

Zivilschutz

DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFTLICH-
TECHNISCHE FACHZEITSCHRIFT
FÜR DIE ZIVILE VERTEIDIGUNG

HERAUSGEBER: PRÄSIDENT a. D. HEINRICH PAETSCH † UND MINISTERIALRAT DIPL.-ING. ERHARD SCHMITT

KOBLENZ JUNI 1969
33. JAHRGANG — HEFT

6

MITARBEITER: Präsident **Bargatzky**, Ippendorf; Freiherr von **Berchem**, Referent im Generalsekretariat des Deutschen Roten Kreuzes, Bonn; Ministerialrat A. **Dedekind**, Hannover; Dr. **Dräger**, Lübeck; Dr.-Ing. **Ehm**, Bad Godesberg; Oberingenieur **Feydt**, Bad Neuenahr; Dr.-Ing. **Girнау**, Geschäftsführer der STUVA, Düsseldorf; General a. D. **Hampe**, Bonn; Ministerialdirigent Dr. jur. **Herzog**, Bayer. Staatsministerium des Innern, München; Dr. **Klauer**, Berlin; Dr.-Ing. **Koczy**, Munster; Erich **Kohnert**, Köln; Dr.-Ing. **Meier-Windhorst**, Hamburg; o. Prof. Dr.-Ing. **Paschen**, TH Braunschweig; Dr. **Rudloff**, Bad Godesberg; Dr. **Sarholz**, Bonn-Duisdorf; Prof. Dr. med. **Schunk**, Bad Godesberg; Ministerialdirektor H.-A. **Thomsen**, Bundesministerium des Innern, Bonn; Hans **Clemens Weller**, Bonn.

Schriftleitung: Ministerialrat Dipl.-Ing. Hermann Leutz, Bad Godesberg (verantwortlich für den Abschnitt „Baulicher Zivilschutz“); Ministerialrat Ludwig Scheichl, Impekoven über Bonn (verantwortlich für den Abschnitt „ABC-Abwehr“); Oberst i. G. a. D. Hetzel, Bad Godesberg (verantwortlich für den Abschnitt „Zivilverteidigung und Wehrkunde“); Oberverwaltungsrat W. Haag (verantwortlich für den Abschnitt „Katastrophenabwehr und Selbstschutz“); Verwaltungsdirektor A. Butz, Köln (Zivilschutz-Aufgaben der Kreise und Gemeinden); Regierungsbaudirektor Dipl.-Ing. A. Klingmüller, Heisterbacherrott; Dr. Udo Schützsack, Karlsruhe (verantwortlich für den allgemeinen Teil).

Anschrift: 54 Koblenz, Postfach 2224, Fernsprecher: (02 61) 8 01 58

Verlag, Anzeigen- und Abonnementsverwaltung: Zivilschutz-Verlag Dr. Ebeling KG, 54 Koblenz-Neuendorf, Hochstraße 20–26, Fernsprecher (02 61) 8 01 58.

Verlags- und Anzeigenleitung: Kurt Wagner.

Mit Namen gezeichnete Beiträge geben die Meinung der Verfasser wieder und müssen nicht unbedingt mit der Auffassung der Schriftleitung übereinstimmen.

Für ohne Aufforderung eingesandte Manuskripte, Fotos usw. übernehmen Verlag und Schriftleitung keine Haftung. Eine Rücksendung erfolgt nur, wenn Freiumschlag beigefügt ist.

Bezugsbedingungen: Der „Zivilschutz“ erscheint monatlich einmal gegen Ende des Monats. Abonnement vierteljährlich 8,40 DM zuzüglich Versandkosten. Einzelheft 3,50 DM zuzüglich Porto. Außerdem werden 5 % Mehrwertsteuer berechnet. Bestellungen beim Verlag, bei der Post oder beim Buchhandel. Kündigung des Abonnements bis Vierteljahresschluss zum Ende des nächsten Vierteljahres. Nichterscheinen infolge höherer Gewalt berechtigt nicht zu Ansprüchen an den Verlag.

Anzeigen: Nach der zur Zeit gültigen Preisliste Nr. 6. Beilagen auf Anfrage.

Zahlungen: An den Zivilschutz-Verlag Dr. Ebeling KG, Koblenz, Postscheckkonto: Köln 145 42. Bankkonto: Dresdner Bank AG, Koblenz, Kontonummer 240 05.

Verbreitung, Vervielfältigung und Übersetzung der in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge: Das ausschließliche Recht behält sich der Verlag vor. **Nachdruck**, auch auszugsweise, nur mit genauer Quellenangabe, bei Originalarbeiten außerdem nur nach Genehmigung der Schriftleitung und des Verlages.

Druck: A. Daehler, Koblenz-Neuendorf, Hochstraße 20–26.

TABLE OF CONTENTS

New President of the Federal Civil Defense Agency	183
Buttler/Becker: Network planning in disaster protection	184
Clodius: Drink water storage in the basement	191
Girнау/Zimmermann: Vibration insulation in shelters. Part 3	193
Patents List	209
Patents Reports	210
Topical review	214
Calendar	216

TABLES DES MATIERES

Nouveau Président de l'Office Fédéral de Protection Civile	183
Buttler/Becker: Planification par network techniques dans la protection contre catastrophes	184
Clodius: Réserve en eau potable dans la cave	191
Girнау/Zimmermann: Isolation de vibration en abris (3)	193
Liste de brevets	209
Rapports de brevets	210
Tour d'horizon actuel	214
Calendrier	216

SCHRIFTENREIHE ZIVILSCHUTZ

Alle Broschüren auf Kunstdruckpapier mit zahlreichen Abbildungen und Skizzen, in festem Kartonumschlag, DIN A 5

- 1 Grundfragen des zivilen Luftschutzes** **DM 3,60**
Luftschutztagung des Bundesministerium des Innern vom 17. bis 19. Juni 1953 in Bad Pyrmont. — Herausgeber: Bundesministerium des Innern, Bonn.
- 2 Luftverhältnisse in Luftschutzräumen in Verbindung mit Grobsandfiltern** **Vergriffen!**
Von Dr. Dr. H. Dählmann, Dr. H. Eisenbarth, Dr. W. Mielenz und Dr. G. Stampf, unter Mitwirkung von Dr. F. Bangert. Die Arbeit wurde vom Bundesministerium für Wohnungsbau veranlaßt. Neufassung in Vorbereitung.
- 5 Gesundheitswesen im zivilen Luftschutz** **DM 6,20**
Sammlung von Vorträgen bei medizinischen Fachtagungen. — Herausgeber: Bundesanstalt für zivilen Luftschutz, Bad Godesberg
- 6 Strahlennachweis- und -meßgeräte** **DM 4,80**
Von Oberregierungsrat Dr. phil. Robert G. Jaeger, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig. In der Arbeit wird über Nachweis und Messung der verschiedenen Strahlenarten in übersichtlicher Form berichtet.
- 7 Strahlensyndrom — Radioaktive Verseuchung** **Leinen DM 22,40 - kart. DM 19,60**
Pathogenetische, klinische, prognostische, genetische und sanitätstaktische Probleme im Atomzeitalter. Von Professor Dr. Dr. E. H. Graul, Leiter der Abteilung für Strahlenbiologie und Isotopenforschung am Strahleninstitut der Philipps-Universität Marburg/Lahn.
- 8 Die Schnellbahnstadt** **DM 4,40**
Ein Weg zur Schaffung von Trabantenstädten. Von Dr. Heinrich Dräger, Lübeck. Unter Berücksichtigung der Erfordernisse eines modernen Luftschutzes werden hier Möglichkeiten für eine Städteauflockerung mit allen damit verbundenen Vorteilen aufgezeigt.
- 9 Veterinärwesen im zivilen Luftschutz** **DM 6,20**
Zusammenstellung von Referaten bei veterinärärztlichen Tagungen. — Herausgeber: Bundesanstalt für zivilen Luftschutz, Bad Godesberg.
- 10 Über gassichere zylindrische Schutzbauten** **DM 5,60**
Darstellung einer Entwicklungsarbeit von 1954 bis 1957. Von Dr. H. Dräger, Dr.-Ing. P. Bonatz, Dr.-Ing. O. Mayer-Hoissen, Dipl.-Ing. H.-J. Wilke.
- 11 Wissenschaftliche Fragen des zivilen Bevölkerungsschutzes mit besonderer Berücksichtigung der Strahlungsgefährdung** **DM 13,80**
Vorträge, gehalten auf einer Tagung der Schutzkommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 31. Mai und 1. Juni 1957 in Garmisch-Partenkirchen. — Herausgegeben von Professor Dr. W. Riezler (†)
- 12 Der Verbrennungsschock** **DM 12,40**
Eine experimentelle Studie über Ursache und Behandlung, bei besonderer Berücksichtigung des Katastrophenfalls. Von Dozent Dr. med. A. Rosenthal, Chefarzt der chirurgischen Abteilung des Josef-Hospitals, Bochum. Für Werks- und Unfallärzte von besonderer Wichtigkeit.
- 13 Dynamische Dehnungsmessungen an Beton mit Dehnungsmeßstreifen, insbesondere zur Ermittlung seiner mechanischen Eigenschaften bei schlagartiger Belastung** **DM 5,20**
Von Dr.-Ing. Chr. Rohrbach, Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin-Dahlem.
- 14 Das Verhalten von Stoßwellen in Gängen mit veränderlichen Querschnitten** **DM 5,90**
Von Dr. H. Reichenbach und Dr. H. Dreizler, Ernst-Mach-Institut, Freiburg im Breisgau.
- 15 Bericht über Belegungsversuch Waldbröl** **DM 11,80**
Herausgegeben vom Bundesministerium für Wohnungsbau. Es handelt sich um wissenschaftliche Referate über Vorbereitung und Durchführung eines Schutzraum-Belegungsversuches im „Schutzbau S“ (Bauwesen, Sanitäts- und Veterinärwesen, Chemie, Physik, Elektrotechnik, Ausstattung u. a.).
- 17 Belegungsversuch Hardthöhe** **DM 11,80**
Auf Veranlassung des BMWo wurde vom Bundesamt für zivilen Bevölkerungsschutz ein weiterer Belegungsversuch vorgenommen. In Ergänzung von „Belegungsversuch Waldbröl“ (siehe Schriftenreihe Nr. 15) wurden erneut wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt. Über Ergebnisse und Folgerungen wird eingehend berichtet (LS-Sanitäts- und Veterinärwesen, LS-Chemie, LS-Physik, LS-Bauwesen, Elektrotechnik und Tarnung für LS-Zwecke).
- 18 Handbuch der ABC-Schutztechnik** **DM 16,60**
Eine Einführung in das Gebiet der Wirkungen von ABC-Waffen und der Schutztechnik. Bauliche Schutzmaßnahmen (Strahlungsschutzbauten, Teil- und Behelfsschutzbauten, Schutzstollen, Schutzbunker, Instandsetzung von Schutzbunkern usw.). Von Dr.-Ing. Koczy und Dipl.-Ing. Klingmüller.
- 19 Bericht des Bundesamtes für zivilen Bevölkerungsschutz über den Schutzbunker-Belegungsversuch in Dortmund** **DM 18,80**
Physiologische, psychologische und hygienische Untersuchungen. — Herausgegeben von Prof. Dr. med. J. Schunk.
- 20 Der Schutzfaktor von Gebäuden bei radioaktiver Rückstandsstrahlung** **DM 12,80**
Von Dipl.-Ing. M. Mattern, Wissenschaftlicher Oberrat im Bundesamt für zivilen Bevölkerungsschutz. Schematisches Ermittlungsverfahren für Altbau und Neuplanung mit zahlreichen Beispielen für Nachprüfung und Entwurf sowie für Maßnahmen zur Erhöhung des Schutzfaktors.

Zu beziehen durch den Fachbuchhandel oder direkt vom

ZIVILSCHUTZ-VERLAG DR. EBELING KG · KOBLENZ · POSTF. 2224



*Das Bundesamt
für zivilen Bevölkerungsschutz
hat einen neuen Präsidenten:*

Dr. Paul Wilhelm KOLB

Mit seiner Ernennung bahnt sich zugleich ein Generationswechsel in den Spitzen der großen Bundesoberbehörden an. Wenn die beruflichen Pläne des jetzt 48jährigen ursprünglich auch ganz anders aussahen, so darf man heute feststellen, daß der einmal eingeschlagene Weg ihn durchaus folgerichtig an die verantwortungsvolle Leitung des Bundesamtes für zivilen Bevölkerungsschutz führte.

Abitur, Arbeitsdienst, einsemestriges Jurastudium und Kriegswehrdienst bis zum bitteren Ende, diese Daten stehen am Anfang des Lebens aus eigener Verantwortung. Der Entlassung als Oberleutnant und Batteriechef folgt zunächst ein Industriepraktikum. Später nimmt er als Werkstudent das Studium der Jurisprudenz und Volkswirtschaft an der Universität München wieder auf und promoviert während des juristischen Vorbereitungsdienstes mit einer Dissertation aus dem öffentlichen Recht.

Die vielseitigen praktischen Erfahrungen, die sich der Volljurist schon in seiner Werkstudentenzeit und danach als Anwalt und Syndikus in der Wirtschaft erworben hat, führen zu einer Berufung in das Bundesministerium der Verteidigung, der eine Tätigkeit als Beschaffungsreferent im Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung in Koblenz folgt. Inzwischen Referent in der Personalabteilung dieses Amtes geworden, führt ihn seine Laufbahn über die Personalabteilung des Bundesministeriums für Verteidigung 1964 als Ministerialrat und leitenden Beamten ins Bundesministerium für Angelegenheiten des Bundesverteidigungsrates. Nach Auflösung und Abwicklung dieser obersten Bundesbehörde und einer daran anschließenden Tätigkeit im Bundeskanzleramt wird Dr. Paul Kolb im Januar 1968 zum Vizepräsidenten des Bundesamtes für zivilen Bevölkerungsschutz, einer Oberbehörde des Bundesministeriums des Innern, ernannt.

Was wird vom leitenden Mann einer Oberbehörde mit so umfangreichen und vielseitigen Aufgaben erwartet? Rein sachlich wird eine profunde Kenntnis des Wesens und der Praxis der öffentlichen Verwaltung vorausgesetzt, die — gepaart mit einem realen Sinn für das Wirtschaftliche — durch theoretisches und praktisches Wissen auf dem Gebiet der Landesverteidigung mit ihren Führungsaufgaben ergänzt wird. Denn nur dadurch kann es, auf die Dauer gesehen, zu einer richtigen Einschätzung der Probleme und Erfordernisse sowie der bestehenden Möglichkeiten für den Schutz der Bevölkerung im Rahmen der Zivilverteidigung und des Katastrophenschutzes kommen. Darüber hinaus ist Dr. Kolb sehr aktiv, dem Neuen gegenüber aufgeschlossen und kontaktfähig, Eigenschaften, die jeder zeitgemäßen Form der Zusammenarbeit nur förderlich sein können.

Die Aufgaben, die auf den neuen Präsidenten des Bundesamtes für zivilen Bevölkerungsschutz zukommen, sind nicht einfach. Die fachlichen und persönlichen Voraussetzungen bringt er mit. Der Erfolg seiner Arbeit wird jedoch nicht zuletzt mitbestimmt von der Unterstützung und Hilfsbereitschaft, die ihm bei der Bewältigung dieser Aufgaben entgegengebracht werden.

Netzwerkplanung im Katastrophenschutz

Von Dr. rer. pol. Günter Buttler, Köln, und Dipl.-Komm. Gerhard Becker, Herford

1. Probleme bei der Planung und Durchführung von Katastrophenschutzmaßnahmen

Auch in unserer hochzivilisierten Zeit steht der Einzelne Katastrophenfällen normalerweise hilflos gegenüber, weil ihre Bewältigung sein Leistungsvermögen übersteigt. Deshalb ist es Aufgabe der Behörden, u. U. unterstützt von der Bevölkerung, Vorsorge zu treffen und im Ernstfall schnell und wirksam alle erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, um Gefahr von Leib und Leben der Betroffenen abzuwenden und das Ausmaß der materiellen Schäden soweit wie möglich zu beschränken.

Der beste Schutz vor Katastrophen ist zweifellos die Bekämpfung der Ursachen, insbesondere, wenn sie in menschlichem oder technischem Versagen begründet sind, oder aber Vorkehrungen zu treffen, um extreme Naturbedingungen, z. B. Überschwemmungen, gar nicht erst wirksam werden zu lassen. Sicherlich können hier auf einzelnen Gebieten noch große Erfolge erzielt werden, es ist jedoch fraglich, ob sich Katastrophen durch Erdbeben oder Unwetter jemals ganz vermeiden lassen. Daher müssen die zuständigen Stellen auch jederzeit in der Lage sein, unabwendbare Katastrophenfälle schnell unter Kontrolle zu bringen.

Diesem Zweck dienen üblicherweise Organisations- und Einsatzpläne, die gewöhnlich in deskriptiver Form konkrete Katastrophenfälle behandeln, ferner Einsatzübungen als Voraussetzungen für größtmögliche Schnelligkeit und den störungsfreien Ablauf der Hilfsmaßnahmen im Ernstfall. Erfahrungen aus solchen Einsatzübungen dienen wiederum zur Verbesserung der Organisationspläne.

Da die Höhe und das Ausmaß der Schäden gewöhnlich von der Zeit abhängt, die benötigt wird, eine Katastrophe unter Kontrolle zu bringen, ist schnellstes Eingreifen von höchster Bedeutung. Das verleitet in der Praxis leicht dazu, sämtliche Maßnahmen unter Hochdruck durchzuführen, ein Vorgehen, das nicht unbedingt zu ihrer Wirksamkeit beiträgt.

Wie noch zu zeigen ist, sind es jedoch meist nur wenige zentrale Aufgaben, die mit höchster Dringlichkeit zu erledigen sind, während das Gros der Tätigkeiten mit normaler Geschwindigkeit ausgeführt werden kann, ohne die Gesamtdauer zu beeinträchtigen. Gelingt es, diese „kritischen“ Vorgänge zu ermitteln, kann man das Hauptaugenmerk auf ihre termingerechte Durchführung konzentrieren, was für die wirkungsvolle Bewältigung des gesamten Projektes sicherlich von Vorteil ist. Man macht sich damit das in der Wirtschaft seit längerem mit Erfolg praktizierte Prinzip des „management by exception“ zunutze.

Ein Planungssystem, das dies in hervorragender Weise ermöglicht, ist die sogenannte Netzwerkplanung oder Netzplantechnik, deren Eignung und Anwendungsmöglichkeiten für den Katastrophenschutz im folgenden untersucht werden sollen. Darüber hinaus bietet die Netzwerkplanung wegen ihres analytischen Charakters die Möglichkeit, die Einsatzplanung selbst zu vervollständigen und die Durchführung der Hilfsmaßnahmen sogar noch zu beschleunigen.

2. Begriff und Entwicklung der Netzplantechnik

2.1 Was ist Netzplantechnik?

Die Netzplantechnik ist ein Verfahren zur Planung und Überwachung komplexer Vorgänge meist einmaliger Art, die als Projekte bezeichnet werden. Beispielsweise stellt die Gesamtheit aller Maßnahmen zur Bekämpfung eines Waldbrandes ein solches Projekt dar.

Projekte bestehen in der Regel aus einer Vielzahl einzelner, genau definierbarer Abschnitte, den sogenannten Tätigkeiten, deren Reihenfolge und Ineinandergreifen weitgehend durch logische oder technische Gründe bestimmt ist. Die einzelnen Tätigkeiten werden unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge in der grafischen Form eines Netzwerkes oder Netzplanes dargestellt. Netzwerke geben folglich die Struktur bzw. den geplanten Ablauf eines Projektes wieder. Auf der Basis dieses Ablaufplanes läßt sich durch Einfügen der Durchführungszeiten der einzelnen Tätigkeiten als nächster Schritt eine umfassende Zeitplanung des Projektes erreichen.

2.2 Entwicklung und Anwendungsgebiete der Netzplantechnik

Die Netzplantechnik wurde in drei im wesentlichen übereinstimmenden Varianten nahezu gleichzeitig, jedoch unabhängig voneinander, entwickelt. In den Jahren 1957/58 entstanden in den Vereinigten Staaten die beiden Methoden CPM (Critical Path Method) und PERT (Project Evaluation and Review Technique), deren Hauptunterschied in der Art der Zeitplanung liegt.¹⁾ Beide Verfahren haben inzwischen weltweite Anerkennung gefunden. Zu ihnen kommt als französischer Beitrag die Metra-Potential-Methode (MPM), die dank einiger verfahrenstechnischer Vorteile in den letzten Jahren zusehends an Bedeutung gewonnen hat.²⁾

Die wichtigsten Anwendungsgebiete der Netzwerkplanung sind z. Z. Forschungs- und Entwicklungsprogramme, Bauvorhaben jeglicher Art – beim Bau der Universität Bochum wurde beispielsweise die Netzplantechnik mit Erfolg verwendet – Umstellungen der innerbetrieblichen Organisation u. a. m. Untersucht wurden aber auch schon zahlreiche außerwirtschaftliche Probleme, z. B. die Verhütung und Aufdeckung von Verbrechen, die Gestaltung von Wahlfeldzügen und die Verkürzung der Dauer komplizierter Operationen.³⁾

1) Bei CPM werden feste Zeitwerte verwendet, während PERT den stochastischen Charakter der Zeitschätzungen berücksichtigt. Vgl. hierzu WEBER, Karl: Planung mit der Critical Path Method (CPM), Industrielle Organisation, 32, 1963, S. 1 - 13. Ders.: Planung mit der „Program Evaluation and Review Technique“, Industrielle Organisation, 32, 1963, S. 35 - 47. MERTENS, Peter: Netzplantechnik als Instrument der Planung, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 34, 1964, S. 382 - 407. BUTTLER, Günter: Netzwerkplanung, Würzburg, Wien, 1968.

2) Vgl. WILLE, H., GEWALD, K., WEBER, H. D.: Netzplantechnik, Bd. 1, Zeitplanung, München, Wien, 1966.

3) Vgl. POCOCK, J. W.: PERT as an Analytical Aid for Program Planning – Its Payoff and Problems, Operations Research, 10, 1962, S. 893 - 903.

3. Die Ablaufplanung

3.1 Die Ermittlung der Tätigkeiten

Grundlage der Netzwerkplanung ist die Aufstellung des Netzwerkes, das Zusammenfügen der verschiedenen Tätigkeiten eines Projektes unter Berücksichtigung ihrer technisch bzw. logisch bedingten Reihenfolge und wechselseitigen Verknüpfung.

Ausgangspunkt ist in der Regel eine detaillierte Beschreibung des jeweiligen Katastrophenfalles. Eine solche Fallstudie wird anschließend in möglichst viele, in sich geschlossene Tätigkeiten zerlegt, die man zweckmäßigerweise in annähernd chronologischer Reihenfolge erfaßt. Den Anfang der Netzwerkplanung bildet also stets eine eingehende Analyse des Projektablaufes, die Aufspaltung in Tätigkeiten.

Als Demonstrationsbeispiel sei ein Verkehrsunfall genannt, bei dem sich etwa folgende Tätigkeiten herausarbeiten lassen:

1. Benachrichtigung der Polizei,
2. Anforderung eines Krankenwagens,
3. Fahrt eines Streifenwagens zum Unfallort,
4. Fahrt eines Krankenwagens zum Unfallort,
5. Ambulante Behandlung der Verletzten,
6. Abtransport der Verletzten,
7. Aufnahme der Personalien der Unfallbeteiligten und Zeugen,
8. Aufnahme des Unfallgeschehens,
9. Benachrichtigung des Abschleppdienstes,
10. Fahrt eines Abschleppwagens zum Unfallort,
11. Umleitung des Verkehrs,
12. Räumung der Straße.

Die einzelnen Tätigkeiten werden anschließend grafisch zu einem Netzwerk zusammengefügt, d. h. das Projekt wird so wiedergegeben, wie es nach der Vorstellung der zuständigen Planer abgewickelt werden soll.

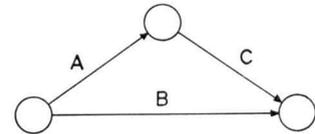
Ein großer Vorteil dieser Art der Darstellung besteht darin, daß man einen Katastrophenfall völlig neu durchdenken muß, da das Projekt in kleinste Abschnitte zu zerlegen ist. Der Planer ist gezwungen, sich jeweils in einen Teilbereich zu vertiefen, ohne allerdings Gefahr zu laufen, die Verbindung zum Gesamtprojekt zu verlieren. So wird durch die Konzentration auf Abschnitte verhindert, daß wichtige Tätigkeiten und Bedingungen außer acht gelassen werden.

Da die Anordnungsbeziehungen der Tätigkeiten jedoch nicht in jedem Falle festliegen, ist es zweckmäßig, den Ablauf eines Projektes auf dem Papier zu variieren und aus einer Reihe von Alternativplänen den günstigsten herauszugreifen. Auf diese Weise läßt sich der Tendenz entgegenwirken, die verschiedenen Aufgaben nacheinander durchzuführen. Die Tätigkeiten werden vielmehr soweit wie eben möglich parallel angesetzt, wodurch u. U. eine ganz erhebliche Reduktion der Projektdauer erreicht werden kann.

3.2 Die Aufstellung des Netzwerkes

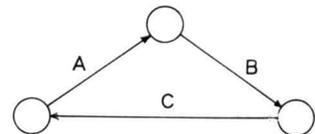
Die Konstruktionselemente des Netzwerkes sind denkbar einfach. Im Prinzip werden nicht mehr als zwei verschiedene grafische Zeichen benötigt, nämlich Pfeile für die Tätigkeiten und Kreise für deren Verknüpfungspunkte, die man gewöhnlich als Knoten oder Ereignisse bezeichnet.⁴⁾ Jeder Pfeil verbindet zwei Knoten. Die Länge der Pfeile ist in der Regel ohne Bedeutung.⁵⁾

Abb. 1



Jede Folge von Tätigkeiten, die als aufeinanderfolgende Pfeile in der Richtung vom Anfang zum Ende des Projektes gezeichnet werden, bildet einen sogenannten Weg. In Abb. 1 existieren zwei Wege, einer besteht aus den Tätigkeiten A und C, der andere lediglich aus Tätigkeit B. Wie bereits erwähnt, ist der Ausgangspunkt eines jeden Weges der Beginn des Projektes. Endpunkt ist der Projektabschluß. Bei der Aufstellung des Netzwerkes ist darauf zu achten, daß keine Zyklen auftreten, das sind Wege, die in sich selbst zurückführen. Denn eine jede Tätigkeit kann erst beginnen, wenn alle ihr vorangehenden, d. h. auf demselben Wege vor ihr liegenden Tätigkeiten abgeschlossen sind. Das ist jedoch bei einem zyklischen Weg nicht gewährleistet.

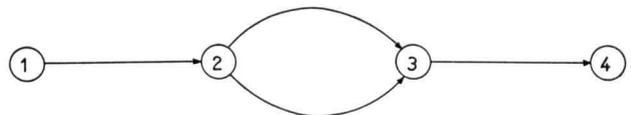
Abb. 2



In Abb. 2 kann Tätigkeit A erst beginnen, wenn C beendet ist. Das wiederum setzt den Abschluß von A und danach B voraus.

Zweckmäßigerweise wird ein Netzwerk zunächst als Grobskizze gezeichnet, wobei lediglich die Anordnungsbeziehungen zu beachten sind. Hieraus läßt sich relativ leicht ein übersichtliches Netzwerk entwickeln. Bei kleineren Netzwerken genügt es, die Tätigkeiten in Klarschrift im Netzwerk zu kennzeichnen. Größere Netzwerke, die bei der Zeitplanung mit Hilfe von elektronischen Rechenanlagen durchgerechnet werden sollen, müssen dagegen zahlenmäßig verschlüsselt werden. Dies geschieht am besten dadurch, daß man, ausgehend vom Beginn des Netzwerkes, die Kreise als die Verbindungspunkte der Tätigkeiten durchnumeriert. Auf diese Weise wird jede Tätigkeit durch die Nummern ihres Anfangs- und Endknotens eindeutig bestimmt. Voraussetzung ist allerdings, daß niemals zwei oder mehr Tätigkeiten in demselben Knoten beginnen und enden.

Abb. 3

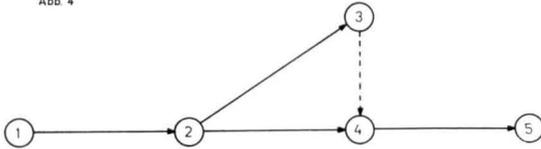


Werden wie in Abb. 3 die Tätigkeiten durch die Nummern ihrer Anfangs- und Endknoten bezeichnet, würden zwei dieselbe Numerierung aufweisen. Das läßt

- 4) Hier soll nur die gebräuchlichste und einfachste Art der Netzwerkdarstellung wiedergegeben werden, die auf CPM zurückgeht. Eine andere Vorgehensweise findet sich bei PERT, wo ursprünglich die Ereignisse, d. h. die Anfänge oder Abschlüsse der Tätigkeiten im Vordergrund standen. Bei MPM schließlich sind die Tätigkeiten nicht die Pfeile, sondern die Knoten des Netzwerkes. Dies Verfahren ist am vielseitigsten, ist in der Durchführung aber wesentlich komplizierter.
- 5) Es ist möglich, die Dauer der Tätigkeiten durch die Länge der Pfeile wiederzugeben. Man spricht dann von Netzwerken mit Zeiteinteilung.

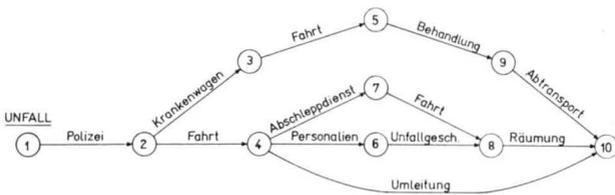
sich durch die Einführung einer sogenannten Scheintätigkeit vermeiden, die im Gegensatz zu den echten Tätigkeiten als gestrichelter Pfeil dargestellt wird. Sie dient lediglich der korrekten Wiedergabe der Anordnungen.

Abb. 4



Das bereits angeführte Beispiel des Verkehrsunfalles kann in folgendem Netzwerk abgebildet werden. Aus Raumgründen sind dabei die Tätigkeiten nur in abgekürzter Form beschriftet.

Abb. 5



Die Liste der Tätigkeiten mit entsprechender Knotennumerierung, wobei die erste Zahl den Anfangsknoten und die zweite den Endknoten bezeichnet, lautet dann:

- 1,2 Benachrichtigung der Polizei,
- 2,3 Anforderung eines Krankenwagens,
- 2,4 Fahrt eines Streifenwagens zum Unfallort,
- 3,5 Fahrt eines Krankenwagens zum Unfallort,
- 4,6 Aufnahme der Personalien der Unfallbeteiligten und eventueller Zeugen,
- 4,7 Benachrichtigung des Abschleppdienstes,
- 4,10 Umleitung des Verkehrs,
- 5,9 Ambulante Behandlung der Verletzten,
- 6,8 Aufnahme des Unfallgeschehens,
- 7,8 Fahrt eines Abschleppwagens zum Unfallort,
- 8,10 Räumung der Straße,
- 9,10 Abtransport der Verletzten.

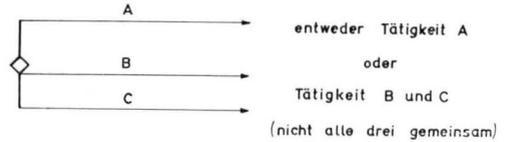
Die Aufstellung der Tätigkeiten erfolgte nach aufsteigenden Anfangsknotennummern, bei Gleichheit nach aufsteigenden Endknotennummern. Ein solches Vorgehen erleichtert das Auffinden einzelner Tätigkeiten bei großen Projekten. Eine irgendwie geartete zeitliche Abfolge soll dadurch nicht fixiert werden.

Im Hinblick auf die besondere Problematik der Planung bei Katastrophenfällen soll ein weiteres Darstellungselement eingefügt werden, das normalerweise in der Netzplantechnik nicht benötigt wird. Es handelt sich um den sogenannten Entscheidungsknoten, der Stationen im Netzwerk kennzeichnet, an denen eine Entscheidung über die weitere Durchführung des Projektes zu treffen ist.⁶⁾ Solche Alternativen lassen sich meist im voraus planen, so daß später lediglich eine von ihnen entsprechend der konkreten Situation auszuwählen ist. Ein Beispiel hierfür ist die Entscheidung,

ob im Katastrophenfall Vor- oder Hauptalarm zu geben ist. Danach richtet sich auch das weitere Vorgehen.

Zum Unterschied von den normalen Ereignissen werden die Entscheidungsknoten als Rauten gezeichnet. Hierbei sind Tätigkeiten, die von gleichen Ecken des Knotens ausgehen, gemeinsam, Tätigkeiten, die von verschiedenen Ecken ausgehen, alternativ durchzuführen.

Abb. 6

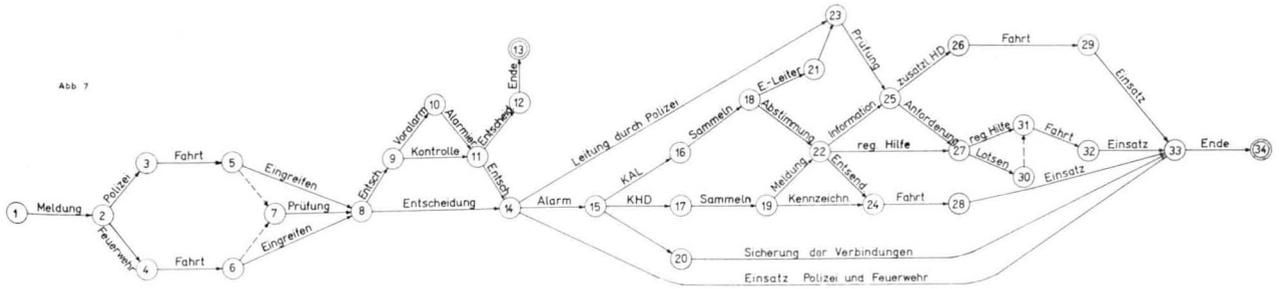


Als weiteres Beispiel für die Ablaufplanung wird in Abb. 7 ein Netzplan für einen verallgemeinerten Katastrophenfall wiedergegeben, bei dem besonderer Wert auf eine möglichst detaillierte Angabe der Tätigkeiten mit genereller Gültigkeit gelegt wird. Demgegenüber wird der unmittelbare Katastropheneinsatz nur mit wenigen Tätigkeiten skizziert, da die hier zu ergreifenden Maßnahmen sich jeweils nach der Art des Einsatzes richten. Das Netzwerk erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, dazu fehlen praktische Erfahrungen. Es soll lediglich Anregung und Diskussionsgrundlage für eine neuartige Planung dieses Bereiches sein.

Liste der Tätigkeiten

- | Nr. | Beschreibung |
|-------|---|
| 1, 2 | Meldung der Katastrophe bei der Katastrophenmeldestelle (KMSt) |
| 2, 3 | KMSt unterrichtet Polizei |
| 2, 4 | KMSt unterrichtet Feuerwehr |
| 3, 5 | Polizei fährt zur Katastrophenstelle |
| 4, 6 | Einsatz- und Krankenwagen der Feuerwehr fahren zur Katastrophenstelle |
| 5, 7 | Scheintätigkeit |
| 5, 8 | Polizei trifft erste Maßnahmen, insbesondere Erkundung, Verkehrsregelung |
| 6, 7 | Scheintätigkeit |
| 6, 8 | Feuerwehr leistet Erste Hilfe |
| 7, 8 | Polizei und Feuerwehr prüfen gemeinsam die Schadenslage und die Frage des Katastrophenalarmes |
| 8, 9 | Entscheidung für Voralarm |
| 8,14 | Entscheidung für Hauptalarm |
| 9,10 | Polizei ersucht die KMSt, Voralarm zu geben und nennt die zu alarmierenden Katastrophenhilfsdienste (KHD) |
| 9,11 | Katastrophensituation wird fortlaufend überwacht |
| 10,11 | KMSt alarmiert die Mitglieder der Katastrophenabwehrleitung und die genannten Hilfsdienste |
| 11,12 | Die Katastrophe ist nicht eingetreten bzw. bereits überwunden, es wird auf Beendigung des Alarmes entschieden |
| 12,13 | Aufforderung an KMSt, den Alarmzustand aufzuheben |
| 11,14 | Verschärfung der Situation, Entscheidung auf Hauptalarm |

6) Vgl. Eisner, H.: A Generalized Network Approach to the Planning and Scheduling of a Research Project, Operations Research, 10, 1962, S. 115 - 125.



Nr. Beschreibung

- 14,15 Polizei ersucht unter Angabe der Auslösungsart die KMSt, Katastrophenalarm zu geben. Bei stillem Alarm Nennung der zu alarmierenden Mitglieder der Katastrophenabwehrleitung (KAL) sowie der benötigten KHD
- 14,18 Polizei informiert die KAL über Art und Ausmaß der Katastrophe sowie über bereits getroffene Hilfsmaßnahmen
- 15,16 Alarmierung der KAL durch KMSt
- 15,17 Alarmierung der KHD durch KMSt
- 15,20 Alarmierung des Fernmeldedienstes durch KMSt
- 14,23 Polizei leitet die Katastrophenabwehr bis zum Eintreffen einer arbeitsfähigen Einsatzleitung
- 14,33 Polizei und Feuerwehr bleiben bis zur Überwindung der Katastrophe im Einsatz
- 16,18 Die Mitglieder der KAL begeben sich zu ihren Dienstplätzen
- 17,19 KHD treffen sich auf ihren Sammelplätzen
- 18,21 KA-Leiter bestimmt den technischen Einsatzleiter
- 18,22 Die KAL übernimmt die Abstimmung zwischen erforderlichen und verfügbaren Einsatzkräften und Hilfsmitteln
- 19,22 KHD melden der KAL ihre Einsatzbereitschaft
- 19,24 Kennzeichnung nichtuniformierter Kräfte und Fahrzeuge des KHD
- 20,33 Sicherstellung der Nachrichtenverbindungen durch den Fernmeldedienst
- 21,23 Einsatzleiter fährt zum Katastrophenort
- 22,25 KA-Leiter benachrichtigt Einsatzleiter über einsatzbereite KHD
- 22,24 KA-Leiter entsendet KHD zum Katastrophenort
- 23,25 Einsatzleiter übernimmt Einsatzleitung
- 23,27 KA-Leiter holt vom Reg.-Präsidenten die Zustimmung zum Einsatz regionaler Einheiten ein
- 24,28 KHD fahren zum Katastrophenort
- 25,26 Einsatzleiter fordert zusätzliche Hilfskräfte und Einsatzgerät an
- 25,27 Einsatzleiter fordert regionale Hilfe an
- 26,29 Zusätzliche Einsatzkräfte begeben sich zum Katastrophenort
- 27,30 Einrichtung und Besetzung von Lotsenstellen für die Einweisung der regionalen Hilfe
- 27,31 Anforderung der regionalen Hilfe durch den KA-Leiter
- 30,31 Scheintätigkeit
- 28,33 Einsatz der KHD
- 29,33 Einsatz der zusätzlichen Hilfsdienste
- 31,32 Eintreffen der regionalen Hilfe
- 32,33 Einsatz der regionalen Hilfe
- 33,34 Beendigung des Katastrophenalarmes.

3.3 Die Zeitplanung

3.3.1 Bestimmung der Planzeiten der einzelnen Tätigkeiten

Die Zeitplanung dient der Bestimmung der Durchführungszeiten der einzelnen Tätigkeiten, an Hand derer die Zwischen- und Endtermine sowie die Zeitreserven des Projektes ermittelt werden.

Die Fixierung der Dauer der einzelnen Tätigkeiten ist eine äußerst problematische Angelegenheit, die auch durch die Netzwerkplanung nicht wesentlich erleichtert wird. Je größer das Ausmaß einer Katastrophe ist, desto unsicherer wird in der Regel ein solches Vorhaben. Obwohl also Terminänderungen aufgrund ungenauer Schätzungen auch bei der Netzwerkplanung nicht auszuschließen sind, besteht doch gegenüber den konventionellen Planungsverfahren der große Vorteil, daß die Auswirkungen von Planabweichungen auf die weitere Termingestaltung genau angegeben werden können.

Die Planung der Einzelzeiten ist ein individuelles Problem, das sich nach örtlichen bzw. regionalen Gegebenheiten richtet. Hier können deshalb nur einige Forderungen aufgestellt werden, die generelle Gültigkeit haben.

1. Aus der Fülle möglicher Durchführungszeiten einer Tätigkeit sollte die Dauer ausgewählt werden, die die größte Wahrscheinlichkeit besitzt, im konkreten Fall realisiert zu werden.
2. Die letzte Entscheidung über die voraussichtliche Dauer sollte bei den für die betreffende Aufgabe Verantwortlichen liegen, also z. B. bei dem Katastrophenabwehrleiter, Bereitschaftsführern des Technischen Hilfswerkes, Polizeibeamten usw. Grundlage sind i. d. R. Bereitschaftsübungen und Probeeinsätze.
3. Zunächst werden nur die Einzelzeiten ermittelt. Erst danach sollte man sich ein Bild von der Gesamtdauer verschaffen.
4. Als Zeitmaßstab werden gewöhnlich Stunden verwendet. Bei kleineren Maßeinheiten besteht die Gefahr, daß eine Genauigkeit vorgetäuscht wird, die nicht gerechtfertigt ist.
5. Die Zeitschätzungen erfolgen isoliert für jede Tätigkeit. Verzögerungen vorgelagerter Arbeiten beeinflussen nur deren eigene Zeitschätzungen, nicht die der nachfolgenden Tätigkeiten.
6. Für jede Tätigkeit werden zusätzlich die kürzesten Durchführungszeiten ermittelt, also die Zeiten, bei denen alle technischen und menschlichen Reserven ausgeschöpft sind.

3.3.2 Die Ermittlung der Netzwerktermine

Anhand der Durchführungszeiten der einzelnen Tätigkeiten können die Termine des Netzwerkes und da-

mit auch die Gesamtdauer des Projektes bestimmt werden. Man geht dabei zunächst unabhängig von konkreten Kalenderdaten vor, indem man das Projekt im Zeitpunkt 0 beginnen läßt.

Abgesehen von eventuell später zu berücksichtigenden festen Zwischenterminen, z. B. Beendigung bestimmter Arbeiten vor Einbruch der Dunkelheit, werden zwei Arten von Knotenterminen ermittelt:

1. **Früheste Termine**, zu denen alle in einen Knoten mündenden Tätigkeiten beendet sind, wenn diese so früh wie möglich angesetzt werden.
2. **Späteste Termine**, zu denen alle in einen Knoten mündenden Tätigkeiten beendet sein müssen, damit die normale Dauer des Projektes nicht überschritten wird.

Zur Berechnung der frühesten Termine $t_j^{(0)}$ ($j = 2, 3, \dots, n$) der Knoten muß man die Dauer der einzelnen Wege vom Beginn des Projektes bis zu dem jeweiligen Knoten berechnen. Das geschieht folgendermaßen:

Endet nur eine Tätigkeit i, j in einem Knoten j , so ist der Termin $t_j^{(0)}$ dieses Knotens gleich der Summe aus der Dauer $t_{i,j}$ dieser Tätigkeit und dem frühesten Termin $t_i^{(0)}$ ihres Anfangsknotens i .

Münden mehrere Tätigkeiten in einen Knoten, wird für jede die Summe aus ihrer Dauer und dem frühesten Termin ihres Anfangsknotens gebildet. Die größte dieser Summen gibt den frühesten Termin des gemeinsamen Endknotens an. Es gilt also:

- (1) $t_1^{(0)} = 0$,
- (2) $t_j^{(0)} = \max [t_i^{(0)} + t_{i,j} \mid i < j], 2 \leq j \leq n$.

Es ist in jedem Fall erforderlich, das Maximum zu bestimmen, da die folgende Tätigkeiten ja erst beginnen können, wenn alle Vorgänge beendet sind.

Ähnlich berechnen sich die spätesten Termine $t_i^{(1)}$ aller Knoten i ($i = 1, 2, \dots, n-1$) durch Rückrechnung vom Abschlußzeitpunkt t_n , wenn man wie üblich den frühesten ($t_1^{(0)}$) und den spätesten ($t_n^{(1)}$) Abschlußtermin des Projektes gleichsetzt, nach

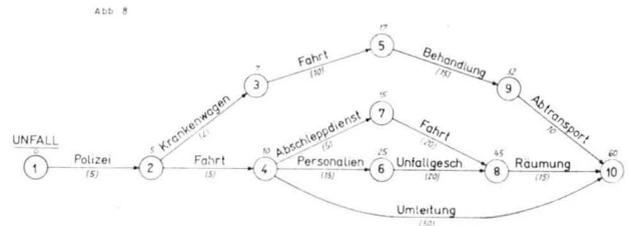
- (3) $t_n^{(1)} = t_n^{(0)}$,
- (4) $t_i^{(1)} = \min [t_j^{(1)} - t_{i,j} \mid i < j], 1 \leq i \leq n-1$.

Hier ist das Minimum der Differenzen zwischen dem Endknoten und den Tätigkeitsdauern zu bestimmen, denn ein Knotentermin muß spätestens so früh realisiert sein, daß auch die längste von ihm ausgehende Tätigkeit noch rechtzeitig durchgeführt werden kann.

Bei kleineren Netzwerken kann die Berechnung der Termine unmittelbar im Netzwerk durchgeführt werden. Für größere Projekte empfiehlt sich eine tabellarische Aufstellung oder sogar die Verwendung eines Elektronenrechners, der mit Hilfe eines geeigneten Rechenprogrammes alle gewünschten Daten in kürzester Zeit liefert.

Die Berechnung im Netzwerk soll anhand des Unfallbeispiels kurz dargestellt werden. Die geschätzten Durchführungszeiten (in Minuten) sind in Klammern unter der jeweiligen Tätigkeit aufgeführt. Die Zahlen über den Knoten geben deren Termine an.

Die Dauer der Tätigkeit „Umleitung des Verkehrs“ kann erst angegeben werden, nachdem bekannt ist, wieviel Zeit vom Eintreffen der Polizei bis zur Räu-



mung der Straße vergeht. Aus dem Netzwerk läßt sich ablesen, daß hierfür 50 Minuten erforderlich sind. Sie ergeben sich aus der Addition der Zeiten der Tätigkeiten „Aufnahme der Personalien“, „Ermittlung des Unfallgeschehens“ und „Räumung der Straße“.

Die im Netzwerk aufgeführten Knotentermine sind die frühesten Termine, zu denen die einzelnen Tätigkeiten beginnen können. Für die Planung sind folgende Termine bedeutsam:

1. der früheste Anfangstermin einer Tätigkeit: $t_i^{(0)}$,
2. der späteste Anfangstermin einer Tätigkeit: $t_j^{(1)} - t_{i,j}$,
3. der früheste Abschlußtermin einer Tätigkeit: $t_i^{(0)} + t_{i,j}$,
4. der späteste Abschlußtermin einer Tätigkeit: $t_j^{(1)}$.

Der früheste Abschlußtermin einer Tätigkeit ergibt sich als Summe ihres frühesten Anfangstermines und ihrer Dauer.

Der späteste Anfangstermin gibt an, wann eine Tätigkeit spätestens beginnen muß, damit die voraussichtliche Dauer des Projektes eingehalten wird. Der späteste Abschlußtermin ist gleich dem spätesten Termin ihres Endknotens.

Für das Unfallbeispiel werden folgende Termine berechnet. Die Tätigkeiten sind aus Platzgründen nur noch durch ihre Anfangs- und Endknoten gekennzeichnet.

Tätigkeit	Dauer	frühester Anf. T.	frühester Abschl. T.	spätester Anf. T.	spätester Abschl. T.
i, j	$t_{i,j}$	$t_i^{(0)}$	$t_i^{(0)} + t_{i,j}$	$t_j^{(1)} - t_{i,j}$	$t_j^{(1)}$
1,2	5	0	5	0	5
2,3	2	5	7	23	25
2,4	5	5	10	5	10
3,5	10	7	17	25	35
4,6	15	10	25	10	25
4,7	5	10	15	20	25
4,10	50	10	60	10	60
5,9	15	17	32	35	50
6,8	20	25	45	25	45
7,8	20	15	35	25	45
8,10	15	45	60	45	60
9,10	10	32	42	50	60

Die Berechnung der spätesten Termine soll angeben, wie lange die einzelnen Tätigkeiten herausgeschoben werden können, ohne daß dadurch die Gesamtdauer beeinträchtigt wird. Ob das in bestimmten Fällen, z. B. bei der Versorgung und dem Abtransport der Verletzten, sinnvoll ist, ist damit natürlich keineswegs gesagt.

Mannschaftswagen, Löschwagen, Einsatzwagen, Geländewagen, Krankenwagen, Gerätewagen, Volkswagen.



Und für alles zusammen bezahlen Sie weniger, als mancher dieser Wagen einzeln kosten würde. (Vorausgesetzt, er ist kein Volkswagen.)

Und für alles zusammen brauchen Sie nur einen Fahrer, nur eine Garage und nur eine Versicherung.

Und alles zusammen bekommen Sie jetzt mit einer neuen Doppelgelenk-Hinterachse, die aus schwierigen Kurven normale Kurven macht.

Mit einer neu abgestimmten Federung,

die aus unmöglichen Feldwegen eine halbwegs brauchbare Straße macht.

Mit einem Zweikreis-Bremssystem, das brenzlige Situationen verhindert. (Sollte wirklich mal ein System ausfallen, bleibt das andere immer noch voll in Aktion.)

Und alles zusammen bekommen Sie jetzt so, daß Sie es sich bequem machen können, bevor der unbequeme Teil Ihrer Arbeit anfängt:

Mit einem neuen, geräumigen Fahrerhaus, wo Sie neue, verstellbare Einzel-

sitze finden. Wo Sie eine große, gewölbte Windschutzscheibe finden, durch die Sie bequem die Fahrbahn überblicken können. Und eine neue, übersichtliche Armaturentafel. Und eine neue Frischluftanlage. Und eine neue Heizung. Und ein Sicherheitslenkrad. Und. Und.

Und das Beste daran: Alles zusammen steckt in einem Wagen, der dem Finanzausschuß kein Kopfzerbrechen macht. In einem Volkswagen.



3.3.3 Spielraum und kritischer Weg eines Netzwerkes

Ist die für eine Tätigkeit maximal verfügbare Zeit, d. h. die Differenz zwischen spätestem Abschlußtermin und frühestem Anfangstermin, größer als ihre Dauer, oder, was dasselbe bedeutet, fallen frühester und spätester Anfangstermin auseinander, so verfügt sie über Spielraum.

Der Spielraum ist ein Maß dafür, ob eine Tätigkeit zeitlich verschoben werden kann, ohne daß dadurch die sich aus dem Netzwerk ergebende Abschlußzeit des gesamten Vorhabens verändert wird. Der Spielraum verleiht der Planung also Flexibilität, da er Terminüberschreitungen einzelner Tätigkeiten ganz oder teilweise kompensiert.

Es gibt verschiedene Arten von Spielraum, je nachdem, welche Termine man zugrundelegt. Hier soll nur der wichtigste, der sog. Gesamtspielraum (sg_{ij}) erwähnt werden. Er gibt sich als Differenz zwischen dem spätesten und dem frühesten Abschlußtermin einer Tätigkeit:

$$(5) \quad sg_{i,j} = t_j^{(1)} - (t_i^{(0)} + t_{i,j}) \quad i < j$$

Die Tätigkeiten des Unfallbeispiels verfügen über folgenden Spielraum:

Tätigkeit i, j	Dauer $t_{i,j}$	frühester Abschl. T. $t_i^{(0)} + t_{i,j}$	spätester Abschl. T. $t_j^{(1)}$	Gesamt- spielraum $sg_{i,j}$
1,2	5	5	5	0
2,3	2	7	25	18
2,4	5	10	10	0
3,5	10	17	35	18
4,6	15	25	25	0
4,7	5	15	25	10
4,10	50	60	60	0
5,9	15	32	50	18
6,8	20	45	45	0
7,8	20	35	45	10
8,10	15	60	60	0
9,10	10	42	60	18

Wird der Beginn einer Tätigkeit um das Ausmaß des Spielraumes verzögert oder verlängert sich ihre Durchführungsdauer um diesen Betrag, fällt für alle folgenden Tätigkeiten der Spielraum fort. Auswirkungen auf den termingerechten Abschluß des Projektes ergeben sich daraus jedoch nicht.

Die Tätigkeiten, deren Spielraum 0 ist, nennt man kritische Tätigkeiten. Ihre Planzeiten sind unbedingt einzuhalten, damit die voraussichtliche Gesamtdauer nicht überschritten wird. Die Folge von kritischen Tätigkeiten ist der kritische Weg, der für jedes Projekt von zentraler Bedeutung ist. In einem Netzwerk können auch mehrere kritische Wege vorhanden sein. Es dürfte klar sein, daß eine Verkürzung der Projektdauer nur erreicht wird, wenn eine oder mehrere der kritischen Tätigkeiten beschleunigt werden können oder aber, wenn Tätigkeiten des kritischen Weges statt hintereinander nebeneinander durchgeführt werden können.

Für eine Verkürzung der Gesamtdauer ist es also nicht erforderlich, sämtliche Tätigkeiten zu beschleunigen. Ausschlaggebend sind nur die kritischen Tätigkeiten.

Eine Verringerung der Gesamtdauer von 60 Minuten wird in unserem Beispiel deshalb auch nicht durch einen beschleunigten Abtransport der Verletzten er-

zielt. Wirksam wäre dagegen eine schnellere Aufnahme der Personalien der Beteiligten oder des Unfallablaufes, u. U. könnten beide Tätigkeiten auch nebeneinander erledigt werden. Eine Zeitersparnis von mehr als 10 Minuten wäre allerdings ebenfalls nutzlos, da dann mit den Tätigkeiten „Benachrichtigung des Abschleppdienstes“ und „Anfahrt eines Abschleppwagens“ ein neuer kritischer Weg entsteht. Die Dauer der Umleitung braucht hier bekanntlich nicht berücksichtigt zu werden, da sie sich automatisch mit den anderen Tätigkeiten verkürzt.

4. Zur Organisation der Netzwerkplanung im Katastrophenschutz

Normalerweise wird es genügen, für jede Katastrophenart einen Ablaufplan in Form eines Netzwerkes zu erstellen, in dem alle erforderlichen Maßnahmen in ihrer wechselseitigen Verknüpfung enthalten sind. Kann das Ausmaß der Katastrophe und damit das der erforderlichen Maßnahmen sehr stark variieren, empfiehlt es sich, als Grundlage zunächst ein Standardnetzwerk, das keinen sehr hohen Detaillierungsgrad aufweist, zu entwickeln. Einzelne Tätigkeiten dieses Netzwerkes, die je nach Bedarf eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen umfassen können, werden als Teilnetzwerke gesondert ausgearbeitet. Sie werden im Standardnetzwerk, also lediglich durch eine einzige Sammeltätigkeit, repräsentiert. Um einiges schwieriger wird die Zeitplanung, da sich diese nach den jeweiligen räumlichen Gegebenheiten und dem Ausmaß der Katastrophe zu richten hat. Hier hilft man sich am besten mit alternativen Zeitplänen, aus denen im konkreten Fall nach Abschätzen der Schadensentwicklung der jeweils zutreffende Plan ausgewählt wird. Etwaige zeitliche Abweichungen dürften meist nicht so gravierend sein, da das Netzwerk in der Regel über genügend Spielraum verfügt und deshalb Zeitänderungen nur bei den kritischen Tätigkeiten berücksichtigt werden müssen.

Die Planung selbst sollte bei den lokalen bzw. regionalen Sachbearbeitern für Fragen des Katastrophenschutzes liegen, die jedoch in allen technischen Detailfragen eng mit den zuständigen Hilfsstellen zusammenarbeiten müssen. Die besten Unterlagen für die Planerstellung bieten die verschiedenen Katastropheneinsatzübungen.

Während einer laufenden Aktion überwacht der Katastrophenabwehrleiter die Einhaltung des Planes. Da er als Verwaltungsmann in der Regel nicht über alle Einzelheiten informiert sein kann, hat er im Netzwerk eine ausgezeichnete Orientierungshilfe, die ihm in übersichtlicher Form die Zusammenhänge und das Ineinandergreifen der diversen Maßnahmen aufzeigt. Auf diese Weise kann er am besten dafür sorgen, daß alle erforderlichen Aufgaben vollständig und rechtzeitig durchgeführt werden.

Erhalten daneben auch die verschiedenen Einsatzleiter Netzpläne, so verfügen sie über wesentlich bessere Informationen über die Bedeutung und die Interdependenz ihrer eigenen Maßnahmen in bezug auf das Gesamtgeschehen, so daß sie wesentlich unabhängiger operieren können.

Zwar wird die Einführung der Netzplantechnik im Katastrophenschutz noch eine Menge Vorarbeiten erfordern, aufgrund ihrer Konzeption erscheint sie jedoch hervorragend geeignet, dazu beizutragen, daß Katastrophenfälle noch schneller und wirksamer überwunden werden können.

ABC-Abwehr

Wasservorrat im Keller

von Dr. S. Clodius, Bonn

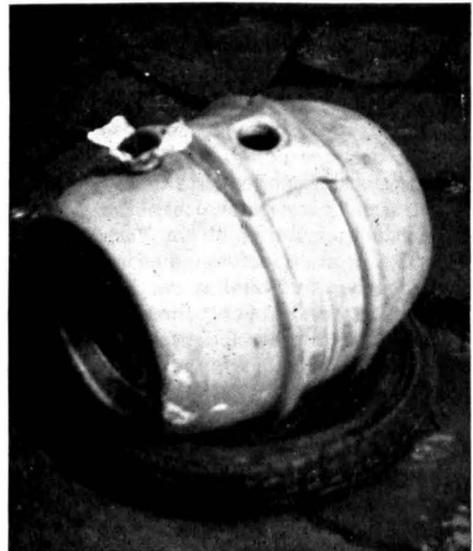
Die Sturmflut an der Nordseeküste im Februar 1962 mit ihren Folgen, vor allem im Gebiet von Hamburg, hat gezeigt, daß die zentrale Wasserversorgung auch einmal ausfallen kann. Der „Bericht des vom Senat der Freien und Hansestadt Hamburg berufenen Sachverständigenausschusses zur Untersuchung des Ablaufs der Flutkatastrophe“ sagte zum Problem der Wasserversorgung auf Seite 51 unter anderem:

„Am 17. Februar waren 45 Prozent der Wasserversorgung ausgefallen und 60 Rohrbrüche bekannt geworden. Bei der Überflutung drangen größere Mengen verschmutzten und verseuchten Wassers in das Rohrnetz ein. Das Wasser der noch in Betrieb befindlichen Werke wurde daher stärker gechlort. Von 17 fahrbaren Chlorstationen aus speisten die Wasserwerke zusätzlich Chlor auch unmittelbar in das Rohrnetz ein. Außerdem wurde die Bevölkerung vor der Gefahr durch den Genuß von verseuchtem Wasser gewarnt und aufgerufen, nur abgekochtes Wasser zu genießen. In den Überflutungsgebieten wurden - abgesehen von der bereits geschilderten Versorgung aus Camping-Wasserbeuteln und mit Hilfe von fahrbaren Trinkwasseraufbereitungsanlagen - einige Ortsteile auch mit Hilfe einer neu verlegten Kunststoffleitung versorgt. Mit diesen örtlichen Behelfsmaßnahmen wurde die Wasserversorgung in den überfluteten Gebieten notdürftig aufrechterhalten. Die Wasserversorgung in den nicht betroffenen Stadtteilen war erheblich beeinträchtigt. Die - wenn zum Teil auch nur notdürftige - Aufrechterhaltung der Wasserversorgung selbst und alle vorbeugenden Maßnahmen zur Lieferung von einwandfreiem Wasser, wie auch die disziplinierte Haltung der Bevölkerung beim Genuß von Wasser haben die außerordentlich große Gefahr einer breiten Infektion der Bevölkerung durch verseuchtes Wasser und durch nicht beseitigte Fäkalien gebannt. Die Wasserversorgung war ein besonders wichtiger Faktor bei der Seuchenverhütung.“

Dieser Bericht zeigt, daß nicht nur die direkt von der Flut betroffenen Stadtteile, sondern auch die anderen, nicht betroffenen Gebiete in ihrer Wasserversorgung erheblich beeinträchtigt waren. Wer also in den letzteren über einen gewissen Vorrat an Wasser im Keller oder anderswo verfügte, konnte sich damit über die Durststrecke hinweghelfen. In den Überschwemmungsgebieten selbst war dies natürlich kaum möglich, da dort die Keller unter Wasser standen. Die meisten Einwohner hatten aber kaum vorgesorgt und waren daher auf Hilfe von außen angewiesen.

Was hier in Hamburg passiert ist, kann jederzeit an anderer Stelle und aus anderen Gründen vorkommen. Es brauchen nicht immer Überschwemmungen zu sein; es können auch größere Rohrbrüche im Verteilungsnetz, kurzzeitige Betriebsunterbrechungen, Wassermangel infolge Dürre oder sonstige Vorkommnisse infolge höherer Gewalt, aber auch kriegerische Verwicklungen eintreten, durch welche die Versorgung unterbrochen wird¹⁾. Man tut also gut, wenn man sich einen kleinen Vorrat an Wasser im Keller anlegt. Schon das Merkblatt „Selbsthilfe-Maßnahmen im Haus“ von 1961 besagte: „Die Trinkwasserreserve soll für mindestens zwei Wochen reichen. Sie kann

durch Fruchtsäfte, insbesondere Zitronensaft und Mineralwasser, ergänzt werden. Je Person und Tag sind etwa zwei Liter Flüssigkeit erforderlich.“ Für eine Person würde man demnach $2 \times 14 = 28$ Liter in zwei Wochen benötigen, für zwei Personen schon 56 Liter, was eine Menge Platz benötigt. Fordert man als Mindestmenge 2,5 Liter je Person und Tag, so werden die Mengen noch größer²⁾. Die Hauptsache dürfte aber wohl sein, daß Gefäße benutzt werden, die nicht als zerbrechlich zu bezeichnen sind. Der Verfasser dieses Berichtes hat sich bereits seit 1963 mit diesem Problem beschäftigt. Die Lagerung in verschließbaren Glasflaschen ist natürlich möglich; aber Glasflaschen sind zerbrechlich und Glasscherben gefährlich. Eher geeignet schienen Blechkonserven zu sein, so wie man heute Bier in Blechdosen erhalten kann. Man benötigt dann allerdings eine große Anzahl von solchen Büchsen; auf der anderen Seite dürfte aber die Lagerfähigkeit recht günstig sein, wenn auch nicht unbegrenzt. Will man größere Mengen auf einmal lagern, so muß man nach anderen Möglichkeiten suchen. Der Verfasser verfiel damals auf die Idee, sich die Erfahrungen mit der Bierlagerung zu Nutze zu machen und einen entsprechenden Versuch im eigenen Keller anzustellen; er beschaffte sich auf dem Wege über seinen Getränkelieferanten ein fabrikanes Aluminiumfaß (25 Liter Inhalt) von dessen Vertragsbrauerei (Bild).



Mit diesem Aluminiumfaß wurde probeweise die Trinkwasserbevorratung vorgenommen. Dabei wurden bewußt keine besonderen Sicherheitsvorkehrungen getroffen; das heißt, es wurde das Faß vor dem Gebrauch weder gespült noch sonstwie gereinigt. Das einzufüllende Wasser wurde der normalen Wasserleitung im Keller (Waschküche) entnommen und durch einen gewöhnlichen Gummischlauch, wie er oft in Waschküchen anzutreffen ist, in das Faß eingefüllt, nachdem die Verschraubung gelöst

¹⁾ Vergl. GWF 104 (1963), S. 698, und 107 (1966), S. 1019.

²⁾ Vergl. GWF 98 (1957), S. 1017, und 104 (1963), S. 701.

wurde. Hier könnte eingewendet werden, daß die Wasserleitung im Katastrophenfall nicht mehr funktionieren, also kein Wasser mehr hergeben könnte. Dem wäre aber entgegenzuhalten, daß das Füllen ja schon „in normalen Zeiten“ vorgenommen werden sollte, wenn noch alles funktioniert, und nicht erst dann, wenn es zu spät ist. In normalen Zeiten kann man auch damit rechnen, daß das Leitungswasser noch einwandfrei ist und daher ohne besondere Maßnahmen eingefüllt werden kann.

Allerdings zeigte sich beim Aufschrauben des Faßverschlusses bereits die erste Schwierigkeit. Das Faß ist nicht zu öffnen - und natürlich auch nicht zu schließen, wenn man keinen passenden Vierkantschlüssel hat. Diesen muß man sich also vorher besorgen; denn er wird nicht mitgeliefert. Man kann sich auch damit behelfen, daß man einen Hammer mit Kopf, der in den Vierkant paßt, benutzt und diesen mit einem passenden Autoschlüssel herumdreht. Es ist immer gut, wenn alles so primitiv wie möglich zu handhaben ist. Auf eine weitere Schwierigkeit wird noch zurückzukommen sein.

Mit diesem Faß wurde nun der Versuch am 12. 10. 1963 begonnen; es wurden 25 Liter aus der Kellerleitung abgezapft, der Verschuß wieder eingedreht und das Faß sodann im Keller bei Kellertemperatur und Lichtabschluß gelagert. Dabei empfiehlt es sich, das Faß so zu lagern, daß es nicht durch Unbefugte ohne weiteres weggerollt werden kann. Anheben ist schon schwierig, weil Faß und Inhalt immerhin mehr als einen halben Zentner wiegen. Man nehme am besten einen alten Moped- oder Rollerreifen, der klein genug ist, um das Faß hineinzubetten, so daß es also frei schwebt, ohne daß es den Kellerboden berührt. Eine Ecke im Keller wird sich hierfür wohl finden lassen. Sodann überlasse man das Faß sich selbst.

Freundlicherweise erklärte sich der Wahnachtsperrverband bereit, die Untersuchung des Faßinhaltes zu übernehmen. Eine erste Probe wurde am 28. 4. 1964 durch einen Vertreter des genannten Verbandes unter den üblichen Sicherheitsvorkehrungen (Abflämmen usw.) entnommen und in dessen Labor untersucht; über die Ergebnisse dieser Untersuchungen berichtet der Verband am Schluß dieses Aufsatzes zusammenfassend. Eine zweite Untersuchung des gleichen Faßinhaltes am 29. 4. 1965, also ein Jahr nach der ersten Probeentnahme, wurde veranlaßt. Einzelheiten der festgestellten Eigenschaften folgen wieder am Schluß. Auf eine Erscheinung sei aber schon hier aufmerksam gemacht; es zeigten sich diesmal koliforme Bakterien im Wasser. Diese stellten zweifelsohne eine Warnung dar, konnten aber zunächst als harmlos angesehen werden sofern nicht bei der nächsten Untersuchung bedenkliche Erscheinungen festgestellt würden. Es sei hier gleich vorweggenommen, daß bei der dritten Untersuchung, die am 18. 1. 1966 vorgenommen wurde, das Wasser praktisch wieder keimfrei war, also keine bedenklichen Erscheinungen zeigte. Als Grund für das Auftreten der koliformen Bakterien beim zweiten Mal konnte folgendes vermutet werden: Für die Abdichtung des Schraubverschlusses war vom Lieferwerk ein Textilstreifen verwendet worden; dieser wurde nach der ersten Probenahme wieder mit eingedreht. Bei der zweiten Probenahme nach einem Jahr war das Gewebe feucht und brüchig geworden und damit nicht mehr verwendbar; es wurde statt dessen ein Blatt Aluminiumfolie, wie sie beispielsweise zum Backen im Haushalt verwendet wird, als Dichtung miteingedreht. Bei der dritten Untersuchung war das Wasser wieder keimfrei; offenbar hatte vorher der alte Tuchstreifen als Nährboden für die

Bakterien gedient. Es wurde deshalb bei den weiteren Versuchen nur noch Aluminiumfolie verwendet.

Mit der dritten Untersuchung wurde der Versuch, der nun immerhin über mehr als zwei Jahre gelaufen war, abgebrochen. Das Faß war während dieser Zeit nur zu den drei Probeentnahmen geöffnet worden, letztmalig also am 18. 1. 1966. Eine vierte Öffnung wurde dann aber doch noch vor der endgültigen Entleerung, die sich etwas hinauszögerte, erforderlich, allerdings aus einem ganz anderen Grunde, nämlich am 24. 1. 1966, als infolge des starken Frostes die Wasserleitung in der Wohnsiedlung eingefroren war. Hier zeigte sich also bereits der Wert eines Wasservorrates an einem praktischen Beispiel. Das Wasser schmeckte übrigens keineswegs fade, sondern frisch wie eben gezapftes Leitungswasser.

Auf eine Schwierigkeit sei hier allerdings aufmerksam gemacht, die zweite größere im Laufe des Versuches. Es ist nicht ganz einfach, das Wasser aus dem Faß wieder verlustlos herauszubekommen. Rollt man es auf seiner Unterlage - dem alten Reifen - ab, so stellt sich bei voller Füllung des Fasses kein Strahl am Spundloch ein, bei halber Füllung schon eher. Es treten also Wasserverluste auf. Besser funktioniert ein Schraubverschluß mit Zapfhahn, allerdings nur bei kleinen Entnahmemengen, da bei größeren die Luft nicht nachströmen kann. Am besten wurde ein gewöhnlicher Schlauchheber befunden; dieser muß dann aber sauber sein und darf nicht im Kellerschmutz gelegen haben.

Als der Frost später nachließ, wurde der Versuch endgültig abgebrochen und das Faß entleert. Während das erste Wasser aus dem alten Gemeindewasserwerk stammte, wurde später die Ortschaft an die Fernwasserleitung des Wahnachtsperrverbandes angeschlossen. Mit diesem neuen Wasser wurde sodann ein neuer Versuch angesetzt. Dies geschah am 30. 1. 1966 wiederum mit Wasser aus der Waschküchenleitung. Es wurde wieder vorgesehen, den Versuch auf zwei bis drei Jahre auszudehnen. Die erste Probenahme erfolgte am 3. 1. 1967, also praktisch nach einem Jahr, die zweite am 4. 10. 1968, also nach beinahe drei Jahren. Die Untersuchung der Proben wurde freundlicherweise wieder vom Wahnachtsperrverband übernommen; die Ergebnisse folgen am Schluß.

Zusammenfassend kann aber schon hier gesagt werden, daß der Versuch als geglückt anzusehen ist; er hat gezeigt, daß es - bei Einhaltung verhältnismäßig einfacher Bedingungen - ohne weiteres möglich ist, Leitungswasser über mehrere Jahre hin in einem geeigneten Behälter, der nicht allzu teuer ist, frisch und trinkbar zu halten. Wenn man von der Schwierigkeit absieht, das Wasser ohne Verluste, d. h. ohne Verschütten, dem Faß zu entnehmen, so bietet die Handhabung des Behälters kaum größere Schwierigkeiten. Man kann das Faß, wenn man ihm einen anderen Platz geben will, ohne weiteres durch Abrollen fortbewegen; man kann es auch als Sitzplatz benutzen, wenn man ein entsprechendes Kissen verwendet. Es kann auch ruhig einmal umfallen, ohne daß es zu Bruch geht; es gibt also Vorteile genug.

Zum Schluß sei nochmals betont, daß das Wasser in keinerlei Weise behandelt wurde, also weder mit Chlor noch mit Tabletten versetzt wurde; es blieb so, wie es aus der Leitung herauskam, im Faß. Im übrigen sollte mit Vorstehendem nicht in die Diskussion über die zum Überleben erforderlichen Mindestwassermengen eingegriffen und

auch nicht zu den gesetzlichen Bestimmungen³⁾ Stellung genommen werden; es kam lediglich darauf an, mit dem Versuch nachzuweisen, daß es eine brauchbare Methode gibt, um Wasser auf längere Zeit im kalten Zustande trinkbar zu erhalten. Im Ernstfall wird es sich natürlich empfehlen, dem Wasser vorsichtshalber vor dem Gebrauch eine Reinigungstablette zuzusetzen, wie sie bereits erhältlich sind; denn dann hat man selbstverständlich keine Zeit mehr, den Faßinhalt noch untersuchen zu lassen.

³⁾ Vergl. H. Roth: „Vorsorge für Notfälle auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft“ im WK 1969, Wasser-Kalendor, Seite 221 ff.

Nun folgen die Ergebnisse der Laboruntersuchungen:

Versuchsbeginn	Probenahme Datum	Keimzahl		Colititer 100 ml
		23° C	37° C	
12. 10. 1963	28. 4. 1964	5	2	neg. *)
	29. 4. 1965	0	1	neg. *)
	18. 1. 1966	0	0	neg.
30. 1. 1966	3. 1. 1967	1	8	neg.
	4. 10. 1968	0	0	neg.

*) Nährlösung nach Eijkman umgeschlagen, Ausstrich auf Endo-Agar negativ. Hinweis auf coliform: keine.

Schwingungs-Isolation in Schutzräumen (III. Teil)

Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Wohnungswesen und Städtebau an die Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e. V.

von Dr.-Ing. Günter Girnau und Bauing. Karl Zimmermann, STUVA, Düsseldorf

4. Möglichkeiten der Schockisolation und Auswahl einiger Isolatorentypen

4.1 Allgemeine Abhängigkeiten und Berechnungsgrundlagen:

Die Notwendigkeit der Schockisolation eines Gegenstandes oder Gerätes bestimmter Funktion ergibt sich nicht zwangsläufig aus seiner Verwendung in einem Schutzbauwerk bestimmten Typs und Schutzgrades. Ausschlaggebend sind vielmehr die Schockverträglichkeit des jeweiligen Ausrüstungs- oder Ausstattungsstückes und die Beanspruchung, mit der an seinem vorgesehenen Aufstellungsort zu rechnen ist. Muß aufgrund der Beanspruchung (Kapitel 1) und der zulässigen Beschleunigung eines Gegenstandes (Kapitel 2) mit Zerstörung oder Fehlleistung gerechnet werden und können auch durch geeignete Maßnahmen (wie z. B. Veränderungen am Gegenstand, Wahl eines anderen Befestigungsortes) Beanspruchung und Verträglichkeit nicht in Einklang miteinander gebracht werden, ist eine besondere Schockisolation erforderlich. Unabhängig davon müssen alle getroffenen Maßnahmen auch den normalen Betriebsablauf sicherstellen. Hierauf wird an dieser Stelle nicht vertieft eingegangen.

Generell besteht der Sinn einer Isolierung somit darin, die vollständige Kraft- bzw. Schwingenergieübertragung zu verhindern. Da der Idealfall, nämlich die völlige mechanische Trennung des Erregers vom angeregten Gegenstand oder System wegen des Vorhandenseins statischer Kräfte in der Praxis nicht zu verwirklichen ist, müssen stets geeignete Kompromisse gefunden werden.

Diese bestehen darin, die Isolierwirkung, bestimmt durch die Beziehung zwischen Beanspruchung und Reaktion des gewählten Systems, und seine Standicherheit mit der Forderung nach Stabilität und Einhaltung der zulässigen Bewegungswerte miteinander in Einklang zu bringen.

Für die Wirkungsweise einer Isolierung sind drei Kennwerte von besonderer Bedeutung:

a) Die Wahl des Isolationssystems: hierunter versteht man das Zusammenwirken zwischen der Masse des isolierten Gegenstandes und dem Isolator als dem Bindeglied zwischen Gegenstand und Befestigungsbauteil. Für die Verhältnisse in Schutzraumbauten kann man im wesentlichen drei Isolationssysteme unterscheiden:

- Systeme mit Feder ohne Dämpfung
- Systeme mit Feder und Dämpfung
- Systeme mit elastisch-plastischer Lagerung.

Im Kapitel 4.3 wird hierauf näher eingegangen.

b) Die Masse des isolierten Gegenstandes: die Masse beeinflusst das Isolationssystem durch ihre Trägheit. Sie kann z. T. durch die Planung nennenswert beeinflusst werden. Bei der Einzelisolierung von Gegenständen ist sie zwar vorgegeben, aber bei Sammel- oder Gruppenisolierungen besteht die Möglichkeit, verschiedene Geräte oder Gegenstände (in Abhängigkeit von ihrer Verwendung) zu einer Isolationseinheit zusammenzufassen und damit die Masse zu vergrößern. Das Kapitel 4.2 enthält hierzu einige Hinweise.

c) Die Wahl der Bindung bzw. Feder: das bestimmende Merkmal einer jeden Bindung zwischen Gegenstand und Schutzbauteil ist die Verformbarkeit. Dabei ist zu beachten, daß als Bindeglieder nicht nur die Isolatoren gelten, sondern daß auch die Steifigkeit bzw. Verformbarkeit aller Anschlüsse (besonders von Rohrleitungen) an ein Gerät eine Rolle spielt. Der richtigen Ausbildung von Kompensatoren (z. B. gemäß Bild 15) kommt daher an derartigen Stellen eine besondere Bedeutung zu. Die Isolationselemente zwischen Gerät und Bauwerk werden entscheidend durch das zur Anwendung kommende Material (z. B. Stahlfedern, Gummielemente usw.) sowie durch dessen Verformungsmöglichkeiten bestimmt. Grundsätzlich können die Bindungselemente in zwei Gruppen unterteilt werden: Die elastischen Bauteile (z. B. Federn)

und die Dämpfer. Erstere haben die Aufgabe, die vollständige Kraft- bzw. Energieübertragung auf den jeweiligen Gegenstand auszuschließen, wobei ausgeprägte Schwingungen mit entsprechenden Ausschlägen am System auftreten. Als Dämpfer werden demgegenüber Bauteile mit dissipativer Eigenschaft bezeichnet, die die eingeleitete Energie in eine andere Energieform (z. B. Wärme) umwandeln. In der Kombination beider Grundtypen können Feder- und Dämpferwirkung der Bindung den Erfordernissen in einem System angepaßt werden. Die Entscheidung, ob ausschließlich Federn oder zusätzliche Dämpfung eines bestimmten Dämpfungsgrades angewendet werden soll, hängt von der Art und Größe der Belastung und der Reaktion des Systems ab. Aufgrund der Tatsache, daß die Belastung im vorliegenden Fall stoßartig erfolgt und die auftretende Beschleunigung die interessierende Reaktion ist, kann jedoch nicht von vornherein die Verwendung eines bestimmten Bindungstyps als einzig richtige Lösung angesehen werden. Die im Einzelnen stark unterschiedliche Höhe der Beanspruchung und die je nach Isolationsobjekt ebenfalls schwankende zulässige Beschleunigung lassen die Anwendung verschiedenartigster Isolatoren zu. Hierauf ist im Kapitel 4.4 näher eingegangen.

Liegen das Isolationssystem und die Art des Bindegliedes fest, so vollzieht sich die Berechnung der Isolatoren normalerweise in mehreren Schritten, die sich allgemein ausgedrückt, etwa folgendermaßen charakterisieren lassen:

- Es ist zu prüfen, welche Gesamtverschiebungen der isolierte Gegenstand gegenüber dem Bauwerk erfährt. Dabei sind sowohl die Verschiebungen unter statischer Last Δx_1 (d. h. Einsenkung z. B. der Feder unter Eigengewicht des Gegenstandes), als auch diejenige aus der äußeren Schockbeanspruchung Δx_2 zu berücksichtigen. Die Δx_1 -Werte ergeben sich als Funktion der Frequenz aus Formel 11 und Bild 20 in Kapitel 4.3.1. Die Δx_2 -Werte in Abhängigkeit von der Größe der Bewegung der Befestigungsbau- teile sind aus den Formeln des gleichen Kapitels zu berechnen.
- Auf der Grundlage der Gesamtverschiebung Δx ist ein Isolator auszuwählen, der in der Lage ist, diese Bewegungen mitzumachen (z. B. aus den Tabellen 25 bis 37 in Kapitel 4.4 oder aus anderen geeigneten Unterlagen der Herstellerfirmen). Allerdings ist darauf zu achten, daß die Gesamtverschiebung nicht in allen Fällen die Summe von Δx_1 und Δx_2 ist (z. B. in horizontaler Richtung tritt nur die Verschiebung aus der Schockbeanspruchung auf). Es ist aber darauf zu achten, daß die Isolatoren in der Lage sind, in allen Richtungen die entsprechenden Bewegungen mitzumachen.

Auf diese Gesichtspunkte wird in den folgenden Kapiteln näher eingegangen.

4.2 Grundsätzliche Möglichkeiten der Schockisolationen

4.2.1 Einzelisolationen:

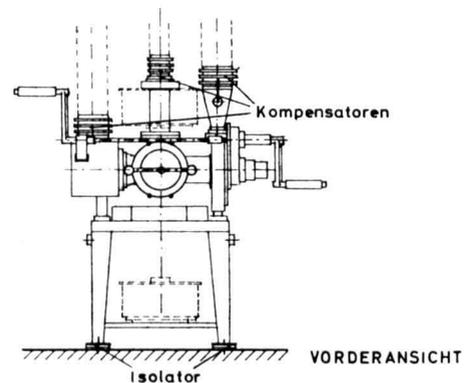
Die kleinste Isolationseinheit wird dadurch gebildet, daß ein einzelner Gegenstand oder ein Gerät für sich behandelt und isoliert befestigt wird.

Die Isolierung kann dann am Objekt selbst erfolgen, sofern dieses eine biege- und verwindungssteife Ein-

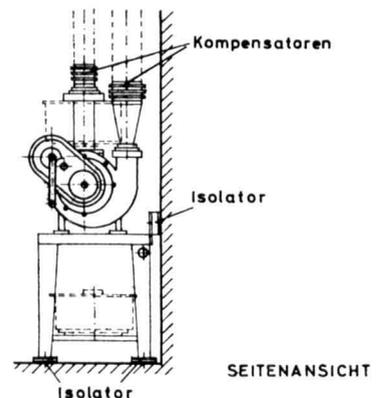
heit darstellt, d. h. ein geeignetes Gehäuse oder einen Rahmen besitzt. In allen anderen Fällen muß eine entsprechende Vorrichtung zusätzlich geschaffen werden. Das wird im allgemeinen bei handelsüblichen Maschinen und Geräten kaum erforderlich sein, da hier in den meisten Fällen Tragkonstruktionen aus Gründen der besseren Lastverteilung bereits zur Normalausführung gehören.

Die Einzelisolierung kann grundsätzlich an jedem Gegenstand oder Gerät vorgenommen werden. Sie ist jedoch besonders dort zur Anwendung geeignet, wo Gegenstände oder Geräte räumlich getrennt voneinander angebracht oder aufgestellt werden. In Hausschutzräumen sind das vor allem die Lüftungsgeräte, da hier wegen des verhältnismäßig geringen Fassungsvermögens lediglich jeweils ein einziges Lüftungsggregat vorhanden ist.

Bild 15
Beispiel einer Einzelisolierung



kombiniertes Normal-
und Schutzbelüftungsgerät
K 7,5/1,5
(SIEHE TAB. 18)



In Bild 15 ist die Einzelisolierung eines Lüftungsggerätes dargestellt. Das dargestellte Gerät entspricht dem für Hausschutzräume gültigen Typ (s. Berechnungsbeispiele in den Abschnitten 1.4.2 und 1.4.3; sowie Kapitel 3, Tabelle 18).

In den Mehrzweckbauten kommen aufgrund des größeren Fassungsvermögens und der wesentlich erweiterten Ausstattung weit mehr Gegenstände für eine Einzelisolierung infrage. Es sind dies z. B. Abwasser-sammelbehälter aus Stahl, Wasserbehälter in Küchen- und Rettungsräumen, Lautsprecher und Fernsprecher sowie Beleuchtungskörper. Andere Geräte in Mehrzweckbauten eignen sich mehr für eine Sammeliso-

lierung (s. Kapitel 4.2.2). Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß nicht nur die Gesichtspunkte der Verteilung der Geräte im Grundriß des Schutzbauwerkes sowie ihre Funktionsweise eine Einzelisolierung erforderlich machen können. Vielmehr spielen hier auch die Forderungen der Isolationstechnik eine Rolle.

Eine Einzelisolierung hat z. B. den Vorteil der individuellen Anpassungsmöglichkeit an die Empfindlichkeitswerte des jeweiligen Gegenstandes. Maschinen, die selbst Schwingungen erzeugen und darum bereits bei normaler Verwendung z. B. im Industriebau isoliert werden (Aktiv-Isolierung) können nur einzeln behandelt werden. Derartige Geräte mit beachtlicher Eigenerrregung sind im Schutzbau selten. Im allgemeinen können dafür nur die Dieselmotoren der Netzersatzanlagen in Mehrzweckbauten in Betracht kommen. Die kleineren Maschinen der Schutzbauausrüstung wie Kreiselpumpen, Radial- und Tangentialventilatoren werden kaum bemerkenswerte Erregerwirkungen zeigen. Demgegenüber liegen die Nachteile einer Einzelisolierung in der kleinen Schwingmasse, was vor allem bei kleinen, empfindlichen Gegenständen oder Geräten von Bedeutung ist. Bei Anregung treten hier höhere Beschleunigungen auf als an einer vergrößerten Masse.

4.2.2 Sammel- oder Gruppenisolierungen

Bei Sammel- oder Gruppenisolierungen sind mehrere Geräte oder Einrichtungen des Schutzbaues zu einer Isolationseinheit mit größerer Masse zusammengefaßt. Sie sind bei den normalen Schutzräumen nur in geringem Maße zu verwirklichen. Geht man z. B. davon aus, daß stehende und gehende Personen keinen besonderen Schutz gegen die Schockwirkungen zu erhalten brauchen und daß Sitze und Liegen Konstruktionen sein können, die keine zusätzlichen Schockisoliationsmaßnahmen erfordern (s. Kap. 2.3.6), dann beschränken sich Sammel- oder Gruppenisolierungen ohnehin auf die Ausstattung und Ausrüstung der Betriebs-, Lager- und Maschinenräume größerer Schutzbauten. Hier muß, außer dem räumlichen Zusammenhang, eine weitgehend gleiche Schockverträglichkeit der gemeinsam isolierten Gegenstände und Geräte gewährleistet sein. In Hauschutzräumen, in denen die gesamte maschinelle Ausrüstung normalerweise aus einem einzigen Lüftungsgerät besteht, entfällt eine derartige Methode von vornherein. Am besten ist eine Sammel- oder Gruppenisolierung bei mehrfach vorhandenen, gleichen Ausstattungs- und Ausrüstungsteilen zu erreichen. Dazu gehören z. B. in Mehrzweckbauten die Lagerbehälter für Wasser, Öl usw. (s. Bild 16), sowie die Schaltschränke und Kästen der elektrischen Anlage. Für Maschinen gleichen Typs und gleicher Größe ist eine gegenseitige Verträglichkeit erst dann vorauszusetzen, wenn sie gleichzeitig betrieben werden. Das trifft normalerweise nur auf die Ventilatoren bzw. Geräte der Lüftungsanlage (Tabelle 20) und evtl. auf die Druckerhöhungspumpen der Wasserversorgungsanlage (Tabelle 21) zu. Bei allen Kombinationen von Gegenständen und Geräten mit unterschiedlicher Empfindlichkeit ist eine gemeinsame Isolierung wesentlich schwieriger zu erreichen. Sie ist ihrerseits auf den niedrigsten zulässigen Bewegungswert auszuliegen. Andererseits können aber zusätzliche Isoliationsmaßnahmen dann notwendig werden, wenn die Gefahr der gegenseitigen unzulässigen Schwingungsanregung bei den einzelnen auf einer Tragkonstruk-

tion befestigten Geräten, besteht. Der Erreger erhält in diesem Fall eine besondere Isolierung, die bereits erwähnte Aktivisolation. Daraus wird ersichtlich, daß echte Vorteile in der Anwendung der Sammel- oder Gruppenisolierung gegenüber der Einzelisolierung nur in den erwähnten Fällen gleicher Gegenstände mit gleichen Schockverträglichkeitswerten vorhanden sind. Aber selbst dort ist zu beachten, daß die Erstellung einer Tragkonstruktion für eine ganze Gerätegruppe häufig einen erheblichen Mehraufwand darstellt.

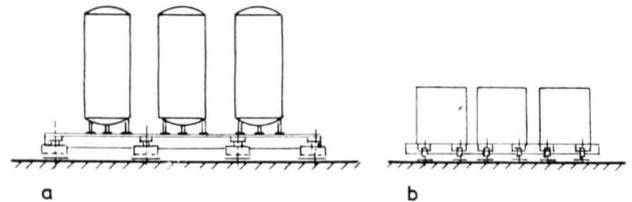
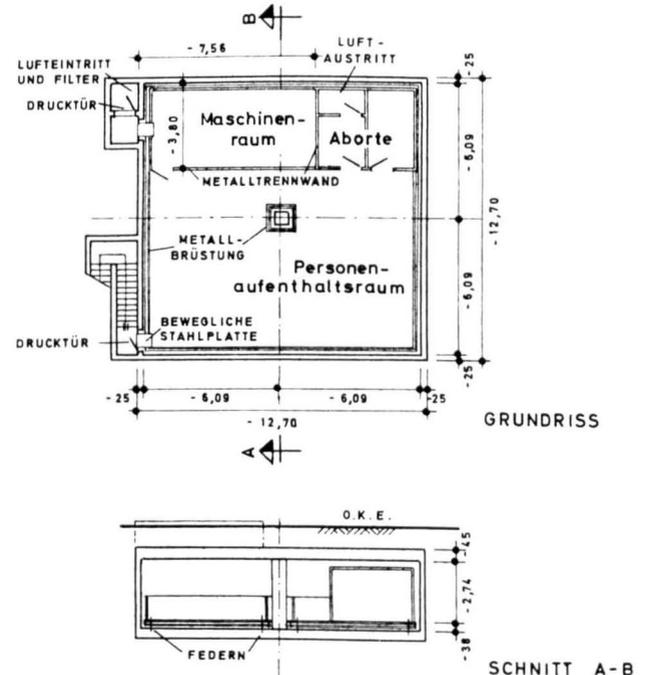


Bild 16
Beispiele für Sammel- oder Gruppenisolierung an Behältern der Wasserversorgungsanlage; a) Wasseraufbereitung und Hydrophoranlage, b) Wasservorratsbehälter.

4.2.3 Isolationsplattformen (Schwingböden):

Der Vollständigkeit halber sei hier auch die Möglichkeit der Bildung noch größerer Isolationseinheiten erwähnt. So sind z. B. Isolationsplattformen in Raumgröße (Schwingböden) bzw. ein- oder mehrstöckige Isolationsplattformen in Schutzraumgröße technisch ebenfalls ausführbar und auch aus Beispielen in der amerikanischen Literatur bekannt geworden (Lit. 6). In Bild 17 ist die Anordnung einer

Bild 17
Beispiel einer einstöckigen Isolationsplattform in Schutzraumgröße (Lit. 6).



FASSUNGSVERÖGEN : 100 Personen
DRUCKRESISTENZ : ca. 1,75 atü (25 psi)

durchgehenden, isolierten Plattform in einem Schutzraum mit 100 Personen Fassungsvermögen schematisch dargestellt. Bei den erwähnten amerikanischen Beispielen werden derartige Isolationsmaßnahmen für Schutzbauten von etwa 1,8 bis 21 atü (25 bis 300 psi) Druckresistenz vorgeschlagen.

Durch die Zusammenfassung des gesamten Schutzbauinhaltes auf einer durchgehenden, isolierten Plattform oder in einem mehrstöckigen Innenbauwerk zu einer einzigen Masseneinheit lassen sich zweifellos günstige Bewegungswerte an der Isolationseinheit erreichen. Andererseits ist aber auch bei einer derartigen Maßnahme eine Isolierung auf den niedrigsten Verträglichkeitswert der Ausrüstung und Ausstattung erforderlich. Die Notwendigkeit zusätzlicher Einrichtungen (Aktiv-Isolierungen) für die bereits erwähnten Fälle kann dabei allerdings nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Außerdem ist zu beachten, daß einerseits eine große und schwere Tragkonstruktion erforderlich ist und andererseits eine Vergrößerung des umbauten Raumes notwendig wird. Beide Maßnahmen führen zu erheblichen zusätzlichen Kosten. Für Bauten des zivilen Bevölkerungsschutzes und den dort in der Regel vorhandenen Druckresistenzen (≤ 3 atü) dürften derartige Maßnahmen daher nicht infrage kommen.

4.3 Bestimmungen der technischen Daten der Isolatoren

4.3.1 Annahmen für die Berechnung

Zu der Untersuchung von Isolierungen verwendet man schematische Ersatzbilder, in denen alle interessierenden Eigenschaften des tatsächlichen mechanischen Gebildes zu erkennen sind. Die Berechnung der in dieser Arbeit behandelten, bereits erwähnten Systeme wird unter Verwendung einiger vereinfachender Annahmen durchgeführt.

Die technischen Daten der Isolatoren werden wesentlich von der Art und Größe der Einwirkung beeinflusst. Folgende Annahmen werden bezüglich dieser Einflußfaktoren getroffen:

a) Art der Einwirkung

Die Beanspruchung eines im Schutzraum befestigten Gegenstandes durch die Wirkungen des Luftstoßes kann ganz allgemein als Bewegung angesprochen werden. Diese Bewegung kann sich im Einzelfall aus zwei Komponenten entsprechend Kapitel 1.2 und 1.3 zusammensetzen.

- An bestimmten Stellen des Bauwerks besteht die Beanspruchung lediglich aus einem einzigen Bewegungsvorgang infolge Bauwerksbewegung (Kapitel 1.2). Die zugehörigen Angaben sind die Maximalwerte der Beschleunigung und der Geschwindigkeit sowie die positive Beschleunigungsdauer.
- An relativbewegten Bauteilen kann dieser Bewegungsvorgang von Schwingungen überlagert werden. Die Relativbewegung (Kapitel 1.3) ist bestimmt durch die Werte der Eigenfrequenz, der maximalen Beschleunigung und der Geschwindigkeit.

Die Belastung des Isolationssystems kann jedoch auch in beiden Fällen eine gleichartige, einmalige Bewegung sein (Lit. 2/II).

Den Überlegungen wird hier die Annahme einer einheitlichen, einmaligen Einwirkung auf das System zugrundegelegt. Der Bewegungsverlauf

wird auch bei Überlagerung mit Relativbewegungen im wesentlichen die Form der reinen Bauwerksbewegung haben. Die Beanspruchung des Isolationssystems kann sowohl in vertikaler, als auch in horizontaler Richtung erfolgen. Die Art des Bewegungsablaufes soll in jeder Richtung gleich sein.

b) Größe der Einwirkung

Die Größe der Beanspruchung ist durch die unter a) bereits erwähnten Maximalwerte gegeben. Für Geräte, die an relativbewegten Bauteilen befestigt werden, ist die entsprechende Größe der Gesamtbewegung anzusetzen. Zahlenwerte sind den Bildern 2 und 3 in Kapitel 1.2 bzw. den Bildern 4 bis 9 in Kapitel 1.3 oder für spezielle Fälle, der Tabelle 2 in Kapitel 1.5 zu entnehmen.

Die Reaktion des Isolationssystems wird durch die Einwirkung und die Art des Systems bestimmt. Die Antwort des Systems auf die Beanspruchung von außen soll hier am einläufigen Schwinger untersucht werden. Dabei wird lediglich die Bewegung in vertikaler Richtung betrachtet (System mit einem Freiheitsgrad). Diese Bewegungsrichtung entspricht sowohl der bereits für die Bauwerksbewegung wegen der zu erwartenden größten Belastung angenommenen, als auch der normalerweise am häufigsten angewendeten Anordnung der Bindungen. Die Beanspruchungs- und Bewegungsmöglichkeiten in den beiden anderen Raumrichtungen und um die drei Raumachsen (System mit sechs Freiheitsgraden) müssen selbstverständlich bei der Durchführung der Isolationsmaßnahme berücksichtigt werden (z. B. durch Anordnung und Verteilung der Isolatoren).

Diese vereinfachte Berechnungsform vernachlässigt die Art der Zusammensetzung der isolierten Massen. Der Gegenstand wird als einteiliger, homogener Körper aufgefaßt. Tatsächlich ist oft eine Mehrteiligkeit des abgefederten Gegenstandes und somit eine vergrößerte Anzahl der Freiheitsgrade vorhanden.

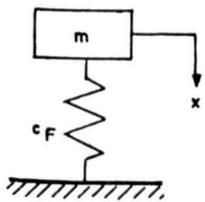
Von der unter einer aufgebrachten Bewegungsbelastung durchgeführten Reaktionsbewegung des Isolationssystems interessieren für den Fall der in Schutzräumen befestigten Gegenstände zunächst nur die Maximalwerte der Beschleunigung und der Relativverschiebung zwischen Gegenstand und Bauwerk. Die maximale Beschleunigung eines Systems ist gleichzeitig die zulässige maximale Beschleunigung des abgefederten Gegenstandes und stellt von daher eine wesentliche Bedingung für die Berechnung der erforderlichen Isolatoren-Kennwerte dar. Diese allgemeinen Voraussetzungen und Vereinfachungen sind zu beachten, wenn in den folgenden Kapiteln auf die mathematischen Zusammenhänge eingegangen wird. Spezielle Einschränkungen sind dort ebenfalls erwähnt.

4.3.2 Systeme mit linearer Feder ohne Dämpfung

In diesem einfachen mechanischen Fall besteht das Isolationssystem lediglich aus den beiden Energiespeichern Masse und Feder. Ihre Kennwerte m (für Masse) und c_F (für Feder) sind zeitunabhängige konstante Werte des Systems.

Wird durch Stoßbelastung eine einmalige Energieabgabe vorgenommen, setzt ein periodischer Energieaustausch zwischen Masse und Feder in freier Schwingung ein. Dieser Eigenschwingungsvorgang wird durch die dem System zugehörigen Werte der

Periodendauer, der Eigenkreisfrequenz bzw. der Eigenfrequenz gekennzeichnet. Sie sind beim vorliegenden linearen Schwinger ausschließlich von den Speicherkennwerten abhängig.



m = Masse des isolierten Gegenstandes

c_F = Federsteife*

Bild 18

System mit linearer Feder ohne Dämpfung.

*) In der Literatur sind für c_F oft auch die Bezeichnungen Federkennwert, Federrate oder auch Federkonstante zu finden, die jedoch nicht so zutreffend sind.

Für den linearen Schwinger ohne Dämpfung gilt die lineare Differentialgleichung

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

Deren allgemeine Lösung lautet

$$x = a_1 \cdot \cos \omega_0 t + b_1 \sin \omega_0 t$$

Bei Einsetzen der für den vorliegenden Fall gültigen Randbedingungen ergibt sich:

$$v_{\max} = \omega_0 \cdot x_{\max}$$

$$b_{\max} = \omega_0^2 \cdot x_{\max}$$

Darin bedeuten:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c_F}{m}}$$

ω_0 = Eigen-Kreisfrequenz

c_F = Federsteife

= statische Last P
Einsenkung bei P

m = Masse des abgefederten Gegenstandes

= Gewicht des Gegenstandes G
Erdbeschleunigung g_E

b_{\max} = maximale Beschleunigung des abgefederten Gegenstandes; im vorliegenden Fall = zul. Beschleunigung des Gegenstandes, der isoliert werden soll (s. Werte in Kap. 2)

x_{\max} = maximale Verschiebung des abgefederten Gegenstandes; im vorliegenden Fall = Δx_2 = Federweg des Isolators infolge der äußeren Schockbeanspruchung

v_{\max} = maximale Geschwindigkeit des abgefederten Gegenstandes; im vorliegenden Fall (vereinfachte Annahme; Erläuterung s. unten) = maximale Geschwindigkeit des Federfußpunktes, also des Befestigungsbauteiles (s. Werte in Kap. 1)

Während die Beziehung zwischen b_{\max} und x_{\max} auch für den vorliegenden Fall exakt Gültigkeit hat, ist das Gleichsetzen der Geschwindigkeit des Gegenstandes (Reaktion) mit derjenigen des Bauteiles (Einwirkung) eine stark vereinfachte Annahme, die auf der sicheren Seite liegt. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Geschwindigkeit des isolierten Gegenstandes letztendlich die Geschwindigkeit des Bauwerkes erreicht. Das ist nicht ganz zutreffend, wie aus der Skizze in Bild 18a hervorgeht. Die Annahme besagt

fernerhin, daß man sich stets im mittleren Bereich ($v = \text{constant}$) des Newmark'schen Schockreaktionsspektrums befindet (Bild 18a).

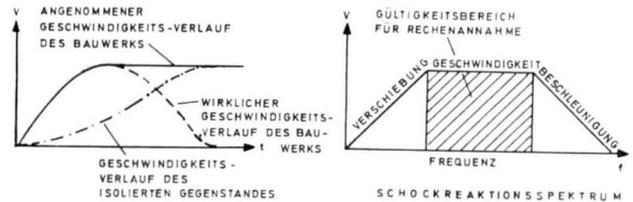


Bild 18a

Schematische Darstellung zur Erläuterung einiger Rechenannahmen.

In einer Studie (Lit. 12) über die Isolierung von Gegenständen in Schutzräumen wurde die obige Annahme für viele Fälle als ausreichend genau festgestellt. Auch in einer anderen genaueren Untersuchung (Lit. 15) konnten mit der Näherung brauchbare Ergebnisse erzielt werden.

Die Verknüpfung der obigen Werte mit der Eigenfrequenz des Systems wird durch folgende Beziehung hergestellt:

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c_F}{m}}$$

Für die eigentliche Berechnung der Schockisolationen kommt man hiermit durch gegenseitiges Einsetzen zu folgenden Endformeln:

$$(7) \quad f_0 \leq \frac{b_{\text{zul}}}{2\pi v_{\max}} \quad [\text{Schw./sec.}]$$

$$(8) \quad \Delta x_2 = \frac{v_{\max}}{2\pi f_0} \quad [\text{m}]$$

$$(9) \quad c_F = 4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot \frac{G}{g_E} \quad [\text{kp/m}]$$

Darin bedeuten:

f_0 = Eigenfrequenz des Systems

b_{zul} = zulässige Beschleunigung des isolierten Gegenstandes (Kap. 2)

v_{\max} = maximale Geschwindigkeit des Befestigungsbauteiles (Kap. 1)

Δx_2 = Federweg des Isolators infolge der äußeren Schockbelastung

c_F = Federsteife

G = auf dem Isolator ruhender Gewichtsanteil des isolierten Gegenstandes

g_E = Erdbeschleunigung = 9,81 m/sec²

Der funktionelle Zusammenhang zwischen f_0 , b_{zul} , v_{\max} und Δx_2 läßt sich auch graphisch darstellen, wie dies z. B. in Bild 19 geschehen ist. Hieraus lassen sich sehr einfach die Ausgangsdaten für die Dimensionierung der Isolatoren ermitteln.

Formeln und Diagramm für das System mit ungedämpften Schwingungen gelten streng genommen nur für rein theoretische Vorgänge. In der Praxis ist ein dauernder Energieaustausch ohne Abminderung nicht zu erreichen, sondern stets eine gewisse Dämpfung bzw. ein Energieverlust vorhanden, der die Schwingungen langsam zum Ausklingen bringt. Die Überlegungen und Berechnungen, die für das ungedämpfte System gelten, können daher exakt nur auf

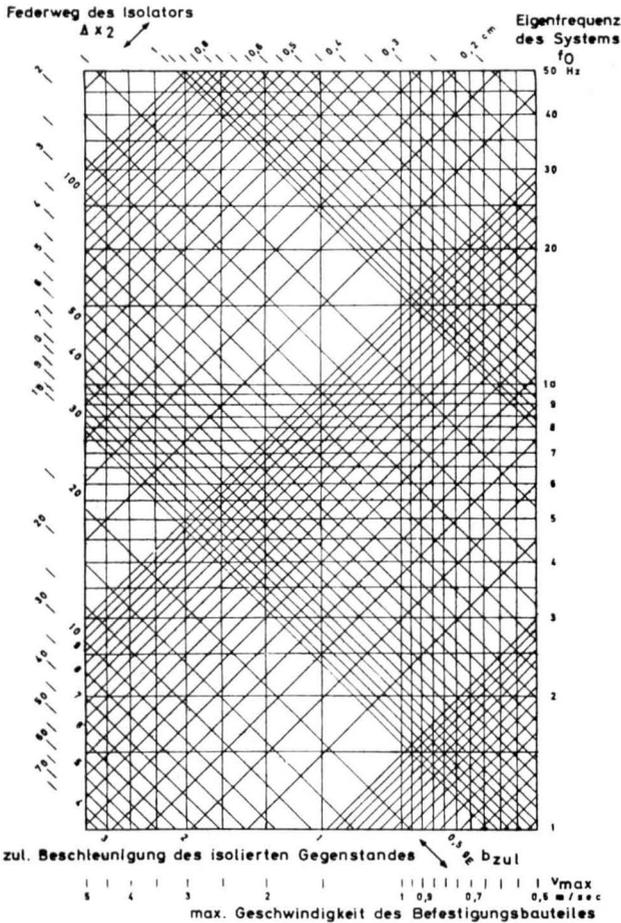


Bild 19 Abhängigkeit von Eigenfrequenz, zulässiger Beschleunigung und Federweg bei äußerer Schockbelastung des Systems mit linearer Feder ohne Dämpfung.

die Fälle angewendet werden, in denen die Trägheitswirkungen der Bindungen tatsächlich zu vernachlässigen sind. Diese Voraussetzung wird im allgemeinen nur bei der zylindrischen Stahlschraubenfeder als erfüllt angesehen. Auf die Verhältnisse bei Gummiisolationen ist im Kapitel 4.3.3 eingegangen.

Zu den technischen Daten, die zur Bestimmung der Isolatoren notwendig sind, gehört auch die statische Einsenkung als Sonderfall im Verhalten eines Systems mit linearer Feder ohne Dämpfung. Besteht die Belastung des Systems lediglich aus der statischen Last, also aus dem Eigengewicht des abgedeferten Gegenstandes, so gilt mit den Beziehungen der Formeln (7) bis (9):

$$(10) \quad c_F = \frac{G}{\Delta x_1} = \frac{\text{stat. Last}}{\text{stat. Einsenkung}}$$

Wenn man mit den angegebenen Formeln die statische Einsenkung ausrechnen will, setzt man anstelle von $b_{zul} = gE$. Damit ergibt sich aus den Formeln (7) und (8):

$$(11) \quad \Delta x_1 = \frac{gE}{4\pi^2 f_0^2} = \left(\frac{\sim 5}{f_0} \right)^2 \quad [\text{cm}]$$

Diese Beziehung zwischen statischer Last, statischer Einsenkung, Federsteife und Frequenz ist in Bild 20 graphisch dargestellt.

Der Eingangswert für Formel und Diagramm ist die gemäß Gleichung (7) ermittelte Frequenz des Systems. Mit ihr und dem Gewicht des zu isolierenden Gegenstandes können alle statischen Federwerte ermittelt werden.

Bei der Benutzung der Tafel ist zu beachten, daß zur Bestimmung der Federsteife eines einzelnen Isolators

$$f_0 = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{c_F}{m}} ; f_0 = \frac{-5}{\sqrt{\Delta x}} ; \Delta x = \frac{P}{c_F}$$

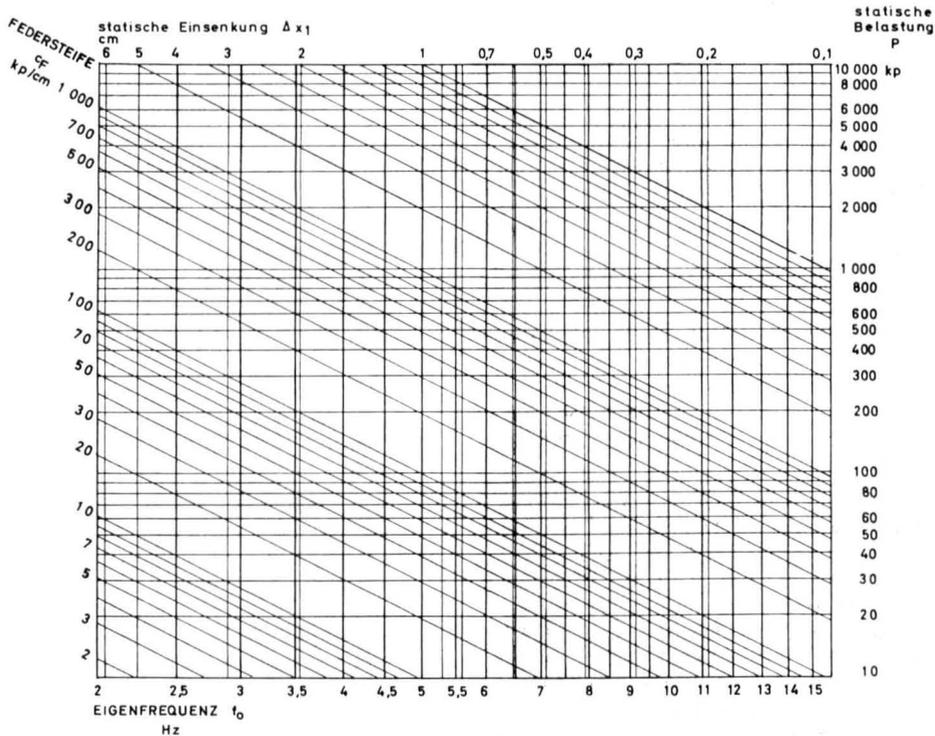


Bild 20 Federsteife, Federweg und Belastung in Abhängigkeit von der Eigenfrequenz.

die anteilige statische Last anzusetzen ist. Geht man mit dem Gesamtgewicht eines Gerätes in das Diagramm, erhält man die Summe der Federsteifen aller an diesem Gegenstand und in dieser Belastungsrichtung wirksamen Isolatoren. Für die statische Einsenkung und die Frequenz ist die Anzahl der geplanten oder verwendeten Isolatoren ohne Bedeutung. Es sei aber nochmals darauf hingewiesen, daß der Anschluß von Rohrleitungen die so ermittelte Frequenz beeinflussen kann.

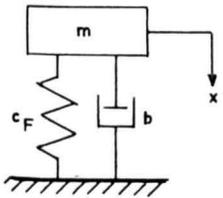
4.3.3 Systeme mit linearer Feder und linearer, geschwindigkeitsproportionaler Dämpfung

Treten zu den unter 4.3.2 genannten Energiespeichern Masse und Feder noch andere Elemente, die den Energieinhalt des Systems vermindern, liegt ein gedämpfter Schwinger vor.

In dem hier gewählten System ist die Dämpfung eine Funktion der Geschwindigkeit. Sie ist linear, d. h. die Dämpfungskennlinie ist eine Gerade, die durch den Nullpunkt geht. Aus der in 4.3.2 gegebenen Differentialgleichung wird jetzt:

$$m \ddot{x} + b \dot{x} + c_F x = 0$$

Zu den bereits bekannten konstanten Speicherkennwerten m (Masse) und c_F (Federsteife) tritt der Dämpfungswiderstand b . Diese drei Größen bestimmen das mechanische Verhalten des Systems.



m = Masse des isolierten Gegenstandes
 c_F = Federsteife
 b = Dämpfungswiderstand

Bild 21 System mit linearer Feder und linearer, geschwindigkeitsproportionaler Dämpfung.

Ein in Bewegung gesetztes System dieser Art führt freie, abklingende Schwingungen aus. Die Amplitudenveränderung wird dabei durch das logarithmische Dekrement Λ , d. h. durch den natürlichen Logarithmus des Verhältnisses zweier Amplituden, zwischen denen eine Schwingungsdauer T_d liegt, gekennzeichnet. Beide Größen sind miteinander in der Form $\Lambda = \delta \cdot T_d$ verbunden. Darin ist δ = Abklingkonstante. Der Quotient aus der Abklingkonstante δ und der Kennkreisfrequenz ω_0 (Eigenkreisfrequenz des Systems ohne Dämpfung) ist der Dämpfungsgrad D , der in der Praxis zur Angabe der Dämpfung benutzt wird. Bei schwacher Dämpfung, wenn $D < 1$ ist, besteht zwischen dem Dämpfungsgrad D und dem Dämpfungswiderstand b folgende Beziehung:

$$(12) \quad D = \frac{b \cdot \omega_0}{2 c_F} = \frac{b}{2 \sqrt{c_F \cdot m}}; \quad D < 1$$

Aus den drei konstanten Größen ergibt sich für die Eigenkreisfrequenz:

$$\omega_d = \omega_0 \cdot \sqrt{1 - D^2} = \sqrt{\frac{c_F}{m}} \cdot \sqrt{1 - D^2}$$

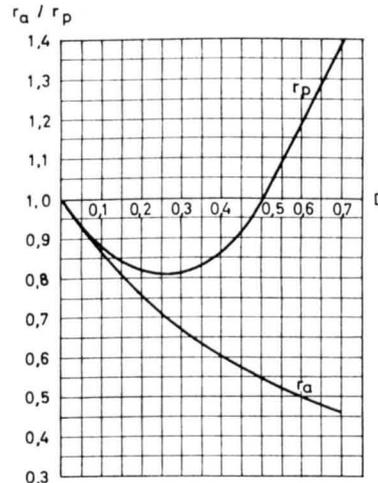
Die Formel für die Eigenf. f_d wird sinngemäß aus $\omega_d = 2\pi f_d$ gebildet.

$$(12a) \quad f_d = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c_F}{m}} \cdot \sqrt{1 - D^2} \cdot \frac{1}{2\pi}$$

Die beiden Gleichungen zeigen deutlich, daß die Eigenkreis- und damit auch die Eigenfrequenzen schwach gedämpfter Systeme stets kleiner sind als die entsprechenden Größen des ungedämpften Systems.

Bei Stoßanregung wird im allgemeinen eine schwache Dämpfung im Bereich $D < 1$ als günstig angesehen. Dadurch wird erreicht, daß die durch den Stoß angeregten Schwingungen schnell abklingen und daß die Bewegungsamplituden und die übertragenen Kräfte abgemindert werden. Die genaue Festlegung eines geeigneten Dämpfungsgrades ist jedoch wesentlich vom Übertragungsverhalten der beiden gemeinsam verwendeten Bindungselemente Feder und Dämpfer abhängig. Während z. B. die Schwingungsamplituden mit der Erhöhung des Dämpfungsgrades ständig absinken, ist die übertragene Kraft bei gedämpften Systemen nur im Bereich $0 < D < 0,5$ kleiner als bei ungedämpften (s. Bild 21a). Hier wird also gleichzeitig mit der Verringerung der Amplituden eine Verbesserung des Isoliergrades erreicht. Die Grenzwerte, wo dies der Fall ist, werden in verschiedenen Quellen unterschiedlich angegeben (z. B. Lit. 11: $D = 0,32$; Lit. 12: $D = 0,447$), was auf unterschiedliche Ausgangsbedingungen zurückzuführen ist.

Als Werkstoff für Bindungen mit schwacher Dämpfung ist vor allem Gummi (Natur- und Synthesegummi) in Gebrauch. Seine Dämpfung beruht auf innerer Reibung bei der Verformung. Sie wird jedoch allgemein rechnerisch als hydraulische, der Verformungsgeschwindigkeit proportionale Dämpfung mit äquivalenter Wirkung behandelt und entspricht damit den hier für die Dämpfung genannten Bedingungen.



Anmerkungen: r_a = Verhältnis der gedämpften zur ungedämpften Amplitude

r_p = Verhältnis der übertragenen Kräfte eines ungedämpften Systems zu der vektoriellen Summe von Feder- und Dämpfungskraft eines gedämpften Systems

D = Dämpfungsgrad

Bild 21a Abhängigkeit zwischen Dämpfungsgrad und den Verhältniswerten der Amplituden und übertragenen Kräfte beim gedämpften und ungedämpften System (nach Lit. 34).

Die Dämpfungsgrade der gebräuchlichen Gummisorten sind sehr klein und reichen von η etwa $D = 0,025$ bis etwa $D = 0,065$. Mit diesen Dämpfungsgraden erhält man als Verhältnis von Eigenfrequenz f_d des gedämpften Schwingers zur Eigenfrequenz f_0 des ungedämpften Werte um etwa 0,999.

Wie aus Bild 21a hervorgeht, sind in diesem Bereich auch die Abweichungen der maximalen Federwege bei gedämpften und ungedämpften Systemen sehr klein (ca. 5 bis 7 %).

Für den Maximalwert der Beschleunigung ist die Dämpfung schließlich ohne Bedeutung. Da dieser zum Zeitpunkt des größten Federweges auftritt und die Geschwindigkeit und damit die Dämpfungswirkung dann Null sind, wird der Maximalwert der Beschleunigung allein durch die Federwirkung verursacht. Die bei Beginn der Bewegung durch die Dämpfung eintretende Beschleunigung ist nur ein Bruchteil (ca. 11 %) der maximalen Beschleunigung.

Aus diesen Gründen kann die Bemessung bzw. Auswahl geeigneter handelsüblicher Gummiisolatoren nach den Gesichtspunkten und Formeln der ungedämpften Isolierung gemäß Kapitel 4.3.2 vorgenommen werden. Die entsprechenden Daten sind dem Bild 19 zu entnehmen. Die vernachlässigte, vorhandene geringe Dämpfung kann wegen der damit verbundenen Verringerung des Federweges als Sicherheit dienen.

Eine derartige Vereinfachung empfiehlt sich jedoch nur für die geringe Dämpfung von Gummiisolatoren. Sollte die Verwendung einer stärkeren Dämpfung, z. B. durch zusätzlich zur Feder angeordnete, besondere Viskositätsdämpfer, als notwendig erachtet werden, ist es zweckmäßig, auch aus Gründen einer optimalen wirtschaftlichen Lösung, eine genaue Berechnung unter Berücksichtigung des erforderlichen Dämpfungsgrades durchzuführen. Derartig aufwendige Lösungen sind jedoch bei Schockisoliationsmaßnahmen in Schutzbauten normalerweise nicht erforderlich.

4.3.4 Systeme mit elastisch-plastischer Lagerung

Die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Systeme sind sowohl bei den „normalen“ Maßnahmen der Schwingungsisolierung mit periodischer Anregung (z. B. bei Maschinenfundamenten usw.) als auch bei stoßartigen Belastungen anwendbar.

Ist demgegenüber – wie z. B. bei einigen Einrichtungen von Schutzraumbauten – ausschließlich mit einer einmaligen Schockbeanspruchung zu rechnen, so können auch elastisch-plastisch verformbare Isolationselemente mit technischem und vor allem wirtschaftlichem Erfolg eingesetzt werden. Bei diesen wird das hohe Energieaufnahmevermögen plastisch verformbarer Materialien ausgenutzt. Aus einem Vergleich der Kraft-Verformungsdiagramme von rein elastischen und elastisch-plastischen Isolationselementen geht dies besonders deutlich hervor (Bild 22). Der Vergleich zeigt, daß die Arbeitsaufnahme (schraffierte Fläche) des ersteren nur etwa halb so groß ist, wie diejenige des letzteren. Außerdem ist der Schwingungsausschlag bei elastisch-plastischen Elementen wesentlich geringer als bei voll elastischen, da er jeweils den Anteil x_{el} ausmacht. Die plastische Einsenkung ist irreversibel.

Bei elastisch-plastischen Isolationssystemen werden Größe und Art der Verformung unter einer bestimm-

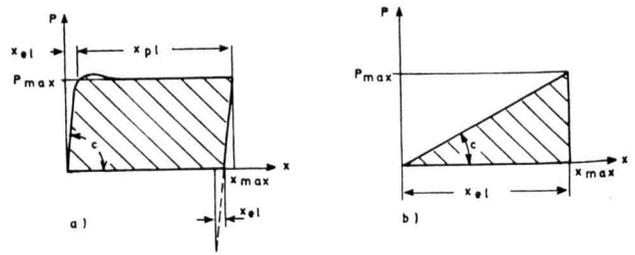


Bild 22 Last-Verformungsdiagramme von elastisch-plastischen (a) und rein elastischen (b) Isolierelementen (Lit. 34).

ten Last entscheidend durch Abmessungen, Materialgüte und Formgebung des Isolators beeinflusst. Hierdurch ist auch die Möglichkeit gegeben, sich weitgehend örtlichen Verhältnissen anzupassen. Zur Anwendung kommen in der Regel Konstruktionen aus Bandstahl, Rund- oder Flachdraht.

Die Bemessung der Isolatoren muß so erfolgen, daß einerseits unter Schockwirkung eine plastische Verformung erfolgt, andererseits aber die Traglast F_s des jeweiligen Elementes im Ruhezustand nicht überschritten wird. Bei der Aufstellung der Geräte ist außerdem die Krafteinwirkung durch das Gewicht des abzufedernden Objektes zu berücksichtigen. Allgemein lautet demnach die Beziehung (Gültigkeitsbedingungen wie in Kapitel 4.3.2)

$$(13) \quad F_s = m (b_s \pm f_{GE})$$

Dabei sind

- F_s = Traglast des Isolationselementes
- m = auf dem Isolator ruhender Massenanteil des abzufedernden Gegenstandes
- b_s = Beschleunigung des abzufedernden Gegenstandes (hier: zulässige Maximalbeschleunigung)
- f_{GE} = Erdbeschleunigung = 9,81 m/sec²

Das Vorzeichen in der Formel hängt von der Richtung der Bauteilbeschleunigung ab. Bei Abwärtsbewegungen (in Richtung von f_{GE}) ist es positiv, bei Aufwärtsbewegungen (entgegengesetzt zu f_{GE}) hingegen negativ, und zwar unabhängig davon, ob der Einrichtungsgegenstand an der Decke, der Sohle oder der Wand befestigt ist. Treten demgegenüber horizontale Schockbeanspruchungen auf, so entfällt der zweite Teil der Gleichung und es gilt die Beziehung

$$(14) \quad F_s = m \cdot b_s$$

Die Verschiebungswerte liegen beim elastisch-plastischen System zwischen denjenigen für ein voll-elastisches und ein starr-elastisches System. Für die beiden Extremwerte gelten – bei gleichzeitiger Umrechnung auf dimensionslose Kennzahlen – die Beziehungen:

$$(15) \quad \text{elastisches System: } \frac{\Delta x}{v_{\max} \cdot t_d} = \frac{1}{2 \pi f_0 \cdot t_d}$$

$$(16) \quad \text{starr-plastisches System (} f \rightarrow \infty \text{): } \frac{\Delta x}{v_{\max} \cdot t_d} = \frac{0,5}{1 + \frac{b_s t_d}{v_{\max}}}$$

- t_d = Dauer des gesamten Bewegungsvorganges
- ~ 2 sec bei 1-atü-Schutzbauten
- ~ 1 sec bei 3-atü-Schutzbauten
- ~ 0,5 sec bei 9-atü-Schutzbauten

Für zwischen diesen Extremen liegende Werte hat Meier-Dörnberg (TH Darmstadt - Lit. 2/III) auf dem Analogrechner Ermittlungen durchgeführt. Das Ergebnis ist in Bild 23 unter Benutzung der dimensionslosen Kennzahlen aufgetragen. Es zeigt den Zusammenhang zwischen Verschiebung, Beschleunigung und Frequenz des isolierten Gegenstandes. Zu beachten ist, daß das Diagramm nur für den in der Anmerkung dargestellten Verlauf der Federfußpunktbewegung Gültigkeit besitzt. Man kann jedoch mit dieser Darstellung die Berechnung der elastisch-plastischen Isolatoren durchführen. Dabei sollte die elastisch-plastische Lagerung so ausgelegt werden, daß folgende Bedingungen erfüllt sind (Lit. 2/III):

a) Eigenfrequenz des isolierten Gegenstandes

$$f_0 < 10 \text{ bis } 12 \text{ Hz}$$

b) Fließgrenze des Isolators in vertikaler Richtung:

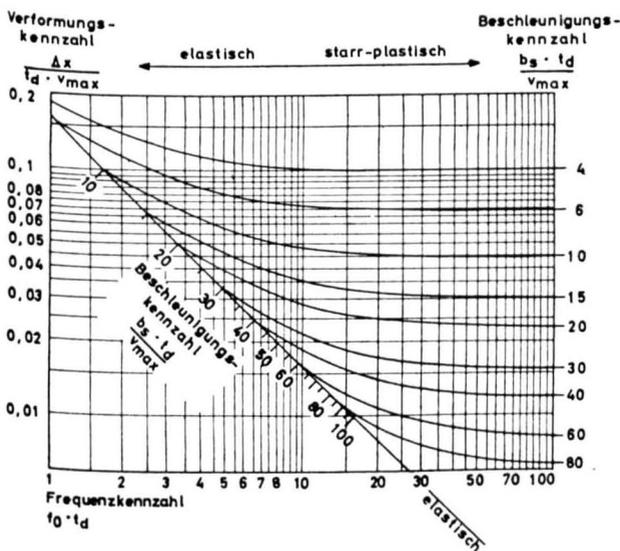
$$2 \text{ m g}_E \leq F_s \leq 3 \text{ m g}_E$$

c) Fließgrenze des Isolators in horizontaler Richtung:

$$1 \text{ m g}_E \leq F_s \leq 3 \text{ m g}_E$$

d) elastischer Verformungsbereich des Isolators:

$$0,2 \text{ cm} < \frac{F_s}{c_F} < 0,5 \text{ cm}$$



1. Berechnungsformeln

a) Elastisches System

$$\frac{b_s \cdot t_d}{v_{\max}} = 2\pi \cdot f_0 \cdot t_d ; \quad \frac{\Delta x}{v_{\max} \cdot t_d} = \frac{1}{2\pi \cdot f_0 \cdot t_d}$$

b) Starr-plastisches System

$$\frac{\Delta x}{v_{\max} \cdot t_d} = \frac{0,5}{1 + \frac{b_s \cdot t_d}{v_{\max}}}$$

2. Gültigkeitsbedingung

Verlauf der Federfußpunktbewegung:



Bild 23
Abhängigkeit zwischen Verschiebung, Beschleunigung und Frequenz bei elastisch-plastischen Isolationssystemen (nach Lit. 2/III).

4.4 Auswahl einiger geeigneter Isolatortypen

4.4.1 Allgemeine Grundsätze

Aufgrund der gemäß Kapitel 4.3 durchgeführten Berechnungen müssen die geeigneten Isolatoren für die jeweiligen Ausrüstungsgegenstände der Schutzräume ausgewählt werden. Es sei vorweg vermerkt, daß hierzu in erster Linie eine umfassende praktische Erfahrung gehört. Wie in den folgenden Kapiteln noch näher erläutert wird, können nämlich die beiden für Isolatoren infrage kommenden Werkstoffe Stahl und Gummi in ihren Eigenschaften sehr vielfältig variiert werden. Diese Faktoren sind nur in begrenztem Umfang rechnerisch zu erfassen. Viele Kennwerte und Eigenschaften der einzelnen Isolatoren bauen daher auf Versuchsergebnissen oder den Erkenntnissen beim praktischen Einsatz auf. Diese sind nur den Spezialisten bzw. den Herstellerfirmen bekannt. Sie sollten deshalb in jedem Fall bei einer praktischen Ausführung beratend hinzugezogen werden. Je exakter jedoch vom Bauherrn oder vom Planenden die Ausgangsdaten und die Umweltbedingungen bekanntgegeben werden (s. vorherige Kapitel), desto besser ist auch die Isolation auf den Einzelfall abzustimmen.

Es ist darüber hinaus nicht möglich, an dieser Stelle alle auf dem Markt befindlichen Isolatoren mit ihren technischen Kennwerten zusammenzustellen. Dazu sind die Formen zu vielfältig. In den einzelnen Firmenkatalogen sind hierzu umfassende Ausführungen enthalten. Es kann daher hier nur eine gewisse Auswahl vorgenommen werden. Der Hauptsinn dieses Kapitels besteht darin, den Bauherren und Planenden zu zeigen, welche grundsätzlichen Möglichkeiten bei der Auswahl der Isolatortypen bestehen und welche Prinzipien beim Einsatz beachtet werden müssen. In den Darstellungen und Tabellen angegebene Firmen stellen daher keine Empfehlung dar. Es gibt auch andere Unternehmen, die gleiche oder ähnliche Isolatortypen herstellen.

Unter dieser Präambel müssen die folgenden Ausführungen gesehen werden. In jedem Fall sollten bei der Auswahl der in Schutzräumen zur Anwendung kommenden Isolatoren einige allgemeine Grundsätze beachtet werden, die sich wie folgt zusammenfassen lassen:

- Wird eine Isolierung an Gegenständen vorgenommen, die im normalen Betrieb Schwingungen erzeugen (Kompressoren, Ventilatoren, Motoren usw.), so muß der Isolator so ausgeführt sein, daß er einerseits eine gute Aktiv-Schwingungsabschirmung gegen von der Maschine ausgehende Erregungen gewährleistet und andererseits eine ausreichende Passiv-Isolierung gegen die Schockbewegungen des Befestigungsbauteiles darstellt. Dabei ist zu beachten, daß wegen der ersten Forderung die Steifigkeiten der Feder nicht willkürlich hoch gelegt werden können, da dann bei den gegebenen Erregerfrequenzen der Maschine kein genügend großer Schwingungsisolierungswirkungsgrad erzielt wird.
- Bei vielen Maschinen liegt der Schwerpunkt nicht im geometrischen Mittelpunkt. Um eine gleichmäßige Einfederung aller Isolatoren zu erreichen, muß angestrebt werden, deren Anordnung so vorzunehmen, daß sie die gleiche spezifische Belastung erhalten. Außerdem sollte die Verteilung der Isolationselemente so erfolgen, daß die Biege-

und Verwindungsbeanspruchungen des Maschinenrahmens möglichst klein sind. Im Einzelfall lassen sich die Daten aus den Gleichgewichtsbedingungen bestimmen:

a) Summe aller Kräfte = 0

$$\rightarrow G = F_1 + F_2 + \dots + F_n$$

Wenn alle Federkräfte gleich sein sollen:

$$F = \frac{G}{n}$$

Darin bedeuten:

G = Gewicht des zu isolierenden Gegenstandes

F = Federkraft

n = Anzahl der Federn

b) Summe aller Momente um den Schwerpunkt = 0

Daraus lassen sich die Abstände $x_1, x_2 \dots x_n$ der Isolatoren vom Schwerpunkt des Aggregates bestimmen.

Wenn diese Forderungen nicht oder nur sehr schwer zu erfüllen sind, kann man auch mit Federn verschiedener Steife arbeiten, die dann aber wiederum so ausgeführt und angeordnet werden müssen, daß der isolierte Gegenstand bei einer Beanspruchung gleichartige Bewegungen durchführt.

- Die in Schutzräumen zum Einsatz kommenden Isolatoren müssen Bewegungen in allen Richtungen durchführen können, da auch die Schockbelastung in dieser Form auftreten kann. Anzustreben ist sogar, daß die Schockaufnahme möglichst in allen Richtungen gleich ist. Dies wird bei vielen Isolatortypen nicht ohne weiteres zu erreichen sein. In solchen Fällen ist in der Ebene senkrecht zur Federachse entweder ein zweiter Isolator oder ein dämpfender Anschlagbegrenzer (z. B. Gummipuffer) vorzusehen.
- In Schutzräumen sind nur solche Isolatoren anwendbar, die mit dem zu isolierenden Gegenstand und dem Schutzbauteil fest verbunden werden können. Bei Nichtbeachtung dieser Vorschrift besteht die Gefahr, daß z. B. gegen die Sohle isolierte Aggregate bei Schutzraumbewegungen $> 1 g_e$ von oben nach unten vom Isolator abheben und dabei beschädigt oder zerstört werden. Die Befestigung ist dabei unter Berücksichtigung der Beschleunigungskräfte durchzuführen.
- Der zweckmäßige Einsatz der einzelnen Federarten ist auf den jeweiligen Fall abzustimmen. Übersichtlich kann etwa folgende Aussage gelten:
 - a) Stahlfederisolatoren eignen sich besonders für große Belastungen, große Federwege und niedrige Eigenfrequenzen (etwa 1 bis 6 Hz).
 - b) Gummiisolatoren sind zweckmäßig einsetzbar, wo die statischen Federwege in Richtung der Federachse eine bestimmte Größe (ca. max. 10 bis 15 mm) nicht überschreiten und die Eigenfrequenzen etwa zwischen 5 und 25 Hz liegen (in Schutzräumen sollten nach den Richtlinien des BMWo 15 Hz nicht überschritten werden).

c) Elastisch-plastische Isolatoren sind dort sinnvoll, wo ausschließlich eine Sicherung gegen einmalige Schockbelastungen vorgesehen werden muß, während im Normalbetrieb für den Gegenstand eine starre Befestigung vorteilhaft ist (z. B. Waschbecken, Toiletten, Sitze, Liegen usw.). Im Gegensatz zu Stahlfeder- und Gummiisolatoren eignen sie sich jedoch wegen mangelnder Dauerfestigkeit und zu kleinem elastischen Bereich in der Regel nicht als Aktivisolierungen (z. B. gegen Maschinenschwingungen).

Darüber hinaus können sich Kombinationen zwischen den einzelnen Isolatortypen in vielen Fällen als zweckmäßig erweisen. Der eine Teil (z. B. Stahlfedern oder Gummielemente) dient dabei als Stoßisolierung, der andere meist als Dämpfer (Gummipuffer oder elastisch-plastische Bauteile). Derartige Lösungen sind besonders dann empfehlenswert, wenn bei Anwendung eines Isolatortyps extrem hohe Federwege zu erwarten sind und von diesem nicht mehr aufgenommen werden können. Dies trifft für die Schockisolation in Schutzräumen, besonders bei hohen Druckresistenzen, sehr oft zu.

Im folgenden werden einige handelsübliche Werkstoffe und Konstruktionsformen für Isolatoren unter besonderer Berücksichtigung der in Schutzräumen gültigen Besonderheiten behandelt. Natürlich sind in speziellen Einzelfällen immer auch Sonderlösungen möglich, auf die jedoch an dieser Stelle nicht allgemeingültig eingegangen werden kann.

4.4.2 Stahlfederisolatoren

4.4.2.1 Federwerkstoffe und Federarten

Stahl eignet sich wegen seiner hohen Festigkeiten und seinem elastischen Verhalten gut als Federmaterial. Darauf ist es zurückzuführen, daß Stahlfedern in verschiedenen Formen auf vielen technischen Gebieten – insbesondere dem Maschinen- und Fahrzeugbau – als elastische Verbindungen gebräuchlich sind.

Maßgebende Eigenschaften, die Stähle für Federn verwendbar machen, lassen sich durch chemische Zusammensetzung, Verarbeitung und Wärmebehandlung erheblich beeinflussen. So kann die Belastbarkeit einer Feder, die außer von der erreichbaren Zugfestigkeit auch von der Elastizitätsgrenze* des verwendeten Stahls bestimmt ist, durch Verschiebung dieser Festigkeitswerte weitgehend verändert werden. Demgegenüber wirkt sich eine Variation von chemischer Zusammensetzung und Wärmebehandlung des Stahls auf die elastische Formänderung einer Feder, die von dem Elastizitäts- und Schubmodul (Gleitmodul G) abhängt, nur wenig aus. Der Elastizitätsmodul beträgt bei allen Stahlsorten (Ausnahme: DIN 17 224) 21000 kp/mm², der Schubmodul 8000 kp/mm². Diese Werte können allerdings durch starke Kaltverformung geringfügig beeinflusst werden. Für kaltgezogene Stähle nach DIN 17 223 kann in der Berechnung ein Elastizitätsmodul von 21000 kp/mm² und ein Schubmodul von 8300 kp/mm² zugrunde gelegt werden.

*) In der Praxis benutzt man oft unter Einhaltung eines ausreichenden Sicherheitswertes auch die Streckgrenze.

Unter Nichtberücksichtigung der chemischen Zusammensetzung kann allgemein gesagt werden, daß Federstähle ihre erforderlichen hohen Festigkeiten (Federhärte) durch Kaltverformen (Ziehen oder Walzen) oder durch Vergüten (d. h. Härten und Anlassen), das auch nach der Federformung erfolgen kann, erhalten. Zusätzliche Oberflächenbehandlungen (wie Blasen mit Stahlsand, Schleifen und Polieren) sind vor allem bei Stählen, die für dauerbeanspruchte Schwingfedern verwandt werden sollen, zur Erzielung besserer Dauerfestigkeitswerte zu empfehlen.

Aus diesen Variationsmöglichkeiten zur Erreichung der erforderlichen Federeigenschaften ergibt sich eine Vielzahl von Federstählen, die noch erhöht wird durch Stähle, an die besondere Anforderungen, z. B. in Bezug auf Korrosionsbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit und Verhalten gegenüber den unterschiedlichen Arten mechanischer Beanspruchung gestellt werden. Einige der üblichen Federwerkstoffe sind neben den wohl am häufigsten verwandten härtbaren Kohlenstoffstählen Chrom-Silizium-, Silizium-Mangan-, Chrom-Vanadium-Stähle und nicht rostende Stähle. Angaben über chemische Zusammensetzung, Verarbeitung und Wärmebehandlung usw. enthalten die Gütenormen für Federstähle DIN 17 221 bis 17 225 (Vornormen).

Nach der überwiegenden Beanspruchungsart des Werkstoffes einer Feder bestimmter Form kann man im wesentlichen zwischen zwei Gruppen unterscheiden: den Biege- und den Drehungsfedern. Unter den Biegefedern ist vor allem die Blattfeder zu erwähnen, die auch im Bauwesen in verschiedenen Formen im Gebrauch ist. In einfachen Konstruktionen dient sie als federnde Aufhängung bzw. federndes Auflager für Rohre und andere Bauteile (s. Bild 24). Die Anwendung der Blattfeder in der Schwingungs-Isolation wird durch die Richtungsgebundenheit ihrer Federwirkung jedoch eingeschränkt. Im Maschinenbau finden einfache ein- und zweiarmige Blattfedern als Andrückfedern (Klinken in Gesperren) und im Elektrobau als Kontaktfedern Verwendung. Die geschichtete Blattfeder ist im Fahrzeugbau von Bedeutung. Für die Abfederung von Maschinen und Fundamenten können auch Tellerfedern (kegelförmige Ringschei-

ben in Säulen geschichtet) infrage kommen. Sie sind jedoch nur dort sinnvoll anzuwenden, wo bei großen Kräften nur eine sehr geringe Durchfederung erreicht zu werden braucht. Andere Biegefedern sind z. B. die ebene Spiralfeder und die auf Biegung beanspruchte zylindrische Schraubenfeder (Schenkelfeder, DIN 2088). Ihr Anwendungsbereich liegt im Maschinenbau als Trieb-, Regler-(Unruh-) Feder von Federwerken, Rückstellfedern von Hebeln und Ventilen, sowie als Scharnierfedern und dergleichen.

In die Gruppe der Drehungsfedern gehören Drehstabfedern nach DIN 2091 (Schwingachsen, elastische Wellenkupplungen), Kegelstumpffedern (Ventile, Puffer) und die zylindrischen Schraubenfedern nach DIN 2075 bis 2077, 2089, 2090. Letztere kommen in allen technischen Bereichen am häufigsten vor. Auch dort, wo bei der Schwingungs-Isolation in Schutzräumen Stahlfedern verwandt werden, handelt es sich in fast allen Fällen um diese Federart. Sie besteht aus einem zylindrischen Federkörper aus schraubenförmig mit gleichmäßiger Steigung gewundenem Stahldraht oder Stabstahl.

Durch das große Variationsvermögen, einerseits in der Auswahl des Federstahls und seiner Behandlung, des Federdurchmessers und der Federlänge und andererseits in der Wahl von Stabdurchmessern und Ganghöhe ist eine gute Anpassung an örtliche Gegebenheiten und eine weitgehende Differenzierung gegenüber gegebenen Belastungen, zulässiger Federeinsenkung und Federsteife möglich. So können z. B. zylindrische Schraubenfedern entsprechend der Belastung als Druck-, Zug- oder Drehfedern (Schenkelfedern) eingesetzt werden. Allerdings müssen die Krafteinleitungspunkte hierauf abgestimmt werden. Bei der Druckfeder wird z. B. zur Vermeidung einseitiger Belastungen die Steigung des Federstabes an den Federenden vermindert, um parallele, senkrecht zur Federachse stehende Auflagerflächen zu schaffen. Die Endpunkte der auslaufenden Windungen werden außerdem um 180° gegeneinander versetzt. Darüber hinaus können die Federenden angeschliffen werden. In den meisten Fällen, insbesondere aber bei der Ausbildung von Schwingungs-Isolationselementen erhalten die Federn eine tellerartige Federfußfassung.

Bei der Ausbildung als Zugfedern übernehmen angeformte Ösen unterschiedlicher Form für kleine oder mittlere Zugkräfte die Krafteinleitung, während eingeschraubte Flachösen, Haken und Ösen in eingewickelten Federenden oder sogar eingeschraubte Gewindestücke mit Haken und Ösen für große Zugkräfte zur Anwendung kommen. Häufig werden Zugfedern mit Vorspannung hergestellt. Bei der Schwingungs-Isolation vermeidet man nach Möglichkeit Zugfedern, da eine eventuelle Überbelastung zur Zerstörung der Feder führen kann, was ein Abreißen des isolierten Gegenstandes zur Folge hat. Es ist deshalb besser, Aufhängevorrichtungen so zu gestalten, daß die Federelemente auf Druck beansprucht werden. Hierbei kann durch entsprechende Vorkehrung, z. B. Anschläge, die Überbeanspruchung der Feder ausgeschaltet werden. Die Kraftübertragung übernimmt dann ein anderer Teil der Federelemente, wobei jedoch in diesem Bereich die isolierende Wirkung ausgeschaltet ist.

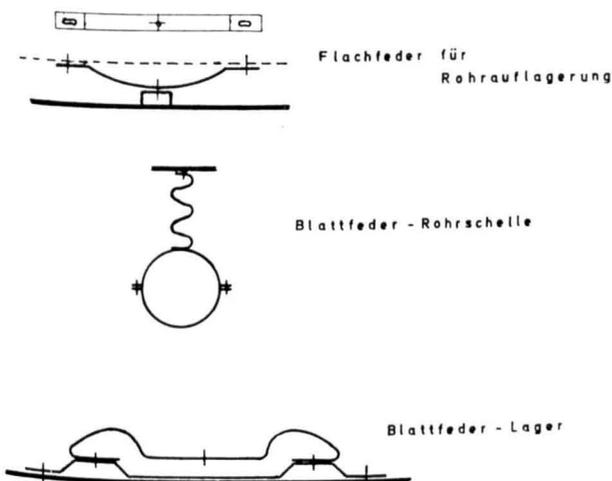


Bild 24
Blattfedern als Beispiele für die federnde Lagerung von Rohren.

Die weiteren Betrachtungen erstrecken sich in der Hauptsache auf die zylindrische Schraubenfeder in ihrer Anwendung als Druckfeder, wie sie als elastischer Bestandteil der Isolationselemente zum Abfedern von Maschinen und Geräten benutzt wird. Da der Kreisquerschnitt aufgrund gleichmäßiger Spannungsverteilung innerhalb des Querschnittes gegenüber Rechteckquerschnitten eine wesentlich bessere Ausnutzung bietet, werden zylindrische Schraubenfedern für Isolationszwecke fast ausschließlich aus runden Stäben oder Drähten hergestellt. Ein weiterer Grund hierfür ist die größere Wirtschaftlichkeit in der Fertigung.

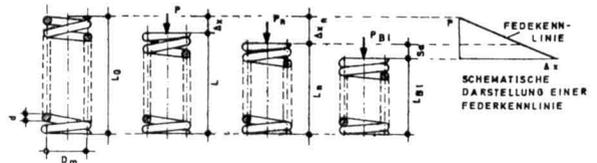
4.4.2.2 Grundsätzliche Merkmale im Formänderungsverhalten der zylindrischen Schraubenfeder

Das Formänderungsverhalten der zylindrischen Schraubenfeder unter Belastung wird in seinem elastischen Bereich durch eine gerade Kennlinie wiedergegeben, d. h. die Federsteife $c_F = P/\Delta x$ (P = Belastung, Δx = Federweg) ist konstant (Federkonstante). Belastet man die Feder so stark, daß alle Windungen vollständig aufeinanderliegen, ist die Grenze ihres elastischen Verhaltens erreicht. Die Federlänge bezeichnet man in diesem Zustand mit Blockhöhe L_{Bl} . Dieser Wert ist für die verschiedenen Federstahlarten festgelegt (siehe Bild 25). Jede darüber hinausgehende Verformung ist eine plastische, bleibende Verformung, bei der die Federwirkung aufhört. Infolge relativ geringer Maßabweichungen bei der Fertigung kann es jedoch vorkommen, daß sich nicht alle Windungen gleichmäßig und gleichzeitig aufeinanderlegen. Die Blockhöhe würde dann nur bei teilweiser plastischer Verformung und somit teilweisem Verlust der Federwirkung erreicht. Um das auszuschalten, wurde die Summe (S_a) der zulässigen Mindestabstände der einzelnen federnden Windungen festgelegt (s. Bild 25).

Die wichtigsten Grundformeln und Bezeichnungen zur Berechnung der zylindrischen Schraubenfedern sind in Tabelle 23 zusammengestellt. Daraus geht hervor, durch welche Faktoren sich die einzelnen Größen beeinflussen lassen. Besonders wird die ausschlaggebende Bedeutung des Wickelverhältnisses auf Federweg und Belastbarkeit deutlich (Zeile 6). Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß sich das Wickelverhältnis aus Gründen der Fertigung, der Eigenstabilität und der Festigkeit in bestimmten Grenzen bewegen muß (ungefährer Bereich $4 \leq w \leq 25$; kleine Werte = harte Federn). Das gleiche gilt für die zulässigen Schubspannungen (Maximalwerte s. Bild 26). Durch einen Beiwert k (Bild 25) kann man die Federstabkrümmung berücksichtigen.

Genau wie bei geraden Stäben besteht bei druckbelasteten zylindrischen Schraubenfedern die Gefahr seitlichen Ausknickens. Steigt die Druckbelastung auf eine bestimmte Größe (Knicklast), die von den Abmessungen der Feder (Federlänge, Federdurchmesser, Anzahl der federnden Windungen, Stab- bzw. Drahtquerschnitt) und von den Lagerungen ihrer Enden abhängt, an, krümmt sich die ursprünglich gerade Federachse. Es tritt dann Ausknicken und Zerstörung der Feder ein. Zylindrische Schraubenfedern mit axialer Druckbelastung müssen daher auf ihre Knicksicherheit untersucht

1. Einsenkung der Feder unter Last



2. Werte für L_{Bl} und S_a

ZYLINDRISCHE SCHRAUBENFEDERN AUS RUNDRAHT, KALTGEFORMT NACH DIN 2089	BEI ANGELEGTEN UND GESCHLIFFENEN ENDWINDUNGEN	$L_{Bl} \sqrt{l_g \cdot d}$ [mm]
	BEI ANGELEGTEN ENDWINDUNGEN	$L_{Bl} \sqrt{(l_g + 1,5) \cdot d}$ [mm]
	FÜR $d > 2,5$ mm	$S_a = 1 + 3e \cdot d^2 \cdot l_f$ [mm] (s. NACH TAB. 1 DIN 2089)
ZYLINDRISCHE SCHRAUBENFEDERN AUS RUNDGEWALZTEN STÄBEN, WARMGEFORMT NACH DIN 2089	BEI AUS DEM VOLLEN GESCHLIFFENEN ENDEN	$L_{Bl} \sqrt{(l_g - 0,4) \cdot d}$ [mm]
	BEI AUSGESCHMIEDTEN UND GESCHLIFFENEN ENDEN	$L_{Bl} \sqrt{(l_g - 0,3) \cdot d}$ [mm]
	FÜR ALLE d -WERTE	$S_a \approx 0,17 \cdot d \cdot l_f$ [mm]

3. Beiwert k in Abhängigkeit vom Wickelverhältnis w nach DIN 2089

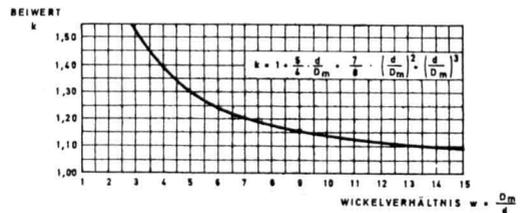
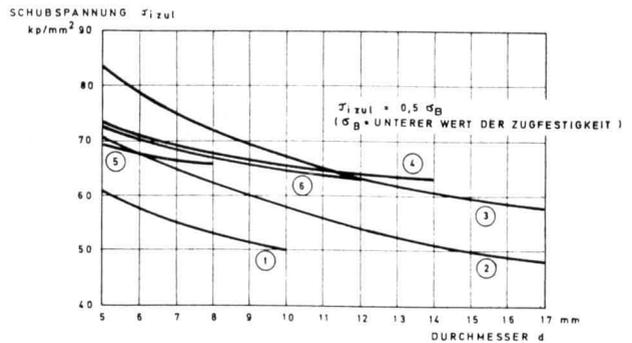


Bild 25 Erläuterungen zu den Formeln nach Tabelle 24.



- ① KLASSE A
 - ② KLASSE B
 - ③ KLASSE C
 - ④ FEDERDRAHT, VERGÜTET
 - ⑤ VENTILFEDERDRAHT, VERGÜTET
 - ⑥ FEDERSTAHLDRAHT, NICHTROSTEND, KALTGEZOGEN
- } NACH DIN 17 223, BL. 2 (ENTW.)

Bild 26 Zulässige Schubspannungen τ_{zul} für zylindrische Schraubenfedern (Druckfedern), kaltgeformt, nach DIN 2089.

Tabelle 23:

Wichtige Grundformeln und Bezeichnungen bei zylindrischen Schraubenfedern

Zeile	Bezeichnung	Berechnungsformel	Bedeutung der Symbole
1	Wickelverhältnis	$w = \frac{D_m}{d}$	D_m = mittlerer Windungsdurchmesser (mm)
2	Beiwert zur Berücksichtigung der Federstabkrümmung	$k = 1 + \frac{5}{4} \cdot \frac{d}{D_m} + \frac{7}{8} \left(\frac{d}{D_m} \right)^2 + \left(\frac{d}{D_m} \right)^3$	d = Federstabdurchmesser (mm) P = lotrechte Belastung der Feder (kp) k = vom Wickelverhältnis abhängiger Beiwert (Beispiele s. Bild 25)
3	ideelle Schubspannung	$\tau_i = \frac{8 \cdot P \cdot D_m}{\pi \cdot d^3} \leq \text{zul } \tau_i$	P_n = maximale lotrechte Belastung, der Federlänge L_n zugeordnet (s. Bild 25) G = Schubmodul
4	Schubspannung bei Berücksichtigung der Federstabkrümmung	$\tau_k = k \cdot \tau_i$ [kp/mm ²]	= 8300 kp/mm ² für kaltgeformte Stähle (DIN 17223) = 8000 kp/mm ² für warmgeformte Stähle (DIN 17221)
5	Maximale Federbelastung	$P_n = \frac{\tau_k \cdot \pi \cdot d^3}{k \cdot 8 \cdot D_m}$ [kp]	i_f = Anzahl der federnden Windungen zul τ_i = zul. ideelle Schubspannungen (s. Bild 26)
6	Federungsgleichung	$\Delta x = \frac{8}{G} \cdot \frac{i_f \cdot D_m^3 \cdot P}{d^4}$ [mm]	Δx = Federweg unter der Last P (mm)

werden. Das kann nach folgender Formel (Lit. 32) erfolgen:

$$\frac{P_k}{P} = 1,296 \left[\frac{L_0}{\Delta x} - 1 \right]^2 + \frac{4,29 \cdot D_m}{\Delta x} - \frac{L_0}{\Delta x} - 1 = 1$$

P_k = Knicklast
 P = lotrechte Last
 L_0 = freie Höhe der Feder
 Δx = lotrechter Federweg unt. lotrechter Last P
 D_m = mittlerer Windungsdurchmesser

Die Beziehung zwischen P und Δx ist für eine bestimmte Feder durch die Federungsgleichung (Tabelle 23, Zeile 6) gegeben. Das Ausmaß des Einflusses der Federendenlagerung geht aus einer anderen Arbeit (Lit. 30) hervor. Danach sind Federn mit beidseitig fest eingespannten Enden bei einem Schlankheitsgrad von $L_0/D_m < 5,24$ knicksicher, Federn ohne feste Einspannung der Federenden jedoch erst bei einem Schlankheitsgrad von $L_0/D_m < 2,62$. Dabei wird davon ausgegangen, daß Druckfedern im allgemeinen als fest eingespannt gelten können, da ihre angeschliffenen Endwindungen in der Regel auf parallel geführten Federtellern aufliegen. Eine derartige Führung wird jedoch für Schockisolationen in Schutzräumen allenfalls teilweise durchführbar sein.

Die vorangegangenen Betrachtungen über die Belastungsvorgänge beziehen sich nur auf Belastungen in axialer Richtung. Häufig kann aber eine zusätzliche Beanspruchung in Querrichtung erfolgen. Bei der Isolierung von Gegenständen in Schutzbauten muß sogar mit einer Querbeanspruchung gerechnet werden. Die Belastungsrichtung kann hier nicht mit Sicherheit angegeben werden. Im Extremfall ist daher die Beanspruchung der Feder in jeder Richtung als gleich groß anzusehen. Eine möglichst gleich gute Federung in jeder Richtung ist in diesem Fall erwünscht.

Die Querverfederung ist abhängig von der Belastung (in axialer und in Querrichtung), von der freien Federlänge, dem Draht- und Windungsdurchmesser, der Anzahl der federnden Windungen und der Federlänge unter axialer Last. Wesentliche Bedeutung besitzt auch die Lagerung der Federenden. Unter Zugrundelegung einiger Arbeiten (Lit. 28, 29, 31) wird in einem späteren Aufsatz (Lit. 32) eine verbesserte Berechnungsformel vorgeschlagen. Danach besteht für die bestimmenden Größen der Querverfederung der in Bild 27 angegebene Zusammenhang. Durch eine senkrecht zur Federachse wirkende Kraft (Q) wird außer der durch die axiale Belastung (P) hervorgerufenen Spannung eine zusätzliche Schubspannung in der Feder erzeugt. Ihr Maximalwert tritt in den Federenden an den Übergangsstellen zwischen federnden und angelegten Windungen auf. Die Gesamtspannung kann nach folgender Beziehung (Lit. 32) berechnet werden:

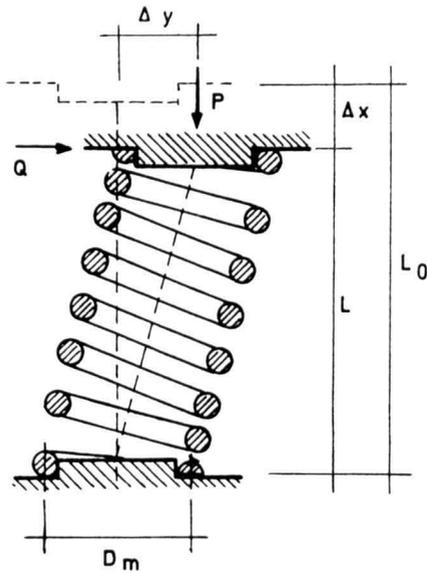
$$\tau_{ges} = \tau_P \cdot \left[1 + \frac{Q}{P} \left(\frac{\Delta x \cdot c_F}{D_m \cdot c_F} + \frac{L_0}{D_m} - \frac{\Delta x}{D_m} \right) \right]$$

τ_{ges} = Gesamtschubspannung infolge lot- und waagerechter Belastung

$\tau_P = \tau_k$ Schubspannung infolge lotrechter Last P

Die Gleichung kann durch Einsetzen der Größen P und Q aus den bereits angegebenen Ausdrücken für die Berechnung umgeformt werden.

Einer der wesentlichsten Gesichtspunkte bei der Berechnung und Konstruktion einer zylindrischen Schraubenfeder ist die Belastungsart. Sie muß deshalb sehr sorgfältig festgestellt werden. In Abhängigkeit davon kann nämlich einerseits die Berechnungsformel vereinfacht und andererseits der zulässige Spannungswert verschieden groß angesetzt werden. Bei ruhender oder selten wechselnder Belastung (Laständerungen in größeren Zeitabständen), kann man z. B. mit dem zum Werkstoff gehörenden $\tau_{i \text{ zul}}$ in die Berechnung eingehen. Der Beiwert k braucht also nicht berücksichtigt zu werden (angenäherte Berechnung).



- d = Drahtdurchmesser
 D_m = mittlerer Windungsdurchmesser
 Δx = lotrechter Federweg unter lotrechter Last P
 Δy = Federweg quer zur Federachse unter der Querlast Q
 L_0 = freie Länge der Feder
 L = $L_0 - \Delta x$ = Federlänge unter der Last P
 $c_P = \frac{P}{\Delta x}$
 = lotrechte Federsteife
 $c_Q = \frac{Q}{\Delta y}$
 = waagerechte Federsteife

$$\frac{c_P}{c_Q} = 1,0613 \frac{D_m}{\Delta x} \sqrt{\frac{L_0}{\Delta x} - 0,6142} \cdot \operatorname{tg} \left(0,9422 \frac{\Delta x}{D_m} \cdot \sqrt{\frac{L_0}{\Delta x} - 0,6142} \right) - \left(\frac{L_0}{\Delta x} - 1 \right)$$

Bild 27 Beispiel für die Querfederung einer lotrecht belasteten zylindrischen Schraubenfeder.

Bei schwingender Belastung muß demgegenüber der Beiwert in Ansatz gebracht werden. Hierbei spielt die Lebensdauer, ausgedrückt durch die Lastspielzahl N , eine bedeutende Rolle. Federn mit praktisch unbegrenzter Lebensdauer ($N \geq 10$ Mio.) werden mit den Dauerfestigkeitsspannungen berechnet. Federn mit begrenzter Lebensdauer ($N < 10$ Mio.) werden mit den Zeitfestigkeitsspannungen berechnet. Diese Werte sind entsprechenden Festigkeitsdiagrammen, die durch Versuche ermittelt wurden (DIN 2089), zu entnehmen.

Die Art der Belastung ist ebenfalls für das Verformungsverhalten der zylindrischen Schraubenfeder von Bedeutung. Liegt eine ruhende oder selten wechselnde Last vor, so kann der Werkstoff unbedenklich bis zur Streckgrenze ausgenutzt werden. Gelegentliche geringe Überbelastungen führen in solchen Fällen nicht zum Bruch, sondern wirken sich als plastische Verformungen aus (die Feder setzt sich). Durch mehrmaliges Setzen lassen sich sogar die Werte für Festigkeit und Streckgrenze erheblich erhöhen. Ganz anders verhält sich jedoch die Feder gegenüber periodisch ändernder Last und den dadurch bedingten Spannungsschwankungen. Übersteigen Zahl und Größe der Spannungsschwankungen die zulässigen Werte des Dauer- bzw. Zeitfestigkeitsdiagramms, so bricht die Feder auch dann, wenn die Spannungsspitzen weit unterhalb der Streckgrenze bleiben. Hohe und höchste Bruchfestigkeiten, wie sie unter steigender Belastung bei normalen Festigkeitsprüfungen ermittelt werden, bedingen in keiner Weise auch hohe Dauerfestigkeiten.

4.4.2.3 Zusammenstellung einiger handelsüblicher Stahlfederisolatoren

In der Schwingungsisolierung werden zylindrische Schrauben-Druckfedern sehr oft als elastische Bestandteile von Einbauelementen verwandt. Diese

Isolatoren bestehen im wesentlichen aus einer oder mehreren Federn mit Druckverteilungskörpern oder Platten an den Stirnseiten. Häufig werden zusätzliche Federendenfassungen zur Verhinderung des Abgleitens der Feder von der Druckverteilungsplatte angeformt oder befestigt. Normalerweise ruht die Feder hierin unbefestigt. Eine feste Verbindung, z. B. durch Anschweißen, ist wegen der Vergrößerung des Federdurchmessers bei Belastung und der damit verbundenen Verschiebung des Federendes normalerweise selten üblich. Um ein Auseinanderfallen des Isolators vor und während des Einbaues zu verhindern, werden der obere und untere Druckverteilungskörper mit geeigneter Vorrichtung zusammengehalten. Häufig werden dazu Bolzenschrauben verwendet, die es möglich machen, den Isolator zu spannen und beim Einbau dem abzufedernden Gegenstand unterzuschieben. Nach dem Einbau werden die Bolzenschrauben nicht mehr benötigt.

Die weitaus am meisten in der normalen industriellen Schwingungsisolierung benutzten Stahlfederisolatoren sind gekapselte Federelemente. Sie bestehen aus einer oder mehreren Stahlfedern in topfartigen, übereinandergreifenden Ober- und Unterteilen, die sich mit geringem seitlichen Spiel gegeneinander bewegen lassen. Sie können mit einer Höhenverstellereinrichtung versehen sein. Durch die Kapselung wird die Querfederung weitgehend verhindert, so daß derartige Federelemente für Schockisolierungen in Schutzräumen in der Regel nicht geeignet sind. In der Zusammenstellung sind sie daher auch nicht enthalten. Ihre Verwendung ist jedoch dann möglich, wenn durch Entfernen von Kapselungsteilen die Unterbindung der Querfederung aufgehoben werden kann, ohne den Zusammenhalt und die Funktionsfähigkeit der Elemente zu stören. Einige Isolatoren dieses Typs sind hierzu geeignet.

Tabelle 24:

Technische Daten einiger Stahlfeder-Isolatoren¹⁾

Isolatoren der Zeilen 1 bis 4	Abmessungen			bei statischer Einwirkung				bei einmaliger dyn. Einwirkung	
	a	b	H	Belastung ²⁾		Federsteife c_F		max. Be- lastung ³⁾	max. Federweg
				von P_{stat}	bis	vertikal	horizontal	P_{ges} vertikal	Δx_{ges} vertikal
cm	cm	cm	kp	kp	kp/cm	kp/cm	kp	cm	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	15	12	13	85	125	25	60	437	6,5
2			13,5	125	200	40	75	700	7,0
3			16	200	350	70	85	1225	
4	18	14,5	17	350	600	115	150	1800	6,5
5	25	21	13,5	600	800	160	300	2400	7,0
6			16	800	1400	280	340	4200	
7	30	26,5	17	1400	2400	460	600	7200	6,5
8			20	2400	3500	700	850	10500	

Isolatoren der Zeilen 5 bis 8

Isolatoren der Zeilen 1 bis 4

Anmerkungen:

- Beispiele nach Unterlagen der Firma Gestag Schwingungstechnik AG. und Co. KG., Stuttgart.
- Bei Einhaltung des unteren Belastungswertes wird ein ausreichender Mindestabstand von der Eigenfrequenz des Masse-Federsystems zu üblichen Drehzahlen von Motoren (Notstromaggregate, Ventilatoren usw.) erreicht.
- Die max. Belastung in horizontaler Richtung beträgt das 1,2fache der statischen Last.

Tabelle 25:

Technische Daten einiger Stahlfeder-Isolatoren¹⁾

Zeile	Abmessungen			bei statischer Einwirkung				max. Federhöhe ⁴⁾ (Blockhöhe)	
	a	b	H	Belastung ²⁾		Federsteife c_F ³⁾		Δx_{ges}	
				von P_{stat}	bis	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal
cm	cm	cm	kp	kp	kp/cm	kp/cm	cm	cm	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1				30	60	15	~ 12	6	2,5
2				45	100	28	~ 23		
3	10	10	12	60	125	36	~ 36	5	2
4				125	250	76	~ 70		
5			16	170	340	84		6,5	2,5
6	12	12		330	600	168	~ 135	5,5	2
7			18,5	450	900	233	~ 160		
8	15	15	24,5	900	1800	451	300	6,5	2,5

$a = b$

Anmerkungen:

- Beispiele nach Unterlagen der Firma Gerb Gesellschaft für Isolierung mbH & Co. KG., Lüneburg.
- Bei Einhaltung des unteren Belastungswertes wird ein ausreichender Mindestabstand von der Eigenfrequenz des Masse-Federsystems zu üblichen Drehzahlen von Motoren (Notstromaggregate, langsam laufende Ventilatoren usw.) erreicht.
- Die horizontalen Federsteifen gelten bei mittleren vertikalen statischen Einsenkungen.
- Der maximale Federweg entspricht etwa der Blockhöhe der Feder. Ihr Verformungsverhalten bis zu diesem Wert ist linear ($\frac{P}{\Delta x} = c_F = \text{constant}$).

In den Tabellen 24 bis 26 sind einige Stahlfederisolatoren mit ihren technischen Daten zusammengestellt. Mit Hilfe dieser Unterlagen können die Berechnungen durchgeführt werden. Die aufgeführten Beispiele erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie sollen vielmehr nur einen Einblick in die Verhältnisse und die Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen geben. Zu den einzelnen Formen ist bezüglich ihrer Wirkungsweise folgendes zu bemerken:

Die Isolatoren nach Tabelle 24 bestehen aus einer (Zeile 1-4) oder mehreren (Zeile 5-8) zylindrischen Schraubenfedern aus Stahl mit innenliegenden Gummiholfedern, Fußplatten und Kopfplatten mit glockenförmigen Abdeckhauben. Kopf- und Fußplatten sind mit Löchern für Befestigungsschrauben versehen. Der Zusammenhalt des Isolators wird durch innere, verkröpfte Stahlrohrstücke erreicht. Das Verformungsverhalten des Isolators ist bis zum Erreichen des angegebenen maximal zulässigen statischen Belastungswertes linear. Beim 1,25fachen dieses Wertes werden die Gummifedern wirksam und führen zu einer stark progressiven Fortsetzung der Federkennlinie. Der zulässige absolute Belastungshöchstwert in vertikaler Richtung (Spalte 8) beträgt das 3- bis 3,5fache der maximal zulässigen statischen Last; der zulässige absolute Höchstwert des Federweges (Spalte 9) beträgt dagegen nur etwa das 1,2- bis 1,4fache der maximal zulässigen statischen Einsenkung. Die horizontale

Beanspruchungsmöglichkeit der Isolatoren ist erheblich kleiner (etwa das 1,2fache der maximalen statischen Last). Sollte sie nicht ausreichen, können Gummielemente als Anschlagbegrenzer zusätzlich angeordnet werden. Die Isolatoren nach Tabelle 24 sind für die Schockisolation von Kompressoren, Ventilatoren, Klimageräten und Notstromaggregaten geeignet.

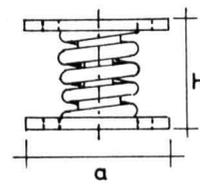
Bei derartigen Elementen mit progressiver Federkennlinie sind für die Berechnung der Schockisolation die Federsteifigkeiten (c_F) in der Verformungslage anzusetzen und nicht die in der Tabelle 24 angegebenen Werte. Die Kenntnis des genauen Verlaufs der Federkennlinien ist hierzu erforderlich (gilt auch für Tabelle 26).

Die Isolatoren nach Tabelle 25 bestehen aus jeweils einer zylindrischen Schraubenfeder zwischen zwei ebenen, parallelen Stahlplatten, die mit Bohrungen für die Befestigung am Bauwerk und am abgedeckten Gegenstand versehen sind. Die Federenden sind an der oberen bzw. unteren Platte angeschweißt. Das Verformungsverhalten der Isolatoren ist bis zum Erreichen des maximalen Federweges (Spalten 8 und 9), der etwa der Blockhöhe entspricht, linear. Der angegebene untere Belastungswert (Spalte 4) ist auch hier so gewählt, daß bei seiner Einhaltung Maschinen mit üblichen Drehzahlen (einschließlich langsam laufender Ventilatoren) eine ausreichende Schwingungsisolierung erfahren. Bei den Mittelwerten der statischen Be-

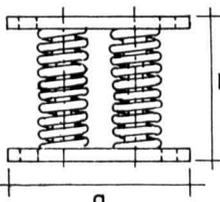
Tabelle 26:

Technische Daten einiger Stahlfeder-Isolatoren¹⁾

Zeile	Abmessungen				bei statischer Einwirkung				bei dynamischer Einwirkung			
	a	H ³⁾	Höhe unter P _{stat} ⁴⁾		Belastung ²⁾		Federsteife ⁵⁾		max. Belastung P _{ges}		max. Federweg Δx _{ges}	
	cm	cm	cm	cm	von	bis	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	horizontal
					kp	kp	kp/cm	kp/cm	kp	kp	cm	cm
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	8	9,2	8,1	6,8	60	100	29	31	365	450	3,95	
2	9	9,8	8,6	7,4	100	160	47	49	560	730	3,95	
3	10	12,0	10,8	9,6	160	250	74	79	685	920	4,00	
4	11	13,2	11,9	10,5	250	400	108	137	1310	1560	4,40	0,5
5	12	15,3	13,9	12,5	400	650	170	162	2480	2930	4,55	bis
6	12	15,7	14,5	13,4	650	1000	305	262	3290	4500	4,10	1,0
7	22	13,4	11,9	10,7	1000	1600	432	548	5240	6240	4,40	
8	24	15,7	14,3	12,9	1600	2600	680	648	9920	11720	4,55	
9	24	16,1	14,9	13,8	2600	4000	1220	1048	13160	18000	4,10	



Isolatoren der Zeilen 1-6 (1 Feder)



Isolatoren der Zeilen 7-9 (4 Federn)

Anmerkungen:

1. Beispiele nach Unterlagen der Firma Schwingbau D. Uderstädt KG, Essen.
2. Bei Einhaltung des unteren Belastungswertes wird ein ausreichender Mindestabstand von der Eigenfrequenz des Masse-Federsystems zu üblichen Drehzahlen (über ca. 500 bis 600 U/min) erreicht.
3. Anlieferhöhe unter Vorspannung.
4. Zu den Belastungen der Spalten 5 und 6 gehörende Betriebshöhen (Spalte 3 zu Spalte 5 usw.).
5. Die Federsteifen gelten nur für den linearen Kennlinienbereich.

lastung (Spalte 4 und 5) stellt sich als Einfederung etwa der halbe maximal zulässige Federweg (gemäß Spalte 8) ein. Die Feder kann dann Beschleunigungen von $1 g_E$ aufnehmen, ohne auf Zug beansprucht zu werden. In Zugrichtung beträgt die zulässige Verformung fünfzig Prozent und mehr des angegebenen maximalen vertikalen Federweges (Spalte 8). In Querrichtung betragen die maximal zulässigen Federwege (Spalte 9) nur etwa vierzig Prozent der maximalen vertikalen Federwege. Die angegebenen horizontalen Federsteifen (Spalte 7) sind mittlere Werte, da sich mit unterschiedlicher vertikaler statischer Belastung die horizontalen Federsteifen ändern. Die Isolatoren der Tabelle 25 können für die Isolierung mittlerer und schwerer Geräte z. B. Notstromaggregate und Ventilatoren benutzt werden.

Die Isolatoren der Tabelle 26 bestehen aus jeweils einer (Zeilen 1-6) oder vier (Zeilen 7-9) zylindrischen Schraubendruckfedern mit entsprechender Anzahl innenliegender Gummihohlfedern zwischen zwei ebenen quadratischen Metallplatten, die mit Löchern für Befestigungsschrauben versehen sind. Durch nachträgliches Einfüllen einer Viskositätsmasse kann eine zusätzliche, teilweise geschwindigkeits-, teilweise wegproportionale Dämpfung erzielt werden. Das Verformungsverhalten der Isolatoren ist zunächst linear. In diesem Bereich

liegen die angegebenen statischen Belastungswerte (Spalte 5-8). Der Aufnahme relativ großer dynamischer Kräfte dienen die parallel geschalteten Gummifedern mit ihrer stark progressiven Federcharakteristik. Für diesen nicht linearen Teil der Kennlinie sind als obere Beanspruchungswerte die absoluten Maximalbelastungen (Spalte 9 und 10) und die zugehörigen Federwege (Spalte 11 und 12) angegeben. Die progressive Wirkung der Gummifedern tritt bei entsprechender Belastung sowohl in beiden Vertikal- als auch in allen Horizontalrichtungen ein. Die statischen Belastungswerte (Spalte 5-8) sind so aufeinander abgestimmt, daß sich im Mittel eine vertikale Eigenfrequenz des Masse-Federsystems von ca. 3 Hz einstellt. Mit dieser Frequenz dürfte eine überkritische Lagerung (Eigenfrequenz niedriger als Erregerdrehzahl) aller Maschinenaggregate mit Erregerdrehzahlen über ca. 500 bis 600 Umdrehungen pro Minute gewährleistet sein. Die Isolatoren können für die Lagerung von Notstromaggregaten, Pumpen und Ventilatoren verwendet werden.

Geräte, die höhere statische Belastungen bewirken, können bis maximal 30 Mp mit Isolatoren der Zeilen 7 bis 9 abgedeutet werden, wenn diese mit kompakten Zusatzfedern ausgerüstet sind.

(Fortsetzung folgt)

Patentschau

Patentliste

Strahlenschutz:

30. 4. 1969

21 g, 21/32 - G 21 f - DOS 1 464 285

Die Verwendung von Polyamidoxim beladen mit Metallen als Schutz gegen radioaktive Bestrahlung;

A: Diamond Shamrock Corp., Cleveland, Ohio (V.St.A.);

E: Fetscher, Charles A., Short Hills, N. J. (V.St.A.); 16. 5. 1960

21 g, 21/32 - G 21 f - DOS 1 464 620

Biegsames Material zur Absperrung ionisierender Strahlungen;

A: Gentex Corp., New York, N. Y. (V.St.A.);

E: Weinberger, Jan Viteslav, Ottawa (V.St.A.); 30. 6. 1962

21 g, 21/32 - G 21 f - DOS 1 464 976

Vorrichtung zur Reinigung von radioaktiven Reaktorgasen;

A: Linde A. G., 6200 Wiesbaden;

E: Baldus, Dr. rer. nat. Wolfgang, 8000 München; 9. 8. 1958

8. 5. 1969

21 g, 18/02 - G 01 t - DOS 1 464 953

Neutronen-Dosimeter;

A: Gesellschaft für Kernforschung mbH., 7500 Karlsruhe;

E: Piesch, Dipl.-Phys. Ernst, 7501 Leopoldshafen;

Zusatz zu 1 639 539; 23. 7. 1964

21 g, 18/02 - G 01 t - DOS 1 514 103

Einrichtung zum Untersuchung der räumlichen Verteilung der Radio-

aktivität in hochaktiven bestrahlten Körpern oder Stoffen;

A: Kernforschungsanlage Jülich GmbH., 5170 Jülich;

E: Exner, Dr. Gerhard; Schauf, Wolfgang, 5100 Aachen; 13. 12. 1965

21 g, 21/33 - G 21 f - DAS 1 294 576

Verfahren und Vorrichtung zur Beseitigung von Kernreaktorabfällen;

A: United States Atomic Energy Commission, Washington, D. C.

(V.St.A.);

E: Winsche, Warren Edgar, Bellport, N. Y.; Davis jun., Milton

Wickers, Aiken, S. C. (V.St.A.);

14. 5. 1963, V. St. Amerika 14. 5. 1962

14. 5. 1969

21 g, 18/02 - G 01 t - DOS 1 514 265

Verfahren und Anordnung zur Wiedergabe eines Radiogrammes;

A: N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (Niederlande);

E: Novacek, Tom, Wien (Österreich);

24. 7. 1965, Österreich 29. 7. 1964

21 g, 18/01 - G 01 t - DAS 1 295 101

Vorrichtung zum Messen der Aktivität von in Gasen enthaltenen radioaktiven Spaltprodukten;

A: Commissariat à l'Energie Atomique, Paris;

E: Graftieaux, Jean, Gif-sur-Yvette, Seine-et-Oise; Roguin, André,

Antony, Seine (Frankreich);
4. 2. 1963, Frankreich 5. 2. 1962

Luftschutzbauten:

8. 5. 1969

61 a, 29/07 - A 62 b - DOS 1 464 372

Anordnung und Vorrichtung für Strahlenschutz-Bunker;

A: Raig Rational-Industrie-Strahlenschutzbau GmbH., 8000 München;

1. 12. 1962

Feuerlöschwesen:

30. 4. 1969

61 a, 12/02 - A 62 c - DOS 1 434 949

Chemische Gasdruckpatronen-Feuerlöcher;

A = E: Roth, Georg, 8381 Aufhausen; 4. 4. 1963

14. 5. 1969

61 a, 21/02 - A 62 c - DOS 1 805 536

Vorrichtung zur Erzeugung von Schaum;

A = E: Elmenhorst, Gerrit, Oslo (Norwegen);

26. 10. 1968, Norwegen 30. 10. 1967

Bluttransfusionsgeräte:

14. 5. 1969

30 k, 1/02 - A 61 m - DOS 1 491 735

Künstliches Herz;

A: Thermo Electron Corp., Waltham, Mass. (V.St.A.);

2. 4. 1965, V. St. Amerika 2. 4. 1964

Atmungsapparaturen:

14. 5. 1969

30 k, 13/01 - A 61 h - DOS 1 491 814

Vorrichtung zum Steuern und zum unterbrochenen Antrieb eines Beatmungsgerätes oder dergleichen;

A: Société Anonyme des Laboratoires Robert & Carrière, Paris;

E: Sabathie, Dr. med. Michel; Foures, Guy, Bordeaux (Frankreich);

11. 4. 1964, Frankreich 11. 9. 1963

Wiederbelebungsgeräte:**8. 5. 1969**

30 k, 13/04 - A 61 m - DOS 1 491 666

Vorrichtung zur künstlichen Beatmung;

A = E: Clementz, Pehr Lawe, Sundbyberg (Schweden);

26. 10. 1964, Schweden 4. 11. 1963

Narkosegeräte und Anästhesie:**14. 5. 1969**

30 k, 14/01 - A 61 m - DOS 1 491 802

Aggregat zur Zuordnung zu Narkosegeräten;

A = E: Röckel, Dr. Ilse, 6000 Frankfurt; 26. 10. 1964

30 k, 14/01 - A 61 m - DOS 1 491 857

Tragbares Äther-Luft-Narkosegerät;

A: VEB Medizintechnik Leipzig, Leipzig;

E: Hahn, Gerhard; Voigt, Horst, Leipzig; 2. 11. 1964

Heilseren, Bakterienpräparate:**8. 5. 1969**

30 h, 6 - C 12 d - DOS 1 492 109

Verfahren zur Gewinnung von Mutterkorn-Alkaloiden in saprophytischer Kultur;

A = E: Rochelmeyer, Dr. Hans, 6500 Mainz; 16. 6. 1965

14. 5. 1969

30 h, 6 - A 61 k - DOS 1 492 042

Antigen-Herstellung;

A: Merck & Co. Inc., Rahway, N. J. (V.St.A.);

E: Millmann, Irving, Willow Grove, Pa. (V.St.A.);

10. 12. 1965, V. St. Amerika 11. 12. 1964

30 h, 6 - A 61 k - DAS 1 295 136

Verfahren zur Herstellung von Impfstoffen gegen Virus-Infektionen;

A: Centre National de la Recherche Scientifique, Paris;

E: Barski, Georges, Paris; 18. 10. 1963

Desinfektion und Sterilisation:**30. 4. 1969**

30 i, 8/02 - A 61 I - DOS 1 492 327

Nähfäden und Verfahren und Vorrichtung zu ihrer Herstellung;

A: Ethicon Inc., Somerville, N. J. (V.St.A.);

E: Griset, Ernest J.; Reissmann, Thomas L., Bound Brook;

Nichols, Joseph, Princeton, N. J. (V.St.A.); 8. 6. 1962

30 i, 3 - A 61 I - DAS 1 293 953

Mittel zur Bekämpfung von Mikroorganismen;

A: Nalco Chemical Company, Chicago, Ill. (V.St.A.);

E: Wolfson, Leonard Louis, Forrest, III. (V.St.A.); 23. 12. 1966

14. 5. 1969

30 i, 8/02 - A 61 I - DAS 1 295 139

Mittel zum Entfernen von Jod aus chirurgischem Nahtmaterial und zur gleichzeitigen Korrosionsverhütung von Nadeln in der Packung;

A: J. Pfirmer & Co., 8520 Erlangen;

E: Baumgartner, Dipl.-Chem. Dr. Ludwig, 8500 Nürnberg; 11. 4. 1963

Absorbieren, Reinigen und Trennen von Gasen und Dämpfen:**8. 5. 1969**

12 e, 3/01 - B 01 d - DOS 1 544 010

Verfahren zum Entfernen von Wasserstoff und bzw. oder Sauerstoff aus Gasgemischen;

A: Engelhard Industries Inc., Newark, N. J. (V.St.A.);

E: Cohn, Johann G. E., West Orange; Romeo, Philip L., Old Bridge;

Keith, Carl D., Summit, N. J. (V.St.A.);

2. 9. 1965, V. St. Amerika 3. 9. 1964

12 e, 3/03 - B 01 d - DOS 1 544 006

Verfahren zur Korrosionshemmung bei Gaswaschverfahren;

A: The Dow Chemical Company, Midland, Mich. (V.St.A.);

E: Oakes, Billy Dean, Midland, Mich. (V.St.A.);

14. 12. 1966, V. St. Amerika 19. 1. 1966

12 e, 3/02 - B 01 d - DAS 1 294 349

Vorrichtung zur Anzeige gaschromatisch getrennter Substanzen;

A = E: Hupe, Dr.-Ing. Klaus Peter, 7500 Karlsruhe; 13. 10. 1962

12 e, 3/10 - B 01 d - DAS 1 294 350

Verfahren und Vorrichtung zum Entgasen von schaumigen Flüssigkeiten;

A: Teknika Inc., Hartford, Conn. (V.St.A.);

E: Rich, Stanley Robert, West Hartford, Conn. (V.St.A.);

21. 2. 1964, V. St. Amerika 21. 2. 1963

14. 5. 1969

12 e, 2/01 - B 01 d - DAS 1 294 934

Naßreiniger für staubhaltige Gase;

A: Koppers Company Inc., Pittsburgh, Pa. (V.St.A.);

E: Rice, Owen Rondthaler, Ben Avon, Pa. (V.St.A.); 26. 8. 1960

12 e, 3/01 - B 01 d - DAS 1 294 935

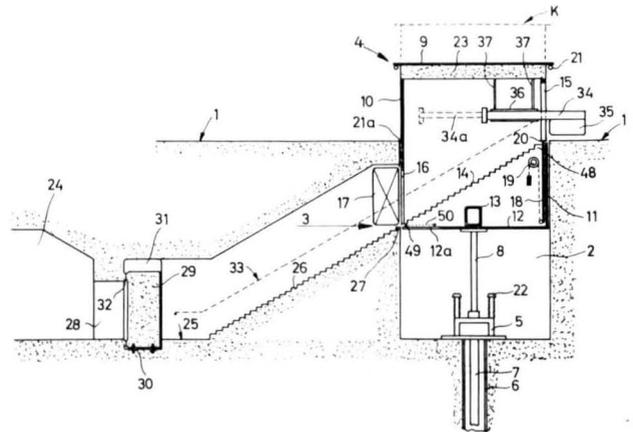
Abscheider für mitgeführte Flüssigkeitstropfen aus einem Gasstrom;

A: Luwa A.G., Zürich Schweiz;

16. 5. 1963, Schweiz 30. 5. 1962

Patentberichte**Eingangsbauwerk für eine unterirdische Anlage**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Eingangsbauwerk für eine unterirdische Anlage, welches aus einem Ein- und Ausstiegschacht und einer darin vom Flurniveau nach oben ausfahrbaren Abdeckhaube besteht, deren Seitenwände Türöffnungen aufweisen. Derartige Bauwerke sind in Form von Unterfluraufzügen zur Beförderung von Personen und Lasten bekannt. Mit diesen Unterfluraufzügen ist es aber nicht möglich, innerhalb relativ kurzer Zeiträume eine größere Anzahl von Menschen von einem Niveau zum anderen zu befördern. Dieses Problem tritt aber bei unterirdischen Bunkeranlagen auf, die rasch für viele Menschen erreichbar sein müssen und wobei im Gefahrenfall die Bunkereingänge und -ausgänge möglichst niveaugleich abgedeckt sein müssen und keine hochragenden Aufbauten aufweisen dürfen. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Eingangsbauwerk für eine unterirdische Anlage zu schaffen, über das im Bedarfsfall in kürzester Zeit möglichst viele Menschen von einem Niveau zum anderen gelangen können. Diese Aufgabe wird bei einem Bauwerk der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß gelöst durch zwei in der Höhe gegeneinander versetzte, durch eine Treppe 14 miteinander verbundene, zum Flurniveau 1 bzw. Unterflurniveau 3 führende Türöffnungen 15 und 16. Vorzugsweise ist die zum Flurniveau 1 führende Tür als Versenktür 18 ausgebildet, wobei die obere Kante 20 der abgesenkten Versenktür 18 zugleich die oberste Stufe der Treppe 14 ist.



Vom Flurniveau 1 erstreckt sich ein Schacht 2 zum Eingangsbauwerk für einen unterirdischen Bunker 24. Im Schacht 2 kann sich eine Abdeckhaube 4 auf- und abwärts bewegen entlang üblichen Führungen. Die Auf- und Abwärtsbewegung der Abdeckhaube 4 durch übliche Antriebsmittel erfolgt zweckmäßig durch einen hydraulischen Antrieb 5 bis 8. Der Antrieb wirkt über einen Querräger 13 auf die Abdeckhaube 4. Die Abdeckhaube 4 besteht aus einer Deckenplatte 9 und den Seitenwänden 10 und 11. Sie besitzt zwei Türöffnungen 15 und 16, die in den Seitenwänden 10 und 11 der Abdeckhaube 4 vorgesehen und durch eine Treppe 14 verbunden sind, so daß ein begehrbarer Verbindungsweg zwischen dem oberen Flurniveau 1 und dem Unterflurniveau 3 entsteht. Für die zum Unterflurniveau 3 führende Türöffnung 16 ist eine Aufzugstür 17 vorgesehen, die in der Seitenwand des Schachtes 2 gelagert ist. Die Tür der oberen Türöffnung 15 ist mit der Abdeckhaube 4 verbunden und wird mit dieser zusammen abgesenkt. Sie ist als Versenktür 18 ausgebildet; die Betätigung erfolgt mittels eines Schließwerkes 19, das über einen Seilzug auf die Tür einwirkt. Die obere Kante 20 der Versenktür 18 bildet im abgesenkten Zustand die oberste Stufe der Treppe 14. Im abgesenkten Zustand ruht die Deckenplatte 9 der Abdeckhaube 4 auf dem Flurniveau 1 und ist mittels Dichtungen 21 am Schachtrand 21a gas- und wasserdicht abgedichtet. Die Deckenplatte 9 der Abdeckhaube 4 ist mit einer Abdeckschicht 23 aus Strahlenschutzbeton versehen.

Es ist zweckmäßig, den eigentlichen Bunker 24 noch tiefer als das Unterflurniveau 3 anzuordnen, um die Möglichkeit zu einer entsprechend stabilen Ausbildung der Bunkerdecke zu haben, denn der Höhenunterschied zwischen dem Flurniveau 1 und dem Unterflurniveau 3 kann mit Rücksicht auf die Größe der Abdeckhaube 4 und die Länge und Steigung der Treppe 14 nicht beliebig groß sein. Zu diesem Zweck ist zwischen dem Unterflurniveau 3 und der Bunker-sole 25 eine weitere feste Treppe 26 vorgesehen. Der Bunker 24 ist durch ein Türloch 28 zugänglich, das durch einen Schiebeplock 29 abdichtbar ist. Der Schiebeplock 29 ist mittels eines Fahrwerks 30 aus einer Nische 31 heraus ausfahrbar und liegt im Bereich der Dichtfläche 32 gegen die Vorderkante des Türlochs 28 an.

Um Stauungen von Menschen vor der oberen Türöffnung 15 im Katastrophenfall zu vermeiden, sind Führungen vorgesehen, die die gesamte Breite der Eingangsöffnung in eine Reihe schmalere, nebeneinanderliegender Gänge 33 aufteilen und die sich über den Bereich der Treppen 14 und 26 fortsetzen. Erfindungsgemäß sind eine Reihe von Schubstangen 34 vorgesehen, die in ihrem vorderen Teil Geländeverdräpungen 35 tragen und die im Inneren der Abdeckhaube 4 so verdräpungslagerbar gelagert sind, daß sie bei ausgefahrener Abdeckhaube 4 und geöffneter oberer Eingangstür nach außen geschoben werden können. Die Lagerung der Schubstangen 34 kann beispielsweise in Führungselementen 36 erfolgen, die über Streben 37 mit der Deckenplatte 9 verbunden sind. Die Betätigung der Schubstangen 34 kann hydraulisch oder von Hand erfolgen.

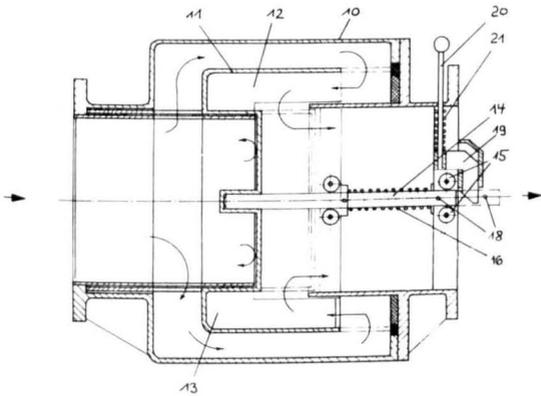
Wenn die Abdeckhaube 4 nach einem Katastrophenfall durch Trümmerschutt hindurch ausfahren muß, würde sich die Tür zur Türöffnung 15 in einer Höhe öffnen, in der sie noch weitgehend durch Trümmerschutt versperrt ist. Für einen solchen Fall wird die Abdeckhaube 4 höher ausgefahren (Stellung K). Bei einem derartigen zusätzlichen Ausfahren der Abdeckhaube 4 gelangt die Unterkante der Türöffnung 16 über das Unterflurniveau 3 hinaus, so daß das Bodenloch 12 der Abdeckhaube 4 wegfallen kann, zumindest aber im Bereich des unteren Endes der Treppe 14 eine Aussparung 12a im Bereich des unteren Endes der Treppe 14 in der Höhe aufweisen muß, damit das untere Ende der Treppe 14 in der Höhe des Unterflurniveaus 3 festgehalten werden kann. Die Treppe 14 darf in diesem Fall keine vollständig starre Treppe sein, sondern sie muß relativ beweglich sein.

Weitere Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Eingangsbauwerks für unterirdische Anlagen können der Auslegeschrift entnommen werden.

Anmelder und Erfinder: Dipl.-Ing. Alois Lödige, 4790 Paderborn; Anmeldetag: 8. 1. 1962; Bekanntmachungstag: 3. 10. 1968; Auslegeschrift Nr. 1 279 310; Klasse 37 f, 15/00.

Verschlussvorrichtung für Belüftungsöffnungen von Schutzbauten

Bei Schutzbauten moderner Bauart ist das Problem gegeben, eine Sicherung gegen starke Druckstöße zu schaffen, wie sie beispielsweise bei Atomexplosionen auftreten können. Die diesem Zweck dienenden Vorrichtungen müssen so ausgebildet sein, daß sie den Schutzraum bei plötzlich auftretenden starken Druckwellen abdichten, daß sie aber nach der Druckentlastung infolge der Sogwelle, die nach jeder Explosion auftritt, auch in der entgegengesetzten Richtung abdichten und damit verhindern, daß durch Unterdruck Beschädigungen der im Schutzraum befindlichen Personen und Anlagen eintreten.



Bei einer bekannten Verschlussvorrichtung für Schutzbauten, bei der — in Strömungsrichtung der Druckwelle gesehen — vor dem topfartigen, in einem mit den Luftdurchtrittsöffnungen versehenen Zylinder geführten und mit Luftdurchströmöffnungen versehenen Verschlusskörper per eine mit diesem verbundene und diesen in Schließstellung bewegende Prallplatte angeordnet ist, besteht die Gefahr, daß beim Schließen noch unzulässig große Restdrücke in den Schutzraum eindringen, weil die Druckwelle die Prallplatte umströmen kann und diese die Luftdurchströmöffnungen im Verschlusskörper erreicht, bevor diese verschlossen sind. Außerdem besteht bei dieser bekanntgewordenen Verschlussvorrichtung keine Sicherung gegen die Sogwelle.

Durch die Erfindung soll diese bekanntgewordene Verschlussvorrichtung für Belüftungsöffnungen für Schutzbauten so verbessert werden, daß sie eine größere Sicherheit bietet, daß im Schutzraum keine unzulässig hohen Restdrücke aus der Druckwelle entstehen und daß sie noch Schutz gegen die Sogwelle bietet. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß der Verschlusskörper 11 derart ausgebildet ist, daß er die Luftdurchströmöffnungen, die in Strömungsrichtung hintereinander angeordnet sind und von der Luftstoßwelle

nacheinander durchströmt werden, gleichzeitig schließt und in der Verschlussstellung arretiert wird.

Im Gehäuse 10, das aus zwei Teilen für den Zutritt und für die Ableitung der Luftstoßwelle besteht, befindet sich der Verschlusskörper 11, der aus zwei zylindrischen Körpern zusammengesetzt ist, die verschiedene Durchmesser haben und durch eine radial zwischen ihnen angeordnete Scheibe verbunden sind. Zum Führen des Verschlusskörpers 11 im Gehäuse 10 dienen Versteifungsrippen 12, die gleichmäßig über den Umfang des Verschlusskörpers verteilt sind. Die Druckabräume 13 im Verschlusskörper verbessern die Wirkung, da die Druckwelle nicht an Wänden unmittelbar umgeleitet wird, sondern erst in den Druckabraum eintritt und somit eine Verzögerung erleidet. Da alle Luftdurchströmöffnungen für die Druckwelle vom Verschlusskörper gleichzeitig geschlossen werden, bedeutet jede Verzögerung der Druckwelle, daß diese erst an der Luftdurchströmöffnung eintrifft, wenn diese bereits geschlossen ist.

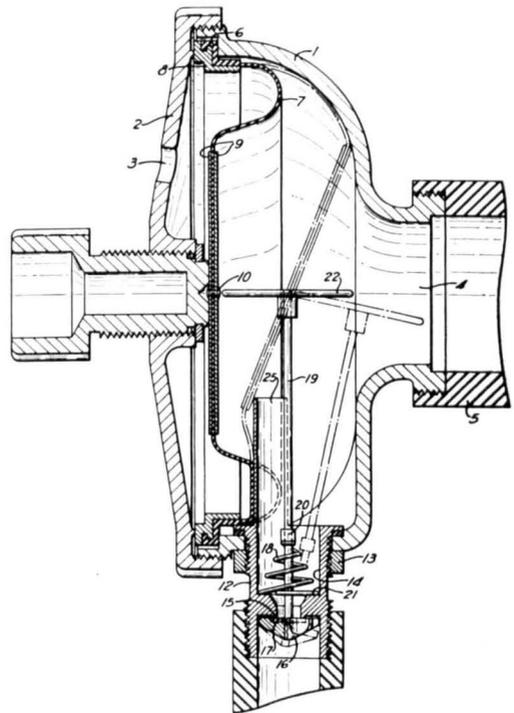
Der Verschlusskörper 11 ist mit einer Achse 14 verbunden, die im Gehäuse mit Rollen 15 gelagert ist. Die normale Ruhelage des Verschlusskörpers 11 ist durch die Feder 16 gewährleistet. — Damit keine Zerstörungen in den Innenanlagen des Schutzraumes auftreten und die Vorrichtung nach dem Durchgang der Druckwelle geschlossen bleibt, ist auf der Achse 14 ein Bolzen 18 angeordnet, der hinter eine Nase 19 greift und von dieser in der Schließstellung festgehalten wird. Wenn die Vorrichtung wieder in Ruhelage gebracht werden soll, muß die Nase mit dem Hebel 20 angehoben werden, so daß der Bolzen 18 wieder freikommt.

Anmelder: Artos Dr.-Ing. Maier-Windhorst K.G., 2000 Hamburg Erfinder: Arnold Heuer, 2000 Hamburg, Anmeldetag: 15. 4. 1964; Bekanntmachungstag: 24. 4. 1969; Auslegeschrift Nr. 1 293 604; Klasse 61 a, 29/07.

Lungengesteuertes Atemgaszuführungsventil

Die Erfindung bezieht sich auf ein lungengesteuertes Atemgaszuführungsventil, das von einer Steuermembran betätigt wird, deren Mittelteil versteift ist und die beim Einatmen um einen an der Einlaßöffnung der Steuerkammer angeordneten Anschlag kippt, und bei dem die Auslaßöffnung der Steuerkammer der Membran gegenüberliegt. Bei bekannten Ventilen dieser Art kommt die Steuermembran beim Einatmen leicht ins Flattern, was zu Turbulenzerscheinungen im Atemgasstrom führt. Auch ist der Strömungsweg des Atemgases nicht eindeutig definiert, so daß die bekannten Ventile einen verhältnismäßig hohen Strömungswiderstand besitzen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Strömungswiderstand für das Atemgas bei diesen bekannten Ventilen zu verringern. Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß die der Einlaßöffnung 14 gegenüberliegende Wand der Steuerkammer einen zweiten Anschlag für den versteiften Teil der Steuermembran 7 bildet, welcher der Auslaßöffnung 4 der Steuerkammer



für das Atemgas gegenüberliegt. Dabei ist der erste Anschlag 25 ein an seiner der Steuermembran 7 entgegengesetzten Seite offener Halbzylinder. Auf diese Weise wird erreicht, daß die bei ausgelenkter Steuermembran 7 erreichte Endstellung des versteiften Membranzwischenstücks bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Ventil eindeutig festliegt, so daß ein Flattern der Membran 7 von vornherein ausgeschlossen ist. Außerdem lenkt diese den Atemgasstrom in Richtung auf die Auslaßöffnung 4 der Steuerkammer um, so daß in der Steuerkammer des Ventils eindeutige Strömungsverhältnisse mit einer weitgehend laminaren Strömung herrschen, was einen verhältnismäßig niedrigen Strömungswiderstand zur Folge hat.

In der Mitte des Bodens der Gehäuseschale 1 des Ventils befindet sich in dem Auslaßstutzen die Auslaßöffnung 4. Der Stutzen weist ein Gewinde auf, das zum Anschließen eines Atemschlauches 5 eines Atemschutzgerätes dient. Der Rand der Steuermembran 7 ist mit einem Spannring 8, der vom Gehäusedeckel 2 gegen die Membran 7 gedrückt wird, gegen eine Ringschulter 6 am Rand der Gehäuseschale 1 gepreßt. Der mittlere Bereich der Steuermembran 7 ist durch zwei beiderseits der Membran anliegende kreisförmige Scheiben 9 versteift, die in der Mitte mit einem Niet 10 miteinander verbunden sind. — Der mit der Einlaßöffnung 14 versehene Einlaßkanal des Einlaßstutzens 12 weist ein Teilstück mit engerem Querschnitt auf, dessen außenliegendes Ende vom Ventilsitz 15 umgeben ist. Das äußere Ende des Einlaßstutzens 12 weist ein Gewinde zum Anschluß an eine Atemgasquelle auf.

Im äußeren Teilstück des Einlaßstutzens 12 ist der Ventilverschlußkörper 16 angeordnet, der mit einer am Ventilsitz anliegenden Dichtscheibe 17 versehen ist. Der Ventilverschlußkörper wird von der Spiralfeder 18, die den in der Mitte des Ventilverschlußkörpers befestigten und sich durch den Einlaßkanal erstreckenden Betätigungshebel 19 umgibt, gegen den Ventilsitz 15 gepreßt. Der Betätigungshebel 19 erstreckt sich bis zur Mitte der Steuermembran 7 in die Steuerkammer. An seinem Ende trägt er eine Kreisscheibe 22 von solchem Durchmesser, daß sie beinahe an der Membran 7 anliegt, wenn sich diese sowie der Ventilverschlußkörper 16 in ihren Ruhelagen befinden.

Infolge des beim Einatmen in der Steuerkammer hervorgerufenen Unterdrucks bewegt sich die Steuermembran 7 unter der Wirkung des Außendrucks in die Steuerkammer hinein und kippt dabei den Betätigungshebel 19 um den Ventilsitz. Beim Einatmen führt also der versteifte Mittelbereich der Steuermembran 7 eine Kippbewegung um den ersten Anschlag 25 aus, der zwischen dem Betätigungshebel 19 und der Steuermembran 7 im Weg desjenigen Teils der inneren Scheibe 9 angeordnet ist, der sich nahe der Einlaßöffnung 14 befindet. Liegt dieser Teil der Scheibe 9 beim Einatmen an dem Anschlag 25 an, so kippt der versteifte Mittelbereich der Steuermembran 7 um den Anschlag 25 gegen die Innenwand der Gehäuseschale 1, wie dies mit strichpunktierten Linien angedeutet ist. Die Membran erlaubt nun ein Kippen des Mittelbereiches so weit nach innen, daß diese neben dem Auslaßkanal gegenüber der Einlaßöffnung 14 an der Gehäuseschale 1 anliegt.

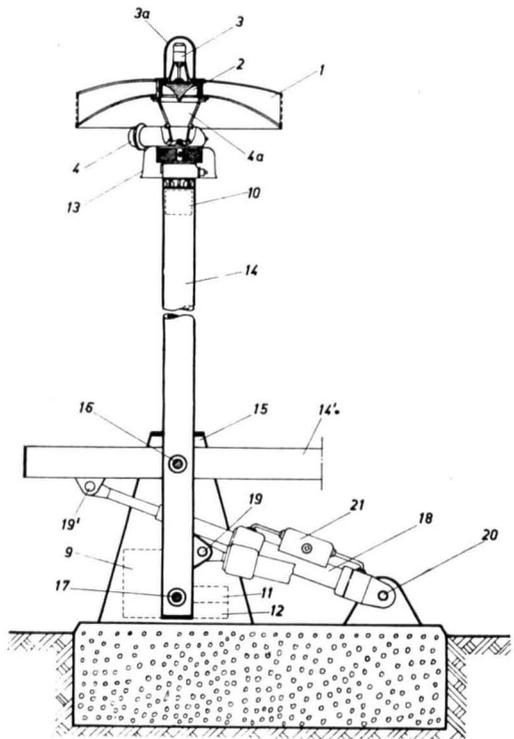
Anmelder: Mine Safety Appliances Company, Pittsburgh, Pa. (V.St.A.); Erfinder: Nicholas Zarichansky, McKeesport, Pa. (V.St.A.); Anmeldetag: 7. 4. 1966; V. St. Amerika 9. 4. 1965; Bekanntmachungstag: 20. 3. 1969; Auslegeschrift Nr. 1 291 205; Klasse 61 a, 29/05.

Niederdruckgassirene

Um die bisherigen Hochleistungs-Sirenen, bei denen ein Hochdruckluftstrom durch einen rotierenden Modulator periodisch unterbrochen wird, zu vereinfachen und zu verbilligen, bezieht sich die Erfindung auf eine Niederdruckgassirene, bei der aus einem Gaserzeuger unter niederem Druck, aber bei hoher Temperatur austretendes Gas als Schallträger dient und durch einen elektromotorisch angetriebenen Unterbrecher moduliert wird. Eine solche Niederdruckgassirene ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der elektrisch angetriebene Modulator 2 und der Schallstrahler 1 unmittelbar mit dem Auspuff eines im Leerlauf arbeitenden Gasturbinentriebwerkes 4 verbunden sind. Hierbei wird die Gasturbine in Form eines handelsüblichen Gasturbinentriebwerks verwendet, das außer der eigentlichen Turbine auch die Verbrennungskammer, den Verdichter für die Verbrennungsluft, die Kraftstoffpumpe und die Anlasserlichtmaschine umfaßt. Das Triebwerk hat im wesentlichen die Aufgabe, das Arbeitsgas für die Sirene zu liefern, während die Turbinenwelle nach außen keine Leistung abgibt.

Bei der erfindungsgemäßen Sirene in Mastausführung ist auf dem nach oben offenen Auspuffstutzen 4a der Turbine 4 eines Gasturbinentriebwerks der Eintrittsstutzen des Schallstrahlers 1 befestigt. Dieser hat als Rundumstrahler die Form eines Ringtrichters, in dessen Mitte der Modulator 2 angeordnet ist, dessen Rotor und Stator als Lochzylinder ausgebildet sind. Der elektrische Antriebsmotor 3 für den Rotor sitzt unmittelbar darüber unter einer besonderen Haube 3a. An der Unterseite der Turbine befinden sich unter einer Glocke 13, die vor allem die Luftausgabung gegen Fremdkörper schützt, die übrigen Bestandteile des Gasturbinentriebwerks. Dieses

ist auf dem Rohrmast 14 befestigt, in dem am oberen Ende ein Zwischenbehälter 10 für den Kraftstoff untergebracht ist. Das Fußende des Mastes ist zwischen zwei Wangen 15 gehalten, und zwar mittels eines Drehlagers 16 und einer Verriegelung 17. Die Wangen haben Kastenform und dienen zugleich der Aufnahme des Zubehörs, nämlich des Kraftstofftanks 9 und des Steuergeräts 11 mit der Batterie 12.



Die Erfindung sieht ferner vor, daß der Mast an seinem Fußende schwenkbar und feststellbar ausgebildet ist, so daß er bequem aufzurichten ist und im Bedarfsfall auch vorübergehend umgelegt werden kann, um so auf einfache Weise an den Schallkopf heranzukommen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine hydraulische Schwenkvorrichtung 18 vorgesehen, die durch Bolzen 19 und 20 gelenkig mit dem Mastfuß bzw. dem Fundament verbunden wird, um deren Zylinder mittels einer angesetzten Handpumpe 21 beaufschlagt werden kann, um den Mast aus seiner senkrechten Stellung 14 in eine waagerechte Lage 14' zu schwenken, und umgekehrt. Durch die Erfindung wird eine Sirene geschaffen, die mit einem unter Niederdruck ausströmenden heißen Arbeitsgas großer Menge bei gutem Wirkungsgrad eine hohe Schalleistung erzeugt, die durch Steuerung des elektrischen Modulatorenantriebs mit der gewünschten Kennung abgestrahlt werden kann. Die erfindungsgemäße Sirene hat ferner den Vorteil, daß der Modulator mit Antriebsmotor, der Schallstrahler und der Gaserzeuger eine bauliche Einheit bilden und der Verdichter und der Speicherbehälter der bisherigen Hochdruckluftsirenen entfallen.

Anmelder: Pintsch Bamag A.G., Berlin und Butzbach, 6308 Butzbach; Anmeldetag: 4. 8. 1966; Bekanntmachungstag: 20. 2. 1969; Auslegeschrift Nr. 1 289 766; Klasse 74 d, 2.

Anzeigevorrichtung für Kohlensäure-Löschanlagen

Im Heft 7/8 vom Jahr 1968 ist auf Seite 245 über eine Anzeigevorrichtung für Kohlensäure-Löschanlagen berichtet worden, die bei einem bestimmten Verlust an Kohlensäure anspricht und einen wenigstens eine Gasflasche tragenden Waagebalken besitzt, der von einer mittels Kugellager gelagerten Welle unterstützt wird und dessen einer Hebelarm an der Stützwelle befestigt ist und ein Gegengewicht trägt, während der andere Hebelarm dadurch gebildet wird, daß eine die Gasflasche bzw. die Gasflaschen tragende zweite Welle innerhalb der Stützwelle des Waagebalkens so gelagert ist, daß sie gegenüber der Stützwelle nicht nur seitlich, sondern auch nach oben versetzt liegt (Patent 1 259 206).

Die Erfindung bezweckt eine Verbesserung dieser bekannten Anzeigevorrichtung. Aufgabe der Erfindung ist es, die Anzeige des Kohlensäureschwundes besonders bei einer verkleinerten Anzeigevorrichtung noch mehr zu verdeutlichen und den Kohlensäureschwund auch an

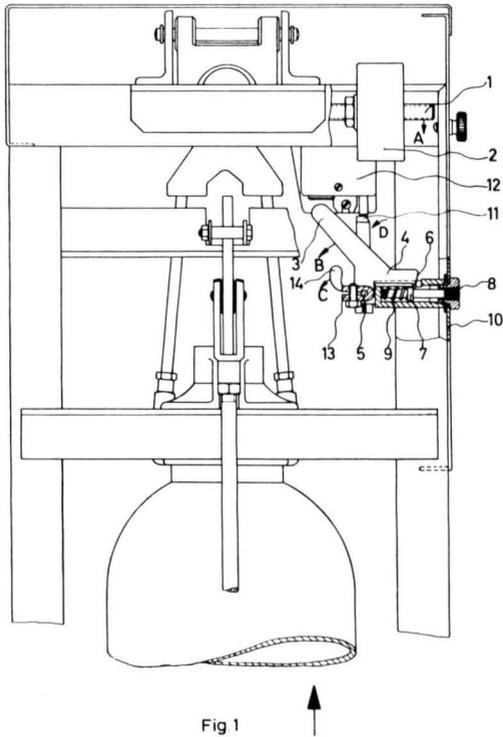


Fig 1

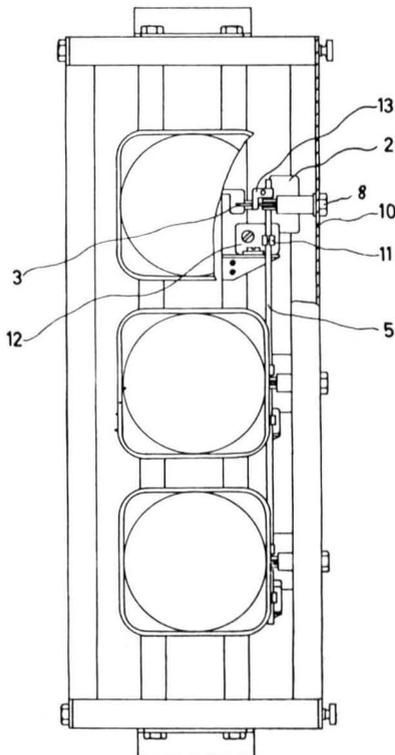
von den eigentlichen Anzeigevorrichtungen entfernt liegenden Stellen anzuzeigen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einer Anzeigevorrichtung nach dem Patent 1 259 206 unterhalb des Waagebalkens 1 auf einer Welle 5 eine mit dem das Gegengewicht 2 tragenden Hebelarm des Waagebalkens 1 zusammenwirkende Sperrklinke 4 drehbar gelagert ist, die einen freien Hebel-

arm 3 besitzt und in Ruhestellung mit einer Nase 6 hinter einen ringförmigen Vorsprung 7 eines unter dem Druck einer Druckfeder 9 stehenden Anzeigebolzens 8 greift.

Fig. 1 zeigt die erfindungsgemäße Anzeigevorrichtung in Seitenansicht, Fig. 2 zeigt die Anzeigevorrichtung in Ansicht von unten. Bewegt sich beim Auftreten des Kohlensäureschwundes der Waagebalken 1 in der oder den zugehörigen Gasflaschen in Pfeilrichtung A, so trifft das Gegengewicht 2 auf den freien Hebelarm 3 der Sperrklinke 4. Diese ist auf einer durchgehenden Welle 5 drehbar gelagert (Fig. 2). Bei dem in den Figuren dargestellten Batteriegestell gehört zu jeder CO₂-Flasche eine Sperrklinke 4, die jeweils unterhalb eines Waagebalkens auf der durchgehenden Welle 5 drehbar gelagert ist. Durch die Bewegung des freien Hebelarms 3 in Pfeilrichtung B wird eine Nase 6 der Sperrklinke 4 von dem Vorsprung 7 eines Anzeigebolzens 8 abgehoben. Unter der Wirkung der Druckfeder 9 schnellt der Anzeigebolzen 8 aus der Ebene des Verkleidungsbleches 10 hervor. Auf diese Weise ist sofort zu erkennen, daß eine Gasflasche CO₂-Schwund aufweist und um welche Gasflasche es sich handelt. Durch das Vorschleunigen des Anzeigebolzens 8 ist eine sehr deutliche Anzeige des Kohlensäureschwundes gewährleistet.

Es ist aber auch möglich, durch geeignete Übertragungsmittel den Kohlensäureschwund an von der eigentlichen Anzeigevorrichtung entfernt liegenden Stellen anzuzeigen. Zu diesem Zweck befindet sich in fester Verbindung mit der Welle 5 am Ende des Batteriegestells ein weiterer Hebel 11. Er wirkt, wenn zusätzlich eine elektrische Anzeige gefordert wird, mit dem Bolzen eines Endschalters 12 zusammen. Neben jeder Sperrklinke 4 ist ein Klemmstück 13 fest mit der Welle 5 verbunden. Jedes Klemmstück 13 weist seitlich versetzt einen Hebelarm 14 auf, der unterhalb des Hebelarms 3 der zugehörigen Sperrklinke 4 liegt. Wird eine der Sperrklinken 4 in Pfeilrichtung B bewegt, so vollführt das dazugehörige Klemmstück 13 eine Bewegung in Pfeilrichtung C, wodurch über eine Drehung der Welle 5 der Hebel 11 in Pfeilrichtung D verschoben wird und dadurch der Bolzen des Endschalters 12 infolge seiner Entriegelung einen elektrischen Impuls zu einer nicht näher dargestellten elektrischen Anzeigelampe gibt. In diesem Fall zeigt die elektrische Anzeige den CO₂-Schwund im Batteriegestell an, während die mechanische Anzeige die jeweilige Gasflasche lokalisiert.

Anmelder: CEAG Concordia Elektrizitäts-A.G., 4600 Dortmund; Erfinder: Heinz Heggemann, 4600 Dortmund, und Manfred Weiland, 4620 Castrop-Rauxel; Anmeldetag: 8.4. 1964; Bekanntmachungstag: 27. 3. 1969; Auslegeschrift Nr. 1 291 633; Zusatz zu 1 259 206; Klasse 61 a, 14/02.



Ansicht in Pfeilrichtung

Figur 2

Mittel zum Dekontaminieren der menschlichen Haut

Mittel zum Dekontaminieren der Haut, insbesondere der menschlichen Haut, die geeignet sind, die von den radioaktiven Verunreinigungen verseuchten oberflächlichen Hautschichten abzutragen, ohne daß jedoch die Haut hierbei tiefgreifend verletzt wird, sind bekannt. Im deutschen Patent 1 280 682 ist z. B. ein Mittel zum Dekontaminieren der menschlichen Haut durch mechanische Reinigung unter Abtragung oberflächlicher Hautschichten bekanntgeworden, das aus einem abriebfähigen Schaumstoffkörper besteht, der an der Reibfläche offenporig ist und der eine Porengröße von 0,5 bis 1,5 mm aufweist. Die abgetragenen Hautpartikeln mit den radioaktiven Verunreinigungen sammeln sich in den an der Reibfläche offenen Poren des Schaumstoffkörpers, so daß sie vorübergehend an den Schaumstoffkörper gebunden sind. Da die Hautpartikeln mit den radioaktiven Verunreinigungen in die offenen Poren eindringen, werden sie während der Behandlung nicht ständig auf der Haut verrieben oder sogar in die Haut tiefer eingerieben, wodurch der Dekontaminierungseffekt in Frage gestellt würde. Vorteilhaft ist ferner, daß die sich in den offenen Poren sammelnden radioaktiven Verunreinigungen beim Reibvorgang nicht weit im Raum verteilt werden, wodurch der Raum in der Nähe der Behandlungsstelle verseucht würde. Auf Grund des bekannten Abriebeffekts ergibt sich eine ständige Selbstreinigung des Schaumstoffkörpers, wodurch wiederum die Wirksamkeit desselben als Dekontaminierungsmittel gesteigert wird.

Die Erfindung bezweckt eine Weiterbildung des Dekontaminierungsmittels gemäß dem Patent 1 280 682, insbesondere in der Weise, daß mit ihm auch solche Hautpartien wirksam dekontaminiert werden können, die mit einem einstückigen Schaumstoffkörper nicht oder nur schwer erreicht werden können. Erfindungsgemäß besteht das Dekontaminierungsmittel aus einer Mischung einer Vielzahl von kleinen Schaumstoffkörnern, besonders in Granulatform, mit einem organischen Filmbildner und einem Verdickungs- und/oder Emulgiermittel, und gegebenenfalls mit Glycerin.

Der Zusatz eines Filmbildners zu dem Schaumstoffgranulat hat den besonderen Vorteil, daß das Dekontaminierungsmittel in Form eines zusammenhängenden Films von der Haut abgezogen werden kann, wobei die radioaktiven Verunreinigungen an dem Film haften oder in diesem eingebettet sind, so daß sie mit dem Film von der Haut entfernt werden. Das Schaumstoffgranulat mit dem Filmbildner und

den weiteren Zusätzen wird auf der Haut von Hand mit schabender Wirkung verrieben, wobei die radioaktiv verseuchten Hautschichten mechanisch abgetragen werden, so daß sie beim Abziehen des Films von der Haut zusammen mit dem Granulat entfernt werden. Um den Film geschmeidiger zu machen, empfiehlt sich ein Zusatz von Glycerin.

Mit dem erfindungsgemäßen Dekontaminierungsmittel läßt sich die Haut auch an schwer zugänglichen Stellen durchgreifend dekonta-

minieren, so daß sich auch die radioaktiven Verunreinigungen an denjenigen Stellen des Körpers, wie z. B. im Gesicht oder zwischen den Fingern, durchgreifend entfernen lassen, die mittels eines festen Schaumstoffkörpers nur schwer erreicht werden können.

Anmelder: Collo Rheincollodium Köln GmbH., Werk Hersel, 5304 Hersel; Erfinder: Rolf Moroni, 5304 Hersel; Anmeldetag: 15. 3. 1965; Bekanntmachung: 3. 4. 1969; Auslegeschrift Nr. 1 292 005; Zusatz zu 1 280 682; Klasse 61 b, 1/01.

Aktueller Rundblick

Die in dieser Rubrik gebrachten Nachrichten über Zivilschutz und seine Grenzgebiete stützen sich auf Presse- und Fachpressemeldungen des In- und Auslandes. Ihre kommentarlose Übernahme ist weder als Bestätigung ihrer sachlichen Richtigkeit noch als übereinstimmende Anschauung mit der Redaktion in allen Fällen zu werten, ihr Wert liegt vielmehr in der Stellungnahme der öffentlichen Meinung sowie der verschiedenen Fachsparten zum Zivilschutzproblem.

Simulationstechnik für Notzustände

Die Simulationstechnik weitet sich in der Raumfahrt immer mehr aus. Es lag deshalb nahe, sich diese auch für Notfallzustände nützlich zu machen. Amerikanische Untersuchungen an jungen Akademikern haben gezeigt, daß vom „Gelernten“ etwa wirklich behalten wird: 10 % von dem, was wir lesen; 20 % von dem, was wir hören; 30 % von dem, was wir sehen; 70 %, wenn wir das Gelernte anderen erklären und ca. 90 %, wenn wir das Gelernte auch tun, das heißt, manuell zeigen müssen.

Es liegt auf der Hand, daß das Kennenlernen und das Beherrschen von Notsituationen nicht am Objekt wirklich gelehrt werden kann. Hier bietet sich die „Simulationstechnik“ an. Unerfahrene Mitarbeiter können durch einen guten Lehrer zum Operator ausgebildet werden, geschulte Kräfte können in ein neues Verfahren so eingeführt werden, daß sie es „im Schlaf“ beherrschen.

Das von der Firma „Carmody Corporation 2361 Wehrle — Drive Buffalo-New York 14221“ entwickelte Verfahren beruht auf einem elektromechanischen Prozeßsimulator, der die Verbindung vom Instrukteur zum Schüler herstellt. Das Gerät besteht aus einem Fließbild der Anlage, der Instrumenten- und Schalttafel und dem Kontrollpult. An diesem sitzt der Instrukteur.

Normale Bedingungen und Notzustände können vom Kontrollpult in die Instrumententafel eingegeben werden. Der Instrukteur kann Anzeigeninstrumente, Prozeßvariable, Alarmer, Motorausfall, Versagen anderer Einrichtungen u. a. simulieren. Der Schüler wird zu einer Analyse der Lage und aktivem Handeln gezwungen.

Europäische Blutbank für seltene Blutgruppen

Vom holländischen Roten Kreuz in Amsterdam soll in Kürze für die Dauer von fünf Jahren eine europäische Bank für Tiefkühlkonserven seltener Blutgruppen errichtet werden. Die gesetzliche Grundlage hierfür bildet der „Vertrag zum Austausch therapeutischer Substanzen menschlicher Herkunft“, den die fünfzehn Mitgliedstaaten des Europarates unterzeichnet haben.

Durch die Bank können Reserven verschiedener Blutgruppen zum Verbleiben oder Austauschen geschaffen werden. Für Spender besonders seltener Blutgruppen können

Eigenblutreserven für eine mögliche spätere Autotransfusion angelegt werden.

Finnland, das nicht zum Europarat gehört, mit den Niederlanden jedoch wichtige wissenschaftliche Vorversuche durchgeführt hat, wird zur Teilnahme an dem Projekt eingeladen werden.

Tiefgefrieren von Blut

Die Lebensdauer von Erythrozyten beträgt etwa 120 Tage. Durch ultraschnelles oder schnelles Gefrieren unter Zugabe von Dextran bzw. Glycerin gelingt es, diesen Zeitabschnitt zu verlängern.

Das schnelle Einfrieren erfolgt in flüssigem Stickstoff. Die Lagerungstemperatur sollte bei Dextranzugabe -196°C , bei Glycerinzugabe -120°C betragen. Bei Bedarf Auftauen im Wasserbad ($+37$ bis $+42^{\circ}\text{C}$), anschließend Transfusion nach Entfernung der Schutzsubstanzen durch mehrfaches Waschen in einer üblichen Zentrifuge. Als Waschflüssigkeit werden Glycerin 10 %, Na-Laktat-NaCl, Saccharose 30 %, Mannit 5 %, Sorbit 16 % verwendet.

Neuerdings wird auch bei Thrombozyten eine Konservierung durch kontrolliertes Einfrieren bei -190°C versucht, wobei als Schutzstoffe Glukose und Dimethylsulfoxyd (DMS) bzw. Polyvinylpyrrolidin (PVP) Verwendung fanden. Bei Zusatz der letztgenannten Substanz ist eine sofortige Übertragung nach dem Auftauen möglich. Die längste Konservierungszeit umfaßte einen Zeitraum von 37 Tagen.

Verfahren zur Abtrennung gelöster Stoffe aus ihren Lösungen

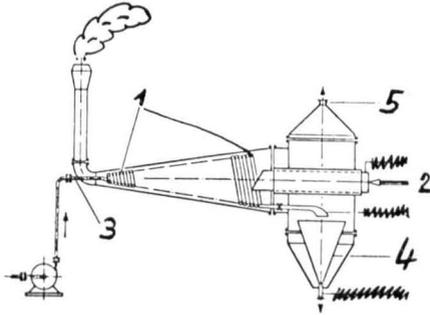
Zahlreiche Wege wurden bisher beschritten, um gelöste Stoffe aus ihren Lösungen abzuscheiden. Noch sind aber nicht alle Fragen auf diesem Spezialgebiet gelöst, wenn man z. B. nur an die Trennung von Salzen aus dem Meerwasser zwecks Gewinnung von Trink- und Brauchwasser oder von Meersalz denkt.

Die Wassernot ist ein uraltes Problem; darum arbeiten in vielen Ländern Wissenschaftler und Techniker an wirtschaftlich vertretbaren Aufbereitungsanlagen für Meerwasser. In einem Zeitraum von zwanzig Jahren verdoppelt sich der Wasserbedarf der Weltbevölkerung. Auch die Abtren-

..AUS DEM DRÄGERWERK 10

nung gelöster Stoffe aus Abwässern industrieller wie häuslicher Herkunft erfolgt vielfach noch unrationell. Für Abwässer häuslichen Ursprungs genügen die bekannten Klärverfahren, bei Fabrikabwässern ist es oft nicht einfach, gelöste Feststoffe einwandfrei und dazu kostenmäßig erträglich abzuscheiden.

Eine Lösung dieser vielseitigen Probleme bietet das Schweizer Patent Nr. 427 610, das auch in verschiedenen anderen Ländern bereits patentiert wurde. In der Bundesrepublik läuft noch die Anmeldung, hier ist es eine Zeitfrage, wann das Patentamt München die vor dem 1. Oktober 1968 vorliegenden Anmeldungen bewilligt.



Die Anlage besteht im wesentlichen aus einer dicht gewickelten, konisch gewundenen und horizontal angeordneten Rohrschlange 1, die im Gegenstrom zu der bei 3 eingespeisten Flüssigkeit von den Brenngasen eines Brenners oder von Dampf vom weiteren Rohrschlangenende 2 aus durchströmt wird. Die unter Druck stehende Flüssigkeit wird dabei rasch erhitzt und verdampft, wobei gelöste Feststoffe sich teilweise kristallin abscheiden und durch den gebildeten Dampf mit hoher Geschwindigkeit ohne Ablagerung in der Schlange in den Konzentrationsbehälter 4 mitgerissen werden und sich hier mit dem Konzentrat ansammeln. Der Dampf strömt nach oben 5 ab.

Durch Abstimmung von Druck, Strömungsgeschwindigkeit und Wärmezufuhr läßt sich ein optimales Verhältnis der einzelnen Anteile am Ausgang erzielen. Die patentierte Vorrichtung ist auch sehr gut geeignet, um Salzlösungen auf gewünschte Stärke zu konzentrieren und diese soweit zu verdampfen, daß bereits Abscheidung der gelösten Bestandteile erfolgen kann. Dieses Verfahren bietet vielseitige Verwendungsmöglichkeiten dort, wo Verdampfungs- und damit Konzentrationsprobleme anfallen. Sehr vorteilhaft kann sich so die Gewinnung von Trinkwasser und Salz aus Meerwasser gestalten. Bei temperaturempfindlichen Medien wird unter Vakuum gefahren.

Erfahrungen bei Einleitung radioaktiver Abwässer

Wichtige Erkenntnisse über die möglichen Auswirkungen einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in der Umwelt konnten bei Kernwaffenversuchen gesammelt werden. Daneben ist es jedoch unter besonderen Bedingungen zu Einleitungen radioaktiver Abwässer der Hanford-Werke in den Columbia River sowie des Oak-Ridge-Nationallaboratoriums in den Clinch River gekommen, die man als erheblich bezeichnen kann, weil die aus ihnen resultierende Strahlenbelastung zwar die international anerkannten Dosisgrenzen für die Bevölkerung nicht überschritten hat, der Nachweis hierfür jedoch noch durch umfangreiche Untersuchungen erbracht werden konnte. Eine genauere

Bei Katastrophen und Großbränden können Verluste nur in Grenzen gehalten werden, wenn Helfer zur Stelle sind. Sie müssen in vergifteter Atmosphäre sofort Maßnahmen zur Rettung von Menschenleben und Hab und Gut ergreifen. Unentbehrlich ist dabei der Atemschutz. Der Preßluftatmer DA 58/1600 zusammen mit der Zivilschutzmaske 56 ist das Atemschutzgerät für den Zivilschutz. Mit seiner Hilfe kann der Helfer Belastungen standhalten.

Volle 40 Minuten reicht der Luftvorrat bei mittelschwerer Arbeit. Die Luftversorgung paßt sich automatisch dem Atemluftbedarf an. Bei zurneigegehendem Luftvorrat ertönt ein Warnsignal, das den Geräteträger zum Rückzug auffordert.

Die Maske aus temperaturbeständigem, weißem Gummi paßt sich jeder Gesichtsform an. Auch bei langer Einwirkung ist sie widerstandsfähig gegen alle aggressiven chemischen Stoffe. Kleiner Totraum und großes Blickfeld sind ihre Kennzeichen.

Vorzüge, die im Ernstfall entscheidend sind!



DRÄGERWERK

DRÄGER
SORGT
FÜR

LÜBECK

SICHERHEIT

Betrachtung dieser Untersuchungsergebnisse ist von Interesse, weil sie zeigen, mit welchen Gefährdungen bei der Einleitung radioaktiver Abwässer in Oberflächengewässer zu rechnen ist, und Mass und Ziel hierfür angeben. Die gewonnenen Erfahrungen beleuchten den großen Einfluß der Radiotoxizität der einzelnen Radionuklide und die Gefahr von Anreicherungs Vorgängen in der Ernährungskette. Sie zeigen, daß es nicht genügt, bei der Einleitung allein die zulässige Konzentration radioaktiver Stoffe im Trinkwasser zugrunde zu legen.

Die meisten Personen in der Umgebung Hanfords werden überwiegend nur durch kontaminiertes Trinkwasser belastet, aber einige Personen nehmen viel größere Mengen an P 32 und Zn 65 durch Verzehr kontaminierter Fische und Wasservögel auf. Man hat geschätzt, daß letztere bis zum 50fachen der durchschnittlichen Strahlenbelastung durch Zn 65 ausgesetzt sind.

Im Rahmen der Clinch River Studien ist berechnet worden, welche Auswirkungen eine Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen mit 60 cm/a kontaminierten Flußwassers hätte. Die sich daraus ergebende Anreicherung von Sr 90 und Cs 137 in den Feldfrüchten führt über die Ernährungskette zu einer erhöhten Zufuhr beim Menschen. Die Berechnungen haben ergeben, daß im Gleichgewichtszustand der Standardmensch etwa 20mal mehr Sr 90 und mehr Cs 137 auf dem Weg über die kontaminierten Feldfrüchte aufnehmen würde, als bei Verwendung des Flußwassers als Trinkwasser.

Andererseits kann man aus 20 Jahren Erfahrung mit Einleitungen von 100 000 bis 1 000 000 Ci/a im Falle Hanfords und durchschnittlich 700 Ci/a im Falle des ORNL doch sicher sein, daß die wesentlichen Auswirkungen solcher Einleitungen auf den Menschen inzwischen hinreichend bekannt sind, so daß man heute Einleitungen entsprechend begrenzen und überwachen kann.

Veranstaltungskalender

Bundesamt für zivilen Bevölkerungsschutz, Bad Godesberg

In der Zeit von September 1969 bis Februar 1970 führt das Bundesamt für zivilen Bevölkerungsschutz folgende Ausbildungsveranstaltungen durch:

1. Lehrgänge für Hauptverwaltungsbeamte und deren Vertreter aus Gemeinden und Städten bis 20 000 Einwohner
 - vom 30. 9. — 3. 10. 1969
 - vom 14. 10. — 17. 10. 1969
 - vom 28. 10. — 31. 10. 1969
 - vom 11. 11. — 14. 11. 1969
 - vom 2. 12. — 5. 12. 1969
 - vom 13. 1. — 16. 1. 1970
2. Lehrgänge für Hauptverwaltungsbeamte und deren Vertreter aus Städten über 20 000 Einwohner
 - vom 27. 1. — 30. 1. 1970
 - vom 24. 2. — 27. 2. 1970

3. Lehrgänge für Medizinalbeamte der kreisfreien Städte und der Landkreise u. a.

vom 9. 9. — 11. 9. 1969

vom 23. 9. — 25. 9. 1969

vom 7. 10. — 9. 10. 1969

4. Planungsseminare „Baulicher Zivilschutz“ (Grundlehrgänge) für leitende Bedienstete der kommunalen und staatlichen Bauverwaltungen, der Bauaufsichts- und Baugenehmigungsbehörden sowie für Dozenten der Staatsbauschulen u. a.

Zugelassen sind ferner freischaffende Architekten, Bauingenieure und Baumeister sowie angestellte Bauschaffende von Wohnungsbau- und Siedlungsgesellschaften

vom 16. 9. — 19. 9. 1969

vom 30. 9. — 3. 10. 1969

vom 28. 10. — 31. 10. 1969

vom 11. 11. — 14. 11. 1969

vom 9. 12. — 12. 12. 1969

vom 13. 1. — 16. 1. 1970

vom 24. 2. — 27. 2. 1970

Die Einladungen zu den Veranstaltungen sind durch das Bundesamt für zivilen Bevölkerungsschutz an die jeweiligen Behörden, Verbände und Gesellschaften ergangen.

IAEO-Symposium über Laborverfahren mit Radioisotopen

Vom 8. bis 12. September 1969 soll in Wien ein Symposium über Laborverfahren mit Radioisotopen in der klinischen Medizin und Forschung durch die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) durchgeführt werden. Das Symposium wird sich mit allen in der klinischen Medizin und Forschung angewandten in vitro Radioisotopenverfahren beschäftigen, bei denen man die Untersuchungen des radioaktiven Stoffes außerhalb des Organismus behandelt.

Die Teilnahmebedingungen sind beim Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung, Ref. IB 4, 53 Bonn 9, Postfach 9124 erhältlich.

Kongreß und Ausstellung „Reinhaltung der Luft“

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) veranstaltet in der Zeit vom 13. bis 17. Oktober 1969 in Düsseldorf den Kongreß „Reinhaltung der Luft“, mit dem gleichzeitig eine Informationsschau und Ausstellung verbunden sind. Die Vortragsveranstaltung steht unter dem Leitthema „Aktuelle Wege zur Reinhaltung der Luft“. Einen besonderen Platz sollen dabei die technischen Lösungsmöglichkeiten zur Reinigung der Kraftfahrzeugabgase einnehmen. In der Informationsschau werden unter dem Motto „Reinhaltung der Luft — Erfordernisse und Fortschritte“ die erzielten Erfolge der vergangenen fünfzehn Jahre auf allen Sektoren der Luftreinhaltung gezeigt. Die gleichzeitig laufende Industrieausstellung zeigt Ausrüstungen zur Luftreinhaltung und verwandte Geräte. In- und ausländische Hersteller sowie Wirtschaftsverbände, darunter auch die Fachgemeinschaft für lufttechnische Trocknungsanlagen im VDMA, beteiligen sich an dieser Fachausstellung. Nähere Auskünfte über Kongreß und Informationsschau gibt die Kommission Reinhaltung der Luft, Verein Deutscher Ingenieure, 4 Düsseldorf, Postfach 1139.