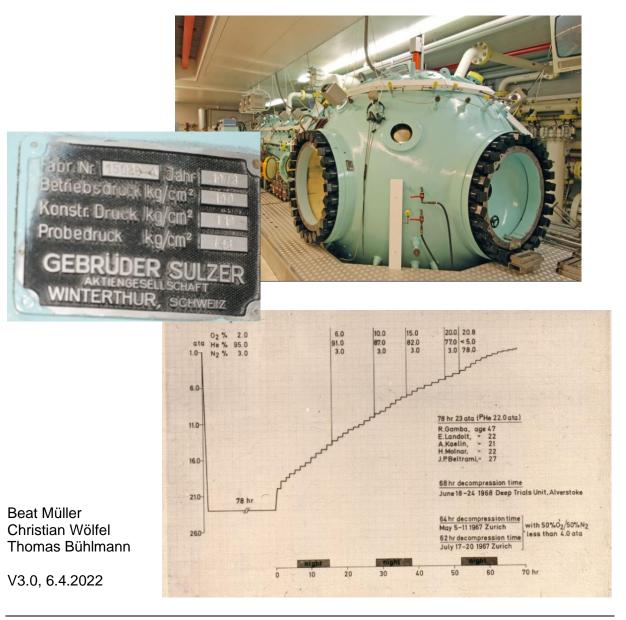


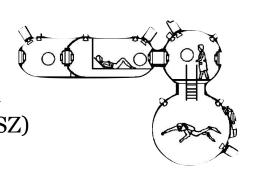
Dokumentation im Rahmen des Projekts «Rettung des Druckkammerlabors» wegen Grossumbau des Universitätsspitals





### Verein Historisches Druckkammerlabor Universitätsspital Zürich

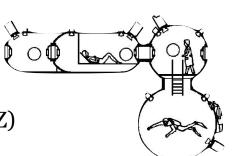
Sekretariat
Lerchenweg 9
CH-2543 Lengnau
info@druckkammer.ch



Erste Umschlagseite: Kontaktadresse Verein Historisches  Druckkammerlabor Universitätsspital  Zürich			
Inhalt:			
Ausgangslage		5	
Ziel und Zweck d	ieses Dossiers	7	
Wer sind wir (Ver	ein Historisches		
Druckkammerlab	or Universitätsspital Zürich)?	7	
	Rückblick		
_			
	) ·\		
•	ng der Erfolgsgeschichte		
	jekt		
<b>.</b>	ände		
Pressemitteilung.		19	
Artikel in SPUMS		20	
Anhänge		21	
	ital Zürich		
Phase I das «alte» De	uckkammerlabor (ab 1964)		
		22	
	n Toulon, franz. Marine, 1960 Marinevertreter, 1965		
	it Shell, Porto San Stefano, 1966		
	), 1969, 350m Tauchgang		
Phase II das noue Dr	uckkammerlabor (ab 1975)		
	en	26	
•			
	dule		

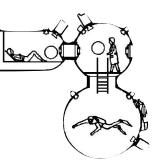
### VEREIN

### HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR UNIVERSITÄTSSPITAL ZÜRICH (DKL-USZ)



-	Aus der Bauphase		. 29
-		ritzerland	
-		do- und Überwachungszentrum 1975	
-		e in der neuen Anlage, 1975	
-		······	
-	Seitenansicht		. 35
-	Auflager der Tanks.		. 35
-	Vorkammer mit Tran	nsportschleuse zum Anflanschen 1-Mann	
		tkammer	. 36
-		nleuse	
-		nnen und aussen	
-	Die Aufhängung der	Schleusentore	. 39
-		n Wassertank	
-			
-		nandlungskammer	
-		nandlungskammer	
-		ning system)	
-		nitoring	
-			
-			
-		mpressoren	
-	Booster und Filter		47
-		ntile)	
_		ten	
_		ichversuche	
_			
_		500m, 5 Tage, 1977	
_		runglückten Tauchern	
_		nann	
D۵,	alaitanda Hähantau	chversuche (ab 1986)	
- Deí		131m ü.M.,1986	. 56
_	Rekonnoszierung zi	ı Höhentauchversuchen Muttsee, 2500m ü.M.,	. 50
_	1987	d Honeritadenversachen Wattsee, 2500m d.w.,	
_		/ <sub>1.,</sub> 1987	
_	widitioce, Zooonii U.N	n., 1907	. 50
ınte		n Memorial Symposium (2019)	<b>-</b> -
-	ine Panelists		59
ا ط	zte Umschlagseite:	Kontaktadresse Verein Historisches	60
	•		50
		Druckkammerlabor Universitätsspital	
		Zürich	

### VEREIN Historisches Druckkammerlabor Universitätsspital Zürich (DKL-usz)



### Ausgangslage

Einst war Zürich ein Zentrum der weltweiten Dekompressionsforschung. Heute noch verwendete Tauchtabellen wurden hier entwickelt. Das Druckkammerlabor am Universitätsspital Zürich ist zwar stillgelegt, aber es existiert noch.

Noch, denn in einigen Jahren soll es verschrottet werden.

Wir versuchen dieses einmalige Denkmal Schweizerischer Wissenschafts- und Technikgeschichte zu retten.

Tauchen ist heute ein sicherer Massensport. Das liegt daran, dass seit mehreren Jahrzehnten Tauchtabellen und Rechenmodelle für Tauchcomputer existieren, die helfen, Tauchunfälle zu vermeiden.

Zur Entwicklung und Erprobung dieser Rechenmodelle wurden am Druckkammerlabor der Universität Zürich zahlreiche unentbehrliche Experimente durchgeführt. Man darf behaupten, dass es ohne die Erkenntnisse aus diesem Labor keine Tauchcomputer, wie wir sie heute benutzen, gäbe.

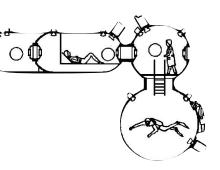
Bereits 1977 wurde hier eine Rekordtiefe von 500m erreicht, und nur 4 Jahre später, 1981, wurde hier der damals tiefste Tauchgang der Welt auf 575m ohne Zwischenfälle simuliert.

Die Versuche im DKL von Juli 1981 bis September 1985 dienten der Erweiterung der Datenbasis für die Bühlmann Tabellen 86 und der Entwicklung des Rechenmodells. Finanziert wurde diese Versuche u.a. mit Zahlungen von Shell International und Statoil für Leistungen des DKL bei der Entwicklung des Tieftauch-Beatmungsgerätes.

Mit dem Rückzug von Shell International Research als Hauptsponsor des DKL am 30.6.1981 fehlte das jährliche Forschungsbudget in einem sechsstelligen Betrag. Für Shell hatte die Forschung im Bereich Tieftauchen keine strategische Bedeutung mehr. Die Aktivitäten verlagerten sich zunächst zu Statoil und dem Institut in Bergen/Norwegen. Die Forschungsaktivitäten im Bereich Tieftauchen der damals führenden Institute in Norwegen, UK, Frankreich und den USA wurden in den Folgejahren aber mehr und mehr eingestellt mangels Nachfrage nach Forschungsergebnissen im Bereich empirische Forschung. Aus ethischen Gründen sind Versuche mit freiwilligen Probanden nur gerechtfertigt, wenn schlüssig dargelegt werden kann, dass die Forschung zum Schutz vor Krankheit oder der Behandlung von Krankheiten wie zum Beispiel verbesserte Arbeitssicherheit zweckmässig ist.

Mit der Einführung der Tauchcomputer konnte zusätzliches Datenmaterial für die medizinische Forschung genutzt werden ohne Notwendigkeit mit freiwilligen Probanden in der Druckkammer Versuchsreihen durchzuführen. Das DKL Zürich war "Opfer" seiner eigenen Erfolge. Der Rückzug von Albert Bühlmann als medizinischer Leiter des DKL war konsequent. 1985 empfahl er der Direktion der medizinischen Klinik und der Spitaldirektion die Eingliederung des DKL im technischen Dienst des USZ. Diese Eingliederung erfolgte dann im Jahre 1994.

Die Behandlung von verunfallten Tauchern blieb aber ein Aufgabenbereich des DKL Zürich bis 1999. Das Labor stand aber in Konkurrenz mit anderen



Überdruckkammern (Basel, Überlingen, Genf etc.). Es fehlte die Exklusivität. Zudem waren die Fallzahlen gering. In den Jahren 1969 bis 1988 wurden in Zürich 46 verunfallte Taucher behandelt (Quelle: A.A.Bühlmann, Tauchmedizin, 2. Auflage). Die Die wissenschaftlichen Erkenntnisse von Albert Bühlmann und seinen medizinischen Assistenten im Bereich der Behandlung von Tauchunfällen wurden in zahlreichen wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht und konnten auch von anderen Behandlungszentren genutzt werden.

Das Druckkammerlabor wurde vollständig in der Schweiz geplant und grösstenteils von Schweizer Firmen hergestellt.

Der Absicht der Spitaldirektion des USZ zusammen mit Benno Schenk das DKL zu einem Zentrum für technische Entwicklungen zu machen (z.B.Tieftauch-Beatmungsgerät Vertrag mit Statoil im Jahre 1985), war leider kein nachhaltiger Erfolg vergönnt. Die Zusammenarbeit mit Statoil endete 1986.

2005 wurde der Betrieb des Druckkammerzentrums vollständig eingestellt. Die Gründe dürften nebst den Betriebskosten aber eher bei den fehlenden Einnahmen respektive der mangelnden Nachfrage nach Dienstleistungen gelegen haben.

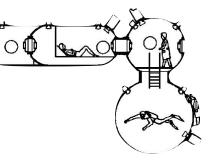
Es ist zurzeit nicht einsatzfähig.

#### Die Situation heute:

Im Zuge der ausgedehnten Umbaumassnahmen am Universitätsspital Zürich wird in wenigen Jahren das Laborgebäude an der Sternwartstrasse, in dem sich das Druckkammerlabor heute noch befindet, abgerissen werden. Dann müssen auch die Druckkammer und alle damit verbundenen Installationen entfernt werden.

Wenn es uns gelingt, bis dann die notwendigen Mittel bereitzustellen, dann können wir dieses einmalige herausragende Denkmal der Technik- und der Wissenschaftsgeschichte in einem Museum erhalten und der Öffentlichkeit zugänglich machen. Wenn nicht, dann bleibt von der erfolgreichen Geschichte der Dekompressionsforschung und der Druckkammertechnik in der Schweiz nur noch ein grosser Haufen Schrott übrig.

## Helfen Sie mit – Ihr Beitrag ist wertvoll und entscheidend!



#### Ziel und Zweck dieses Dossiers

Wir kommen gleich zum Kernanliegen: Das Dokument soll Sie neugierig machen, neugierig auf diese einmalige Installation, welche Weltberühmtheit erlangt hat und entscheidende Durchbrüche in der Tauchmedizin ermöglicht hat.

Sie stellt eine hervorragende Ingenieursleistung dar und zeigt eindrucksvoll auf, wie die Technik in Symbiose mit der Medizin und der Forschung nachhaltige Leistungen hervorbringen kann.

Es soll Ihnen aber auch die Dringlichkeit unseres Anliegens vor Augen führen:

In wenigen Jahren, wenn einmal der Umbau am Universitätsspitals begonnen hat, wird es zu spät sein und ein unwiederbringliches Stück Schweizer Ingenieurskunst und damit auch Industrie- und Medizingeschichte ist für immer verloren. Dies gilt es zu verhindern

Wir können das aber nur tun mit IHRER Hilfe!

Geben Sie zusammen mit uns auch unseren Nachfahren die Chance, solche nicht nur auf ein paar inaktiven und sterilen Fotos im Internet betrachten zu können, sondern real-life auch anfassen und sogar begehen zu dürfen!

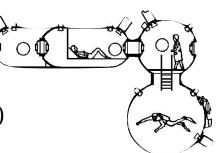
### Wer sind wir (Verein DKL Zürich)?

Wir sind eine Gruppe von Tauchern und Tauchärzten, welcher die Druckkammer des Universitätsspitals Zürich (DKL-USZ) am Herzen liegt. Wir versuchen sie vor der drohenden Verschrottung zu retten und setzen uns für den Erhalt dieser einmaligen Forschungs-Druckkammer ein.

#### Ein historischer Rückblick

#### Vorgeschichte

Im Jahre 1959 kontaktierte der Student und Taucher Hannes Keller den Kardiologen und Atemphysiologen Albert Bühlmann von der Universität Zürich. Hannes Keller wollte die bestehenden Grenzen beim Tieftauchen überwinden. Albert Bühlmann fand eine Lösung, den Tiefenrausch zu überwinden. Albert Bühlmann und Hannes Keller gelang im Jahre 1959 im Zürichsee ein Tauchgang auf 120 Meter. Im Jahre 1960 wurden die beiden Schweizer von den Ärzten des französischen Marinezentrums in Toulon eingeladen, in der von Jacque Cousteau entwickelten Druckkammer einen Tauchgang auf 250 Meter zu simulieren. Im Jahre 1961 erfolgte ein weiteres Experiment, bei dem die Tiefe von 300 Meter simuliert wurden. Die Tauchmediziner der US Navy luden die beiden Schweizer nach Washington ein, wo ein Tauchgang auf 210 Meter simuliert wurden. Noch im gleichen Jahr absolvierten Hannes Keller und Damian McLeish vor Brissago einen Tauchgang auf 220 Meter. Die US Navy schloss im Jahre 1961 mit Albert Bühlmann einen Forschungsvertrag ab. Hannes Keller erhielt von der US Navy Geld, um gemeinsam mit Sulzer eine Druckkammer für den Einsatz im Meer zu entwickeln. Am 3. Dezember 1962 erreichten Hannes Keller und Peter Small die neue Weltrekordtiefe von 305 Meter in der Nähe der Insel Santa Catalina, Kalifornien. Wissenschaftler von Shell International Research verfolgten das Experiment mit grossem Interesse. Im April 1963 unterbreitete Albert



Bühlmann der US Navy den Abschlussbericht zum Thema Einsatz von neuen Mischgasen beim Tieftauchen und neuen Berechnungsgrundlagen für die Dekompression.

#### Werdegang

#### Phase I (altes DKL, ab 1964)

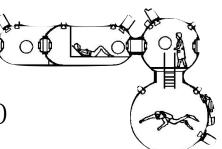
1963 vereinbarten Albert Bühlmann und Hannes Keller einerseits und Shell International Research Maatschappij, NL, und Micoperi S.p.A., IT, einen Berater- und Forschungsvertrag. Ziel der Vereinbarung war es, kommerziell anwendbare Verfahren zu entwickeln, damit Taucher sicher und effizient in Tiefen bis 700 Meter arbeiten können. Gleichzeitig wurde zwischen den gleichen Vertragsparteien eine Joint Company errichtet mit dem Zweck der Vermarktung der Rechte an den Verfahren. Die Universität Zürich und der Züricher Regierungsrat genehmigten das Projekt und stellten die Räumlichkeiten für den Aufbau eines Druckkammerlabors zur Verfügung. Weitere finanzielle Verpflichtungen hat der Kanton Zürich nicht übernommen.

Im **November 1964** erfolgte durch die Firma von Hannes Keller die Anstellung von Benno Schenk als Techniker. Dieses Arbeitsverhältnis wurde einige Jahre später vom Universitätsspital übernommen. Hannes Keller war für den Aufbau des ersten Druckkammerlabors an der Universität Zürich im Keller des Schwestern-Hochhauses an der Plattenstrasse 10 verantwortlich. Finanziert wurde das Projekt durch Gelder von Shell International Research. Die in Kalifornien eingesetzte Druckkammer bildete das Kernstück der Anlage.

In den Jahren 1964 bis September 1966 werden insgesamt 120 Versuche im Druck-kammerlabor durchgeführt. Diese Versuche dienten der Vorbereitung von Langzeit-tauchgängen in Tiefen bis 220 Meter mit der von Shell für den Einsatz im Meer entwickelten Druckkammer Cap Shell. Vom 14. September bis 24. Oktober 1966 wurden vor Porto San Stefano in Italien zahlreiche Langzeittauchgänge bis 220 Meter Tiefe unter der medizinischen Leitung von Albert Bühlmann und der technischen Leitung von Commander J. Carr von Shell Research erfolgreich durchgeführt.

1967 und 1968 fanden die Druckkammerversuche No. 141 bis 158 statt. Im Vordergrund standen weiterhin Langzeittieftauchgänge. Der Druckkammerversuch No. 148 – ein Sättigungsversuch auf 220 Meter - und der Versuch No. 159 im Jahre 1969 – ein Sättigungsversuch auf 300 Meter mit Abstiegen auf 350 Meter führten Albert Bühlmann und sein Assistent Dr. H. Matthys im Medical Centers der Royal Navy in Alverstoke/UK erfolgreich durch. Die Druckkammer von Alverstoke verfügte, wie schon die von Jacque Cousteau entwickelte Druckkammer in Toulon, über einen Wassertank. Dies erlaubte es, realitätsnahe Einsätze zu simulieren. In der Druckkammer in Zürich konnten Tauchtiefen von 300 Metern nicht überschritten werden. Auch fehlte eine Wassertank.

**Ab 1969** begann eine enge Zusammenarbeit mit Schweizer Armee. Auslöser war ein schwerer Tauchzwischenfall anlässlich eines Tauchganges im Rahmen der



Tauchschwimmerrekrutenschule im Silvaplanersee. Albert Bühlmann entwickelte in den Folgejahren die ersten Dekompressionstabellen für die Höhe.

1969 erteilte Albert Bühlmann in Absprache mit Shell International Research Benno Schenk den Auftrag, gemeinsam mi der Firma Sulzer eine moderne Druckkammeranlage mit mehreren unterteilbaren Druckkammern und einem Wassertank zu entwerfen. Die Druckkammer sollte die Simulation von Tauchgängen bis 1000 Meter ermöglichen. Sie sollte nebst der Dekompressionsforschung zudem auch die Behandlung von verunfallten Tauchern und hyperbare Patientenbehandlungen erlauben.

1970 verhandelte Albert Bühlmann mit Sponsoren bezüglich der Finanzierung und mit dem Universitätsspital Zürich bezüglich der Bereitstellung eines geeigneten Laborgebäudes. Shell International Research verpflichtete sich, zusätzlich zum jährlichen Forschungsbudget eine einmalige Zahlung von CHF 1'065'000.00 zu leisten. Der Regierungsrat des Kantons Zürich gewährte mit Beschluss vom 12. November 1970 einen Investitionsbeitrag von CHF 650'000.00. Das Kantonsparlament genehmigte diesen Entscheid. Das Eidgenössische Militärdepartement sprach einen Beitrag von CHF 150'000.00. Albert Bühlmann leistete privat einen Beitrag von CHF 99'946.00. Zulasten des laufenden Forschungsbudgets von Albert Bühlmann wurden CHF 93'872.00 finanziert. Albert Bühlmann schloss die Verträge mit den Unternehmern, die am Bau der Druckkammer beteiligt waren, als Privatperson ab. Die Bezahlung der Unternehmer erfolgte über sein privates Forschungsbankkonto.

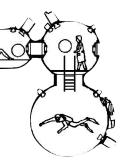
**1970** Das Arbeitsverhältnis von Benno Schenk wurde vom Kanton Zürich übernommen. Dies wurde damit begründet, dass das Druckkammerlabor zunehmen verunfallte Taucher behandelte und Tauchtauglichkeitsabklärungen durchführte. Damit übernahm das Druckkammerlabor eine Aufgabe im Bereich der Patientenbehandlung und der Prävention.

**1972** Die Schweizer Armee übernahm die von Albert Bühlmann entwickelten Dekompressionstabellen für Lufttauchgänge in verschiedenen Höhenlagen.

**1970 –** 1974 wurden in der alten Druckkammer die Versuche No. 175-257 durchgeführt. 1974 gewährte der Kanton Zürich Albert Bühlmann einen zusätzlichen Investitionsbeitrag von CHF 162'500.00 und das Eidgenössische Militärdepartement einen solchen von CHF 50'000.00.

**1974** Ende Juni 1974 wurde der Beratungsvertrag von Shell International Research Maatschappij mit Hannes Keller als technischer Leiter des Druckkammerlabors formell beendet, nachdem Hannes Keller bereits seit 1966 keine aktive Rolle mehr in dieser Funktion wahrgenommen hatte.

**1974 bis November 1975** wurde die neue Druckkammer aufgebaut. Am 27. November 1975 fand der erste Versuch in der neuen Druckkammer statt.



#### Phase II (neues DKL, ab 1975)

**Ab 1975** wurden medizinische Eignungstests für Polizeitaucher in der Druckkammer durchgeführt.

**1976** Albert Bühlmann publizierte mit den Co-Autoren M. Böni, R. Schibli und P. Nussberger die Arbeit «Diving at diminished atmospheric pressure: air decompression tables for different altitudes», in Undersea Biomedical Research, Vol. 3, No 3

1977 Vom 22. bis 25. Juni 1977 wurde in der Druckkammer mit drei Versuchspersonen ein Tauchgang auf eine Tiefe von 500 Meter simuliert. Dabei wurde das High Pressure Nervous Symptom («HPNS») beobachtet und beschrieben.

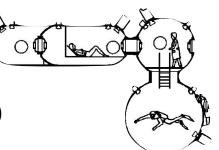
Shell International Research Maatschappij schloss am 1. Juli 1977 mit Benno Schenk einen Beratungsvertrag im Bereich Unterwasser Tauchtechnik ab.

1981 Vom 28. Januar bis 5. Februar wurde in der Druckkammer mit drei Versuchspersonen ein Tauchgang auf die Zürcher Rekordtiefe von 575 Metern mit Tauchexkursionen im Wassertank bei 400 Meter Tiefe durchgeführt.

Albert Bühlmann publizierte die Zürcher Erfahrungen mit dem High Pressure Nervous Syndrom.

Das Jahr 1981 stellte einen entscheidenden Wendepunkt in der Tauchmedizinforschung in Zürich dar. Nachdem Shell International Research Maatschappij den Beratungsvertrag und den Forschungsvertrag mit Albert Bühlmann Ende Juni 1981 auslaufen liess, entschloss sich Albert Bühlmann, die Forschung im Bereich des Tieftauchens einzustellen. Shell International Research zog sich sukzessive als Auftraggeber von Forschungsinstituten mit Fokus auf die Tauchmedizin zurück. Der norwegische Öl- und Gaskonzern Statoil trat in die Lücke und forcierte die Zusammenarbeit mit dem staatlichen Forschungsinstitut in Bergen/Norwegen.

Die Druckkammerversuche No. 374 bis 443 in den Jahren 1981 bis 1985 dienten dazu, die Datenbasis für die Publikation der «Bühlmann Tabellen 86» für Tauchgänge bis 57 Meter zu ergänzen und die Entwicklung des Rechenmodells «ZH-L16» zu ermöglichen. Das Druckkammerlabor Zürich war das erste führende Forschungslabor, dass die Forschung im Bereich des Tieftauchens einstellte und sich auf die Verbesserung der Dekompressionsverfahren für Freizeittaucher konzentrierte. Albert Bühlmann schreibt in seiner Monographie «Tauchmedizin», 2. Auflage 1990, dazu folgendes: «Auch wenn es gelungen ist, im Experiment Tiefen von 500 – 650 mit nur leichten Symptomen des HPNS zu erreiche, so wäre das praktische Tauchen in derartige Tiefen wegen der Wochen dauernden Aufenthaltszeiten in der Überdruckkammer sehr unökonomisch. Die körperliche Leistungsfähigkeit ist wegen der Atmung erheblich eingeschränkt. Ob eine volle Leistungsfähigkeit des Zentralnervensystems möglich ist, bleibt offen. Die Alternative für das Arbeiten in grossen Wassertiefen ist das mit Robotern ausgerüstete Unterseeboot.»



Weil sich Benno Schenk nach 1981 auf die Entwicklungsarbeit für ein Tieftauch-Beatmungssystem fokussierte und Albert Bühlmann darin kein zukunftsträchtiges medizinisches Forschungsgebiet für die Universität Zürich sah, wurde die Zusammenarbeit zunehmend schwieriger zumal sich die Spitaldirektion im Projekt von Benno Schenk eine Chance für die Finanzierung der laufenden Kosten des Druckkammerlabors erhoffte.

**1983** publizierte Albert Bühlmann die erste Auflage seiner Monographie «Dekompression-Dekompressionskrankheit». Er fasste darin das Ergebnis von 24 Jahren Forschungsarbeit im Bereich der Tauchmedizin an der Universität Zürich zusammen. Die 2. bis 5. Auflage erschien in den Folgejahren unter dem Titel «Tauchmedizin». Die in Zürich entwickelten Methoden zur Behandlung von Dekompressionskrankheiten wurden in der Monographie eingehend beschrieben.

1985 vereinbarte das Universitätsspital einen Entwicklungsauftrag mit der norwegischen Gas- und Erdölgesellschaft STATOIL in Sachen Tieftauch-Beatmungssystem BESK 710 für Tauchtiefen bis 700 Meter. Mit dem erfolgreichen Funktions- und Belastungstest im Tieftauch-Simulator des NORWEGIAN UNDERWATER TECHNOLOGY CENTER in Bergen wurde der Entwicklungsauftrag von STATOIL in Sachen BESK 710 bereits im Jahre 1986 ohne Folgeauftrag beendet.

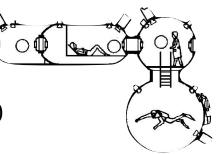
Albert Bühlmann unterstützte die Firma Divetronic bei der Entwicklung des Tauchcomputers Deco-Brain II, der das Bühlmann-Rechenmodell ZHL-16 nutzte. Mit Montres Rolex schloss er einen Beratungsvertrag für die Entwicklung einer Uhr mit integriertem Dekompressionscomputer ab, die dann aber nicht produziert wurde.

Ende 1985 entschied Albert Bühlmann, die medizinische Leitung des Druckkammerlabors abzugeben. Für die Realisierung seiner Forschungsziele war es nicht mehr erforderlich, Versuche mit Probanden in der Druckkammer durchzuführen. Mit dem Aufkommen von Tauchcomputern mit integrierter Logfunktion konnte Albert Bühlmann für die Weiterentwicklung der Dekompressionstabellen und des Rechenmodells ZHL-16 auf die mit den Tauchcomputern erfassten Daten zurückgreifen. Die ärztliche Betreuung von verunfallten Tauchern wurde von ihm und seinem ärztlichen Team weiterhin gewährleistet.

Er schlug der Leitung der medizinischen Klinik der Universität Zürich eine Redimensionierung des Druckkammerlabors und eine Integration der Mitarbeitenden in die technische Dienste vor.

**1986** Die Medizinische Leitung des Druckkammerlabors wurde an PD Dr. Med. O. Oelz übertragen. Er förderte den Bereich Sauerstoff-Überdruckbehandlungen in der Druckkammer (HBO) durch die Einführung von täglichen HBO-Programmen.

**1986** Beginn der Sauerstoff-Überdruckbehandlungen mit Patienten der Zahnärztlichen Chirurgischen Poliklinik und der Kieferchirurgischen Klinik.



**1986** Albert Bühlmann publizierte die «Bühlmann Tabelle 1986» für Höhenbereiche 0 – 700 Meter und 701 – 2500 Meter einschliesslich Wiederholungstauchgänge. Der Schweizerische Unterwassersportverband SUSV/FSSS erklärte diese Tabellen zu den offiziell anerkannten Dekompressionstabellen. Auch andere Landesverbände übernahmen diese Tabellen. Beat Müller, der damals als Produktmanager bei der Firma Divetronic tätig war, unterstützte den Zertifizierungsprozess.

Albert Bühlmann wurde von den Firmen Dynatron AG und Uwatec AG als wissenschaftlicher Berater bei der Entwicklung von Kleintauchcomputern beigezogen. Die intensive und produktive Zusammenarbeit dauerte bis zu seinem Tod an.

**1987** Präsentation des Druckkammerlabors an der Fachausstellung "Tauchen 87" in Emmen und anlässlich der "Offshore Tagung und Ausstellung" an der ETH in Zürich.

**1987** Uwatec AG/Dynatron AG kündeten den Nullzeit-Tauchcomputer «Aladin» an, der ein von Albert Bühlmann angepasstes Rechenmodell verwendete. Dem Aladin gelingt der kommerzielle Durchbruch. Das Schweizer Fernsehen berichtet im Rahmen der Sendung «Netto» über diese Erfolgsgeschichte im Jahre 1989.

Albert Bühlmann begleitet Kurt Aeschbacher als Sachverständigen in der Karussell-Spezial Sendung «Live aus 47m Tiefe» - Tauchgang zum versunkenen Dampfschiff Jura im Bodensee.

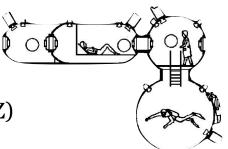
**1988** Uwatec AG/Dynatron AG kündeten den Tauchcomputer «Aladin Pro» an, bei dem es sich um einen vollwertigen Dekompressionscomputer handelte. Albert Bühlmann unterstützte die beiden Firmen bei der Anpassung des Rechenmodells.

Albert Bühlmann und Beat Müller unterstützten eine britisch-ecuadorianisch-schweizerische Tauchexpedition zum Titicacasee. *Dazu wurden Dekompressionstabellen für Höhen von 2501 bis 4500 Meter erstellt*. Die Tauchcomputer Aladin und DecoBrain wurden *dort* erfolgreich unter den erschwerten äusseren Bedingungen getestet.

**1989 - 1991** Medizinische Studie unter Leitung von Prof. Dr. U. Binswanger, Nephrologie USZ in Sachen Auswirkungen auf die Nierenfunktion des Menschen mit zunehmender geometrischer Höhe.

**1990** Albert Bühlmann publizierte die zweite, völlig überarbeitete Auflage seiner Monographie «Tauchmedizin». Ernst B. Völlm war verantwortlich für das Kapitel «Elektronische Dekompressionscomputer».

Albert Bühlmann emeritierte und hielt am 14. Juni seine Abschiedsvorlesung zum Thema «Kreislauf und Atmung bei extremen Zuständen».



Medizinische Studie unter Leitung von Prof. Dr. H.F. Sailer, Kieferchirurgische Klinik USZ, in Sachen Sauerstoff-Überdruck-Anwendung (HBO) im Bereich der Kiefer- und Gesichtschirurgie.

Auf Veranlassung des Departementsvorstehers Prof. Dr. F. Follath wurde das Druckkammer-Laboratorium der DIM Pneumologie eingegliedert. Ärztlicher Leiter war Prof. Dr. E. Russi, Nachfolger von Albert Bühlmann als Leiter der Pneumologie.

Die dritte Auflage der Monographie «Tauchmedizin» von Albert Bühlmann erschien.

Albert Bühlmann präsentierte am 25. Januar gemeinsam mit Ernst B. Völlm und Markus Mock den Tauchcomputer Aladin Air X der Firma Uwatec AG mit dem neuen Bühlmann-Rechenmodell ZH-L8 ADT anlässlich «Boots» in Düsseldorf. Das Rechenmodell berücksichtigt die Variabilität der Durchblutung der Organe, Muskulatur und Haut durch Anstrengung und Abkühlung mittels Integration eines Mikrogasblasensystems.

Am 16. März 1994 starb Albert Bühlmann.

Gemäss Weisung der Verwaltungsdirektion wird das DKL (Zentrum für Hyperbare/Hypobaremedizin) administrativ dem Technischen Dienst unterstellt.

Die 4. Auflage der Monographie «Tauchmedizin» von Albert Bühlmann erschien.

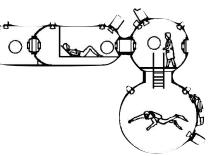
Die BSG Unternehmensberatung St. Gallen wurde vom Universitätsspital vertreten durch Herr Direktor Stiefel wie folgt beauftragt: Überprüfung des gesamten Fragenkomplexes Druckkammerlabor (DKL) am USZ in leistungswirtschaftlicher, finanzieller und personeller Hinsicht unter Beachtung der alternativen Möglichkeiten und der gesundheitspolitischen Aspekte (Gutachten datiert 4. Januar 1996).

Medizinische Studie unter Leitung von OA Dr. R. Candidas, Kardiologie DiM USZ, in Sachen Verhalten von Patienten mit Herzschrittmacher bei zunehmender geometrischer Höhe.

Die Behandlung von verunfallten Tauchern in der Druckkammer wird am Universitätsspital Zürich eingestellt.

**2002** Die 5. Auflage der Monographie «Tauchmedizin» von Albert Bühlmann erschien mit der Unterstützung von Dr. Peter Nussberger und Ernst B. Völlm.

Der Betrieb der Druckkammeranlage im Universitätsspital Zürich wurde eingestellt. Die Gründe dürften nebst den Betriebskosten aber eher bei den fehlenden Einnahmen respektive der mangelnden Nachfrage nach Dienstleistungen liegen.

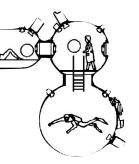


**2016** Die Verordnung über die Sicherheit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Arbeiten im Überdruck wurde vom Schweizerischen Bundesrat in Kraft gesetzt mit Verweis auf die SUVA Regeln für ein sicheres Arbeiten im Überdruck. Als anerkannte Regeln verweist die SUVA auf die Dekompressionstabellen von Albert Bühlmann, da diese in der Fachwelt als anerkannte Grundlage gelten.

**2019** Bühlmann Gedächtnis Symposium am 29./30. März am Universitätsspital *Zürich mit internationalen Panelists*.

**2020** Thomas Bühlmann, Sohn von Albert Bühlmann, schliesst sein Masterstudium am Historischen Seminar der Universität Zürich (MAS Applied History) mit der Masterarbeit «Die tauchmedizinische Forschung an der Universität Zürich von 1959 bis 1994: 35 Jahre empirische Forschung im Spannungsfeld von Forschungspolitik, Sponsoring, Ethik, Recht – Prof. Albert A. Bühlmann und sein Wirken» ab. Grundlage bildeten insbesondere die Publikationsliste von Albert Bühlmann (67 wissenschaftliche Publikationen), das private Archiv von Albert Bühlmann mit 108 Quellen, Publikationen, Medienberichte und Protokollen der Tauchversuche.





### Die Fortschreibung der Erfolgsgeschichte

Glücklicherweise endete mit dem Tod des spiritus rectors, Prof. Bühlmann, die Erfolgsgeschichte seines Dekompressionsmodells noch nicht. Im Gegenteil.

Nicht nur, dass seine Bühlmann-Tabellen '86 von Tauchsportverbänden in Irland, Algerien, der Schweiz und in leicht modifizierter Form auch in Deutschland übernommen worden sind, das Bühlmannsche Dekompressionsmodell findet sich in Dutzenden von Tauchcomputern und den Controllern von geschlossenen Kreislauf-Tauchgeräten (sog. «Rebreather» od. closed circuit rebreather, CCR) wieder.

Zwischenzeitlich wurde das Modell mit der sog. Gradient Faktor (GF) Methode noch etwas verfeinert und individualisiert. Dies ist eine mathematisch basierte Methode, die es erlaubt, individuell und fallweise die für die Dekompression massgebenden Inertgas-Gradienten während des Tauchganges zu reduzieren. Der Taucher kann so selbst seinen Tauchcomputer «customizen», d.h. auf seine persönlichen Bedürfnisse optimieren.

Mit all diesen Geräten wurden mittlerweile, d.h. in den letzten 30 Jahren, Hunderttausende, eher einige Millionen Tauchgänge problemlos absolviert.

Ohne die bahnbrechenden wissenschaftlichen Arbeiten hier in Zürich, wäre ein solcher Siegeszug der Elektronik im Massensport Sporttauchen nie möglich gewesen.

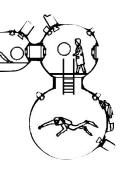
### Das Rettungsprojekt

Um Massentechnologie handelt es sich bei diesem Exponat sicher nicht. Das absolute Gegenteil ist der Fall: das Druckkammerlaboratorium am Universitätsspital Zürich ist beispiellos. Aus den Erfahrungen eines Umbaus der Weltrekord-Tauchglocke, die Hannes Keller 1962 auf die beachtliche Tauchtiefe von über 300 Metern brachte, zu einer Forschungsdruckkammer wurde eine von Grund auf neue Konstruktion erdacht. Fast alle Teile hat man eigens für den Zweck der Simulation von Tauchgängen bis 1000m Tiefe angefertigt. Dabei entstand eine Struktur, die auch umgekehrten Belastungen bis zu einem Unterdruck wie er in 20'000m Höhe herrscht, standhalten konnte.

Forschungsziel war die Erstellung von Algorithmen, um damit sehr tiefe Tauchgänge mit verschiedenen Atemgasmischungen zu berechnen. Solche Tauchgänge waren für die Offshore-Ölförderung damals nötig. Dadurch besteht ein Bezug zu heute besonders aktuellen Themen: fossile Brennstoffe und Mobilität. Während der gesamten Zeit Ihres Betriebes war die Druckkammer auch ein medizinisches Gerät, denn in ihr wurden verunfallte Taucher behandelt.

In den 80er und 90er Jahren entwickelten die Forscher um Prof. A.A. Bühlmann dann Dekompressionsregeln für Militär- und Sporttaucher insbesondere für das Tauchen in Bergseen und nicht zuletzt entstanden hier die Programme für die ersten alltagstauglichen Tauchcomputer.

Diese eindrucksvolle Geschichte spiegelt sich in der Imposanz dieses absolut einmaligen Technikdenkmales, welches auf gar keinen Fall dem Schneidbrenner zum Opfer fallen darf! Deswegen sind wir auf der Suche nach Partnern, die mit uns zusammen eine Standort finden, an dem das Druckkammerlaboratorium der Öffentlichkeit zugänglich und seine Bedeutung erlebbar ist. Auch Sponsoren für Dienstleistungen und finanzielle Mittel sind mehr als willkommen.



#### Kosten und Aufwände

Es geht im Wesentlichen um die Bereiche:

- Dokumentation der gesamten Installation
- Zerlegung in transportgerechte Module
- Ausbau am alten Ort mit akribischer Inventarisierung
- Transport (wahrscheinlich in mehreren Fuhren)
- Bautechnische Vorbereitung des neuen Standorts
- Wiederaufbau am neuen Standort
- Instandstellungsarbeiten der eigentlichen Anlage
- Begleitende Arbeiten zur Erstellung des Präsentationsumfeldes

Für die meisten dieser Arbeiten ist der Einsatz von Spezialfirmen und spezialisiertem Fachpersonal aus Industrie, Transportwesen und Museumsbereich erforderlich.

Zu einem Teil dieser Aufwände bestehen erst einige grobe Abschätzungen, welche mit den zuständigen Experten noch genauer verifiziert und spezifiziert werden müssen. Diese ersten Grobschätzungen bewegen sich im Umfeld von ca. 500kFr bis 1 Mio. CHF.

Es soll nicht verschwiegen werden: die Rettung ist mit erheblichen Kosten verbunden, die nur mit dem Engagement aller interessierten Kreise aus Industrie, z.T. Behörden, Museen und privaten Vereinen aufgebracht werden können. Neben fachlicher und logistischer Unterstützung bedeutet dies auch die Beschaffung erheblicher finanzieller Mittel.

Eine Teilfinanzierung über Crowd-Funding sollte nicht ausgeschlossen werden.

#### **Die Benefits**

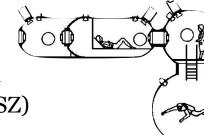
Es ist nur allzu verständlich, dass Investoren überall auf der Welt für ihr Engagement auch einen Benefit sehen und erhalten wollen.

Leider wird in unserem Gesellschaftssystem nur allzu oft unter Benefits das rein Pekuniäre subsumiert. Es gibt aber auch ideelle Benefits, sei dies gesellschaftliches Ansehen, oder einen wertvollen Beitrag zur Bewahrung von Kulturgütern geleistet zu haben, die nicht immer in Franken und Rappen umgerechnet werden können.

Der neue Standort jedenfalls, gleichgültig ob ein technisch ausgerichtetes Museum oder eine ähnliche Institution zur Bewahrung von historisch wertvollen Kulturgütern, erhält damit eine erstklassige Attraktion, die wohl einmalig in Europa ist. Nicht nur aus industrieller, sondern auch aus medizinischer Sicht und als einen Meilenstein der Tauchforschung.

Das dies auch mehr Eintritte und mehr Income generieren kann, dürfte wohl offensichtlich sein.

### Wir zählen deshalb auf IHRE Unterstützung!



### Literatur

Titel The History of Oilfield Diving: An Industrial

Adventure

Autor Christopher Swann

Ausgabe illustriert

Verlag Oceanaut Press, 2007

ISBN 0979789109, 9780979789106

Umfang 846 Seiten

Titel Tauchmedizin

Autor A.A.Bühlmann, E. Völlm, P. Nussberger

Ausgabe 5. Auflage, illustriert

Verlag Springer Berlin ISBN 3-540-52979-4

Umfang 253 Seiten

Titel der weg in die tiefe (Bd. 1-5)

Autor A.A. Bühlmann

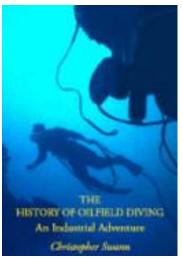
Ausgabe illustriert

Verlag Eigenverlag J.R. Geigy SA, Basel, 1961

ISBN s. ETH-Bibliothek

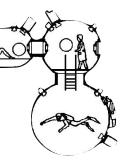
Umfang Bd.1: 8 Seiten / Bd. 2: 9 Seiten / Bd.3:10 Sei-

ten / Bd. 4: 10 Seiten / Bd. 5: 14 Seiten









#### **Internet-Links**

Website Verein HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR UNIVERSITÄTSSPITAL ZÜRICH

Artikel "Tauchen im Tank" in der NZZ vom 6. Februar 1977 Kay Lommar berichtet über das Druckkammerlabor der UZH.

Pressemitteilung vom 12.1.2017:

"Bühlmann's Forschungsdruckkammer vom Untergang bedroht"

Website von Swiss Cave Diving:

Foto-Galerie: DKL-Zürich - ein Symbol für die Tauchforschung

Die Erfolgsgeschichte geht weiter (2022): Bühlmann Decompression 01 watch



### VEREIN Historisches Druckkammerlabor Universitätsspital Zürich (DKL-usz)



## VEREIN HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR UNIVERSITÄTSSPITAL ZÜRICH (DKL-USZ)

### Pressemitteilung

Horgen, 12.01.2017

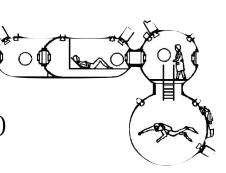
### Bühlmann's Forschungsdruckkammer vom Untergang bedroht.

Beschäftigt man sich mit der Anschaffung eines Tauchcomputers, stösst man praktisch automatisch auf das "Bühlmann-Modell". Die Druckkammer, in dem diese Dekompressionsalgorithmen entwickelt wurden, ist akut von der Verschrottung bedroht.

Ein Grossteil der heute verkauften Tauchcomputer arbeitet mit Dekompressionsalgorithmen, die auf dem Bühlmann-Modell basieren. Prof. Albert Bühlmann verfügte ab 1974 über eine Forschungsdruckkammer am Universitätsspital Zürich (USZ), in der er seine Berechnungen bis auf Tiefen von über 500m überprüfen konnte. Der Tauchpionier Hannes Keller, der als erster Mensch im Freiwasser die 300m Grenze mit Heliox überschritt, gab den Anstoss zur tauchmedizinischen Forschung in der Schweiz. Für die Ölindustrie war diese Tiefe notwendig um am Rand der Kontinentalschelfe nach Öl bohren zu können. Deswegen finanzierte sie den Bau des Druckkammlaboratoriums grösstenteils. Der Aviatik-Ingenieur Benno Schenk konstruierte eine Druckkammer die aus einem zylindrischen Teil mit Vorkammer und zwei Kugeln bestand, von denen eine mit Wasser gefüllt war, um "nasse" Tauchgänge zu ermöglichen. Sie wurde komplett in der Schweiz hergestellt und konnte sowohl Druckverhältnisse herstellen, wie sie in 1000 Meter Wassertiefe herrschen, als auch solche in 10'000 Meter Höhe über dem Meeresspiegel, was das Laboratorium für die Erforschung höhenmedizinischer Fragestellungen ebenso nutzbar machte. Nachdem in diesem Laboratorium und im Freiwasser international bedeutende Erkenntnisse gewonnen wurden, die teilweise bis heute Gültigkeit besitzen, führten Sparzwänge am USZ letztlich dazu, dass die Kammer im Jahr 2005 geschlossen werden musste. Die Druckkammer existiert zwar noch, ist aber inzwischen nicht mehr betriebsfähig. Im Zuge der umfangreichen Baumassnahmen am USZ wird das Gebäude in dem sich das ehemalige Labor befindet in einigen Jahren abgerissen und die eindrucksvollen Reste dieser Experimental-Druckkammer sollen verschrottet werden. Eine Gruppe aus ehemaligen Mitarbeitern, Probanden der Tieftauchversuche, Tauchern und Tauchmedizinern versucht die Kammer vor dem Schmelzofen zu bewahren und sie als Hauptexponat für eine Museumsabteilung über die Dekompressionsforschung "made in Switzerland" zu erhalten. Unter der URL www.druckkammer.ch gibt es weitere Infos inklusive Fotogalerie und geschichtlichem Überblick.

Ansprechpartner:
Christian Wölfel
Mättenbergstrasse 6A
3367 Thörigen
T +41 78 849 41 07
F +41 62 916 37 91
christian.woelfel@bluewin.ch
http://www.druckkammer.ch

Sekretariat Verein DKL-USZ - Lerchenweg 9 - CH-2543 Lengnau - www.druckkammer.ch



#### **Artikel in SPUMS**

Rubicon Research Repository (http://archive.rubicon-foundation.org)

SPUMS Journal Volume 29 No.2 June 1999

91

environment has been questioned in the past. Trials conducted led to a revision of practices and changes were made to guard book procedures. The SURVIVEX provided the opportunity to verify the guard book in a realistic situation.

The ELSS capability had not yet been conclusively demonstrated. Pods which weigh approximately 100 kg when fully laden with life support stores, food, water, medications etc. can be posted by ROV into the escape tower, providing extra time for the rescue forces to prepare. Difficulties have been noted when trialling the pods and a formal evaluation of the pod posting according to guard book procedures occurred during BLACK CARILLON 98.

#### Monitoring System

How does the RAN manage such a process? The RAN has implemented an internal 2 stage certification process addressing the material, engineering and operational aspects of the SERS with an additional annual audit of the system addressing these issues. The Remora is certified by the classification authority, Det Norske Veritas (DNV) for material safety with the recompression chamber suite currently undergoing this certification process.

The SUBSAFE Board Submarine Escape and Rescue Subgroup (comprising operational, medical and engineering representatives) is responsible for ensuring no hazard items represent an unacceptable risk prior to the conduct of these trials and in future operations.

Australian Defence Medical Ethics committee approval has been sought and granted for each phase of the exercises.

#### Summary

The RAN has developed and implemented a sophisticated escape and rescue organisation, the concept of which is being adopted by other major submarine nations around the world. The organisation includes not only the material hardware but a framework for review, accountability and progress. The Black Carillon exercise series will be followed by future exercises planned to maintain the momentum and in-house expertise in submarine escape and rescue.

LCDR Robyn Walker, MBBS, Dip DHM, is Officer in Charge, Royal Australian Navy Submarine and Underwater Medicine Unit, HMAS PENGUIN, Middle Head Road, Mosman, New South Wales 2088, Australia. Phone +61-(0)2-9960-0333. Fax +61-(0)2-9960-4435. E-mail Robyn.Walker.150150@navy.gov.au.

#### MILESTONES OF THE DEEP DIVING RESEARCH LABORATORY ZURICH

J Wendling, P Nussberger and B Schenk

#### **Key Words**

Decompression, deep diving, history, hyperbaric facilities, hyperbaric research, mixed gases, research, tables.

#### Abstract

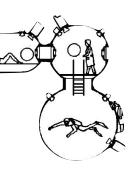
Between 1959 and 1963 the deep diving pioneer Hannes Keller performed a series of depth records using heliox. He was assisted by the lung physiologist Professor AA Bühlmann of Zurich University. In 1961 application of a modified multi-tissue, perfusion limited, decompression algorithm for nitrogen and helium enabled an open sea dive to 305 m at Santa Catalina Island off California. However the price was a fatality. This dive was a break through for commercial diving, proving the feasibility of deep diving with helium.

A research contract with Shell, to develop decompression tables for offshore work, allowed the restructured research team at Zurich to construct a 100 ATA hyper- and hypobaric, multichamber, research and treatment facility, planned and directed by one of the authors (BS), an engineer. Experimental dives were continued down to 220 and 350 m at Alverstoke, UK, in 1969, and to 575 m in Zurich in 1981. The original decompression tables were empirically modified and became widely used. The problems of calculated tables and true reality will be discussed.

Altitude dive tables for scuba bounce diving were produced to meet the needs of military and police divers in Switzerland. Dive tables using the same algorithms as used for the deep dive experiments were calculated and tested for different altitude ranges. Bühlmann postulated a linear relationship of his supersaturation tolerance coefficients to the external pressure. In 1972 the first altitude table was produced using a 12-tissue model and in 1986 the actual set of tables was produced based on 16 tissues.

In a period of general rejection of any diving practices using computers as on-line dive planners, Bühlmann supported the adaptation of the Zurich tables for diving computers. The 1986 model has been further adapted to take into account workload, temperature, respiratory rate and inadequate decompression procedures specially considering the bubbles load of the lungs during certain phases.

The actual activities of the hyperbaric facility can be divided into the development of deep dive breathing apparatus and research into clinical hyperbaric oxygen (HBO) therapy.



### Anhänge (Fotos u. Pläne)

Universitätsspital Zürich





### Phase I, das «alte» Druckkammerlabor (ab 1964)

Speicherflaschen



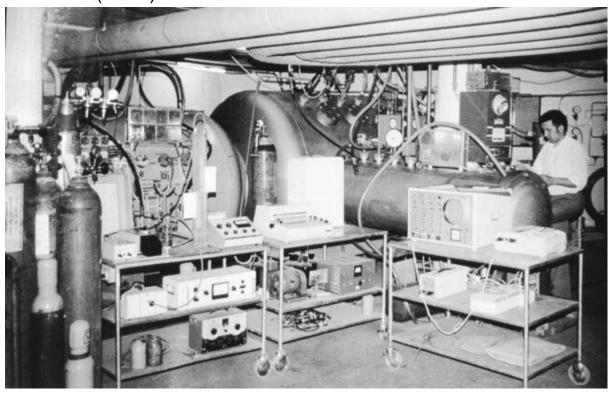
Das Labor

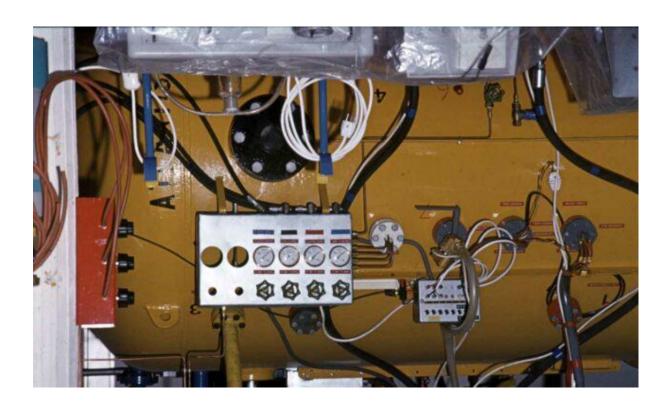


### VEREIN HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR Universitätsspital Zürich (DKL-usz)



Das Labor (Forts.)





Tieftauchversuche im Tank (Toulon, franz. Marine, 1960) mit Hannes Keller



Prof. Bühlmann mit Marinevertreter, 1965



Z)

Frühe Versuche mit Shell, Porto San Stefano,1966

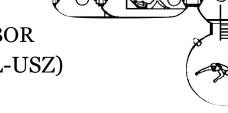


Alverstoke (Marine), 1969



350m Tauchgang

### VEREIN HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR Universitätsspital Zürich (DKL-usz)

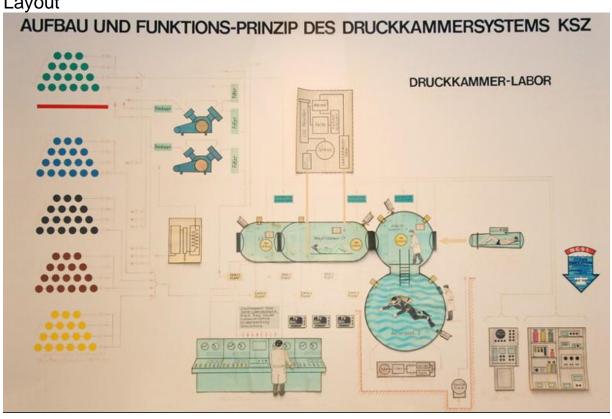


### Phase II, das neue Druckkammerlabor (ab 1975)

### Technische Angaben

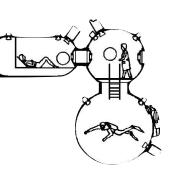
Location:	Züri	Zürich, Switzerland						
Operator:	Univ	University Hospital, Zürich						
Manufacturer:		Pressure vessels by Gebrüder Sulzer, Winter- thur, Switzerland						
Completion:	1975							
Technical details:								
Operating pressure		0.5-10	1 bar					
Dimensions of chamber		1	2	3	4			
Diameter (mm)		2500	2000	2000	3500	-1		
Internal length (mm)		_	3200	1600	-			
Hatch diameter (mm)		800	800	800	1300			
Volume (m <sup>3</sup> )		8	10	6.5	22			

### Layout



### VEREIN

### HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR UNIVERSITÄTSSPITAL ZÜRICH (DKL-USZ)



### Komponenten / Module

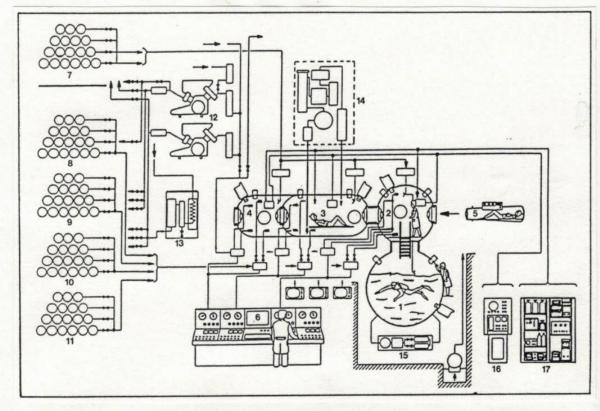
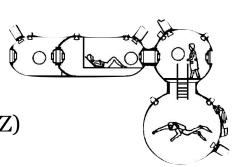
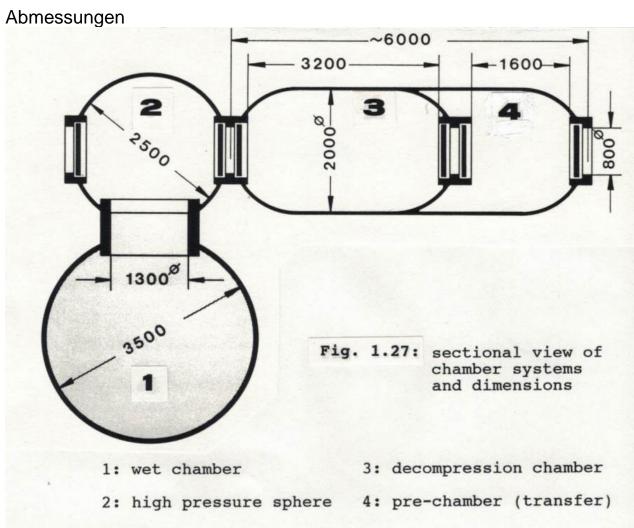


Fig. 2.15: schematic diagram of monitory-, supply-, and life-supporting systems and peripherals

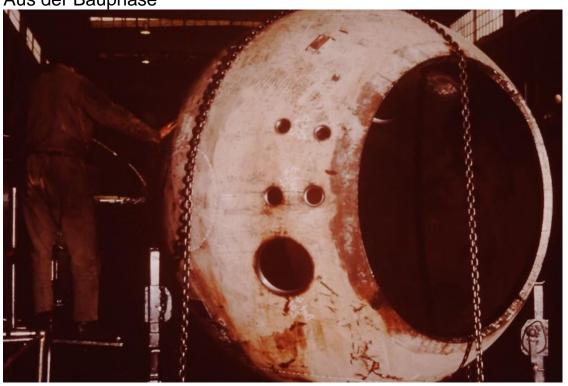
- 1: wet chamber
- 2: high pressure sphere
- 3: decompression chamber
- 4: pre-chamber/ lock
- 5: one-man transport chamber
- 6: control-/monitoring centre
- 7: storage breathing gases
- 8: oxygen
- 9: spec. gas mixtures

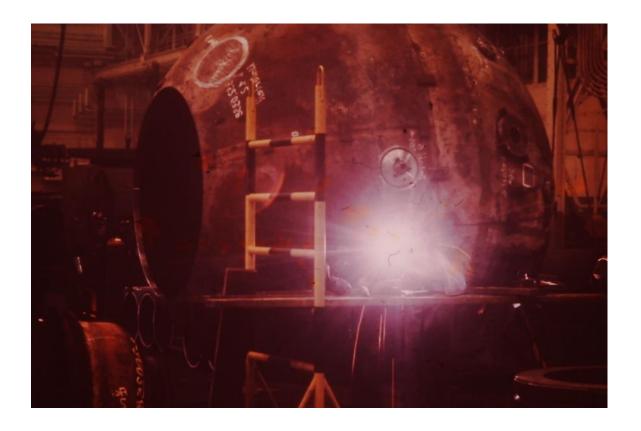
- 10: air
- 11: helium
- 12: compressors
- 13: helium recovery unit
- 14: chamber: air condi
  - tioning/treatment unit
- 15: water treatment unit
- 16: medical surveillance
- 17: gas analyzing system

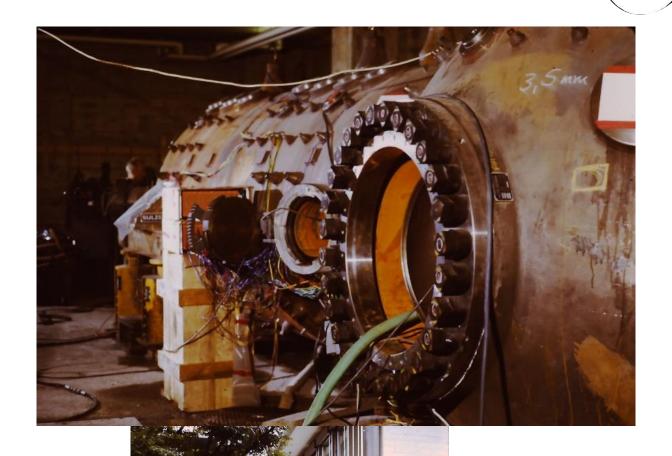


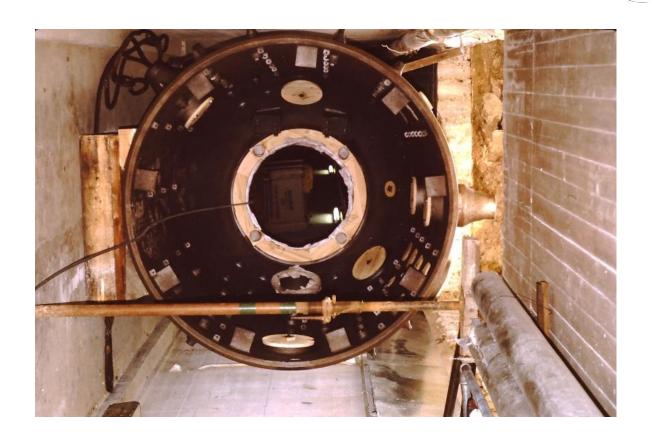


Aus der Bauphase











### **Proudly made in Switzerland**



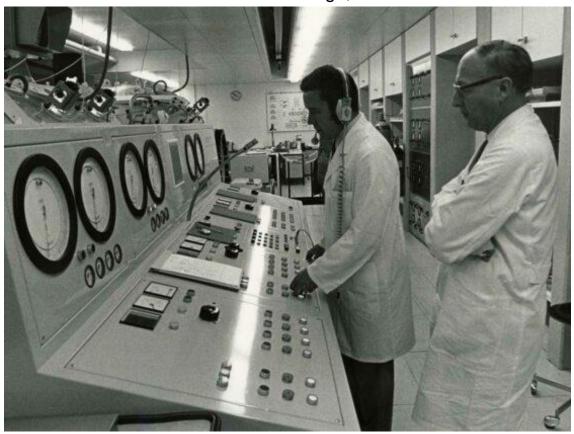
### VEREIN HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR Universitätsspital Zürich (DKL-usz)



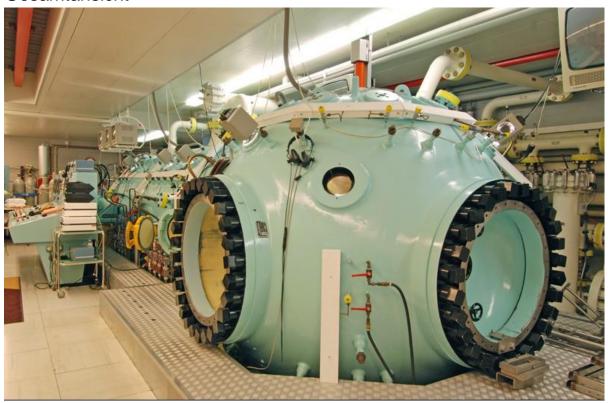


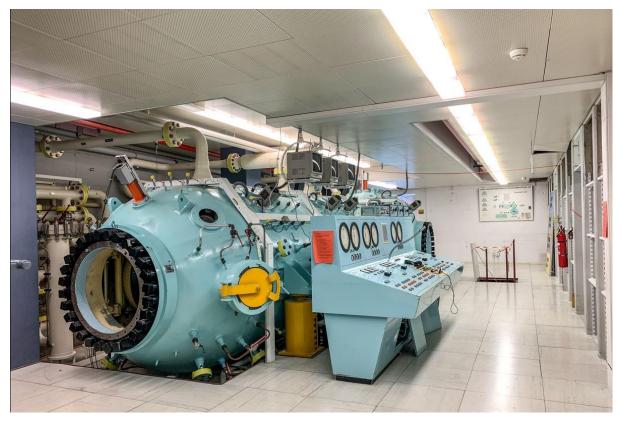


Die ersten Versuche in der neuen Anlage, 1975

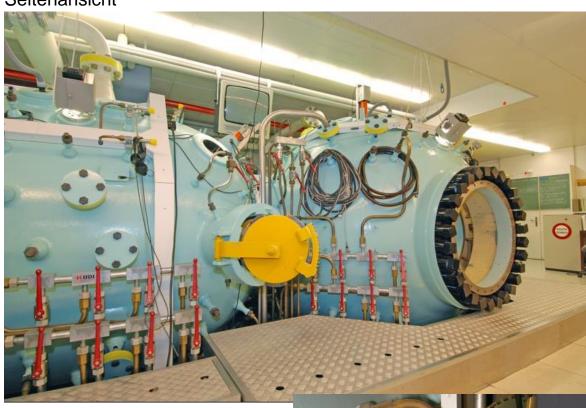


### Gesamtansicht



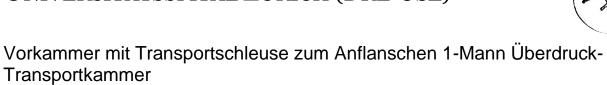


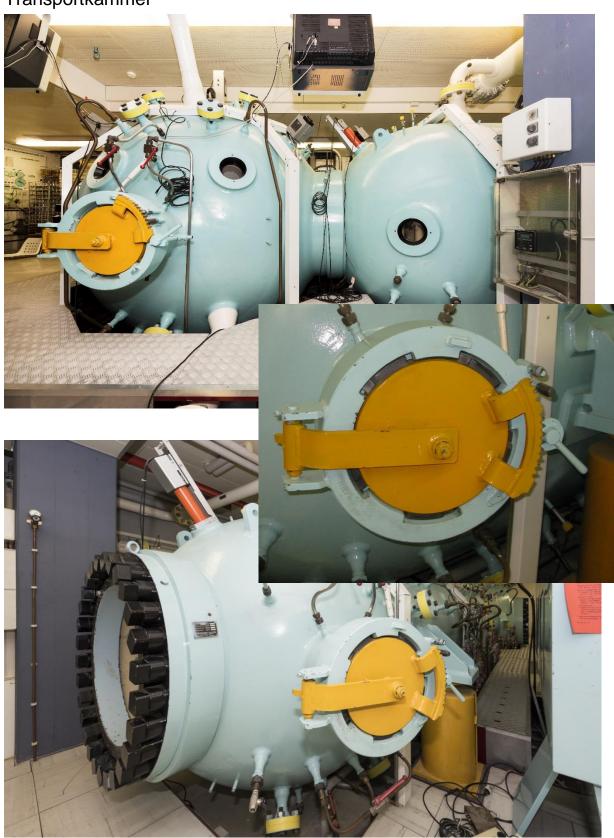
### Seitenansicht

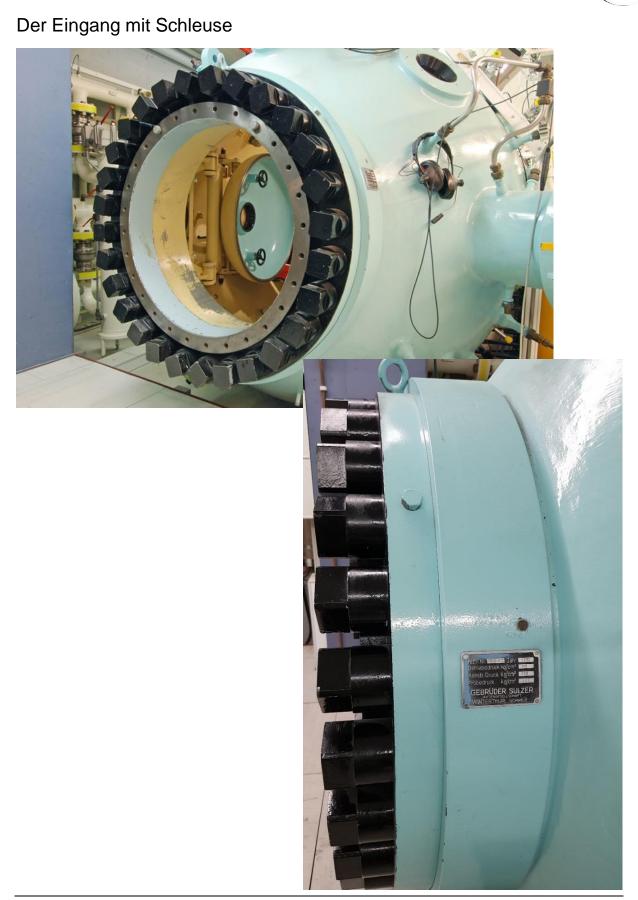


Auflager der Tanks





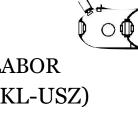




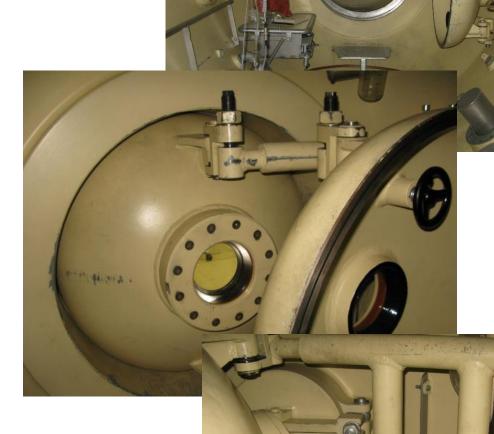


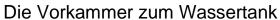


### VEREIN HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR Universitätsspital Zürich (DKL-usz)





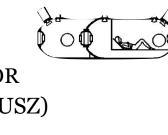




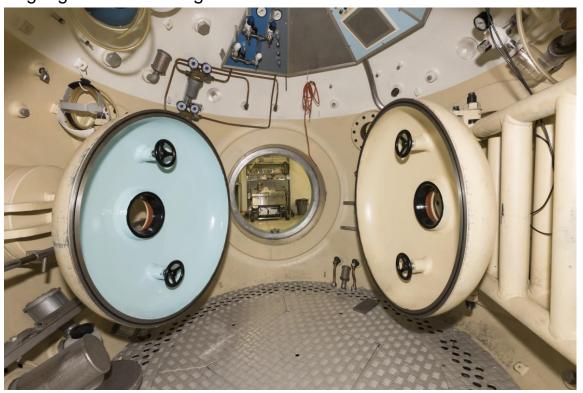


#### Der Wassertank

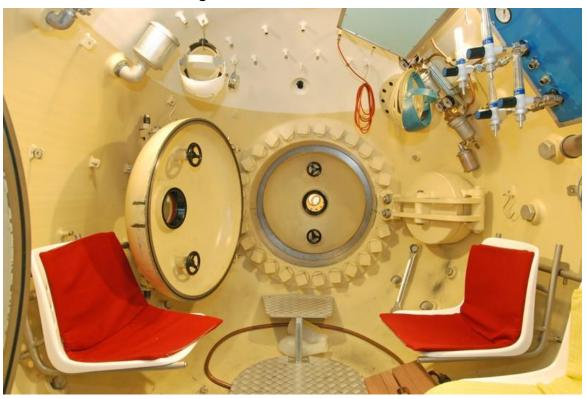


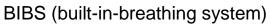


#### Zugang zur Behandlungskammer

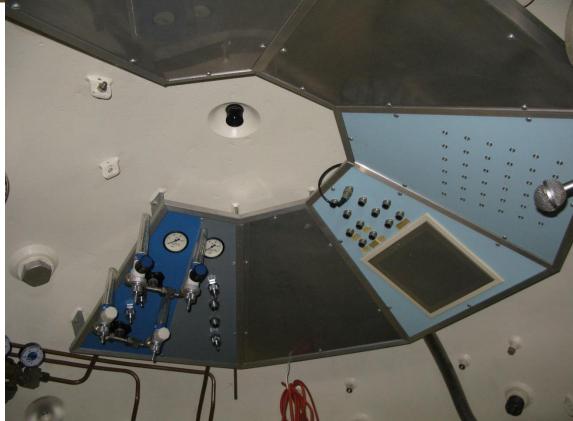


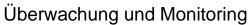
Aufenthalts-/Behandlungskammer



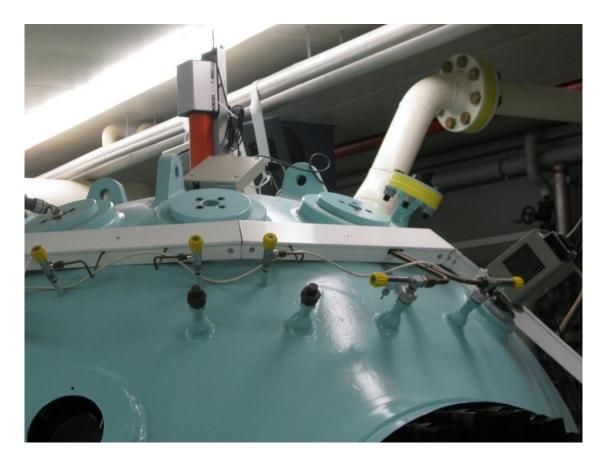




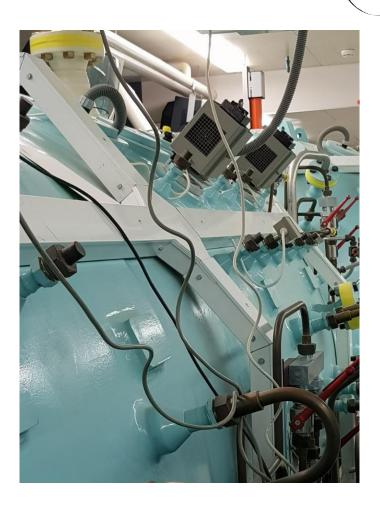




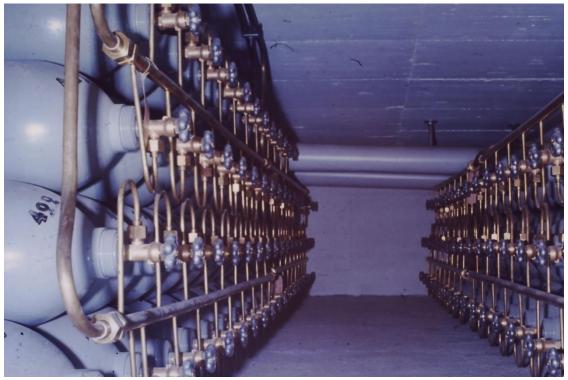


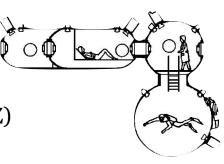


Überwachung, Monitoring (Forts.)

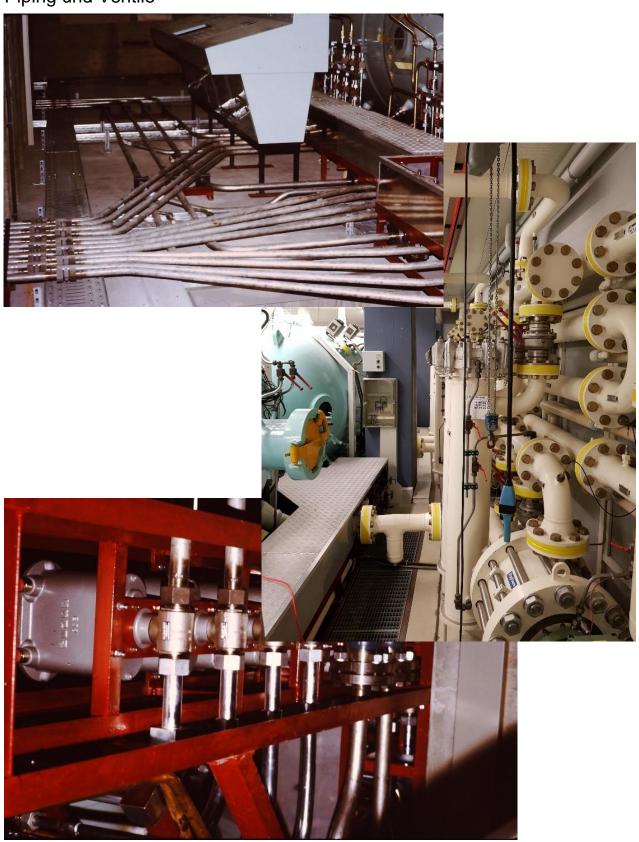


### Speicherbatterien





### Piping und Ventile





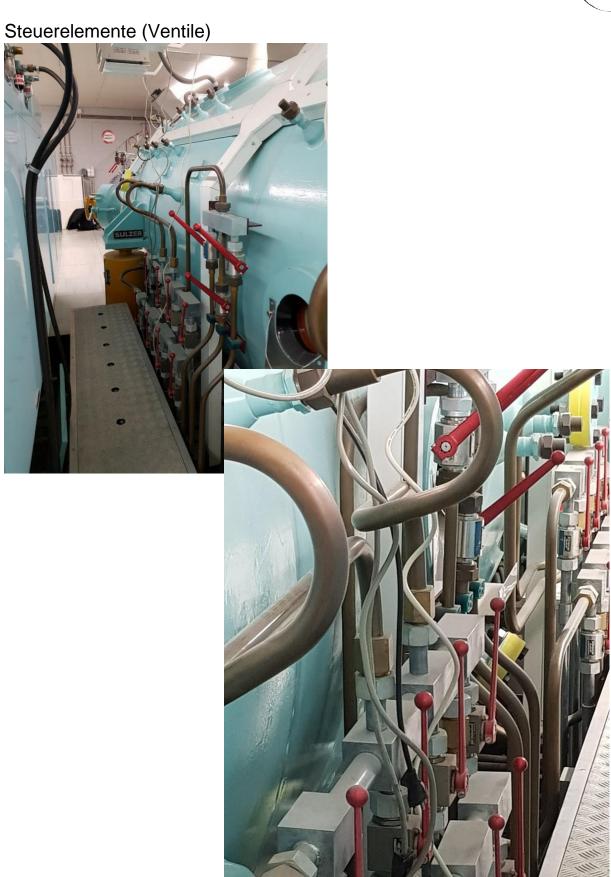
#### Booster und Filter



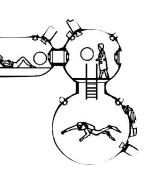


### VEREIN





### VEREIN HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR Universitätsspital Zürich (DKL-usz)



#### Sicherheitsvorschriften

UNIVERSITAETSSPITAL ZURICH Dept. Innere Medizin

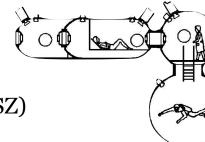
Druckkammer- Laboratorium

Sicherheitsvorkehrungen zur Vermeidung von Bränden und Explosionen in Druckkammern und Sauerstoff- Verteilanlagen bei HBO- Behandlungen.

#### Ursachen:

- Systemverunreinigungen durch Fette und Oele
- Funkenbildung und Ueberhitzung an elektrischen Apparaten und Leitungen innerhalb der Druckkammern.
- Anwendung von ungeeigneten Gleitmittel.
- Unsachgemässe Bedienung/Handhabung von Sauerstoff- Apparaturen ( z.B. zu schnelles Oeffnen von Ventilen )
- Statische Elektrizität ( Reibungselektrizität ) Funkenentladung, Zündung von Gasgemischen oder Stäuben mit Luft und Sauerstoff.
- Ungeeignete Dichtungsmaterialien. ( nur Metall oder geeignete Kunststoffe verwenden )
- Werkstoffdämpfung bei Schwingungsvorgängen ( freigesetzte Wärme bei Werkstoffdämpfung kann zu Ueberhitzung
- Reibkorrosion
  - ( grosse Oxidationsoberflächen bei erzeugtem Metallpulver können aufflammen, z.B. Metallpulver aus rostigen Druckbehälter oder Verteil- Rohrleitungen )
- Reibungswärme
  - Reibungska ( hauptsächlich an Schweissperlen und Metallspänen in Sauerstoffleitungen und Apparaturen. Sicherheitshalber sollte eine stoffleren. Strömungsgeschwindigkeit von 20m/sek nicht überschritten
- Hohlraum Resonanzschwingungen in Ventilen, Reduziereinheiten Hohlraum verzweigungen. (z.T. akustisch wahrnehmbar)

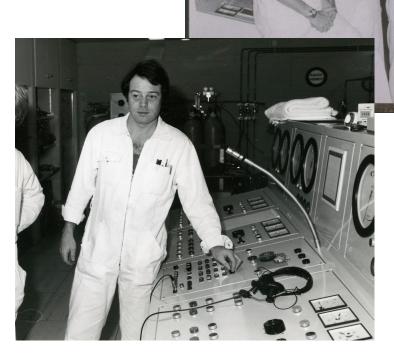
DKL-SK Jan 94



#### Verschiedene Tieftauchversuche



Bereits 1977 wurde hier erfolgreich eine damalige Rekordtiefe von 500m erreicht.

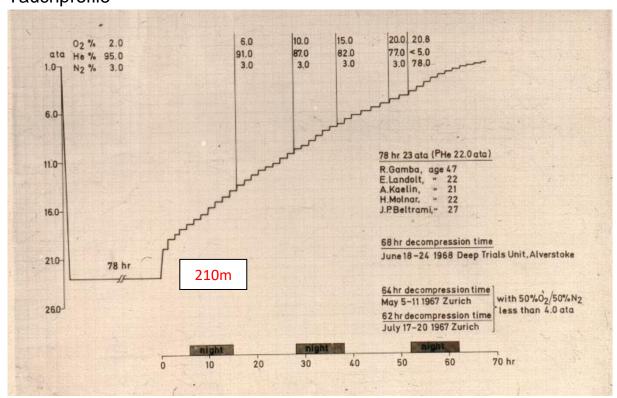


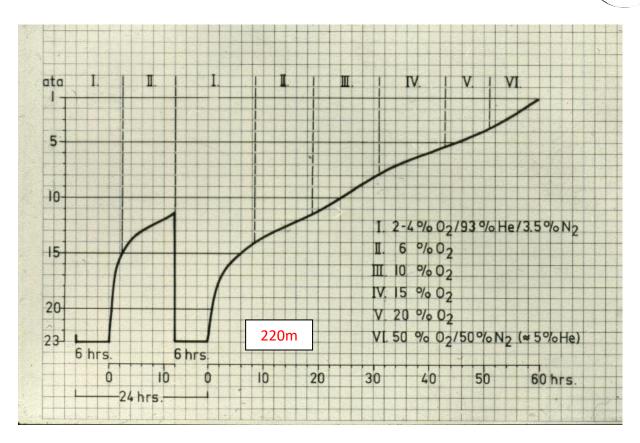
1981, vom 28. Januar bis 5. Februar wurde in der Druckkammer mit drei Versuchspersonen ein Tauchgang auf die damalige Weltrekordtiefe von 575 Metern mit Tauchexkursionen im Wassertank bei 400 Meter Tiefe durchgeführt.

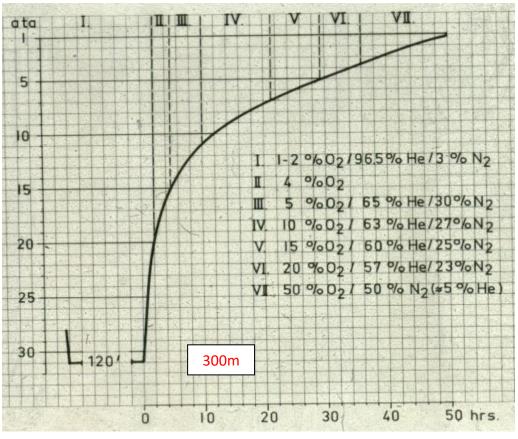


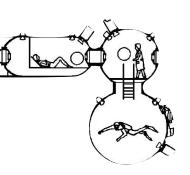


#### Tauchprofile

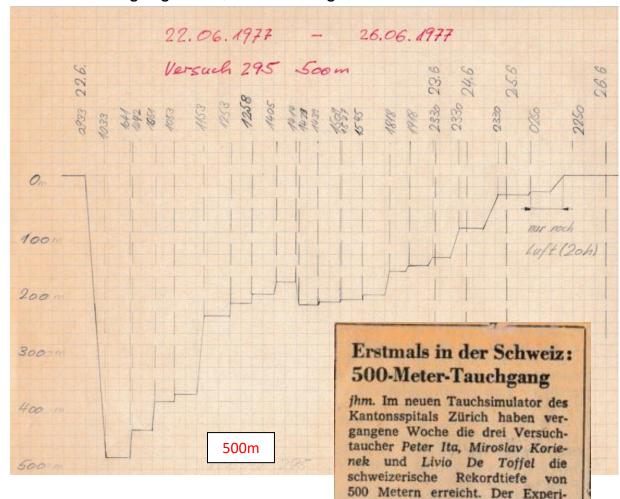








Rekord-Tauchgang 500m, Dauer 5 Tage, 1977

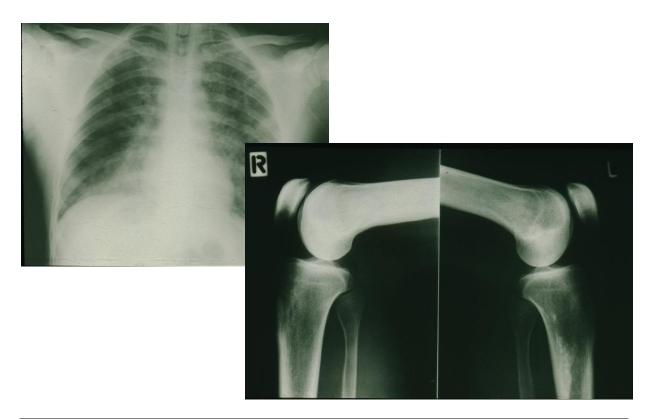


mentaltauchgang begann am Mittwoch, 22. Juni, um 9 Uhr morgens. Innerhalb von 50 Minuten wurde die Maximaltiefe erreicht, auf der die Taucher insgesamt 8 Minuten verweilten. Der anschliessende Wiederaufstieg beziehungsweise die Rückkehr zum Normaldruck nahm über dreieinhalb Tage in Anspruch. In der Nacht vom Samstag auf den Sonntag verliessen die Taucher die Ueberdruckkammer bei guter Gesundheit. Der im Jahr 1975 in Betrieb genommene neueentwickelte Tauchsimulator lieferte im Rahmen dieses Experiments den Beweis einwandfreier Funktion sämtlicher Systeme unter hoher Belastung. Konstruktiv ist er für Tauchtiefen bis 1000 Meter ausgelegt.

### Behandlungen von verunglückten Tauchern

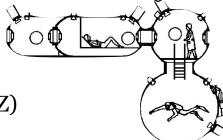




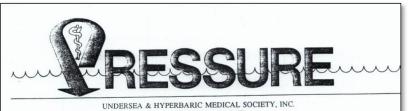


### VEREIN

### HISTORISCHES DRUCKKAMMERLABOR Universitätsspital Zürich (DKL-USZ)



#### Prof. Dr. A. A. Bühlmann



Undersea Medicine...Hyperbaric Therapy An international professional association serving the diving and hyperbaric communities

ISSN 0889-0242

May/June 1994



#### Albert A. Bühlmann, 1923-1994

Ernst B. Völlm and Georg Götte

Course (which will be held 94Aug8-19) incorrectly said 10531 Kensington Avenue, when it should have said 10531 Metropolitan Avenue. Kensington, MD 20895 (UHMS's new home). If you sent the form to the wrong place please call Jane Dunne at (301)942-2980 to see if she got it, or send it again. (See page 4).

A very large part of the diving world is saddened to learn of the death of Prof. Dr. med. Albert A. Bühlmann, who died unexpectedly of heart failure on 1994 March 16, at the age of 70. With his passing, divers have lost a prominent figure who made a major contribution until the end of his hic to diving medicine and decompression research, gaining worldwide recognition for the quality of his work. His impact bridged the full range of diving, from the most complex and sophisticated of commercial and military diving operations to the welfare of the occasional recreational diver.

After the completion of his studies at the University of Zürich, he specialized in the pathophysiology of the respiratory and circulatory systems. He took a particular interest in respiratory physiology under extreme atmospheric conditions, of the kind encountered for example, at high altitudes and high pressures. He was the papelication form for the NOAA Course (which will be held 94Aug8-19) incorrectly said 10531 Mensington Avenue, when it should have said 10531 Mensington Movenue, when it should have said 10531 Mensington Movenue when the said the full rate of the decade mover in a deep dive. At that time his research led off with a time his research led o

to maximum pressures in the range of 300 meters of sea water (msw).

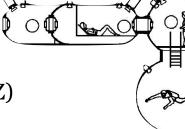
Thereafter, the U.S. Navy financed a scries of experimental dives to depths of between 150 and 300 msw with somewhat longer periods spent at those depths,

UHMS Annual Meeting: Denver, 1994 June 22-25









### Begleitende Höhentauchversuche

Lago di Lucendro,2131m ü.M.,1986

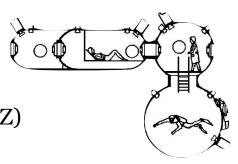




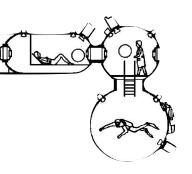
#### Rekognoszierung zu Höhentauchversuchen Muttsee, 2500m ü.M., 1987



Bis heute die höchsten in Europa durchgeführten Tauchgänge. (die Tauchinstruktoren Lochbronner, Müller, Völlm)







#### **International Bühlmann Memorial Symposium 2019**

The Panelists



### Helfen Sie uns mit, ein Stück unvergleichlicher Schweizer Industriekultur zu retten und zu bewahren!



### Verein Historisches Druckkammerlabor Universitätsspital Zürich

Sekretariat
Lerchenweg 9
CH-2543 Lengnau
info@druckkammer.ch