

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95/96 (1930)
Heft: 8

Artikel: Caisson-(Taucher-)Krankheiten bei Druckluftgründung
Autor: Blattner, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44041>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Caisson-(Taucher-) Krankheiten bei Druckluftgründung. — Vom Kleinwohnungsbau in Zürich. III. Städt. Wohnkolonie Heuried (mit Tafeln 5 bis 8). — Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Elektrizitätswirtschaft. — Von der schweizer. Maschinen-Industrie im Jahre 1929. — Mitteilungen: 2 C 2 Hochdruck-Dampflokomotive der Lon-

don & North-Eastern-Railway. Von der Seilschwebbahn auf das Nebelhorn. Versuche über das Zusammenwirken von Nietverbindung und Schweissnaht. Der Schnelldampfer „Bremen“. Fünfter Internationaler Kongress beratender Ingenieure. Der Verein deutscher Ingenieure. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine: Schweizer. Ing.- u. Arch.-Verein.

Band 96

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 8

Caisson-(Taucher-)Krankheiten bei Druckluftgründung.

Von Dipl. Ing. H. BLATTNER, Obering. in Fa. Locher & Cie., Ingenieurbureau und Bauunternehmung in Zürich.

Die allgemeine Entwicklung der Technik in den letzten Jahrzehnten hat Umwälzungen hervorgebracht und Möglichkeiten geschaffen, an die man früher nicht zu denken wagte. Auf allen Gebieten sind gewaltige Fortschritte erzielt worden; leider aber sind mit diesen auch neue Gefahren für den im Reiche der Technik beschäftigten Menschen aufgetaucht, denen zu begegnen und zu wehren der Techniker selbst mitverpflichtet ist, wenn anders die Fortschritte nicht auf Kosten des Lebens und der Gesundheit der dabei Beteiligten erfolgen sollen. Wie dem Aviatiker die Dünne der Luft gefährlich werden kann, so sind der Taucher und der Caissonarbeiter, deren Arbeitsfeld unter Wasser liegt, durch die Dichte der komprimierten Luft bedroht. Der ständige Aufenthalt in Druckluft kann bei ihnen Störungen erzeugen, die man allgemein unter dem Namen „Druckluft-Erkrankungen“ zusammenfasst. Trotzdem die Methoden der Druckluftgründungen heute Allgemeingut der Tiefbautechniker geworden sind, herrscht sowohl bei Aerzten als auch bei Technikern noch Unsicherheit in Bezug auf die rationellste Behandlungsweise dieser Krankheiten.¹⁾ Zweck dieser Zeilen ist, diese Frage klären zu helfen und damit das Gefahrmoment der Unterwasserarbeit zu verringern.

Unter dem Sammelnamen Druckluft-Erkrankungen, die als solche eine typische Berufskrankheit sind, verstehen wir zwei von einander scharf zu unterscheidende Kategorien von krankhaften Schädigungen des menschlichen Organismus durch Druckluft: Einmal die durch die rein mechanische Wirkung plötzlicher Druckänderung auf den Körper entstandenen Verletzungen. Die weitaus häufigste Form dieser direkt mechanischen Schädigungen ist die Verletzung des Hörorgans, insbesondere Perforationen des Trommelfells. Hierzu sind auch leichte Blutungen aus Mund und Nase zu rechnen. Während diese Verletzungen fast ausnahmslos während des Einschleusens, d. h. während des Druckanstieges erfolgen, treten die Schädigungen der zweiten Kategorie von Krankheitserscheinungen während und kurz nach dem Ausschleusen, d. h. der Druckverminderung, auf. Die Krankheitserscheinungen dieser Gruppe werden als Caissonkrankheit im engeren Sinne des Wortes, auch als Taucherkrankheit bezeichnet.

MECHANISCHE SCHÄDIGUNGEN.

Wie oben ausgeführt, stellen sich diese besonders beim Einschleusen in den Caisson ein. Die Vermehrung des Atmosphärendruckes wirkt gewöhnlich nur bei plötzlicher Einwirkung, und auch dann nur in geringem Masse schädlich. In der Regel leidet der Arbeiter, der von diesen Unfällen betroffen wird, an Schnupfen oder sonstigen katarrhalischen Erkrankungen der Atmungsorgane. Die Zugänge von der Nase zur Stirnhöhle, bzw. vom Mund zum Mittelohr durch die eustachische Röhre, die die Mundhöhle mit dem hinter dem Trommelfell liegenden Raum des Ohres, der sogenannten Paukenhöhle verbindet, sind durch schleimige Sekretionen verstopft. Der Druckausgleich kann infolgedessen in diesen nun abgesperrten Räumen nicht erfolgen. Es stellen sich heftige Kopf-, bzw. Ohrenscherzen

ein, und wenn der Arbeiter, statt das Einschleusen zu unterbrechen und den Druck wieder langsam zu vermindern, weiterschleust, kann es zu dauernden Schädigungen, wie z. B. Perforation des Trommelfelles oder späteren Stirnhöhlenerkrankungen kommen. Es sei hier ganz besonders bemerkt, dass die Behandlung dieser Unfälle, entstanden beim Einschleusen, in der weiter unten beschriebenen Krankenschleuse nicht statthaft ist. Die Verunfallten sind vielmehr so rasch als möglich dem nächsten Arzt, bzw. Spezialisten zu überweisen.

Zur Verhütung dieser Unfälle sollte als allgemeine Regel aufgestellt werden, dass der während des Einschleusens verantwortliche Schichtführer sich zu erkundigen hat, ob jemand von den einschleusenden Leuten Schmerzen empfindet; ist dann selbst bei sehr verlangsamter Schleusung ein Nachlassen der Schmerzen nicht zu erreichen, so ist das Einschleusen abbrechen und der Druck sehr langsam wieder abzulassen, um dem von Schmerzen befallenen Arbeiter das Aussteigen aus der Personenschleuse zu ermöglichen. Eine allgemeine Reglementierung der Einschleusezeit ist unzulässig, da diese je nach Disposition und Übung individuell verschieden ist. Dafür sollte daran festgehalten werden, dass mit Katarrhen behafteten Personen der Zugang zum Caisson nicht gestattet wird, da, selbst wenn das Einschleusen noch gelingt, beim Ausschleusen Komplikationen entstehen können.

Um während des Schleusens den Druckausgleich in den schwer zugänglichen Körperhöhlen zu erleichtern, empfiehlt es sich hier und da leer zu schlucken oder bei zugepresster Nase und fest geschlossenem Mund durch Aufblasen der Wangen den Druck in der Mundhöhle zu erhöhen und damit auch den Druckausgleich in den von dünnerer Luft erfüllten Räumen der Stirnhöhle und des inneren Ohres herbeizuführen. Das statistische Material ergibt, dass diese mechanischen Verletzungen besonders häufig bei niederen Drücken auftreten: eine Warnung für das Personal, die Gefahren der Druckluft auch bei wenigen Metern Wassersäule nicht zu unterschätzen. Die Ausschleusungszeiten sind strikte inne zu halten, und es darf das so beliebte rasche Ausschleusen auch bei geringem Druck unter keinen Umständen geduldet werden.

Vermieden werden die in diesem Abschnitt genannten Unfälle nur durch genaue Beachtung der allgemein gültigen Reglemente über die Schleusung, Fernhaltung von mit Erkältungskrankheiten behafteten Personen und peinliche ärztliche Voruntersuchung der Druckluftarbeiter in Bezug auf das Vorhandensein von chronischer Affektion der Hör- und Atmungsorgane; der Freiheit der Tubengänge zum Mittelohr ist grosse Aufmerksamkeit zu schenken.

INNERE ALLGEMEIN-STÖRUNGEN.

In dieser Gruppe sind alle die Krankheitsfälle zusammengefasst, die in ihrer Gesamtheit als Caissonkrankheit im engeren Sinne bezeichnet werden. Im Gegensatz zu den Unfällen der ersten Gruppe stellen sich diese allgemeinen Störungen des menschlichen Organismus während und nach dem Ausschleusen, d. h. bei der Druckverminderung ein. Krankheits- und Schmerzerscheinungen sind nicht mehr streng lokalisiert, sondern können überall auftreten, in den Extremitäten, in den Gelenken, am Kopf, im Ohr, am gesamten Rumpf.

Die leichteste Form von Caissonkrankheit ist gewöhnlich nur an einem heftigen Jucken der Haut (beson-

¹⁾ Literaturverzeichnis. Heller: Die Caissonkrankheit. Monographie, Verlag von Gebr. Leemann, Zürich, 1912. — Thost: Ueber Caissonerkrankungen. Vortrag in Nauheim 1920. — Heller, Mager, Schröter: Luftdruckerkrankungen mit besonderer Berücksichtigung der sog. Caissonkrankheit. Verlag A. Hölder, Wien, 1900. — Stachelin, R.: Luftdruckerkrankungen, im „Handbuch für innere Medizin“, Bd. 4, Verlag Julius Springer, Berlin, 1912.

ders an den Armen und Beinen), das sich nach einigen Stunden wieder verliert, zu erkennen; auch Zahnschmerzen in plombierten oder kariösen Zähnen sind sehr häufig. Dieses Jucken der Haut kann aber auch der Vorbote einer schweren Erkrankung sein, indem es ausartet in einen stechenden, bohrenden, beinahe unerträglichen Schmerz in Gelenken und Knochen der Gliedmassen, besonders der Beine. Die Haut nimmt ein marmoriertes Aussehen an und verfärbt sich immer mehr, falls dem Fortschreiten der Blutkreislaufstörungen nicht energisch Einhalt geboten wird. Im weiteren Verlauf treten Lähmungserscheinungen auf, die auch Rumpf, Arme und Hände ergreifen können; auch Funktionsstörungen der Blase und des Mastdarmes, der Atmungs-, Kreislauf- und Sprachorgane sind nicht selten. Bei diesen schweren Formen der Caissonkrankheit handelt es sich um Erscheinungen verschiedenster Art von Seiten des Nervensystems.

Alle diese Krankheitserscheinungen haben die selbe Ursache, nämlich das Auftreten freier Gasblasen in den Hautgeweben, Gelenken, Knochen und Blutgefässen. Auch treten die Symptome der Caissonkrankheit regelmässig $\frac{1}{4}$ Stunde bis zwei Stunden nach, seltener direkt während des Ausschleusens auf.

CHRONISCHE KRANKHAFT VERÄNDERUNGEN.

In der Literatur sind sozusagen keine Fälle von bleibenden Veränderungen des menschlichen Organismus infolge ständiger Arbeit in Druckluft bekannt. Dem Schreiber ist es aufgefallen, dass die meisten langjährigen Caissonarbeiter an Bleichsucht leiden, was auch die Aerzte in Venedig bei den dortigen Dockgründungsarbeiten der Firma Conrad Zschokke¹⁾ bestätigten. Diese chronische Blutarmut ist aber wohl mehr auf mangelnde Sonnenbestrahlung und die schlechtere Luft in den Taucherglocken zurückzuführen, als auf direkte Einwirkung von Druckluft. Sehr häufig ist bei diesen Arbeitern auch ein vorzeitiger Haarausfall festzustellen.

Eine heikle Streitfrage sind die Fälle von Rheumatismus, entstanden durch langjährigen Aufenthalt in den feuchten Taucherglocken und Senkkasten. Die rheumatischen Schmerzen gleichen in vielen Punkten den Schmerzen der Caissonkranken und es ist für den Arzt oft recht schwer, besonders wenn Fiebererscheinungen fehlen, die richtige Diagnose zu stellen. Die Häufigkeit von allgemeinem Gelenkrheumatismus bei langjährigen Caissonarbeitern, die sich ständig in von Feuchtigkeit übersättigten Räumen (zum Teil direkt im Wasser stehend, beim Arbeiten in Wasserhosen) aufhalten, lässt es als wünschenswert erscheinen, dass die Versicherung diese Fälle als Berufskrankheit gelten lässt und mitversichert.

Als günstiges Moment bei älteren Druckluftarbeitern darf die Tatsache angesprochen werden, dass der menschliche Organismus auch hier seine Anpassungsfähigkeit an die verschiedensten Lebensbedingungen bewährt, was sich in einer gewissen Immunität gegen Schäden durch komprimierte Luft äussert. Für Gründungen in grossen Tiefenlagen sollten deshalb, wenn immer möglich, ältere, bewährte Caissonarbeiter zugezogen werden.

DIE URSACHEN DER CAISSONKRANKHEITEN.

Zum Verständnis der geschilderten pathologischen Erscheinungen muss kurz auf die Verhältnisse bei der Absorption der in der atmosphärischen Luft enthaltenen Gase im Blut und in den Gewebeflüssigkeiten eingegangen werden.

Das Gesetz von Henry über die Absorption von Gasen in Flüssigkeiten besagt, dass die von einer bestimmten Flüssigkeit bei verschiedenem Druck absorbierten Gasvolumina proportional sind dem Druck. Wenn mehrere Gase in dem neben einer Flüssigkeit befindlichen Raume vorhanden sind, so geschieht die Absorption des einen Gases unabhängig von der des andern, sie hängt nur von dem Druck ab, den das betreffende Gas an und für sich ausübt (Dalton'sches Gesetz).

Im Blut und in den feuchten Geweben des Körpers wird das Gas von der Flüssigkeit nicht allein physikalisch absorbiert, sondern auch chemisch gebunden. Die chemische Affinität von Sauerstoff und von Kohlensäure zum Blut ist so gross, dass die vom Blut gebundene Menge dieser beiden Gase unabhängig ist von dem Druck, unter dem sie stehen. Dagegen folgt die Absorption des Stickstoffes im Blut einzig dem Henry'schen Gesetz. Umgekehrt absorbieren bei gleichbleibendem Druck Fette und fettähnliche Stoffe, zu denen das Nervensystem gehört, verhältnismässig grössere Mengen von Stickstoff, als dies bei rein physikalischer Absorption möglich wäre. Bei hohem Druck wird also viel mehr Stickstoff von den Flüssigkeiten und den feuchten Geweben des Körpers absorbiert, als bei niedrigerem. Bei rascher Herabsetzung des Druckes wird Stickstoff als Gas frei; dieses Abgeben von Stickstoff erfolgt in Form von kleinen Blasen, und der Druck dieser Gasblasen in den Gewebespalten ruft teils Kompression der Nervenelemente, teils Zerstörung der Gewebe hervor. Die feinen Gasblasen, die in den Haargefässen auftreten, stellen nicht nur der Fortbewegung durch das Blut enorme Widerstände entgegen, sondern sie verhindern auch die Blutzirkulation selbst. Dadurch können lokale Gewebeteile zum Absterben gebracht werden. Treten solche umschriebene Zirkulationsstörungen im Nervensystem auf, so ergeben sich die eingangs geschilderten, schweren nervösen Störungen bis zur vollständigen Lähmung. Da das Nervensystem, wie alle fettähnlichen Körper, eine viel grössere Absorptionsfähigkeit für den Stickstoff besitzt, als das Blut, erklärt sich hieraus seine grössere Empfindlichkeit gegenüber dieser Erkrankung.

Daneben kommt auch die Blutversorgung eines Organes in Betracht. Je besser die Durchblutung, um so rascher kann die Entgasung erfolgen. 100 cm³ Blut absorbieren bei normaler Körpertemperatur und bei einem Luftdruck von 760 mm Quecksilber (1 at) 1,2 cm³ Stickstoff, bei 4 at Luftdruck 4,8 cm³. Unter der Annahme, der ganze Körper habe das gleiche Absorptionsvermögen wie das Blut (wahrscheinlich ist es noch grösser) würde ein Körper von 70 kg Gewicht unter normalem Luftdruck 840 cm³, unter einem Druck von 4 at 3360 cm³ Stickstoff gelöst enthalten. Würde dieser Ueberdruck plötzlich entfernt, so würden 2520 cm³ N frei. Nach einer Berechnung von Staehelin können in einer Minute durch die Lunge nur 155 cm³ Stickstoff abgegeben werden; der Ueberschuss beträgt aber 2520 cm³. Die Abfuhr durch die Lunge ist also viel zu langsam, als dass die Entwicklung von Gasblasen vermieden würde. Nur bei viel langsamerer Dekompression bleibt die Gasbildung aus.

Krankhafte Erscheinungen treten auch bei plötzlicher Dekompression nicht auf, wenn der Ueberdruck nicht mehr als 1 at betragen hat. Wenn die momentane Erniedrigung des Druckes von 2 auf 1 at nicht schädlich ist, so schadet auch die momentane Erniedrigung des Druckes von 6 auf 3 at nichts, da ja wohl das Gewicht des ausgeschiedenen Stickstoffes das dreifache ist, das Volumen des unter dreifach höherem Druck stehenden Gases aber nicht vermehrt ist. Haldane hat experimentell bewiesen, dass für die Ausbildung der Gasbläschen nicht der absolute Druckunterschied, sondern das Verhältnis zwischen Anfangsdruck und dem durch die Dekompression erzielten niedrigeren Druck massgebend ist; das kritische Verhältnis beträgt etwa 2:1. Es ist also nach Haldane relativ gleichgültig, ob der Druck von 4 auf 2 at oder von 2 auf 1 at erniedrigt wird. Man kann deshalb gleich zu Beginn der Ausschleusung den Druck auf die Hälfte vermindern. Der Druckunterschied zwischen dem gelösten Stickstoff und der Aussenluft ist dann gleich zu Beginn grösser und die Entgasung geht rascher vor sich, als bei allmählichem Absenken des Druckes.

Nach Quinke kommen bei der Bildung von Gasbläschen in Flüssigkeiten auch Kontaktwirkungen und Erschütterungen in Frage. So entfernt z. B. eine schnellere Druckverminderung im Beginn einer Erschütterung verhältnismässig mehr Gas aus der Flüssigkeit, als wenn die Flüssigkeit nicht geschüttelt wird.

¹⁾ Beschrieben in „S. B. Z.“, Bd. 68, S. 121 (9. Sept. 1916.)

Auf diese Tatsachen stützt sich die stufenweise Dekompression in grossen Tiefen. Nach Haldane wird diese Dekompression so vorgenommen, dass zunächst der absolute Druck innert 2 bis 3 Minuten auf die Hälfte herabgesetzt wird (entsprechend seiner Theorie, wonach eine Druckherabsetzung im Verhältnis 2 : 1 ungefährlich ist). Anschliessend daran wird nach den gewöhnlichen Vorschriften, d. h. 4 Minuten für 1 kg/cm² Ueberdruck und 5 Minuten für jede weitere Druckerhöhung um 1 kg/cm² (französische Vorschriften vom 1. Oktober 1913) weiter geschleust.

Das Auftreten der Caissonkrankheit ist abhängig von der Tiefenlage sowohl, als auch von der Dauer der Arbeitszeit. Nach den Aufzeichnungen beim Bau des Kraftwerkes Faal a/Drau¹⁾, die den Zeitraum eines Jahres (1915/16) und etwa 550 Fälle von Caissonkrankheit umfassen, war das prozentuale Verhältnis folgendes:

Tiefenlage in m	% der Erkrankungen berechnet auf die Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter
2,5 bis 14,0	keine
14,0 „ 18,0	5,5 %
19,0 „ 20,0	4,8 %
20,0 „ 21,0	8,35 %

Als kritische Tiefe für das erste Auftreten der Krankheit (die mechanischen Verletzungen treten, wie oben ausgeführt, besonders bei kleinen Tiefen auf), ist 14 m Wassertiefe anzusehen. Diese kritische Tiefe wurde sowohl in Faal und Venedig, als später auch bei den Kraftwerken Mühleberg (B. K. W.), Olten-Gösgen, Eglisau und Chancy-Pougny (Locher & Cie.) beobachtet.

Die Sättigung einer Flüssigkeit mit Gas erfolgt nie plötzlich, sondern ganz allmählich. Auch bei hohem Druck dauert es stundenlang, bis die Sättigung eine vollkommene ist. Es erklärt sich daraus die Erfahrung, dass bei Arbeiten unter hohem Druck die Arbeitszeit gekürzt werden muss, um die Erkrankung zu verhindern. Aber auch die Entwicklung der Gasblasen braucht einige Zeit; das Gas bleibt zuerst in übersättigter Lösung und wird erst allmählich frei. Aus diesem Grunde treten die Krankheitserscheinungen der Caissonkrankheit meist erst nach dem Verlassen der Schleuse auf.

ARBEITSZEIT.

Die tägliche Arbeitszeit soll selbst bei einem Druck von 1,5 at nicht mehr als 9 Stunden mit 1½-stündiger Mittagspause betragen. Bei 18 m Wassersäule ist auf sechsstündige Schichten (inkl. Einschleusen und Ausschleusen) überzugehen, was bei kombinierter Arbeitszeit drei Arbeiterschichten erfordert, die nach sechsstündiger Arbeit während zwölf Stunden der Ruhe pflegen. Das Einnehmen von Mahlzeiten in den Caissons ist ganz zu verwerfen, doch ist das Verabreichen alkoholfreier, leichter Getränke gegen den Durst zu empfehlen.

Die oben angeführte Tabelle lässt auch klar erkennen, dass die Angewöhnung eine grosse Rolle spielt; trotz der grösseren Tiefe von 19 bis 20 m fiel der Prozentsatz der Erkrankungen gegenüber der Tiefe von 14 bis 18 m erheblich, da die selben Leute mit der fortschreitenden Absenkung des Caisson allmählich an den grösseren Druck gewöhnt werden. Es ist deshalb Pflicht des Ingenieurs, darauf zu achten, dass frisch eingestellte Caisson-Mannschaften nicht sofort in grössere Tiefen versetzt werden, sondern zuerst in höher gelegenen Caissons Verwendung finden. Ebenso sind nach Krankheit genesene Arbeiter zu schonen.

Nasses, kaltes Wetter begünstigt das Auftreten der Caissonkrankheit ebenfalls, und es sind besonders mit Erkältungskrankheiten behaftete Personen vorübergehend an freier Luft zu beschäftigen, was bei schichtenweiser Durchführung ohne Störung der Arbeit geschehen kann. Diese Anordnung hat natürlich nur einen wohltätigen Einfluss, wenn sonnige Witterung herrscht.

Beschrieben in „S. B. Z.“, Bd. 63, S. 364* (20. Juni 1914).

BEHANDLUNG DER CAISSON-KRANKHEITEN.

Die Behandlung der Caisson-Krankheiten im engern Sinn, deren Erscheinungen oben geschildert wurden, ist nun mit gewöhnlichen Mitteln, als da sind Bäder, Massagen und Bettruhe, sehr problematisch, und es ist Pflicht des Technikers, dem Arzt hier helfend beizuspringen. In der „Krankenschleuse“ ist ihm eine Heilmittel gegeben, das bei sorgfältiger Anwendung die ärztliche Behandlung sehr wirksam unterstützen kann. Die allgemeine Therapie trachtet darnach, die im Körper entstandenen Gasblasen wieder zu entfernen, und da nimmt die Zurückversetzung der Kranken in Druckluft unter allen übrigen Heilmethoden den ersten Platz ein. Massagen, heisse Bäder, Behandlung mit elektrischen Strömen, Schwitzkuren üben wohl eine wohltätige Wirkung aus, haben aber den grossen Nachteil, dass sie sehr langsam wirkend sind und nicht in die Tiefe dringen können. In schweren Fällen ist ohne Zuhilfenahme der Krankenschleuse eine mehrmonatige Spitalbehandlung die Regel, ja es wird der Krankheitsverlauf ein tödlicher, wenn es nicht zeitig genug gelingt, die schweren Zirkulationsstörungen und Lähmungserscheinungen zu beheben.

Diese Tatsache ist leider immer noch nicht bekannt genug, und es haben sich z. B. bei den Dockbauten in Venedig die Versicherungsärzte direkt gesträubt, die vorhandene, gut eingerichtete Krankenschleuse zu benutzen. Sie kam nur bei ältern „Tubisten“ in Anwendung, die die wohltätige Wirkung der Rekompensation aus Erfahrung kannten und die Wiedereinschleusung direkt verlangten. In allen diesen Fällen war die Methode der Rekompensation erfolgreich, während zwei Fälle, die einer reinen Spitalbehandlung unterworfen wurden, mit Tod ausgingen.

Nicht nur in Italien, sondern auch in andern Staaten ist die Frage, ob die allgemeine Anwendung der Krankenschleuse empfohlen werden darf, noch nicht entschieden. Der Verfasser dieser Zeilen neigt nach zwanzigjähriger Erfahrung in der Behandlung von Caissonkranken zur absoluten Bejahung dieser Methode. Es will ihm scheinen, dass die in der Literatur angegebenen Fälle, in denen der Arzt nach erfolgter Rekompensation zu ungünstigen Resultaten kam, zum Teil auf unrichtiger Anwendung der Krankenschleuse beruhten, zum Teil aber auch darauf, dass die Rekompensation viel zu spät einsetzte.

Nach den Erfahrungen in Faal a/Drau, wo grundsätzlich alle Fälle von Caissonkrankheit dem Rekompensationsverfahren unterworfen worden sind, da eine andere Methode der Kriegsverhältnisse wegen beinahe ausgeschlossen war, muss die segensreiche Wirkung der Krankenschleuse unbedingt anerkannt werden. Sie ist das einzige Mittel, das dem Arzt ermöglicht, die vagabundierenden Gasblasen rasch zur Absorption zu bringen und die schweren Schädigungen des menschlichen Organismus zu verhüten. Jedenfalls kann von einer Ueberflüssigkeit der vielen Rekompensationen und einem Verlust an Zeit keine Rede sein (zu welchem Resultat Waller anlässlich der Caissonierungen in Amsterdam 1905/06 gekommen ist). Ebenso unrichtig ist es aber auch, wenn Lauenstein (siehe Heller: Monographie über Caissonkrankheiten) auf Grund der Erfahrungen beim Hamburger Hafenbau zum Schluss kommt, dass eine Wiedereinschleusung eher eine neue Schädigung, statt eine Heilung bewirke, wenn dieses Urteil darauf beruht, dass man die Kranken wiederholt, bis zu vier Malen in die Luftschleuse versetzte. Das wiederholte Einschleusen, besonders aber Ausschleusen, kann dann allerdings, wenn es sich, wie im obigen Falle, nur um kurze Zeitintervalle von 1½ Stunden handelt, zu erneuten Schädigungen führen. Nach Faal darf geschlossen werden, dass in Fällen, bei denen eine 12-stündige, langsame Dekompression in der Krankenschleuse stattgefunden hat und eine Besserung nicht zu erzielen war, eine erneute Schleusung überhaupt nutzlos, ja schädlich ist. Es darf aber darauf hingewiesen werden, dass in Faal eine Heilung immer eintrat und dauernde Schädigungen, als da sind Lähmungen u. a. m., nach Benützung der Krankenschleuse trotz verschiedener, sehr schwerer Erkrankungen, nicht zu verzeichnen waren. Die

nach Lauenstein in Hamburg zuletzt angewandte Schleusungszeit von nur $1\frac{1}{2}$ Stunden ist unbedingt viel zu kurz; wir konnten in diesem Zeitintervall eine Besserung nie feststellen. Als günstigste Schleusungszeit dürfen acht Stunden angesetzt werden; sämtliche Caissonkranken des Kraftwerkbau Faal sind diesem Verfahren unterworfen worden. Zu der erschreckend grossen Anzahl von Caissonkranken (550 Fälle) während eines Jahres (1915/16) muss bemerkt werden, dass erstens die Fundierungen zum Teil sehr schwierige waren und in grossen Tiefen bei vollständig abgedichteter Caissonschnede erfolgten, wo also zum Ueberdruck schlechte Luft, d. h. Luft mit viel Stickstoff und wenig Sauerstoff trat; zudem waren die Arbeiter infolge der traurigen Kriegsverhältnisse schlecht gekleidet und noch schlechter genährt. Eine Spitalbehandlung war von Anfang an ausgeschlossen, da die 20 km entfernte Stadt Marburg infolge schlechter Verbindungen sehr schwer erreichbar und die Spitäler vollständig von Truppen belegt waren. Die dort erzielten Erfolge mit der Krankenschleuse sind deshalb umso höher zu bewerten.

DIE KRANKENSCHLEUSE.

Unter Kranken- oder „Sanitätsschleuse“ versteht man einen Raum, der in ähnlicher Weise wie eine Taucherglocke unter Druck gesetzt werden kann. Die Kammer soll Raum bieten für etwa fünf Mann und mit einer Vorschleuse versehen sein, um den ungehinderten Verkehr des Wartpersonals mit den Kranken zu ermöglichen, ohne dass eine Druckverminderung in der Hauptkammer entsteht (Abb. 1 und 2). Sämtliche Zuleitungs- und Ablasshähne sind von aussen zu bedienen und dürfen dem Kranken nicht zugänglich sein. In der Vorschleuse ist ein Innendruckmanometer anzubringen, während aussen das Hauptmanometer den Druck in der Krankenschleuse anzuzeigen hat. Für ständige Lüftererneuerung, sei es automatisch, sei es durch entsprechende regelmässige Bedienung der Schieberventile ist zu sorgen. Ein Rohrstutzen ermöglicht die Einführung von Sauerstoff. Beleuchtung und Heizung erfolgen elektrisch. Genügend grosse Schaulenster ermöglichen die direkte Ueberwachung der Krankenkammer von aussen; ein Lärwerk erlaubt dem Kranken, das Wartpersonal anzurufen. Da die Schleusung sich im Minimum über sieben Stunden zu erstrecken hat, ist es notwendig, in der Vorschleuse einen Kübelabort aufzustellen. Der Boden der Schleuse ist mit einem Hahn zu versehen, um das Kondenswasser abzulassen. Die mit guten Matratzen und warmen Wolldecken versehenen, wegnehmbaren Holzpritschen sind so aufzustellen, dass das Kondenswasser sich ungehindert über dem Ablaufhahn sammeln kann. Der Kübelabort ist nach Benützung sofort vom Wärter zu leeren, um eine Verunreinigung der Luft zu verhindern. Die Vorschleuse ist, nachdem der Kranke eingeschleust ist, ständig offen und zur Verfügung des Wartpersonals zu halten.

Die Behandlung der Kranken ist nach folgenden Regeln durchzuführen:

Es kann vor allen Dingen nicht genug betont werden, dass die Resorption der Gase nur dann eintritt, wenn der Kranke so rasch als möglich wieder eingeschleust wird. Eine Rekompensation erst 12 Stunden nach dem Auftreten der ersten Krankheitserscheinungen weist nie mehr das gleich günstige Resultat auf wie die sofortige Rekompensation. Es ist deshalb die sofortige Meldung der Erkrankung anzustreben und Nichtbeachtung dieser Vorschrift streng zu bestrafen. Das Wartpersonal macht nach Einlieferung des Kranken die nötigen Erhebungen und führt, wenn immer möglich, die Leute vor dem Einschleusen dem Arzt vor. Ist ein Arzt nicht in erreichbarer Nähe, so sind die Kranken ohne Zeitverlust sofort einzuschleusen. Nur jene Verunfallten, die beim Einschleusen entstandene Hörschäden aufweisen, sind von der Wiederversetzung unter Druckluft ausgenommen.

In der Sanitätsschleuse wird der Druck eingestellt der dem Maximaldruck des Caissons, in dem der Kranke vorher gearbeitet hatte, entspricht; er wird nach erfolgter

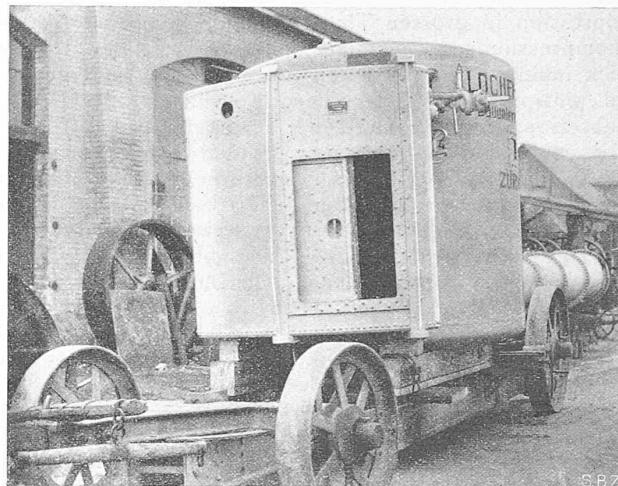


Abb. 1. Krankenschleuse der Firma Locher & Cie., Zürich.

vorsichtiger Einschleusung des Kranken (min. 20 Minuten) während einer Stunde aufrecht erhalten. Erst dann wird mit der Dekompression begonnen, die sich über 6 bis 8 Stunden, bei „Tiefen“ über 20 m bis über 12 Stunden zu erstrecken hat. Während dieser Zeit soll der Kranke massiert und zum Schwitzen gebracht werden. Im Winter ist deshalb die Schleuse zu heizen und können schweisstreibende, warme Getränke verabfolgt werden. In schweren Fällen ist Sauerstoffatmung einzuleiten, bei sorgfältiger Kontrollierung der Herzstätigkeit. Der Arzt ist von diesen Fällen unverzüglich in Kenntnis zu setzen; er hat die weiteren Verhaltensmassregeln zu bestimmen.

Während des Ausschleusens ist der Kranke dazu anzuhalten, seine Gliedmassen ständig etwas zu bewegen; auf keinen Fall darf ein Schlafen in der Schleuse geduldet werden, da dies den Erfolg der Behandlung stark beeinträchtigt. Die aus der Schleuse entlassenen Arbeiter haben sich sorgfältig vor Erkältung zu schützen und sind auf dem kürzesten Weg ihrer Wohnung zuzuführen. Ein heisses Bad und ausgiebige Bettruhe sollen die Prozedur beschliessen.

Die nach obigen Vorschriften behandelten Caissonkranken des Faaler Werkes, darunter mehrere Fälle von Lähmungserscheinungen der Gliedmassen, starke Pressionen des Kopfes mit Schwindelanfällen, Bewusstlosigkeit und Lähmung der Stimmbänder, wurden als völlig geheilt aus der Sanitätsschleuse entlassen, und es konnten, wie schon früher bemerkt, dauernde Schädigungen (mit Ausnahme der Schädigungen infolge mechanischer Wirkung) nicht beobachtet werden. In hartnäckigen Fällen wurde zu einer zwei- bis dreimaligen Rekompensation zu acht Stunden gegriffen, wobei aber der Druck jeweilen nur bis zu jenem Punkt als Maximaldruck eingehalten wurde, in dem die Schmerzen beim Druckanstieg wieder verschwanden. Die Dekompression erstreckte sich wieder normal auf acht Stunden. Mit wenigen Ausnahmen betraf dies Leute mit stärkerem Fettansatz; es bestätigt sich also auch hierbei die wissenschaftlich belegte Tatsache, dass fettleibige Personen zur Caissonkrankheit mehr veranlagt sind als andere.

Es ist selbstverständlich, dass auch unter Ausschluss dieser Individuen der eine mehr, der andere weniger zu dieser Berufskrankheit neigt. Für Tiefen über 18 m sollte deshalb eine strenge Auswahl getroffen werden. Leute, die schon bei 14 m Wasserdruck krank werden und von der Sanitätsschleuse Gebrauch machen müssen, sind für diese grösseren Tiefen nicht mehr verwendbar. Bei grossen pneumatischen Arbeiten in bedeutenden Tiefen, bei denen ein sechs- bis achtstündiger Dreischichtenbetrieb vorgesehen ist, wird die Anschaffung zweier Krankenschleusen nicht zu umgehen sein. Da die Behandlung sich über acht Stunden erstreckt, würde allenfalls eine Ueberfüllung der

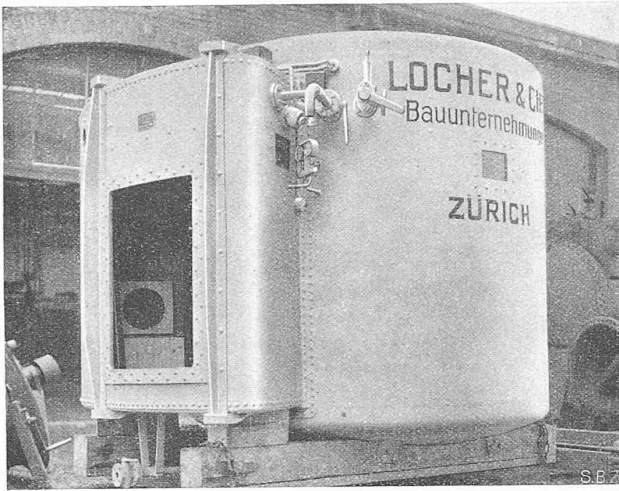


Abb. 2. Krankenschleuse der Firma Locher & Cie, Zürich.

Sanitätschleuse die Folge sein, oder aber es müsste der Heilungsprozess der zuerst eingeschleusten Kranken vorzeitig abgebrochen werden.

Ist die Krankenschleuse schon als Heilfaktor für Arzt und Ingenieur von unschätzbarem Wert, so gibt sie ihm überdies auch ein Mittel in die Hand, simulierte Fälle nachzuweisen. Besonders bei leichten Erkrankungen ist die Feststellung von Simulation sehr schwierig. Da die Steuerung der Ventile in der Krankenkammer von aussen, dem Verunfallten unbemerkt, erfolgt, sind die Aussagen über Schmerzempfindung unschwer zu kontrollieren.

Neben der Benutzung der Sanitätschleuse ist aber der strengen Beobachtung aller dieser Krankheit vorbeugenden Vorschriften volle Aufmerksamkeit zu schenken. Dazu gehört vor allen Dingen eine gewissenhafte Voruntersuchung der Arbeiter durch den Arzt. Die Beschäftigung von Caissonarbeitern ohne vorherige Zustimmung des Arztes ist absolut unstatthaft.

Leute unter 20 und über 40 Jahren sind zu Druckluftarbeiten nicht zu verwenden. Das Alter von 40 Jahren darf nur überschritten werden für Professionisten und soll auch bei diesen nicht 50 Jahre übersteigen. Alkoholiker und mit ansteckenden Krankheiten behaftete Personen sind ebenfalls auszuschliessen; es wurde z. B. die Grippe-epidemie in Eglisau direkt explosionsartig übertragen. Die Arbeiter sind vor Alkoholmissbrauch und anderen Exzessen zu warnen; Angetrunkene sind von der Baustelle zu weisen, im Wiederholungsfalle zu entlassen. Eine schärfere Kontrolle ist besonders an den kritischen Tagen nach Zahltag und Montags dringend geboten, da die Statistik der tödlich verlaufenen Fälle diesbezüglich eine ernste Warnung bedeutet.

Die Schleusungszeiten sollen peinlich eingehalten werden. In Faal hat sich das System, die Ausschleusung durch Vertrauenspersonen von aussen besorgen zu lassen, sehr bewährt. Mittels Aussenmanometer und bei entsprechender Installation der Hahnsteuerung, die die Betätigung von aussen ermöglicht, ist dies leicht zu bewerkstelligen.

Die Hahnbedienung von innen wurde nur für die Ausschleusung einzelner Personen und für Notfälle vorgesehen. Während des Aussteigens der Belegschaft wurden die Innenhähne von aussen verriegelt. Diese Anordnung ist besonders zu empfehlen bei Gründungen über 18 m Tiefe, da die Arbeiterschaft leider selten die nötige Selbstdisziplin aufbringt, um die in ihrem eigenen Interesse aufgestellten Reglemente für die Schleusungszeiten gewissenhaft zu beobachten.

Die Caissonmannschaften sind im weiteren dazu anzuhalten, in einer dazu bestimmten, im Winter heizbaren Baracke die feuchten und schmutzigen Beinkleider nach dem Aussteigen aus dem Caisson gegen die trockenen Ausgangskleider umzuwechseln. Es ist dies besonders bei schlechtem Wetter dringend nötig. Verwerflich ist es auch, wenn die Leute gleich nach dem Verlassen der Caissons in den Wirtshäusern herumsitzen, statt sich zuerst etwas Bewegung zu machen und die vom langen Knien und Kauern in der Arbeitskammer steif gewordenen Gelenke wieder zu bewegen. Das Besteigen einer hohen Leiter oder das Nehmen starker Steigungen ist von wohlthuendem Einfluss und wirkt der Entwicklung von Gasblasen in den Kniegelenken entgegen.

Die Arbeiter haben sich vor Erkältungen sorgfältig zu schützen. Im Caisson sind stets wollene Unterkleider und gutes Schuhwerk zu tragen. Nicht ratsam ist dagegen der ständige Gebrauch von Gummistiefeln im Caisson, da diese Art von Fussbekleidung die Hautausdünstung hindert. „Coup de pression“ in den Unterschenkeln und im Knie sind oft auf diese Ursache zurückzuführen.

Es liegt nach dem Gesagten im Interesse sowohl des Arbeitnehmers als des Arbeitgebers und der Versicherungsgesellschaften, die allgemeine Einführung der Krankenschleuse bei Druckluftarbeiten zu fordern und die fast ausnahmslos langwierige und teure Spitalbehandlung nur auf die Fälle zu beschränken, in denen eine Anwendung der Rekompensation nicht ratsam ist und schädigend wirkt.

Zweck dieser Zeilen war es, die überaus günstigen Erfahrungen, die mit Behandlung in der Krankenschleuse beim Kriegsbau Faal gemacht wurden, bekannt zu geben, nachdem dort vielleicht zum ersten Mal in solch ausgedehnter Masse von ihr Gebrauch gemacht worden ist, und zwar mit vollem Erfolg.

Vom Kleinwohnungsbau in Zürich.

III. Städtische Wohnkolonie Heuried.

Arch. KÜNDIG & OETIKER, Zürich.

Mit Tafeln 5 bis 8

In Fortsetzung unserer Darstellung (von Seite 35) der Kolonie „Utohof“ zeigen wir heute im „Heuried“ eine Weiterentwicklung jenes Kleinhaustyp, der zwar, als Typ D (siehe Seite 96) auch in dieser Kolonie wieder Anwendung gefunden hat. Unter Mitwirkung des baukundigen Stadtrats G. Gruck haben die Architekten hier jenen Grund-Typ erweitert durch Einfügung dreier geräumigerer Häuser: Typ C als eingebautes Reihenhause, Typen A und B als dazu gehörige Kopfbauten mit, bzw. ohne Erker (Abb. 13). Bauart und Ausstattung sind gleich geblieben, mit dem

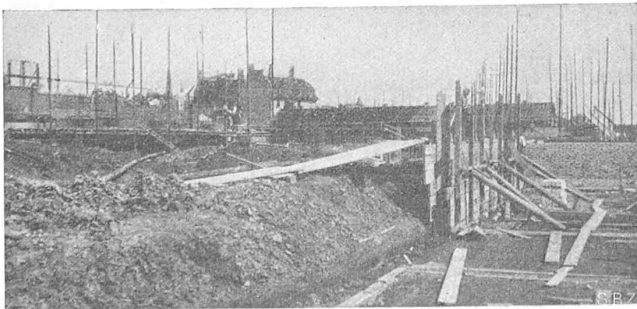


Abb. 18. Fließender Bauvorgang bei der Kolonie „Heuried“.

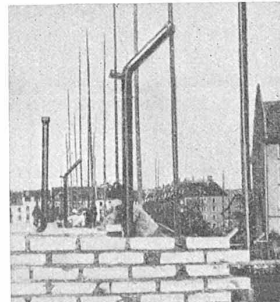


Abb. 19. Abfallrohre.

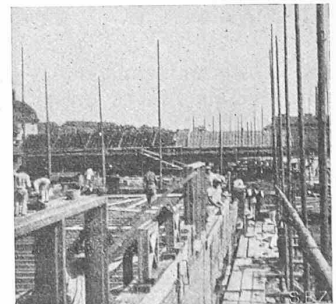


Abb. 20. Fenster.