

Nuklearenergie für Felssprengungen

Autor(en): **Künzler, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **89 (1971)**

Heft 23

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-84875>

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.

die Diskussion durch den jeweiligen Berichterstatter mit teilweise sehr kritischen Zusammenfassungen eingeleitet. Am Ende der rund 1 bis 1½ Stunden dauernden Sitzungen, an denen jeweils drei Berichte diskutiert wurden, hatten die Verfasser Gelegenheit zur Erwiderung.

Die Berichtsthemen umfassten Berechnungsverfahren (auffallend viele mit der im englischen Sprachraum sehr beliebten Methode der finiten Elemente, die aber neuerdings wegen der begrenzten Computerkapazität auch zu finiten *Streifen* zusammengefasst werden) und Versuche an sowohl kleinen als auch sehr grossen Modellen für schiefe und gekrümmte Massiv- und Hohlplatten, Trägerroste sowie ein- und mehrzellige Hohlkästen, randversteifte Kragplatten, das Durchstanzen von sehr langgestreckten Rechteckpfeilern, die Traglast von Beton- und orthotropen Stahlplatten, die Untersuchung einer sehr breiten Bogenbrücke mit Aufbau als räumliches Tragwerk, die Ermittlung der Eigenfrequenzen von Brücken, Bruchversuche an Verbundträgern unter Längsschub, Traglastversuche an ausgebeulten Blechträgern und versteiften Druckplatten sowie eine Beschreibung von ausgeführten, geraden und schiefen Schrägseilbrücken aus Spannbeton (für Strassen und sogar zweispurige Eisenbahnen). Ein mit Spannung erwarteter Höhepunkt der Konferenz war der – mit zur Nachahmung empfohlener Offenheit vorgetragene – Bericht über den auf einen zu kleinen Sicherheitsfaktor zurückzuführenden und durch ein unerwartetes Temperaturgefälle ausgelösten Mon-

tageschaden an der vierten Donaubrücke in Wien und dessen Reparatur.

Die Konferenzatmosphäre war von der walisischen Gastfreundschaft geprägt. Die Ehepaare waren in der alten Aberdare Hall und die übrigen Konferenzteilnehmer in der neuen University Hall untergebracht. Die Organisation durch Dr. Evans klappte ausgezeichnet. Cafépausen und gemeinsam eingenommene Mahlzeiten gestatteten eine intensive persönliche Kontaktnahme. Der Lord Mayor offerierte im Namen der City of Cardiff das feierliche Conference Dinner in der prächtig gelegenen City Hall. Professor und Frau Rockey luden eines Abends die ausländischen Ehepaare in ihr Heim und der British Council offerierte für die ausländischen Teilnehmer eine Cocktailparty, an der es sehr lustig zuging.

Eine Besichtigungsfahrt ging zur eleganten Severn-Bridge, die wohl grösste Weiterentwicklung im Hängebrückenbau dieses Jahrhunderts, und eine zweite in die zum überwiegenden Teil verlassenen walisischen Kohlenreviere (vor dem Zweiten Weltkrieg wurden in Cardiff jährlich 20 Mio t Kohle verschifft, heute überhaupt keine mehr). Die Überwindung dieser wirtschaftlichen Probleme ist keine leichte Aufgabe des Welsh Office (= Regierung). Die besichtigten Massivbrücken wirkten für schweizerische Augen eher schwerfällig; allerdings sind die durchschnittlichen Betonfestigkeiten erheblich kleiner als bei uns.

Dr. Max Herzog, Aarau

Nuklearenergie für Felssprengungen

DK 621.039:624.152.5

Im Gegensatz zu den chemischen Sprengstoffen lassen sich gewaltige nukleare Energien in einem sehr kleinen Volumen unterbringen. Ihre Sprengwirkung setzt denn auch unvorstellbare Materialmassen um, weil die den Atomkernen innewohnenden Kräfte in einer äusserst kurzen, kaum Mikrosekunden betragenden Zeitspanne frei werden. Nach dem militärischen Einsatz solch geballter Energiemengen, die ausschliesslich der Zerstörung dienen, stellte sich bald einmal die Frage nach ihrer Verwendung für zivile Zwecke. Das erfordert jedoch gründliche theoretische und praktische Kenntnisse nicht nur der entsprechenden physikalischen Gesetze, sondern auch der Auswirkungen und Folgeerscheinungen. Die amerikanische Atomenergiekommission hat sich in der Vergangenheit schon sehr eingehend mit diesen Problemen befasst, so dass heute brauchbare Ergebnisse vorzuliegen scheinen¹⁾.

Eine Kernexplosion erzeugt ungewöhnlich hohe Temperaturen und Drücke, so dass die ihr ausgesetzte Materie kurzfristig die Eigenschaften eines idealen Gases aus Elektronen und positiven Ionen annimmt. Dieses Gas dehnt sich sofort nach allen Richtungen aus und verursacht seinerseits eine Druckwelle, die sich mit abnehmender Wucht so lange fortpflanzt, bis ein Kräftegleichgewicht eintritt. Auch bei unterirdischen Explosionen entsteht eine kugelförmige Druckwellenausbreitung, die das Felsmaterial zum Schmelzen bringt, zermalmt und wegschleudert, gleichgültig, um welche geologischen Formationen es sich handelt. Die durch die erzeugten Drücke und Temperaturen verdampften Gesteinsmassen dehnen sich ebenfalls wie eine Gasblase aus und lassen im Ausgangspunkt einen Hohlraum zurück, dessen Grösse von den ausgelösten Kräften abhängt. In jedem Falle sind seine Ausmasse gewaltig und seine Formen unregelmässig. Die Innenwände weisen eine dicke glasartige Schicht geschmolzenen Gesteins auf, die am ehesten mit Lava ver-

gleichbar ist. Die Temperatur im Augenblick der Kernspaltung kann bis zu mehreren 10^6 °K betragen und sinkt rasch und gleichzeitig mit dem abnehmenden Gasdruck.²⁾ Auf dem Grunde des erzeugten Hohlraumes in der Erde findet sich sogar eine Schicht Magma, die eine Art Bettung bildet. Liegt die Sprengladung nicht tief genug unter der Erdoberfläche, so entstehen durch Zerstörung der Deckschicht Kamine oder Krater, durch die die Gase abziehen.

Der so beschriebene Ablauf einer Kernexplosion ist natürlich schematisiert. Je nach Stärke und Anordnung der Felsmassen spielen sich die Vorgänge keineswegs in so homogener Form ab. Die US-Kommission glaubt jedoch eine genügende Anzahl Faktoren zu kennen, um die Nuklearkräfte für zivile Verwendung sicher berechnen und beherrschen zu können. Beispielsweise sei angenommen, dass fünf Kernladungen zu je einer Kilotonne Sprengkraft, 40 m unter der Erdoberfläche in einer geraden Linie mit Zwischenräumen von 45 m angeordnet, gleichzeitig gezündet werden. Diese Explosion reissst einen Graben auf von 24 m Tiefe, 20 m Breite und 270 m Länge.

Unwillkürlich denkt man jetzt an das Ausheben von Geländeeinschnitten für Autostrassen und Eisenbahnen oder an grosse Bewässerungsgräben in den Wüsten. Der Generalkommissar für Atomenergie in Tunesien bearbeitet tatsächlich ein solches Projekt, genannt *Pecos Bill*, das einen 172 km langen Kanal vom Golf von Gabès bis zum Chott el Fedjedj vorsieht mit einer späteren Verlängerung bis zum Chott Melhrir im algerischen Territoire de Touggourt. Für die erste Etappe wären rechnermässig 390 nukleare Ladungen von

²⁾ Einen guten Überblick über versuchsweise ausgelöste Detonationen und ihre teilweise berechneten und teilweise gemessenen, die Vorstellungskraft des Menschen übersteigenden, unmittelbaren und mittelbaren Folgen der ungeheuren dabei freiwerdenden Energien findet sich im Buch von Th. Ginsburg: Die friedliche Anwendung von nuklearen Explosionen, München 1965, Verlag Karl Thiernig KG; hier besprochen im Jahrgang 85 (1967), H. 26, S. 511.

¹⁾ Siehe Anhang am Schluss dieses Beitrages.

durchschnittlich zwei Megatonnen Sprengkraft erforderlich, was nebenbei bemerkt eine zeitweilige Umsiedelung von rund 100 000 Personen für die Dauer von zwei Wochen bis zu zwei Jahren nötig machen würde.

An diesem Beispiel stossen wir auf weitere Auswirkungen der nuklearen Sprengungen. An erster Stelle steht die Strahlungsverseuchung. Bei unterirdischen Explosionen bleibt zwar ein wesentlicher Anteil der radioaktiven Teilchen in der glasartig erstarrten Materie gebunden. Der weitaus grösste Teil geht aber mit dem fortgeschleuderten Aushubmaterial weg und bleibt dort noch über längere Zeit wirksam. Es darf zudem nicht ausser acht gelassen werden, dass mindestens die unregelmässig geformten Kraterränder und Grabenwände nicht ohne Bearbeitung bleiben können, insbesondere wenn es sich um den Bau von schiffbaren Kanälen handelt. Der Rest der Radioaktivität entweicht nach der Explosion in die Luft und schlägt sich später, infolge des Windes mehr oder weniger weit entfernt, wieder auf die Erdoberfläche nieder.

Die Erfahrungen lehren, dass 24 bis 48 Stunden nach dem Sprengen keine messbare gefährliche Strahlung in der Luft mehr vorhanden ist. Trotzdem setzen Kernexplosionen für zivile Zwecke Erdgebiete mit äusserst schwacher Bevölkerungsdichte voraus, verlangen Rücksichtnahme auf die periodischen Windstärken und -Richtungen und dulden der seismischen Erschütterungen wegen keine grösseren Bauten in ihrer weiteren Umgebung. Ein anderes Problem bildet der Detonationsknall, dessen Ausbreitung, ähnlich dem Überschallknall von Flugzeugen, jedoch in wesentlich grösserem Ausmasse, Schäden und Belästigungen, selbst in weiter entfernten Gebieten, zur Folge haben kann.

Ein eher günstiger Faktor liegt in der Konzentration der Energiemenge. Mit einer Kernladung von zwei Megatonnen ist natürlich viel handlicher umzugehen als mit der Menge TNT von gleicher Sprengkraft. Gewicht und Volumen schrumpfen wesentlich zusammen. In unserm Beispiel handelt es sich um einige wenige Tonnen nuklearen Materials gegenüber mehreren tausend m³ TNT. Das verbilligt und beschleunigt sowohl Herstellung und Laborierung als auch Transport und Lagerung ganz wesentlich.

Ausser den Wüsten wie Sahara oder Arabien können auch andersartige Gebiete für den Einsatz von Kernkräften in Frage kommen. Man denkt einmal an die Verbreiterung des Panamakanals, der dann praktisch den grössten Seeschiffen Durchlass gewähren und keine Schleusen mehr benötigen würde. Berechnungen haben Baukosten in der Höhe von einer Milliarde Dollar und eine Bauzeit von etwa drei Jahren ergeben. Über die Massnahmen zum Schutze der Bevölkerung ausserhalb der Kanalzone (Staat Panama) liegen keine Angaben vor. Alsdann bestehen ähnliche, aber viel weitergehende Projekte in Sibirien, wo geplant wird, Teile von grossen nordwärtsfliessenden Strömen nach Süden umzuleiten, um weite Gebiete in der Kirgisensteppe und sogar in Turkmenien bewässern zu können.

Bis zur praktischen Ausführung derartiger Grossbauten müssen aber bestimmt noch wesentliche Schranken psychologischer Art überwunden und eine genügende Sicherheit für die Menschheit in den betroffenen Gebieten und auf der ganzen Erde gewährleistet werden können. Wir entnehmen diesen Überblick «Le Génie Civil», T 147, Nr. 12, Dez. 1970: Application de l'énergie nucléaire à l'excavation des roches, par G. Vié, Ing. conseil des mines.

R. Dellsperger

Da werden sie ihre Schwerter zu *Pflugscharen* und ihre Spiesse zu Sicheln machen. Denn es wird kein Volk wider das andere ein Schwert aufheben, und werden fortan nicht mehr kriegen lernen

Dieses Bibelwort aus dem Buche Jesaja hat einem Forschungsprojekt den Namen gegeben, welches heute noch – ausser in Fachkreisen – weitgehend unbekannt geblieben ist (möglicherweise weil es ihm am Sensationellen, Schlagzeilenmachenden mangelt – man berichtet und liest lieber über Krieg, Elend und Verderben – oder aber, weil es mit dem Schreckgespenst «Atomexplosion» zu tun hat).

Das Unternehmen Plowshare entstand Mitte der fünfziger Jahre, als die sogenannte «saubere» Atombombe verfügbar war, bei der die *Spaltung* von schweren Atomkernen lediglich den die Explosion auslösenden Mechanismus darstellt. Die dabei anfallenden radioaktiven Zerfallsprodukte sind daher im Verhältnis zur freiwerdenden Energie gering. Die eigentliche Detonationsenergie entstammt Fusionsprozessen, wodurch die radioaktive Verseuchung ganz erheblich vermindert wird. Ausserdem sind Fusionsbrennstoffe um ein Vielfaches billiger als spaltbare Materialien, was eine friedliche Verwendung solcher Energiequellen wirtschaftlich erst tragbar machte.

Im Sommer 1957 wurde im Lawrence Radiation Laboratory eine Forschergruppe gebildet mit dem Ziel, den möglichen Einsatz nuklearer Explosionen zu erforschen. Von allem Anfang an bestand die Aufgabe des Plowshare-Programms aus zwei Teilen, nämlich der erwähnten Forschung und dem Schaffen technischer Grundlagen für die praktische Anwendung solcher Explosionen sowie den hierauf beruhenden genauen Kostenberechnungen. Das Forschungsprojekt Plowshare und die durch dieses verfügbar gewordenen Erkenntnisse ermöglichen dem Menschen die produktive Anwendung der ungeheuren Energiezusammenballung, der stärksten bisher gebauten Waffe.

Der Verwirklichung von *kontrollierten* Fusionsprozessen, welche sich in einem Reaktor abspielen und riesige Mengen Energie freigeben würden, stehen bis jetzt unüberwindliche physikalische Grenzen entgegen, und es werden wohl noch Jahrzehnte verstreichen bis zur Fertigstellung eines funktionierenden Prototyps. Die Bombe dagegen, wo die thermonukleare Reaktion sich unkontrolliert und schlagartig abwickelt, ist vorhanden und könnte, nach Abklärung aller noch offenen Fragen, sofort angewendet werden.

Die Forschungsarbeiten betreffen im wesentlichen die Anwendung von drei Energiearten, welche bei der Explosion frei werden: Die *kinetische* Energie (etwa 50 bis 60% der gesamten Energie), die ähnlich wie die von chemischen Explosiven angewendet werden könnte (siehe den vorstehenden Beitrag); die thermische Energie (rd. 30 bis 35 %) kann bei unterirdischen Explosionen im Boden gespeichert und mit geeigneten Wärmeträgern zum Beispiel in elektrische Energie umgewandelt werden; in ölhaltigem Gestein bzw. in Ölschiefer oder Teersand könnte sie die Ölgewinnung erleichtern bzw. erst ermöglichen. Durch den *Neutronenfluss* (etwa 10 bis 15 % der gesamten Energie) könnten wissenschaftliche Experimente und Versuche im Hinblick auf die Kenntnis der Struktur der Materie verwirklicht werden.

Noch ist es nicht so weit; viele Fragen müssen noch geklärt, viele Widerstände abgeschwächt, viel Aberglauben ausgeschaltet werden. Dennoch könnten die durch Plowshare und andere, ähnliche Forschungsprogramme gewonnenen Erfahrungen einen ersten Schritt zur teilweisen Lösung der von der irdischen Bevölkerungsexplosion aufgeworfenen Probleme, insbesondere im Hinblick auf die Deckung des exponential wachsenden Energiebedarfes, darstellen.

M. K.

And they shall beat their swords into *Plowshares*, and their spears into pruning hooks: Nation shall not lift up sword against nation, neither shall they learn war any more