete. Und sie registrierten natürlich richtig, ausser wo sie voll geschützt und abgedeckt waren. Dann überzog die Ablagerung das Gebiet, radioaktiv angesteckter Staub wurde in die Schutzräume und Versuchshäuser getragen. Die Plättchen registrierten somit dann auch diese zweite Gammastrahlung. Als man sie dann endlich einsammeln konnte, waren sie schon ungefähr 30 Stunden lang

der «Residual»-Strahlung ausgesetzt gewesen. Zur Unterstützung der Auswertung nahm die damit betraute Forschungsgruppe Messungen der Strahlungsintensität an einer Reihe von Orten vor, sowohl ausserhalb wie im Innern der Häuser. *Die Ablesungen an den Messinstrumenten ergaben für das Innere der Häuser sowie der Schutzräume im Freien im Durchschnitt nur einen Zehntel der aussen gemessenen Werte.*

Folgendes sind die Ergebnisse:

1. Obschon die Verseuchung des FCDA-Versuchsareals sowohl für Beobachter wie für das Versuchspersonal Unannehmlichkeiten mit sich brachte, wäre in einem Notfall die Katastrophenhilfe der Zivilverteidigung doch nicht ernstlich davon behindert worden.

2. Personen, die sich in den Räumen des Erdgeschosses oder des ersten Stockes im Hause Nr. 1 aufgehalten hätten, wären einer starken Dosis an Initialstrahlung ausgesetzt gewesen. Diese Dosis hätte genügt, um schwere Erkrankungen zu verursachen, die in manchen Fällen wahrscheinlich zum Tode geführt hätten. Personen in den Keller-Schutzräumen des Hauses Nr. 1 wären sozusagen vollständig vor der Initialstrahlung geschützt gewesen. Immerhin: hätten — eine für den Ernstfall nicht durchwegs wahrscheinliche Annahme — diese Personen 30 Stunden im Keller bleiben müssen (so lange dauerte es beim Versuch, bis man die Registrierplättchen einsammeln konnte), so wären wohl einige von der Residual-Strahlung herführende Fälle von Erkrankung vorgekommen, die im allgemeinen jedoch kaum tödlich verlaufen wären.

3. Personen im Parterre und ersten Stock des Hauses Nr. 2 hätten nicht so viel Initialstrahlung erhalten, dass ernstliche Folgen daraus entstanden wären. Personen im Keller dieses Hauses wären überhaupt keiner Initialdosis ausgesetzt und auch 30 Stunden nachher nicht ernstlich durch die Residualstrahlung gefährdet gewesen.

4. Personen in irgend einem der Schutzräume ausserhalb der Häuser wären gegen die Initialstrahlung gut geschützt gewesen, wahrscheinlich wären aber nach der Periode von 30 Stunden einige Fälle von Erkrankung durch die Residualstrahlung vorgekommen.

Wichtig ist, sich zu vergegenwärtigen, dass der Schutz vor der Initialstrahlung, der sowohl in den Keller- wie in den unabhängigen Schutzräumen geboten wird, der Dicke der Erdschicht und anderer dichter Stoffe zu verdanken ist, durch welche die Strahlen dringen müssen. Je dicker die Schicht, um so grösser der Schutz. Da die Explosion vom 17. März 1953 von einem 90 m hohen Turm aus erfolgte, hatten die Strahlen entlang der schrägen Linie vom Explosionsherd zum Insassen des Schutzraumes eine viel dickere Erdschicht zu durchdringen, als dies bei einem Angriff von oben der Fall wäre. Bei der Wahl von Typ und Lage eines Schutzraumes ist deshalb zu empfehlen, eine möglichst dicke Schicht von Erde oder

anderen dichten Stoffen zwischen die Insassen des Raumes und die zu erwartende Richtung des Angriffs zu bringen.

Folgerungen

Personen im Erdgeschoss und im ersten Stock des Hauses Nr. 1 wären in kritischer Weise durch Glassplitter und Trümmerstücke verletzt, wenn nicht gar getötet worden. Die Gammastrahlung hätte voraussichtlich Krankheit oder Schädigungen zur Folge gehabt.

Andererseits wären *Personen in den Keller-Schutzräumen des Hauses Nr. 1 gegen Trümmerverletzungen und schädigende Einflüsse der Initialstrahlung geschützt* gewesen. Obschon in den Schutzräumen die Zunahme des Luftdruckes nicht gemessen wurde, ist doch anzunehmen, dass sie unbedeutend war und keine Körperschäden verursacht hätte.

Viel ungewisser ist es, ob man so ohne weiteres einen Ausweg aus dem Keller des Hauses Nr. 1 gefunden hätte. Während der eigentliche Kellerausgang durch Trümmer blockiert war, war doch ein genügend grosser Spalt zwischen der Kellermauer und dem Rahmenwerk des Parterres entstanden, der einen Ausweg geboten hätte. Jedenfalls wurde er nach dem Versuch vom technischen Personal als Ein- und Ausgang benutzt. Im Ernstfall hätte der Spalt aber auch durch Feuer versperrt sein können. Abgesehen davon, wäre es jedoch gesunden und unverletzten Personen, wenn auch mit einiger Anstrengung möglich gewesen, durchzukommen. Alte und kranke Leute hätten der Unterstützung bedurft. Personen in Erdgeschoss und ersten Stock des Hauses Nr. 2 hätten durch fliegende Glassplitter und andere Objekte mehr oder weniger ernsthafte Verletzungen erlitten. Es waren Spuren der direkten Einwirkung des Luftdruckes an den Puppen zu erkennen, aber die Strahlung hätte im Ernstfall keine Erkrankungen verursacht.

Aller Wahrscheinlichkeit nach wären *Personen in den Keller-Schutzräumen des Hauses Nr. 2 selbst im Falle eines Brandes ohne Schaden davongekommen*, besonders dann, wenn sie über ein geeignetes Feuerlöschgerät verfügt hätten. Beachtenswert ist, dass in beiden Fällen kein Feuer ausbrach. Da jedoch beide Häuser nicht mit Installationen versehen und gegen direkte Wärmewirkung der Explosion geschützt waren, kann man nicht sicher wissen, ob unter normalen Umständen nicht doch Feuer ausgebrochen wäre.

Ratschläge und Empfehlungen

Keller-Schutzräume

a) Keller-Schutzräume von der Art, wie sie in diesem Versuch geprüft worden sind, sollten den Insassen genügend Schutz vor Luftdruck und fallenden Trümmern bieten, soweit es sich um Keller in Holzhäusern handelt. Man kann daraus jedoch keine gültigen Schlüsse ziehen auf den Schutz, den solche Räume in Backstein- oder Betonhäusern böten, da deren Bauart auf eine Explosion ganz anders reagiert. Doch nimmt man an, dass die geprüften Keller-Schutzräume in jedem zweistöckigen Haus normaler Bauart ihren Zweck erfüllen dürften. Wenn sie korrekt in einem unter dem Erdniveau liegenden Keller eingebaut sind, ist auch eine gute Abschirmung gegen Strahlung gewährleistet.

b) In Anbetracht der Gefahr eines Brandausbruchs, sei es durch Hitzeeinwirkung bei der Explosion oder durch Beschädigung von Installationen, wäre ein Schutzraum mit zwei Ausgängen — nach dem Keller direkt nach aussen — obgleich teurer, wo immer möglich zu empfehlen. Es wäre dies der Schutzraum vom Typ «Kelleranbau», wie er sich unter den im Versuchsprogramm separat geprüften freiliegenden Schutzräumen befand.

Unterirdische, freiliegende Schutzräume im Hinterhof

Solche freiliegenden unterirdischen Schutzräume der geprüften Arten bieten grösseren Schutz als der «Schrägdach-Unterschlupf» und das «Kellerecken-Schutzgebäude» in den Hauskellern, da sie solider konstruiert sind. Da sie ausserdem abseits vom Hause liegen, ist es weniger wahrscheinlich, dass die Ausgänge blockiert würden, was im Falle eines Brandes von grosser Wichtigkeit ist. Alle geprüften Schutzraummodelle dürften einem Ueberdruck von mindestens $1,4 \text{ kg/cm}^2$ standhalten. Eisenbetonierte Schutzräume vom geprüften «Kelleranbau»-Typ sollten sogar einem Ueberdruck von $3,15 \text{ kg/cm}^2$ widerstehen können. Weil es nicht möglich war, die Luftdruckverhältnisse im Innern der Schutzräume zu messen, sollten keine bindenden Schlüsse für die Sicherheit gezogen werden, welche den Schutzrauminnsassen in den Hochdruckzonen nahe der Explosion geboten wird. Doch nimmt man an, dass Personen in dem nächst dem Hause Nr. 1 errichteten Schutzraum keinen Schaden erlitten hätten. Es gibt keinen Anhaltspunkt dafür, dass die Temperatur in den Schutzräumen mehr als nur unbedeutend anstieg. Die Schutzräume würden guten Schutz gegen die Initialstrahlung bieten.